

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy

**Efektivita odbavovacího procesu letiště s vlivem na
spokojenost cestujících**

**Efficiency of Passenger Terminal Operation with Impact on
Customer Satisfaction**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích
Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: Ing. Peter Vittek
Ing. David Pistora

Bc. Roman Vokáč

Praha 2015



K621..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Roman Vokáč

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Efektivita odbavovacího procesu letiště s vlivem na spokojenost cestujících**

Název tématu (anglicky): Efficiency of Passenger Terminal Operation with Impact on Customer Satisfaction

Zásady pro vypracování

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

- Úvod
- Důvody neefektivnosti odbavovacího procesu a vzniku front
- Principy spokojenosti cestujících v odbavovacím procesu
- Zásady pro návrh a provozování terminálů
- Shrnutí a doporučení
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: JENKINS, Brian Michael. Aviation security: after four decades, it's time for a fundamental review. Rand Corp. 2012.
- MARK B. SALTER, Mark B.editor. Politics at the airport. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008.
- JANIĆ, Milan. Airport analysis, planning and design: demand, capacity and congestion. Nova Science 2008

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Peter Vittek**
Ing. David Pistora

Datum zadání diplomové práce: **31. července 2014**
(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 diplomové práce: **31. května 2015**
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. Daniel Hanus, CSc.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Roman Vokáč
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....31. července 2014

Prohlášení

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

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.

V Praze dne 31. května 2015



vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mi poskytli podporu a podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji vedoucím práce, kterými byli Ing. Peter Vittek a Ing. David Pistora, za odborné vedení, konzultace a poskytování rad. Je také mou milou povinností poděkovat nejen za morální podporu mým rodičům a prarodičům.

Název práce: Efektivita odbavovacího procesu letiště s vlivem na spokojenost cestujících

Autor: Bc. Roman Vokáč

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Peter Vittek

Ústav letecké dopravy K621

Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

Ing. David Pistora

Letiště Praha, a.s.

Strategie a rozvoj provozu

Abstrakt

Hlavním cílem každé obchodní společnosti je snaha o dosažení zisku. Zisk společnosti je roven rozdílu mezi příjmy a výdaji. Výše příjmů a výdajů v rámci odbavovacího procesu letiště je ovlivněna jeho efektivností a spokojeností zákazníků. Tato práce se zabývá analýzou efektivity odbavovacího procesu, významem spokojenosti cestujících a možnostmi optimálního návrhu a provozování terminálů. Důležitou částí celé problematiky je také možnost využití teorie hromadné obsluhy prostřednictvím vytváření simulačních modelů.

Klíčová slova

efektivita, spokojenost cestujících, teorie hromadné obsluhy, metoda Monte Carlo

Title: Efficiency of Passenger Terminal Operation with Impact on Customer Satisfaction

Author: Bc. Roman Vokáč

Study Programme: Technology in Transportation and Telecommunications

Branch of study: Operations and Management of Air Transport

Document type: Master thesis

Thesis advisors: Ing. Peter Vittek

Department of Air Transport K621

Faculty of Transportation Science, CTU in Prague

Ing. David Pistora

Prague Airport

Operation Strategy Management

Abstract

The main purpose of any company is the pursuit of profit. The profit is the difference between company's revenues and expenses. The amount of revenues and expenses for the passenger terminal operation is affected by its efficiency and customer satisfaction. This thesis deals with analysis of terminal operation efficiency, the importance of passenger satisfaction and optimizing the design and operation of the terminals. An important part of the whole issue is also the possibility of using queuing theory by creating simulation models.

Key words

efficiency, passenger satisfaction, queuing theory, Monte Carlo method

Obsah

Seznam použitých zkratk	11
1 Úvod	12
2 Efektivita odbavovacího procesu	14
2.1 Efektivita – historický kontext kapacitní problematiky letišť	14
2.2 Efektivita – základní koncepce terminálu	17
2.2.1 Rozdělení letišť	17
2.2.2 Druhy odbavení na letišti	17
2.2.3 Centralizovaná a decentralizovaná bezpečnostní kontrola	18
2.2.4 Stavební koncepce terminálu	20
2.2.5 Provozní koncepce terminálu	21
2.3 Efektivita – popis odbavovacího procesu cestujících	23
2.3.1 Příjezd cestujících na letiště	24
2.3.2 Služby pro cestující ve veřejné části letiště	26
2.3.3 Odbavovací přepážky	27
2.3.4 Informační systém ve veřejné části letiště	29
2.3.5 Kontrola vstupu do neveřejné části letiště	30
2.3.6 Bezpečnostní kontrola	31
2.3.7 Informační systém v neveřejné části letiště	32
2.3.8 Nástup na palubu letadla	32
2.3.9 Zobecnění částí odbavovacího procesu	32
2.4 Efektivita – analýza vlivů na efektivitu a vznik front	34
2.4.1 Charakterizování neefektivnosti	35
2.4.2 Důvody vzniku front	37
2.4.3 Přístup k neefektivnosti a frontám	37
2.4.4 Efektivita příjezdu cestujících na letiště	39
2.4.5 Efektivita služeb pro cestující ve veřejné části letiště	45

2.4.6	Efektivita odbavovacích přepážek	46
2.4.7	Efektivita stanoviště kontroly vstupu do neveřejné části letiště	49
2.4.8	Efektivita bezpečnostní kontroly	50
2.4.9	Efektivita informačních systémů	50
2.4.10	Efektivita nástupu na palubu letadla	53
2.5	Efektivita – analýza vlivů na efektivitu bezpečnostní kontroly	54
2.5.1	Vliv stavební uspořádání prostoru a konfigurace stanoviště	54
2.5.2	Vliv technologického vybavení	56
2.5.3	Vliv provozních postupů	57
2.5.4	Vliv znalostí cestujících	58
2.5.5	Vliv znalostí cestujících na přípravnou část bezpečnostní kontroly	59
2.5.6	Vliv znalostí cestujících na dobu dohledávání LAGs	60
2.5.7	Vliv rozdělení počtu RJ cestujících	62
2.5.8	Vliv sezónnosti a špičkových hodiny	63
2.5.9	Vliv zaměstnanců	65
3	Principy spokojenosti cestujících v odbavovacím procesu	67
3.1	Spokojenost cestujících	67
3.2	Spokojenost cestujících – význam pro letiště	70
3.3	Spokojenost cestujících – hodnocení	71
3.3.1	Hodnocení spokojenosti cestujících – důvody hodnocení	71
3.3.2	Hodnocení spokojenosti cestujících – metody	72
3.4	Spokojenost cestujících – ovlivňování spokojenosti	75
3.4.1	Ovlivňování spokojenosti – rozdělení odbavovacího procesu	75
3.4.2	Ovlivňování spokojenosti – analýza činností cestujících	78
3.4.3	Ovlivňování spokojenosti – změna stresové zátěže	79
4	Zásady pro návrh a provozování terminálů	81
4.1	Kapacita terminálu	81

4.1.1	Statická kapacita	81
4.1.2	Dynamická kapacita.....	83
4.2	Teorie hromadné obsluhy.....	84
4.2.1	Teorie hromadné obsluhy – základní pojmy.....	84
4.2.2	Teorie hromadné obsluhy – Kendallova klasifikace.....	86
4.2.3	Teorie hromadné obsluhy – výstupní parametry	88
4.2.4	Teorie hromadné obsluhy – používané metody	90
4.3	Simulační metody teorie hromadné obsluhy.....	90
4.3.1	Simulační metody – deterministický a stochastický přístup.....	91
4.3.2	Simulační metody – důvody použití	91
4.3.3	Simulační metody – modelování Petriho sítěmi	92
4.3.4	Simulační metody – význam stochastických modelů.....	98
4.3.5	Simulační metody – využití metody Monte Carlo.....	99
4.3.6	Simulační metody – softwarové programy a výsledky simulací	103
4.4	Odhad vstupních intenzit cestujících	106
4.4.1	Vstupní intenzity – rozložení počtu příchozích cestujících v čase	107
4.4.2	Vstupní intenzity – stanovení počtu příchozích cestujících.....	108
4.4.3	Vstupní intenzity – odhad intenzit reálného provozu	109
4.4.4	Vstupní intenzity – vyhodnocení metody odhadu	111
4.5	Možnost ovlivnění vstupních intenzit cestujících	113
4.5.1	Teorie virtuálních front – podmínky a způsob využití	114
4.5.2	Teorie virtuálních front – aplikace na modelový příklad	115
5	Shrnutí a doporučení.....	116
6	Závěr	118
	Seznam použité literatury	119
	Seznam obrázků.....	125
	Seznam tabulek.....	127

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam česky	Význam anglicky
CAA	Úřad pro civilní letectví	Civil Aviation Authority
ČR	Česká republika	Czech Republic
EU	Evropská unie	European Union
IAD	Individuální automobilová doprava	Individual car transport
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců	International Air Transport Association
ICAO	Mezinárodní organizace civilního letectví	International Civil Aviation Organization
K+R	Krátkodobé stání (polib a jed')	Kiss and Ride
MHD	Městská hromadná doprava	Public Transport
RJ	Rentgenová jednotka	X-ray unit
RTG	Rentgenové zařízení	X-ray machine
SMS	Systém řízení bezpečnosti	Safety Management System
SRA	Vyhrazený bezpečnostní prostor	Security Restricted Area
TSA	Úřad pro bezpečnost v dopravě	Transportation Security Administration
USA	Spojené státy americké	United States of America
VQ	Virtuální fronta	Virtual queue

1 Úvod

Podle svého významu může letiště ovlivňovat ekonomické i společenské prostředí blízkých měst, regionů nebo celých států. Působí zde mnoho obchodních společností. Jedná se například o letecké dopravce, handlingové společnosti, společnosti podnikající v pohostinství, reklamě a podobně. Základním cílem všech obchodních společností je generování zisku.

Na letištích se odehrává velké množství vzájemně se ovlivňujících procesů. Nedokonalosti v těchto procesech se projevují neefektivností, vyššími náklady, nižší spokojeností cestujících a menšími příjmy. Tato práce se zaměřuje na procesy spojené s odbavovacím procesem cestujících a jejich zavazadel.

Fronty v odbavovacím procesu mohou vznikat z více důvodů. Patří mezi ně například nedostatečná efektivita odbavovacího procesu, nevhodné plánování pracovní doby zaměstnanců a potřebných kapacit nebo využívání zastaralých technologií. Neefektivnosti a fronty cestujících mohou zvyšovat provozní náklady a zároveň snižovat příjmy. Výsledný zisk letiště je těmito faktory ovlivňován negativním způsobem. Spokojenost cestujících má vliv na celý odbavovací proces a také ekonomické dopady.

Odbavovací proces je možné rozdělit na několik částí, které jsou propojené a z procesního hlediska na sebe navazují. Jedná se například o problematiku příjezdu cestujících na letiště, poskytování služeb ve veřejné části letiště, odbavení na odbavovacích přepážkách, bezpečnostní kontrolu a nástup na palubu letadla. K těmto procesům také patří důležité charakteristiky efektivita a spokojenost.

Dosažení vyšších zisků je možné na základě optimalizace jednotlivých procesů. Tato práce popisuje provozní efektivitu a spokojenost cestujících v rámci těchto procesů. Správné řízení je jeden z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje úroveň efektivity a spokojenosti. Možnosti řízení jsou spojené především s odhadováním intenzit cestujících. Vstupní intenzity cestujících je možné odhadovat a do jisté míry i ovlivňovat. Pro provoz terminálu je důležité především odhadování časových úseků s vyššími intenzitami příchozích cestujících. Práce se také zabývá problematikou vlivu ročních období, změnám průběhu intenzit během dne a možnostmi snížení krátkodobě vyšších intenzit, které jsou spojené s vysokou provozní neefektivností. Tyto procesy

jsou velmi náročné a pro jejich popsání a lepší pochopení je vhodné využít složitějších matematicko-simulačních nástrojů.

Diplomová práce má za cíl řešení otázek spojených s efektivitou odbavovacího procesu cestujících a problematikou vzniku front, významem vlivu spokojenosti cestujících a popsáním důležitosti správného odhadu příchozích intenzit cestujících. Pro vytváření kvalitních podkladů k lepším možnostem rozhodování a plánování v oblasti odbavovacího procesu bude v práci navrženo využít několika metod teorie hromadné obsluhy především v oblasti vytváření simulací.

První část práce **Efektivita odbavovacího procesu** se bude věnovat všem částem odbavovacího procesu spojených s řešenou problematikou. Dále bude v jednotlivých částech analyzovat vlivy na efektivitu a důvody vzniku front. Samostatně bude detailněji popsán proces bezpečnostní kontroly. Bezpečnostní kontrola prochází neustálými změnami legislativy a snahou o zvyšování poskytované kvality v oblasti bezpečnosti cestujících. Změnou nároků na vybavení a prostorové uspořádání se na mnoha letištích stává kapacitně nedostatečnou a hledají se možnosti navýšení počtu odbavených cestujících. Jedním z vhodných řešení je například využití simulací, které umožňují ověřit vlivy nových pravidel, nebo technologického vybavení a postupů na provoz. V práci bude této složité problematice věnovaná kapitola **Zásady pro návrh a provozování terminálů**. U návrhů spojených se změnou v odbavovacím procesu cestujících a jejich zavazadel je důležité uvažovat nejen o vlivech na efektivitu a počty odbavených cestujících, ale také o výsledné spokojenosti. Zahraniční studie ukazují, že spokojenost cestujících má významný vliv jak na průběh všech procesů, tak také na příjmy z komerční oblasti, která se pro letiště stává stále významnějším zdrojem příjmů. Této problematice se bude práce věnovat v kapitole **Principy spokojenosti cestujících v odbavovacím procesu**.

2 Efektivita odbavovacího procesu

V této kapitole se práce nejdříve zabývá důvody vzniku kapacitních problémů z předchozích období a uvedení historického kontextu k současné situaci. Dále vymezením základních důležitých předpokladů, ze kterých práce vychází, popsáním odbavovacího procesu a analýzou vlivů na efektivitu a důvody vzniku front. Bezpečnostní kontrola cestujících a jejich kabinových zavazadel se ukazuje jako kritické místo v procesu odbavení, kterému bude věnována samostatná podkapitola.

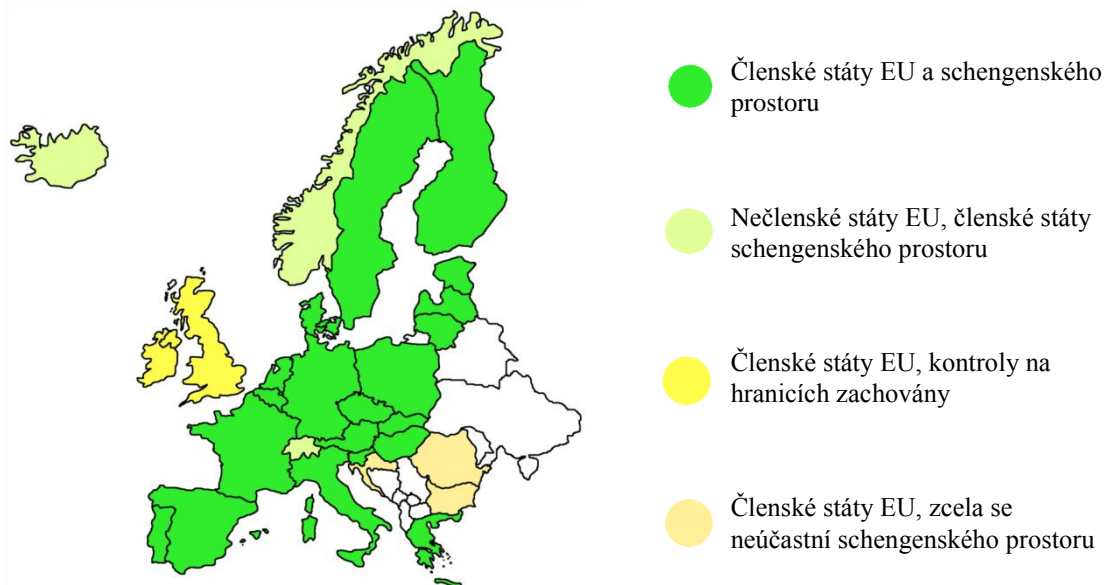
2.1 Efektivita – historický kontext kapacitní problematiky letišť

Česká republika je od roku 2004 součástí **Evropské Unie** a od roku 2007 také plně spolupracuje v rámci **schengenského prostoru**. Postupnou harmonizací národní legislativy a sjednocováním pravidel došlo na dopravním trhu k velkým změnám. Mezi hlavní pilíře EU patří zejména volný pohyb osob, služeb, zboží a kapitálu. Podstata schengenského prostoru pak spočívá v možnosti překročení státní hranice členských států bez hraničních kontrol. V poměrně krátké době se zjednodušila možnost zaměstnání v zahraničí, studování, zábavy a navštěvování ostatních zemí. Vzniká tak nesoulad mezi místem vzniku a naplněním lidských potřeb. Poptávka po přemístění (přepravě) osob, surovin apod. je důvodem vzniku dopravy.

Leteckým společnostem se otevřel evropský tržní prostor (Obr.: 1). Poptávka po přepravě rostla a letecké společnosti se tak mohly zdánlivě velmi rychle rozvíjet. Jednotné tržní prostředí ale nepřineslo pouze zvýšenou poptávku. Stejnou možnost přístupu na trh získaly všechny letecké společnosti. Vznikla tak **konkurence mezi dopravci**, která se začala soustředit i na cenu nabízených služeb.

Klasičtí zavedení dopravci, kteří byli zvyklí provozovat leteckou dopravu ještě z dob „vlajkových národních dopravců“, mívali na domácích letištích značné podíly na počtu odbavených cestujících. V řadě případů se jednalo dokonce o majoritní zastoupení. Příkladem může být v České republice společnost České Aerolinie a letiště Václava Havla Praha. V Maďarsku působila společnost Malév spojená s letištěm Budapest Ferenc Liszt International Airport. Dalším příkladem je společnost Alitalia a letiště Milan Malpensa Airport v Itálii. Společnosti musely podnikat v rámci jednotných podmínek. Do té doby obvyklá, dnes již **nedovolená státní podpora**, byla vstupem do

EU zakázána. V některých případech se musely například vrátet dotace. Řada klasických dopravců se dostala do **finančních potíží**, omezovali provoz, nebo dokonce ukončili svou činnost. Uvolněné místo na trhu po těchto společnostech velmi rychle nahrazovaly **nízkonákladové společnosti**. Takové změny mají ekonomický dopad nejen na letiště samotné, ale i na blízké okolí, jako jsou ubytovací zařízení ve městě, doprava a pohostinství. [1]



Obr.: 1 Přehled členských států EU a schengenského prostoru

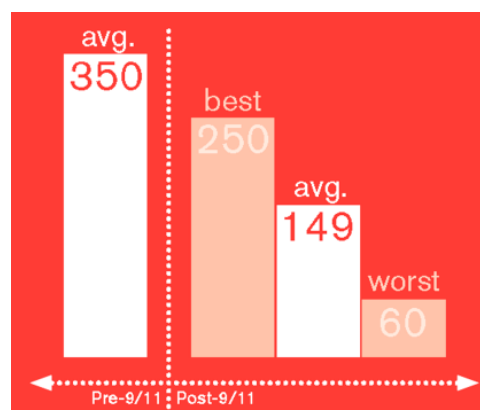
Snaha o dosahování co možná nejlevnějších letenek dnes nemůže být chápána pouze jako jeden z charakteristických rysů nízkonákladových společností. O nejefektivnější možný provoz se musí snažit všechny společnosti, které se chtějí na trhu udržet a být ziskové. Pokud by chtěla do nasyceného trhu, kterým je mnoho linek provozovaných po Evropě, vstoupit nová společnost, mohla by tak učinit v rámci monopolistické konkurence pouze v případě dalšího **snížení nákladů**. Letecké společnosti tak mohou při rozhodování o využívání letišť zohledňovat nejen vzdálenosti a dostupnost k zamýšlené obsluhované oblasti, ale také cenu služeb poskytovaných dopravcům na letišti.

Především nízkonákladové společnosti začaly využívat jiná, než hlavní letiště pro dané státy, oblasti či města. Tato menší letiště mohou být schopna z různých důvodů nabídnout svým zákazníkům (dopracům) **výhodnější nabídky a nižší ceny**. Teoreticky nižší kvalita nabízených služeb bude řadou dopravců (a cestujících) přijatelná při nižší ceně letenek. Celoevropský narůstající vliv nízkonákladových

společností, možnost využívat blízká letiště i sousedních států, tak dostávají letiště do většího **konkurenčního prostředí**. Jednotlivá letiště se mohou lišit v cenách parkování (letadel), cateringu, handlingu, cenami za paliva atd. Všechny tyto náklady je ze strany letiště (smluvní podmínky, ceny pronájmů budov,...) možné do jisté míry ovlivňovat. Hlavní roli zde pak sehrává **efektivita provozu a spokojenost zákazníků**.

Příkladem zahraničních konkurenčních letišť pro letiště Václava Havla Praha je v Polsku letiště v Katovicích, které je atraktivní svou dostupností především pro oblast Ostravy a okolí. Německo poskytuje velké množství dálkových letů, které z České republiky pravidelně nelétají. V posledních letech je také trend některých cestujících z České Republiky využívat služeb německých cestovních kanceláří a odlétat charterovými lety přímo z Německa. Mezi známá a do jisté míry konkurenční letiště pak patří letiště ve Frankfurtu, Mnichově a Berlíně. Za největší konkurenci je obecně považováno rakouské letiště ve Vídni. Největší slovenské letiště Letisko M. R. Štefánika odbavilo v roce 2013 pouze 1,4 mil. cestujících [2]. Jeho hlavní nevýhodou je především blízkost vídeňského letiště.

Příkladem historických změn, které přinesly **kapacitní problémy** v odbavovacím procesu, je zavedení **nových bezpečnostních pravidel** po teroristických útocích v září 2001 v USA. Na grafu (Obr.: 2) je ukázán rozdíl v průměrných počtech odbavených cestujících na stanovišti bezpečnostní kontroly po zavedení nových bezpečnostních pravidel a postupů. Z původní hodnoty 350 odbavených cestujících za hodinu došlo ke **snížení počtu odbavených cestujících na průměrných 149** [3].



Obr.: 2 Změna průměrného počtu odbavených cestujících po zavedení nových bezpečnostních pravidel (Zdroj: [3])

2.2 Efektivita – základní koncepce terminálu

Prvním krokem při uvažování nad návrhem budovy terminálu je stanovení základní provozní koncepce. V tomto případě se na letiště pohlíží jako na ucelený komplexní systém, ve kterém má terminál svou úlohu jasně vymezenou. Na různé terminály se tak mohou klást odlišné nároky, z čehož vyplývají i odlišnosti základních koncepcí. Podle stavebního uspořádání, charakteru provozu na letišti, počtu odbavených cestujících, historického kontextu a řadě dalších faktorů, může mít letiště jeden i více terminálů.

V této části práce budou upřesněny základní podmínky, ze kterých práce nadále vychází. Jedná se o rozdělení letišť z hlediska zákona, definování obchodního odbavení a základního konceptu bezpečnostní kontroly. Dále je pak popsána stavební a provozní koncepce letišť a budovy terminálu.

2.2.1 Rozdělení letišť

Letiště je zákonem o civilním letectví č. 49/1997 Sb. definováno jako „územně vymezená a vhodným způsobem upravená plocha včetně souboru leteckých staveb a zařízení letiště, trvale určená ke vzletům a přistávání letadel a k pohybům letadel s tím souvisejícím“ [4]. Zákon dále dělí letiště na vnitrostátní a mezinárodní, podle okruhu uživatelů pak na civilní a vojenská.

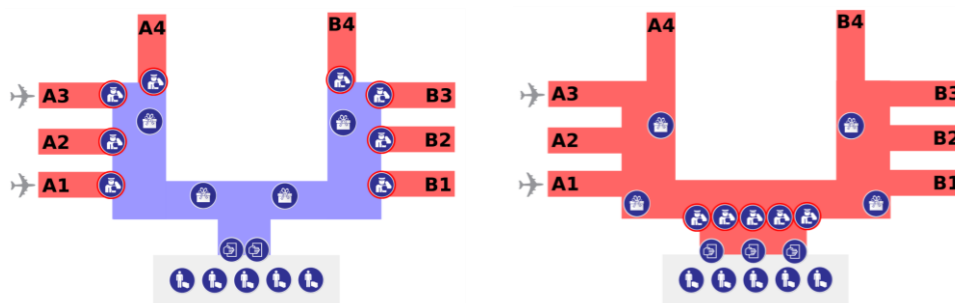
Pro účely práce se nadále uvažují civilní letiště, která odbavují cestující z jednoho, nebo více terminálů. Důležitým ukazatelem je počet odbavených cestujících za určitou časovou jednotku. Nejedná se o celkové výkony letiště, ale o výkony jednotlivých terminálů. Získané poznatky jsou uplatnitelné jak na menších letištích, které v rámci jednoho terminálu odbaví například 5 mil. cestujících ročně, tak na větších letištích, které odbaví ve stejném období 20 mil. cestujících rovnoměrně v rámci 4 terminálů.

2.2.2 Druhy odbavení na letišti

Na letišti existují dva druhy odbavení. Prvním je technické odbavení (letadla). Zahrnuje plnění paliva, úklid, vykládku a nakládku zavazadel, nástup a výstup cestujících a podobně. Druhým je obchodní odbavení (cestujících). Sem patří veškeré činnosti související s odbavením cestujících, zavazadel a zboží. Práce dále se zaměřuje na obchodní odbavení odlétávajících cestujících a jejich zavazadel.

2.2.3 Centralizovaná a decentralizovaná bezpečnostní kontrola

Existují dva základní koncepty uspořádání terminálu z hlediska uspořádání bezpečnostní kontroly. Jedná se o centralizovaný a decentralizovaný model. Objevují se i jiné modely, například zdvojená bezpečnostní kontrola, ale pro účely práce je dostatečné základní rozdělení. Na obrázku (Obr.: 3) je znázorněné srovnání modelů decentralizované a centralizované koncepce bezpečnostní kontroly.



Obr.: 3 Porovnání modelů decentralizované (vlevo) a centralizované (vpravo) koncepce bezpečnostní kontroly

U **decentralizovaného systému bezpečnostní kontroly** se cestující po vstupu do terminálu nachází ve veřejné části letiště (šedá zóna). Tato oblast je přístupná široké veřejnosti a jedná se zpravidla o odletovou (příletovou) halu a vnější spojovací objekty jednotlivých terminálů. Po odbavení cestující pokračuje na pasovou kontrolu, která je na letech v rámci schengenského prostoru nahrazena kontrolou oprávnění vstupu do neveřejné části letiště například pomocí kontroly platnosti palubní vstupenky. Po průchodu pasovou kontrolou se cestující nachází v neveřejné části letiště (modrá zóna). Před nástupem na palubu směřují cestující do určených odletových čekáren (červená zóna). Odletové čekárny jsou označovány anglickým názvem „Gate“ (např. Gate A1). Zde se po průchodu bezpečnostní kontrolou nachází ve Vyhrazeném bezpečnostním prostoru SRA („Security Restricted Area“).

Centralizovaný systém bezpečnostní kontroly také veřejně přístupnou částí (šedá zóna). Změna nastává za kontrolou vstupu do neveřejné části, kdy cestující prochází bezpečnostní kontrolou. Celá neveřejná část (červená zóna) je SRA zónou. Cestující před nástupem do letadla standardně neprochází další kontrolou.

Provozně výhodnější je centralizovaný koncept. Mohou však nastat situace, kdy by bylo výhodnější použití decentralizovaného konceptu. Decentralizovaný koncept se používá, pokud je vhodné oddělit kontrolu cestujících na jednotlivých letech. Také se dnes

používá tam, kde byl z historického vývoje při výstavbě použit decentralizovaný systém a dosud nebylo možné zavést koncept centralizované bezpečnostní kontroly (nedostatek prostoru apod.).

Výraznou výhodou centralizovaného systému je úspora v oblasti lidských zdrojů a jednodušší organizace práce jednoho centrálního stanoviště. Dobře organizovaný centralizovaný systém umožňuje velkou míru flexibility a zachování stanovené úrovně poskytované kvality při denních změnách intenzit odbavovaných cestujících ve špičce a mimo ni s důrazem na efektivní využití pracoviště a snižování nákladů. V případě umístění letištních obchodů před bezpečnostní kontrolou vzniká problematika nutnosti kontroly zakoupených předmětů. U centralizovaného systému je pak možné projektovat letiště s obchody za bezpečnostní kontrolou.

Centralizovaný systém umožňuje použití modelu „**One-Stop Security**“. Jedná se o koncept, ve kterém se cestující podrobují bezpečnostní kontrole pouze na začátku své cesty. V případě přestupu se celou dobu po přiletu pohybují v SRA zóně letiště a mohou pokračovat v letu do další destinace bez nutnosti opětovné bezpečnostní kontrolou. Tento koncept vyžaduje vysokou úroveň bezpečnostní kontroly a spolupráce jednotlivých států na harmonizaci podmínek a postupů. [5]

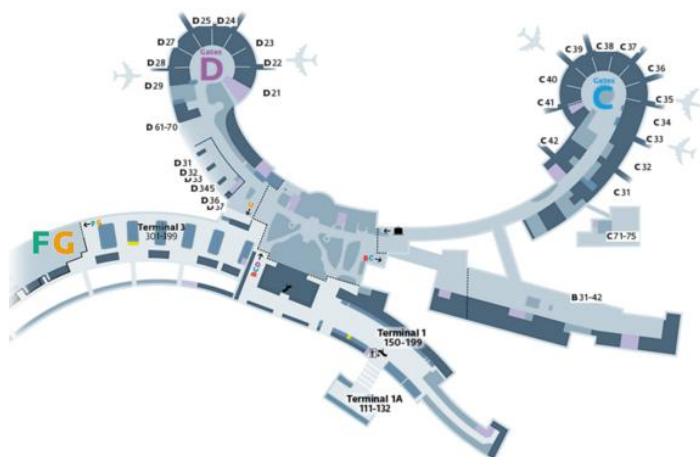
Koncept „One-Stop Security“ je možné využít například v rámci schengenského prostoru. U letů mimo schengenský prostor je nutné zabezpečit oddělení toku přilétávajících a odlétávajících cestujících v SRA zóně. V České republice o stanovení druhu letiště rozhoduje na základě žádosti provozovatele letiště správní Úřad pro civilní letectví. Rozhodnutí Úřadu, kterým se letiště určí jako letiště mezinárodní s vnější hranicí, je podkladem pro stanovení průběhu hranice celního pohraničního pásma okolo celního letiště. Na základě zákona č. 216/2002 Sb. o ochraně státních hranic České republiky se musí (mimo jiné) splnit podmínka „zajištění oddělené kontroly osob cestujících na vnitřních leteckých linkách a osob cestujících na leteckých linkách z jiných a do jiných než smluvních států“ [6]. Cestující se tak na kontrolním stanovišti oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště setkají i s pasovou kontrolou.

V práci je nadále uvažována pouze provozně výhodnější varianta uspořádání terminálu – koncepce s centralizovanou bezpečnostní kontrolou.

2.2.4 Stavební koncepce terminálu

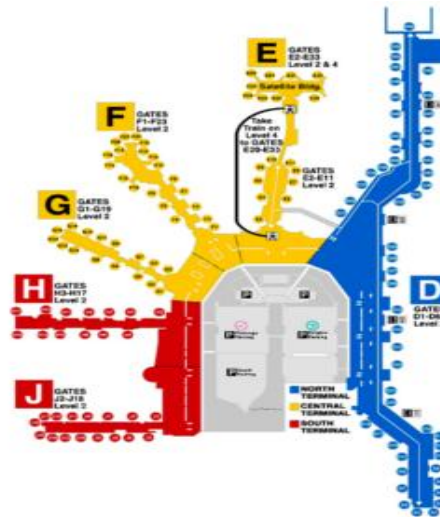
Především menší letiště jsou schopná zajistit svůj provoz v rámci jednoho terminálu. Jedná se například o mezinárodní letiště Leoše Janáčka Ostrava, které v roce 2013 odbavilo 259 167 cestujících [7]. Větší letiště mívají dva a více terminálů. Rozdělení provozu do více terminálů je způsobeno například historickým postupným rozvojem letiště, rozložením vysokých investic v čase, kratší vzdáleností pro cestující, rozdílnou provozní koncepcí terminálu a podobně. Leteckým společnostem může být nabízeno pohodlné nastupování cestujících do letadel prostřednictvím nástupních mostů. Jelikož nemusí být používány nástupní most kompatibilní s daným typem letounu, mohou se využívat také vzdálená stání letadel. V takovém případě jsou cestující přiváženi k letadlu od budovy terminálu například autobusy. Vzdálená stání mohou být cenově výhodnější. Někteří dopravci tak tuto možnost preferují i navzdory nižšímu komfortu pro cestující.

Na letišti Václava Havla Praha je provoz Terminálu 1 rozdělený do dvou prstů. Jedná se o prsty A a B. Terminál 2 má odletové čekárny situované v prstu C a dále přímo v základní budově termám, které jsou označovány písmenem D. I tak je možné tuto část terminálu považovat za klasické prstové uspořádání. Další možnost stavebního uspořádání budovy terminálu je použita na vídeňském letišti Vienna International Airport (Obr.: 4). Klasické prstové uspořádání je zde použité například u prstu F. Prsty D a C jsou postavené v zakřiveném tvaru a využívá se výhody koncových kruhových částí prstů pro obsluhu více letadel.



Obr.: 4 Uspořádání prstů C a D letiště Vienna International Airport (Zdroj: [8])

Známé jsou i další možnosti stavebního řešení terminálu, například satelitní uspořádání. Mezinárodní letiště Miami International Airport (USA) má tři terminály. Centrální terminál na obrázku (Obr. 5) znázorněný žlutou barvou má část prstu F v satelitním provedení. Cestující jsou zde přepravováni pomocí letištního vlaku. Satelitní uspořádání je známé i na evropských letištích. Jedná se například o letiště Charlese de Gaulla v Paříži, Heathrow v Londýně a letiště v Mnichově.



Obr.: 5 Uspořádání terminálů letiště Miami International Airport
(Zdroj: [9])

Terminály také mohou mít víceúrovňové uspořádání. Mezi hlavní výhody víceúrovňového řešení patří zejména možnost oddělení přilétávajících a odlétávajících cestujících. Jednoúrovňová koncepce je použita například na pražském letišti Václava Havla Praha na Terminálu 1.

2.2.5 Provozní koncepce terminálu

Aby bylo možné stanovit stavebně nejvýhodnější řešení, musí být známá provozní koncepce terminálu. Ta vychází z celkových potřeb letiště. Pro stanovení provozní koncepce je potřebná analýza aktuálního a plánovaného provozu. V rámci schengenského prostoru jsou předpisy stanovené odlišnosti v procesu odbavení cestujících na rozdíl od letů mimo schengenský prostor. Pokud má letiště dostatečný počet cestujících v rámci obou prostorů, může pro ně jednotlivé terminály vyhradit. S nárůstem počtu cestujících je možné terminály rozdělit například i pro nízkonákladové, klasické a charterové dopravce. Další možností je určení terminálu přímo pro konkrétního leteckého dopravce, pokud má na letišti dostatečný podíl na

odbavených cestujících. Tohoto řešení využívají především velké letecké společnosti na svých hubových letištích. Obdobou je vyhrazení terminálu pro letecké společnosti z jedné aliance. Provozní koncepce může zohledňovat i handlingové agenty zajišťující odbavení cestujících tak, aby bylo jednoduše možné využít výhod společného odbavení na odbavovacích přepážkách.

Provozních koncepcí a jejich kombinací tak existuje velké množství. Pro různá letiště bude výhodnější jiné řešení. Například letiště Václava Havla Praha má provozní koncepci Terminálu 1 a Terminálu 2 založenou na letech mimo schengenský prostor a v rámci schengenského prostoru. Terminál 3 je určený pro soukromé lety. Na vídeňském letišti Vienna International Airport je odbavení cestujících v terminálech 1, 1A a 3 rozdělené podle leteckých společností a po odbavení se cestující rozdělují podle letů v rámci schengenského prostoru, nebo mimo schengenský prostor [10]. Dalším příkladem je letiště Milano Malpensa Airport v Itálii. Na tomto letišti jsou 2 terminály. Druhý terminál je určený pro nízkonákladové společnosti. Část prvního terminálu 1A odbavuje cestující v rámci schengenského prostoru a části 2B a 2C lety mimo schengenský prostor [11].

Při výstavbě nové budovy terminálu je velmi důležitý odhad budoucího vývoje. Některé aktuálně řešené problémy jsou důsledkem rozhodování z minulosti. Koncepce, která se dříve zdála jako nejvhodnější, mohla po určité době ztratit na původním významu. Naopak s příchodem nových technologií, leteckých společností a se změnou geopolitického uspořádání a právních předpisů nemusí současné terminály například kapacitně dostačovat. Problémy s provozní koncepcí také nastávají při výrazných změnách intenzit odbavených cestujících. Například pokud na letišti přestane působit majoritní dopravce, může dojít k uzavření celého terminálu. Takovým příkladem je letiště Ference Liszta v Budapešti (Maďarsko). Po ukončení provozu letecké společnosti Malév (do té doby zde největšího dopravce) přistoupilo letiště k uzavření jednoho ze dvou terminálů [12]. Neefektivnosti také nastávají v okamžiku, kdy dosahuje jeden terminál maximálních kapacitních výkonů a jiný má značné rezervy.

V závislosti na původním určení terminálu přichází se změnou provozní koncepce také nutnost stavebních úprav, nákupu jiných technologií a podobně. Správné stanovení provozní koncepce terminálu s důrazem na plánovaný rozvoj celého letiště je tak pro zajištění efektivního provozu a spokojenosti cestujících velmi důležité.

2.3 Efektivita – popis odbavovacího procesu cestujících

Odbavovací proces cestujících a jejich zavazadel pro účely této práce začíná dopravou cestujících na letiště a končí jejich nástupem na palubu letounu. Ve **veřejné části** (Obr.: 6) začíná proces odbavení cestujících a jejich zavazadel příjezdem cestujících na letiště. Pokud využívá cestující elektronického odbavení a nemá zavazadlo, které by bylo nutné odbavit do zavazadlového prostoru letounu, může zamířit přímo ke kontrole oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště. Ostatní cestující využijí před příchodem na bezpečnostní kontrolu některý ze způsobů odbavení nabízených na letišti.



Obr.: 6 Veřejná část budovy terminálu

Dále mohou využít služeb cestovních kanceláří nebo leteckých společností (vyzvednutí voucherů, prodej letenek, platba různých příplatků např. za nadváhu zavazadel a podobně). Nabízí se zde i řada dalších služeb. Jedná se například o balení zavazadel, volnočasové aktivity, občerstvení, zábavu a nákupy. Tato část je veřejně přístupná a může se zde pohybovat i například doprovod cestujících. Veškerý zakoupený sortiment prochází přes bezpečnostní kontrolu. Umístění obchodů je tak z tohoto pohledu výhodnější až za bezpečnostní kontrolou v neveřejné části letiště.

Následně přichází cestující ke kontrole oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště. V rámci vnitřních letů schengenského prostoru může být kontrola omezená pouze na ověření platnosti palubní vstupenky (elektronické nebo papírové). Složitějším případem jsou mezinárodní lety přes vnější schengenskou hranici, kde probíhá i pasová kontrola.

V **neveřejné části letiště** následuje u cestujících a jejich kabinových zavazadel bezpečnostní kontrola. Po průchodu se cestující nachází ve sterilním bezpečnostním vyhrazeném prostoru letiště. Jedná se například o SRA zónu. Vše, co se v této zóně nachází, muselo projít bezpečnostní kontrolou. Veškerý nabízený sortiment, který si cestující nyní zakoupí, nebude znovu procházet přes bezpečnostní kontrolu. Volný čas před nástupem na palubu mohou cestující využívat nakupováním, odpočinkem nebo různými aktivitami, které letiště v těchto prostorách nabízí. Závěrečnou fází

odbavovacího procesu cestujících a jejich zavazadel je nástup na palubu letounu. Zde dochází opět ke kontrole oprávněnosti vstupu na daný konkrétní let.

2.3.1 Příjezd cestujících na letiště

Cestující se na letiště mohou obvykle dostat více druhy dopravy. Podíl cestujících, kteří by mohli dojít na letiště pěšky bez využití dopravního prostředku nebo s využitím jízdního kola, je i vzhledem ke vzdálenostem a přítomnosti zavazadla u většiny cestujících možné zanedbat. Využívá se individuální automobilová doprava (IAD), půjčení vozidel, taxislužeb, autobusů, tramvají, metra, vlaků a dalších nekonvenčních dopravních prostředků. Nutnost přepravy cestujících na letiště vytváří negativní vliv na životní prostředí (emise, hluk) a vznik externalit v dopravě.

Individuální automobilová doprava je nejméně šetrná k životnímu prostředí. V závislosti na vzdálenosti od letiště a zapojení místa do integrovaných dopravních systémů může IAD představovat nejpohodlnější variantu pro cestující. Je vhodná pro krátké a středně dlouhé dojezdové vzdálenosti. Nezbytná přítomnost IAD na letišti vyvolává poptávku po parkování. Rozeznáváme dva základní směry nabízených produktů parkování – krátkodobé a dlouhodobé. Krátkodobé parkování v řádu maximálně desítek minut bude umístěno blíže k terminálu. Slouží pro cestující, kterým s dopravou na letiště pomáhá jejich doprovod. Jedná se o obdobu známých K+R (z anglického „Kiss and Ride“) parkovišť. Měly by sloužit pouze pro rychlé vyložení (naložení) cestujících a jejich zavazadel. Motivačním (regulačním) zpoplatněním se může dosáhnout kratšího parkovacího času a tím i zvýšení kapacity parkovacích míst. V delším časovém úseku bude parkování zpoplatněno tak, aby se cestujícím nevyplatilo využívat služeb krátkodobého (kapacitně omezeného) parkování. Dlouhodobé parkování se poskytuje zpravidla na odlehlejších parkovištích. Pokud má letiště více parkovacích ploch, nebo parkovacích domů, může být využita různá vzdálenost k terminálu k různému zpoplatnění (komfortu) a tím navýšení zisku z parkování. Dlouhodobého parkování využívají cestující, kteří potřebují zanechat své vozidlo po dobu cestování na parkovišti. Poptávka po parkování na letišti je flexibilní. Čím více bude parkování zpoplatněno, tím méně cestujících bude této služby využívat. Výši parkovného je možné do jisté míry řídit počty dlouhodobě parkujících vozidel. Tohoto efektu je možné využít zejména při dlouhodobém nedostatku parkovacích míst. Je také možné tímto způsobem penalizovat IAD vzhledem k jejímu negativnímu dopadu na

životní prostředí. Umělé snižování počtu příjíždějících vozidel by v takovém případě muselo být podmíněno zajištěním dostatečně kvalitní parkovací infrastruktury na vzdálenějších místech (okraje města apod.) a pokrytí spojení jinými druhy dopravy (vlak nebo metro). Individuální automobilová doprava nemá velké nároky na okolní dopravní infrastrukturu – silnice a dálnice jsou v okolí větších měst postavené i bez přítomnosti letiště. Výstavba se tak (zejména historicky) soustředila na napojení letiště do existující sítě dopravních cest. Provozování parkovišť a parkovacích systémů provádí sám provozovatel, který může tuto činnost přenechat případně i jiné společnosti.

Půjčení vozidla má shodnou charakteristiku jako IAD. Rozdíl je především v cílových uživatelích. Vozidla si budou půjčovat přilétávající cestující, kteří chtějí využívat výhod individuální automobilové dopravy v České republice. Na rozdíl od předešlého způsobu dopravy vyžaduje půjčení vozidla přítomnost obchodních společností, které tuto službu poskytují.

Taxislужba představuje v závislosti na poskytované kvalitě komfortní alternativu k IAD. Dopady na životní prostředí má však stejně negativní. Pro velké rozdíly v poskytované kvalitě se můžeme na letištích setkat s preferencí jedné nebo více společností. Stanoviště taxislужby mívá velmi výhodnou polohu vzhledem k terminálu. Služby se využívá pro dopravu mezi blízkým městem a letištěm s ohledem na vyšší komfort a rychlejší dopravu i za cenu vyšší ceny (ve srovnání s městskou hromadnou dopravou).

Autobusová doprava má vzhledem k letišti více významů. Setkáváme se s ní jednak při dopravě skupin osob (zájezdové autobusy), ale také v souvislosti s pravidelnou hromadnou dopravou. Autobusy využívají například cestovní kanceláře pro svážení (rozvážení) klientů i ze vzdálenějších měst. Dopravují se jimi také určité zájmové skupiny osob, jako například sportovní týmy a podobně. V neposlední řadě mohou mít velký význam v souvislosti s pravidelnou linkovou přepravou osob (městská hromadná doprava, dálkové autobusy a podobě). Tento dopravní prostředek představuje ekologičtější variantu dopravy na letiště. V letištní infrastruktuře mají autobusy svá vlastní vyhrazená místa stání.

Kolejová doprava jako například tramvaje, metra, nebo vlaky, jsou vysokokapacitní dopravní prostředky. Představují neekologičtější variantu dopravy na letiště. Tramvaje

a metra jsou používány především ve vztahu k velkému blízkému městu. Vlaky pak mohou zajišťovat spojení nejen s tímto městem, ale i se vzdálenějšími městy. V případě moderní infrastruktury pak může vlak zajišťovat i rychlé spojení (například při přestupu) mezi letišti. Kolejová doprava představuje rychlý, pohodlný a k životnímu prostředí nejšetrnější způsob dopravy na letišti. Vysoká kapacita vozidel je zároveň ale i nevýhodou – mimo špičkové časy jezdí vozidla buď nevyužitá, nebo s příliš dlouhým intervalem.

Na největší letišti v České republice letišti Václava Havla Praha v současné době neexistuje přímé napojení kolejové dopravy. V zahraničí je však toto spojení běžné. Například letišti Edinburgh Airport ve Velké Británii je spojeno s městem tramvají, která přímo navazuje na železnici [13]. Toto letišti odbavilo v roce 2014 přes 10 mil. cestujících [14], což je přibližně srovnatelné s pražským letišti. Dalším příkladem je letišti u hlavního města Dánska Copenhagen airport, které odbavilo v roce 2013 přes 24 mil. cestujících [15]. Letišti je s městem spojeno prostřednictvím metra a spojení s hlavním městem, i řadou dalších měst, zajišťuje přímé napojení na železniční dopravu [16]. Pro vídeňské letišti je důležité nádraží Wien Mitte v rakouském hlavním městě. Stanice je výhodně situována v návaznosti na tramvajové linky a linky metra. Vícepatrové uspořádání stanice nabízí cestujícím velkou možnost využití volného času. Přímé spojení na největší rakouské letišti Vienna Airport prostřednictvím železniční dopravy je navíc cenově velmi dostupné.

2.3.2 Služby pro cestující ve veřejné části letišti

Služeb pro cestující existuje velké množství. Stejnou službu mohou některá letišti nabízet zdarma, jiná letišti za poplatek. Patří sem například automaty na placení parkování, automaty k zakoupení nadstandardních služeb v odbavovacím procesu, kontaktní stanoviště leteckých společností, obchody, restaurace a podobně.

Příkladem může být vyhlídková terasa, která je na letišti Václava Havla Praha dostupná zdarma. Na maďarském letišti Budapest Ferenc Liszt Airport je tato služba zpoplatněna. Dalším příkladem je samoobslužný nákup „Fast Track“ přístupu na stanoviště bezpečnostní kontroly. Letišti v Budapešti nabízí pro každého cestujícího možnost zakoupit si za poplatek tuto službu, která umožňuje u bezpečnostní kontroly přednostní

odbavení. Na obrázku (Obr.: 7) jsou zobrazeny přepážky některých leteckých společností na terminálu 1A letiště Vienna Airport.



Obr.: 7 Přepážky leteckých společností

2.3.3 Odbavovací přepážky

Cestující nemusí pro úspěšný odlet fyzicky využít odbavovací přepážky. Moderním a stále častějším způsobem manipulace s palubní vstupenkou je elektronická komunikace. „**Online Check-in**“ je označení, které by mohlo souhrnně popisovat tento způsob odbavení. Cestující má na svém mobilním telefonu (tabletu) zaslano elektronickou palubní vstupenku, u které je nejdůležitější přítomnost čárového kódu. Na základě tohoto kódu je cestujícímu umožněn průchod jak do neveřejných prostor letiště, tak přímo na palubu letadla bez nutnosti tisku palubní vstupenky v papírové podobě. Tento způsob cestování umožňuje vyhnout se případným frontám a čekání na odbavovacích přepážkách. Předpokladem je technické vybavení leteckých společností, letišť i cestujících a jejich schopnost práce s informacemi v elektronické podobě. Odbavovací přepážky ale stále mají svůj důležitý význam. Mimo jiné se zde odbavují zapsaná zavazadla a vystavují se od nich zavazadlové lístky. Existují dva základní modely fungování odbavovacích přepážek – „**Flight Check-in**“ a „**Common Check-in**“.

„**Common Check-in**“ je hromadné odbavení cestujících z více letů (Obr.: 8). Pokud na letišti působí více handlingových společností, každá může mít vlastní odbavení. Výhody tohoto odbavovacího modelu spočívají především v úspoře pracovní síly, efektivnějším využívání odbavovacích přepážek a jednodušším řízení procesu odbavení.



Obr.: 8 Common Check-in přepážky

Výhody i nevýhody jsou velmi obdobné modelu centrálního stanoviště bezpečnostní kontroly. Samozřejmostí tak je využití potenciálu velkého množství průchozích cestujících pro nadstandardní služby – prioritní odbavení, odbavení pro rodiny s dětmi a podobně.

„**Flight Check-in**“ je odbavení cestujících podle letu. V určitý čas před odletem se otevře vybraný počet odbavovacích přepážek. Na těchto přepážkách se odbavují pouze cestující z daného letu. Výhodou tohoto systému je snadnější a tím i rychlejší práce zaměstnanců. Cestující jsou většinou odbavováni za stejných podmínek (např. víza) a ve stejném systému. U tohoto modelu je také jednodušší předávání informací cestujícím z vybraného letu a dopravce může lépe propagovat svou společnost například použitím loga společnosti na monitorech a podobně.

Tento druh odbavení se na letišti Václava Havla Praha používá nejčastěji. Common Check-in se využívá například u společnosti EasyJet na Terminálu 1. Vlevo na obrázku (Obr.: 9) je příklad odbavovací přepážky z Terminálu 1 letiště Václava Havla Praha. Terminál 3 letiště Vienna Airport pak nabízí v jedné části hromadné odbavení pro cestující v rámci aliance Star Alliance, kde je na obrázku (Obr.: 8) uvedený příklad samoodbavovací přepážky pro zapsaná zavazadla.



Obr.: 9 Flight Check-in přepážka (vlevo) a samoodbavovací kiosky (vpravo)

Samoodbavovací kiosky umožňují cestujícím, pokud daný typ odbavení podporuje letiště a letecká společnost, odbavit se bez nutnosti vyčkávání ve frontách u odbavovacích přepážek. Po zadání základních údajů si cestující sám vytiskne palubní

vstupenku. V závislosti na nabízených službách je umožněn například výběr sedadla a podobně. Obrázek (Obr.: 9) zobrazuje vpravo dva samoodbavovací kiosky.

„**Drop-off**“ odbavovací přepážky umožňují odbavení zapsaného zavazadla v případě, kdy již má cestující platnou palubní vstupenku, kterou mohl získat například formou elektronické palubní vstupenky, nebo prostřednictvím samoodbavovacího kiosku.

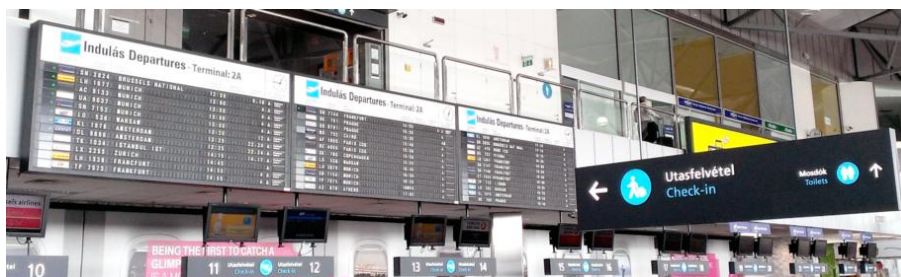
2.3.4 Informační systém ve veřejné části letiště

Informační systémy ve veřejné části letiště slouží k rychlé a účelné navigaci cestujících a jejich doprovodu. Informace se poskytují v každé části odbavovacího procesu. Ještě před příjezdem na letiště jsou například poskytovány informace o možnosti dopravy na letiště, režimu a cenách parkování, smluvních taxislužbách a podobně. Po příjezdu jsou cestující naváděni směrem k odletovému odbavovacímu procesu, doprovod čekající na přilétávající cestující je směřován k příletovým východům. Dále jsou cestující průběžně informováni o umístění významnějších objektů, jako jsou toalety, služebna policie, vyhrazená místa pro kouření, vyhlídková terasa a jiné. Méně významné objekty a podrobné uspořádání všech přístupných částí letiště je pak znázorněno v podrobných mapkách. Dosud zmíněné informace jsou stálého charakteru. Tyto informace se cestujícím předávají formou pevných piktogramů a nápisů, tištěných instrukcí, stálých informačních tabulí atd.

Druhou částí jsou informace časově proměnlivé. Moderní parkoviště nabízí přehlednou distribuci dat zaměřených na volná parkovací místa. Řidiči je během parkování předávána informace o počtech volných parkovacích míst v jednotlivých patrech a konkrétní volná místa jsou zvýrazněna. V rámci odletového procesu odbavení cestujících se jedná o přiřazení konkrétních odbavovacích přepážek pro daný let, informace o zahájení odbavování nebo zpoždění. Doprovod čekající na přilétávající cestující je informován o přistání letadla a případných zpoždění. Okamžité předávání aktuálních informací probíhá prostřednictvím zobrazovacích zařízení (monitorů, informačních cedulí apod.) a letištního hlášení.

Na obrázku (Obr.: 10) je zobrazena část odletové haly letiště Budapest Ferenc Liszt Airport. V levé části je proměnlivá informační tabule podávající informace o odletech, směrování cestujících na odbavovací přepážky, oznamování zpoždění a podobně.

V pravé části je pak statická neproměnlivá informační tabule, která navádí cestující k odbavovacím přepážkám a k toaletám.



Obr.: 10 Proměnlivé a statické informační tabule

První informace se k cestujícím dostávají již během rezervování letenek. Jedná se o informace o konkrétním letišti a času odletu. Následně jsou cestující v pokynech seznámeni se základními informacemi týkajícími se odletu. Pokud je k dopravě využita IAD, je řidič během jízdy naváděn pomocí piktogramů znázorňujících letiště zejména na silnicích vyšších kategorií. Základní navigace začíná mnoho kilometrů před letištem. Pro lepší orientaci je obdobnými piktogramy pro cestující využívající služeb MHD znázorněno i místo odjezdu, navigace ve stanicích metra a jsou takto označovány i dopravní prostředky. Obecně je nejefektivnější značení prostřednictvím piktogramů. Optimálně se vyhotovuje v takové podobě, ve které cestující nepotřebují doprovodný text. Jedná se tak o jazykově univerzální, přehledné a rychlé značení.

2.3.5 Kontrola vstupu do neveřejné části letiště

Kontrola oprávněnosti vstupu pro cestující bývá hranicí mezi veřejným a neveřejným prostorem. Cestující zde předkládají ke kontrole palubní vstupenky, které je opravňují ke vstupu do neveřejné části letiště. Pokud je to charakterem terminálu a provozními postupy vyžadováno, dochází i ke kontrole občanských průkazů nebo pasů, případně jiných náležitostí. V rámci standardního provozu terminálu s centrálním modelem bezpečnostní kontroly a rozsáhlou SRA zónou se u letů v rámci schengenského prostoru standardně kontroluje pouze palubní vstupenka. Trendem poslední doby je využívání elektronické kontroly palubních vstupenek. Výhodou jsou především nižší náklady spojené s absencí obsluhujícího personálu. Mají také nižší nároky na prostorové uspořádání. Tím jich může být v původním prostoru umístěno více a zvyšuje se tak celková propustnost (v porovnání s kontrolou oprávněnosti vstupu obsluhovanou zaměstnanci).

Letiště Václava Havla Praha provádí v současné době vedle kontroly palubní vstupenky také ztotožnění cestujících se jménem. Na obrázku (Obr.: 11) je příklad zcela automatizované kontroly oprávněnosti vstupu používané na letišti Vienna Airport.



Obr.: 11 Automatická kontrola palubních vstupenek

2.3.6 Bezpečnostní kontrola

Z pohledu práce je efektivnost v oblasti bezpečnostní kontroly nejvýznamnější část odbavovacího procesu cestujících a jejich zavazadel. Na základě zvolené koncepce centralizované bezpečnostní kontroly k ní cestující přistupují bezprostředně za kontrolou oprávněnosti vstupu. Aby mohli pokračovat i do SRA zóny, musí splnit předem definované bezpečnostní podmínky. Podrobný proces bezpečnostní kontroly a jednotlivé postupy jsou neveřejné informace. Jejich popsání by mohlo představovat určité bezpečnostní riziko a pro účely práce není jejich bližší charakterizování ani nezbytně nutné. Z tohoto důvodu se práce nebude více zabývat úkony, které provádí zaměstnanci bezpečnostní kontroly a cestujícím nejsou veřejně přístupné.

Obecně platné informace je možné shrnout následovně. Na letišti je standardně požadováno vyjmutí větších elektronických zařízení mimo zavazadlo a deklarování tekutin. Maximální povolené množství tekutin vnášených na palubu letadla je jeden litr na cestujícího v maximálně 100 ml nádobkách. Při průchodu průchozím detektorem kovů nesmí mít cestující u sebe žádné kovové předměty (pásek, hodinky, mobilní telefon, kovové mince apod.). Postupy i požadavky se na letištích mohou odlišovat. V rámci členských zemí EU jsou ale vydávány základní obecné standardy, které musí

být dodržovány. Aby nedošlo k případným nedorozuměním, cestující by si měli vždy zkontrolovat aktuálně platné požadavky přímo ze zdrojů nabízených letištem odletu. Tato nedorozumění mohou také vznikat vlivem rozdílného technologického vybavení.

2.3.7 Informační systém v neveřejné části letiště

V neveřejné části plní informační systém velmi podobnou roli jako v části veřejné. Statické neproměnlivé i proměnlivé značení má jako hlavní cíl navádění cestujících k jejich odletovým čekárnám. Jedná se o prostory určené k vyčkávání na nástup na palubu letadla. Samozřejmostí v rámci veřejného i neveřejného prostoru jsou také informace podávané přímo zaměstnanci letiště. Může se jednat jak o klasickou službu označovanou nápisem informace, tak o specializovaná informační centra zaměřená na letecké, nebo handlingové společnosti.

2.3.8 Nástup na palubu letadla

Pokud projdou cestující úspěšně celým procesem odbavení, čeká je poslední fáze nástupu na palubu letadla. Zde cestující vyčkávají v prostorách určených pro jednotlivé lety. Po vyzvání cestující prochází ještě jednou kontrolou palubních vstupenek, aby bylo možné ověřit nástup cestujícího na správný let. Problémy s tím spojené mohou nastat například v okamžiku, kdy do stejné destinace odlétá ve stejné době více letadel.

Letiště Václava Havla Praha se s tímto problémem setkává například u letních charterových letů do Egypta z Terminálu 1. Kapacitní poptávka převyšuje nabídku jednoho letadla. Ve stejný okamžik tak odlétává od stejné společnosti do jedné destinace i více letadel.

2.3.9 Zobecnění částí odbavovacího procesu

Popsané části odbavovacího procesu je možné označit pojmem aktivní místo odbavení. Jedná se o místo v procesu, před kterým je možné předpokládat vznik front, má určitou výkonnost v podobě počtu odbavených cestujících za určité časové období a které také poskytuje odpovídající výstup. Tento výstup může navazovat jako vstup do dalšího aktivního článku řetězce. Návaznost může být přerušena jinou aktivitou cestujícího (návštěva obchodů, restaurace, toalety a podobně).

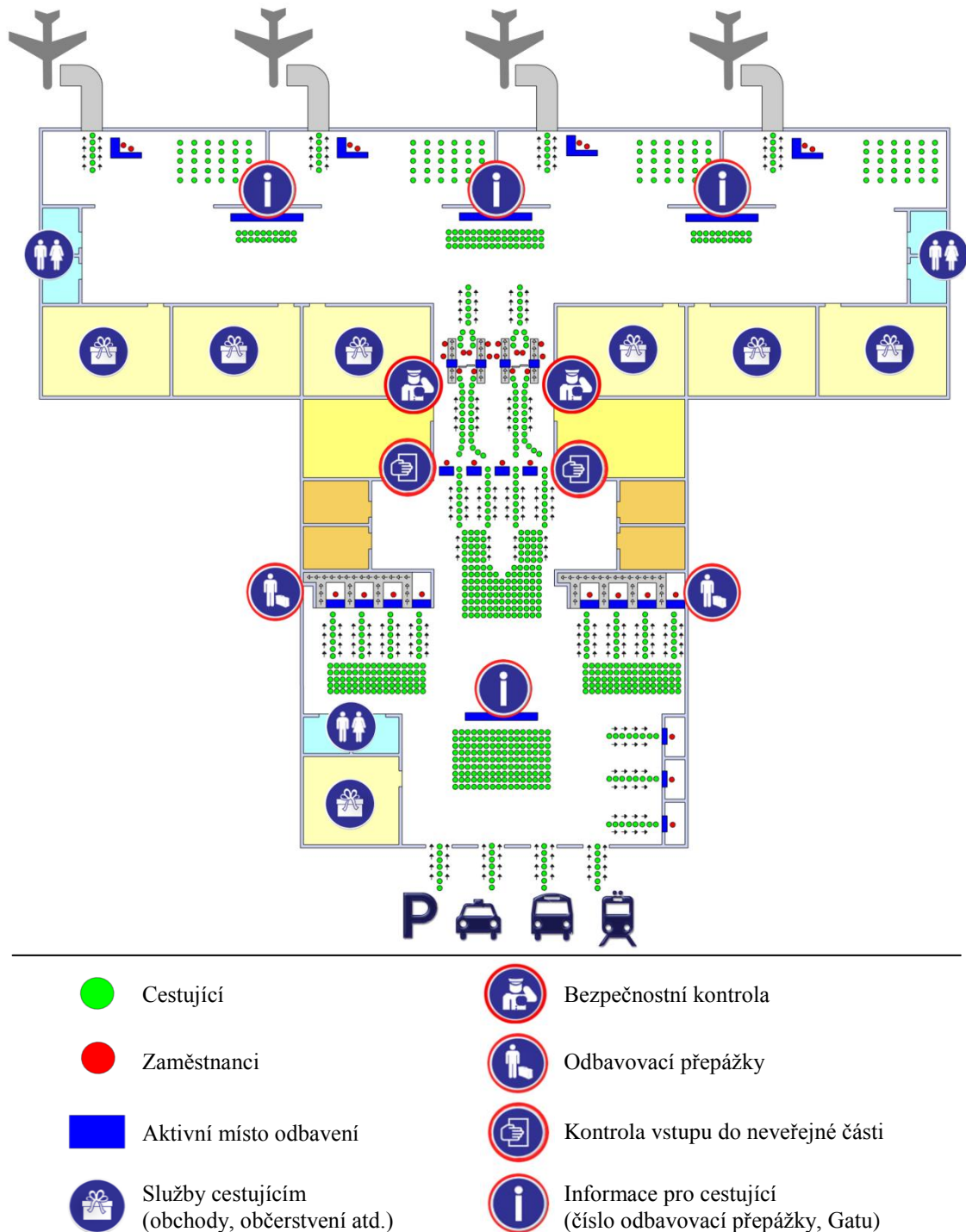
Letištní budovu je možné podle autorů publikace Provozní aspekty letišť [17] rozdělit na následující subsystémy:

- **Rezervoáry** (čekárny a místa, kde se shromažďují čekající cestující)
- **Procesory** (místa, kde jsou prováděny kontroly, kontrolní body)
- **Pojítka** (zařízení umožňující pohyb cestujících – chodby, výtahy apod.)

Při aplikaci této teorie na popsaný proces odbavení nalezneme rezervoáry v místech předpokládané možnosti tvorby front. Z toho vyplývá, že každému aktivnímu místu odbavení tak musí předcházet určitý rezervoár. Procesory v sobě zahrnují jako podmnožinu všech procesorů na letišti popsaná aktivní místa odbavení. Tento dále v práci používaný pojem je specifitější a zahrnuje pouze určitou část procesorů významných pro účel práce.

2.4 Efektivita – analýza vlivů na efektivitu a vznik front

V této části se bude práce zabývat přiblížením pojmu neefektivnosti a charakteristikou vzniku front. Nejdříve v obecné rovině, poté se zaměří na všechny důležité aktivní prvky odbavovacího procesu. Na obrázku (Obr.: 12) je znázorněn vytvořený model terminálu se zaměřením na důležité části odbavovacího procesu.



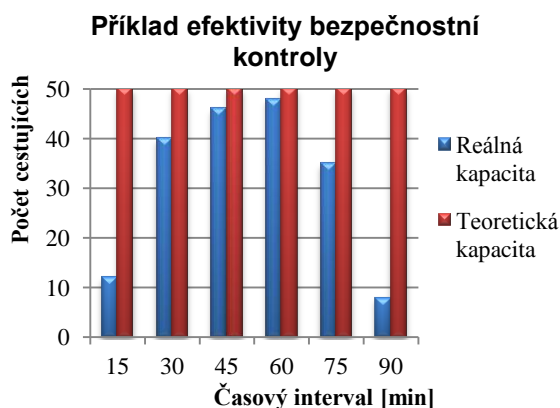
Obr.: 12 Schematický model odbavení cestujících a zavazadel

2.4.1 Charakterizování neefektivnosti

Jiným názvem pro efektivnost (efektivitu) je v češtině účinnost [18]. Na úrovni vnímání významu jednotlivých slov je pro účely práce výstižnější používat pojmy efektivnost, nebo efektivita. Ve fyzice se však účinnost chápe jako podíl mezi energií ze systému odebranou a energií, kterou musíme dodat, abychom dosahovali stanoveného výkonu. Ještě výstižnější je pak energetická účinnost, která dává do souvislosti energii využitou a vloženou. Jedná se o fyzikální bezrozměrné veličiny, výsledek lze uvádět v procentech. Zařízení, do kterého vkládáme velké množství energie, ale odebíráme poměrně menší množství energie, je neúčinné zařízení. Čím více se poměr blíží číslu 1 (tedy 100 %), tím více účinné zařízení je.

Obdobným způsobem je možné chápat i efektivitu odbavovacího procesu. Názorně je možné vysvětlit úvahu například na stanovišti bezpečnostní kontroly. Pro názorný příklad je možné uvažovat decentralizovanou kontrolu a provádění bezpečnostní kontroly u jednoho letu. Na obrázku (Obr.: 13) je graficky znázorněný ilustrativní vztah počtu zkontrolovaných cestujících na čase. Zároveň je demonstrována celková kapacita bezpečnostní kontroly. Dostupné zdroje se odlišují v udávaných počtech zkontrolovaných cestujících v období jedné hodiny. Výsledný počet cestujících odbavených na bezpečnostní kontrole je závislý na různých faktorech. Zejména se jedná o postupy kontroly cestujících a jejich zavazadel, kvalitu poskytovaných služeb, informovanost a disciplinovanost cestujících, prostorové uspořádání a celou řadu dalších prvků. Pro příklad budeme uvažovat zaokrouhlených 200 odbavených cestujících za hodinu na zmíněném stanovišti. Doba odbavení je uvažována 1,5 h s 15 min intervalem (odpovídá hodnotě 50 zkontrolovaných cestujících za 15 min). Odlétávajícím letounem byl vybrán letoun B737-800, s uvažovanou kapacitou 189 cestujících. Při snaze o přirovnání s fyzikální účinností se za vstupující energii považuje lidská práce, elektrická energie (technologické vybavení pracoviště, osvětlení, klimatizace,...). Tyto energie je možné přepočítat a vyjádřit prostřednictvím vynaložených nákladů, do kterých také patří odpisy, pronájmy a podobně. Náklady rozeznáváme fixní a variabilní, dále například vztažené na odpracovanou dobu nebo počet zkontrolovaných cestujících. Při znalosti všech parametrů je možné stanovit výslednou cenu hodinového provozu stanoviště. Tu pak budeme považovat za „vstupující energii“. Na efektivnost stanoviště tak můžeme pohlížet obdobně jako na fyzikální účinnost – poměr energie využití a vložené, kterou musíme dodat na

zabezpečení požadovaných výkonů. Neefektivnosti se pak projevují například nečinností placených zaměstnanců nebo nevyužíváním zakoupeného vybavení. Charakteristickou vlastností neefektivnosti je prodražování poskytovaných služeb. To vede buď ke snižování zisků, zvyšování cen nebo kombinaci obojího.

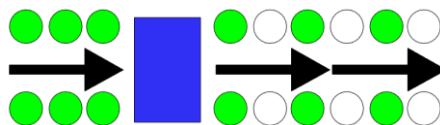


Obr.: 13 Ilustrativní příklad efektivity bezpečnostní kontroly

První a poslední interval na obrázku (Obr.: 13) je charakterizován na zvoleném příkladu vysokou neefektivností. Pokud se stanoviště bezpečnostní kontroly otevře, může trvat určitou dobu, než cestující začnou přicházet ve vyšších intenzitách. Tato možnost je ovlivněna například časovým předstihem vůči plánované době odletu letadla, informovaností cestujících o otevření příslušné odletové čekárny a podobně. Během prostředních časových intervalů se vytváří před bezpečnostní kontrolou fronty a cestující přichází na stanoviště bezpečnostní kontroly v minimálních časových intervalech. Maximální teoretické hodnoty počtu odbavených cestujících se zpravidla v reálných podmínkách dosahovat nebude, i když se jí výsledky mohou při ideálních podmínkách (vybavení, výcvik apod.) přibližovat (obdobně jako účinnost stroje nebude dosahovat 100 %). Poslední časový interval je opět velmi neefektivní z důvodu nedostatečného naplnění kapacity příchozími cestujícími. Tato část je charakteristická cestujícími, kteří přichází na poslední chvíli.

Neefektivnost v odbavovacím procesu je tedy především dána předdimenzováním výkonnosti aktivních článků řetězce. Jak je znázorněno na obrázku (Obr.: 14), neefektivnost vzniká, pokud je nižší intenzita příchozích cestujících, než je schopnost aktivního místa odbavit určitý počet cestujících za danou časovou jednotku. Při zvoleném uspořádání je na obrázku naznačena schopnost aktivního článku odbavit dvakrát více cestujících, než jaké jsou jejich příchozí intenzity. Aktivní článek je zde považován za pomyslnou černou skříňku, ve které se odehrávají blíže neurčené procesy.

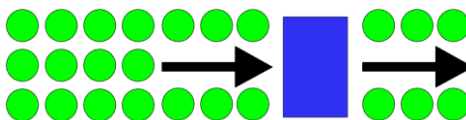
Toto zjednodušení umožňuje aplikaci charakterizované neefektivnosti na celý proces odbavení cestujících a jejich zavazadel.



Obr.: 14 Model neefektivnosti

2.4.2 Důvody vzniku front

Fronty vznikají v okamžiku, kdy jsou vstupní intenzity cestujících vyšší, než jaká je schopnost dané části odbavovacího procesu odbavit určitý počet cestujících za časovou jednotku (Obr.: 15). Pro aktivní články je z hlediska jejich efektivnosti výhodné, aby cestující před příchodem vyčkávali ve frontách. V takovém případě se intervaly příchozích cestujících zkracují na minimální hodnoty a tím může narůstat efektivita odbavovacího procesu. Na druhé straně při neúměrně dlouhých frontách je ovlivněna kvalita poskytovaných služeb. Je nežádoucí, aby cestující trávili ve frontách příliš mnoho času. Mimo vlivu na jejich spokojenost také letiště přichází o zisk, který by cestující mohli generovat v okamžiku, kdy by nevyčkávali ve frontách.



Obr.: 15 Model vzniku front

2.4.3 Přístup k neefektivnosti a frontám

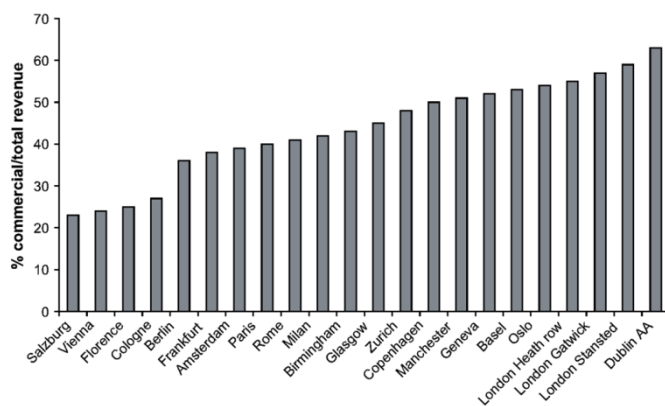
Neefektivnosti v procesu odbavení i nedostatečné výkony vedoucí ke vzniku front, jsou jednoznačně nežádoucí. V obou případech dochází k negativnímu ovlivňování výsledného zisku nejen provozovatele letiště. U neefektivnosti ztráty na zisku vznikají prostřednictvím nákladů vynaložených na lidskou sílu, energii i vybavení, které je nedostatečně využíváno. V případě vzniku front vyčkávají cestující na místech, která zisk negenerují. Volný čas by mohli lépe využít například nakupováním, nebo jinými volnočasovými aktivitami, které mohou přinášet zisk. U obou případů také může docházet ke zhoršenému vnímání kvality poskytovaných služeb ze strany cestujících, obchodních partnerů a zaměstnanců.

Pokud cestující vyčkávají nepřiměřeně dlouhou dobu ve frontách a přeplněných prostorách, narůstá jejich nespokojenost. V extrémních případech, způsobených zejména selháním některé části systému odbavení cestujících, se může nespokojenost zvyšovat a projevovat se netolerantním a nespolupracujícím chováním. Neúměrně dlouhé fronty, zaplněné prostory a nepohodlí cestujících také reflektují ve svém přístupu k letišti jeho obchodní partneři. Například při dlouhodobě snižující se spokojenosti se službami letiště bude také klesat ochota společností platit letištní poplatky ve stejné výši, jako by tomu bylo v případě dlouhodobě vysoké úrovně poskytovaných služeb. Spokojenost cestujících má také vliv na celkovou atmosféru. Z pohledu zaměstnanců letiště se jedná o atmosféru na pracovišti. Ta může také negativně ovlivňovat výkony pracovníků. Osobní přístup a nálada zaměstnanců má ale opět značný vliv na spokojenost cestujících.

Velký význam má spokojenost cestujících a osobní přístup zaměstnanců na stanovišti bezpečnostní kontroly. Tato část odbavovacího procesu může být u mnoha cestujících vnímána negativním způsobem i za jinak optimálních podmínek. Jedná se o přirozený jev spojený s určitým zásahem do soukromí cestujících a jejich pohodlí (rentgenování zavazadel, odkládání svrchní části oblečení a podobně). V období nárůstu nespokojenosti cestujících může docházet k projevům nespokojenosti například formou nižší ochoty spolupráce se zaměstnanci. Takovým chováním jsou negativně ovlivněny výsledné počty odbavených cestujících a celý proces odbavení se zpomaluje. Následkem je opětovné prodloužení doby vyčkávání ve frontách.

Druhou situací je neefektivnost odbavovacího procesu projevující se nedostatečným pracovním vytížením zaměstnanců letiště. Profesionální vystupování letiště jako celku takové situace mohou poškozovat. Pokud nejsou zaměstnanci dostatečně vytížení, může se u nich projevit pocit nepotřebnosti a hledají si aktivity mimo rozsah pracovních povinností. I za této situace se může snižovat jejich výkonnost a přístup k zákazníkům. Pokud například cestující prochází bezpečnostní kontrolou, může v takové situaci nabýt dojem, že se zaměstnanci zcela nevěnují své práci. Ve výsledku bude považovat provedenou kontrolu za neprofesionální. Důležitá není skutečnost, jak byla kontrola provedena, ale pouze, jak jí cestující vnímal. Pocitově se tak může snižovat vnímaná úroveň zajišťované bezpečnosti, ale také spokojenost s letištem nabízenou službou bezpečnostní kontroly.

Snaha o minimální náklady spojené s odbavovacím procesem cestujících a maximální spokojeností cestujících je spojená s efektivností. Aby bylo možné dosáhnout optimálního řešení pro konkrétní terminál, je v řadě případů nezbytné investovat do nákupu moderních technologií, rozsáhlých rekonstrukcí a podobně. Výsledný efekt postupné optimalizace odbavovacího procesu je tak spíše dlouhodobého charakteru. Na grafu publikovaném doktorkou Anne Grahamovou z londýnské univerzity University of Westminster v roce 2009 (Obr.: 16) je uveden přehled podílu komerčních příjmů několika vybraných letišť na celkových příjmech [19]. Komerční příjmy (příjmy z neleteckých aktivit) dosahují podílu až nad padesát procent. Na letištích tak může vzniknout problém vyplývající z potřeby okamžitých investic na straně jedné a možného zvýšení příjmů v delším časovém horizontu na straně druhé. Další možností je porovnání potřebných vložených investic a očekávaných příjmů.



Obr.: 16 Podíl komerčního příjmu vybraných letišť na celkových příjmech letiště (Zdroj: [19])

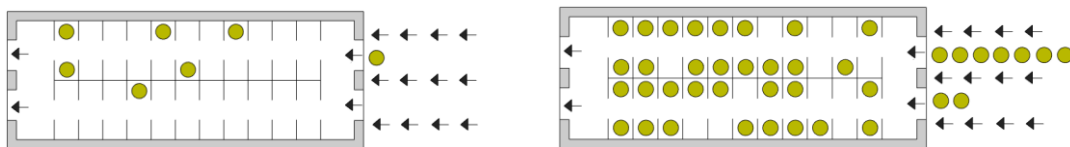
Jedním ze základních cílů spojených s procesem odbavení by měla být snaha o optimální tok cestujících. V následující části budou u procesu obchodního odbavení cestujících popsány možné důvody vzniku neefektivností a front. Pro zjednodušení bude k označení obou nežádoucích jevů používáno sjednocené označení neefektivnost.

2.4.4 Efektivita příjezdu cestujících na letiště

Neefektivnosti na příjezdu cestujících na letiště mohou vznikat na nejrůznějších místech. Je vhodné, aby mezi sebou byly jednotlivé druhy dopravy pro přehlednost logicky oddělené. Toho je možné dosáhnout například stavebním uspořádáním přednádraží letiště, diferencovaným rozmístěním stanišť pro jednotlivé druhy dopravy a kvalitně provedeným navádějícím značením pro cestující. Designování

přednádraží bude závislé především na možných počátečních investicích a předpokládaných dosahovaných intenzitách dopravy a cestujících.

Individuální automobilová doprava hraje na letištích zásadní roli. Na levém obrázku (Obr.: 17) je znázorněno neefektivní parkoviště. Jelikož je parkoviště dlouhodobě málo využívané, fixní náklady mají na celkových nákladech mnohem vyšší podíl než u nadstandardně využívaného parkoviště. Aby bylo možné dosahovat zisku, musela by být cena parkování neúměrně vysoká. Doba návratnosti investice by pro případného investora byla příliš dlouhá, pokud by vůbec došlo k návratnosti. Parkoviště musí být osvětlené, udržuje se systém parkování (výdej lístků, provoz monitorovacího systému a podobně) a provozuschopnost aktivních článků (například vjezdová a odjezdová kontrola), investuje se také do oprav povrchu vozovky, značení i případného vybavení. Příčin problémů spojených s nedostatečným využíváním parkoviště existuje více. Jedná se například o velké předimenzování počtu parkovacích míst, příliš vysoké ceny za parkování, nevhodnou časovou vzdálenost k budově terminálu (konkurence bližších parkovacích míst) a podobně. Parkování může zajišťovat sám provozovatel nebo i jiné obchodní společnosti.



Obr.: 17 Neefektivní parkoviště (vlevo) a fronty vznikající na parkovišti (vpravo)

Specifikum parkování v rámci letecké dopravy má dva odlišné faktory. Prvním jsou velmi znatelné rozdíly v intenzitách příjíždějících dopravních prostředků během dne a v rámci sezónnosti. Parkoviště přesto musí být schopné pokrýt komfortně vstupní požadavky. Z pohledu obchodní společnosti, která parkování zajišťuje, je pak také zásadní prosperita letiště. V případě výrazného úbytku cestujících, nebo změně jejich požadavků, může být poptávka po parkování velmi ovlivněna. U menších letišť jsou známé případy, kdy došlo po ukončení provozu majoritního dopravce prakticky k veškerému útlumu provozu na letišti, ale také případy, kdy byl klasický významný dopravce nahrazen nízkonákladovými společnostmi [1].

Fronty na parkovištích při běžném provozu mohou vznikat ze dvou důvodů. Prvním je nesoulad mezi vysokou intenzitou příjíždějících vozidel a nižší schopností parkovacího systému tato vozidla odbavovat (př. výdej parkovacích lístků, nebo nevhodné stavební

uspořádání). Druhým důvodem je přeplněnost parkoviště. Vozidla v takovém případě popojíždí pomalu, na silnicích se vytváří pomalu jedoucí kolony a nová vozidla nemohou plynule přijíždět. V tomto případě se fronty mohou vyskytovat na více místech, nežli jen na vjezdových nebo výjezdových bodech. Takový příklad je znázorněn vpravo na obrázku (Obr.: 17). Ke krátkodobé přeplněnosti může docházet i pravidelně. Při velmi výrazných rozdílech mezi intenzitami přijíždějících vozidel ve špičkových hodinách a zbytkem dne může v krátkých časových intervalech dojít ke snížení kvality poskytovaných služeb. Tím je umožněno efektivněji dimenzovat parkoviště na nižší počet parkovacích míst s vyšší průměrnou obsazeností.

Autobusová doprava na letišti má také své specifické neefektivnosti. S IAD sdílí stejnou problematiku parkování. Musí být vyčleněno a vhodným způsobem umístěno dostatečné množství vyhrazených parkovacích míst pro autobusy. V případě městské hromadné dopravy budou stanoviště umístěna co možná nejbliže k budově terminálu. Výhodou vícepatrového uspořádání letiště (přílety a odlety v jiném patře) může být ve vztahu k uspořádání přednádraží také jednodušší organizace přijíždějících a odjíždějících cestujících. Složitější nároky na organizaci toku cestujících má jednopatrového uspořádání terminálu. Problém se může zvýšit také v kombinaci s autobusy, které se po příjezdu nevrací do centra města, ale svou jízdu na letišti končí nebo pokračují přes letiště jako průjezdný bod dále.

Optimální nastavení odjezdových (příjezdových) intervalů autobusů zapojených do MHD a jejich kapacita je velmi důležité. Významné autobusy směřující na letiště z centra města a důležitých dopravních uzlů by neměly být závislé na rozdílnostech pracovních dnů, víkendů, státních svátků a podobně. Nabízená kapacita mezi městem a letišti nemůže být náhodná, nebo vycházet pouze z potřeb jízdních řádů městské hromadné dopravy. Při plánování strategicky důležitých linek na letiště je vhodné uvažovat také vstupní požadavky cestujících, které úzce souvisí například s letovým řádem.

Konkrétním příkladem může být autobusová linka 119 v rámci městské hromadné dopravy na letiště Václava Havla Praha. Na obrázku (Obr.: 18) je uveden jízdní řád ve směru z centra (zastávka Dejvická, březen 2015) na letiště. V rámci pracovních dnů dochází ke kopírování obecně platných informací o intenzitách provozu na letišti. I při tomto rozložení dochází však místy k jízdám poloprázdných spojů, nebo naopak spojů

přeplněných. Důvodem jsou proměnlivé intenzity provozu na letišti během jednotlivých dnů v týdnu. Mimo pracovní dny vzniká podle jízdního řádu ještě větší nesoulad. V reálném provozu převyšují nedělní intenzity odlétávajících cestujících velmi výrazně sobotní intenzity. V jízdním řádu tato skutečnost není zohledněna. Bez přístupu k detailním letištním statistikám a zkušenosti z praxe je možné dojít k obdobným závěrům také jednoduchým prostudováním letového řádu, který je například pro aktuální nejbližší dny dostupný přímo na stránkách letiště.

Hod. Pracovní den	Hod. Sobota + Neděle
4 58	4
5 08 18 28 38 48 58	5 08 18 28 38 48 58
6 06 13 21 28 36 43 51 58	6 08 18 28 38 48 58
7 05 10 15 20 25 30 35 40 46 52 58	7 08 18 28 38 48 58
8 05 12 19 26 33 40 47 54	8 08 18 28 38 48 58
9 01 08 15 22 29 36 43 51 58	9 08 18 28 38 48 58
10 06 13 21 28 36 43 51 58	10 08 18 28 38 48 58
11 08 18 28 38 48 58	11 08 18 28 38 48 58
12 08 18 28 38 48 58	12 08 18 28 38 48 58
13 08 18 28 36 43 51 58	13 08 18 28 38 48 58
14 06 13 21 28 36 43 51 57	14 08 18 28 38 48 58
15 03 09 15 21 27 33 39 45 51 57	15 08 18 28 38 48 58
16 03 09 15 21 27 33 39 45 51 57	16 08 18 28 38 48 58
17 03 09 15 21 27 33 40 47 54	17 08 18 28 38 48 58
18 01 08 15 22 29 36 43 51 58	18 08 18 28 38 48 58
19 08 18 28 38 48 58	19 08 18 28 38 48 58
20 08 18 28 38 48 58	20 08 18 28 38 48 58
21 08 18 28 38 48 58	21 08 18 28 38 48 58
22 08 18 28 38 48 58	22 08 18 28 38 48 58
23 08 18 28 38 48	23 08 18 28 38 48
0 08 28	0 08 28
1	1
2	2
3	3

Obr.: 18 Jízdní řád autobusu linky 119
(Zdroj: [20])

Poloprázdné nevyužitě autobusy nabízí cestujícím dostatečný komfort cestování a pro letiště tak nepředstavují problém. Neefektivnost se zde projevuje na straně provozovatele autobusu. Obecně je ale například i vzhledem k životnímu prostředí vhodné provozovat autobusy s vyšší průměrnou obsazeností. Problém nastává, pokud přeplněnost autobusů negativně ovlivňuje spokojenost cestujících.

U zmíněného analyzovaného spoje autobusové linky 119 ze zastávky Dejvická na letiště se během nesouladu nabízené a požadované kapacity stávalo, že byli někteří cestující z kapacitních důvodů nuceni čekat až na následující spoje. Spokojenost cestujících je v takovém případě velmi negativně ovlivněna. K negativnímu ovlivnění spokojenosti také dochází u cestujících, kteří v daném dopravním prostředku nemají dostatek volného prostoru (Obr.: 19). Problém s nedostatečnou nabízenou kapacitou se také v průběhu dne projevuje u další na letiště směřující autobusové linky komerčně propagované pod názvem „Airport Express (AE)“.

Z pohledu dopravce se vznik front příznivě projevuje na efektivnosti provozu. Dochází k rychlému zaplnění maximálních kapacit dopravního prostředku. Z pohledu cestujících (a tím i z pohledu letiště) se jedná o nežádoucí jev. Míra negativního vnímání bude individuálně závislá například na tom, kolik má cestující volného času do odletu, na stavu počasí (zima, velké teploty, déšť...) a podobně. V závislosti na úrovni zastávky pak mohou být cestující během čekání vystaveni nepříznivým povětrnostním podmínkám.



Obr.: 19 Přeplněný autobusový spoj

Přednádraží letiště je pojem označující prostor před budovou terminálu. Na obrázku (Obr.: 20) je vytvořený model přednádraží odpovídající svým charakterem Terminálu 1 letiště Václava Havla Praha. Znázorněny jsou osobní automobily (hnědá barva), autobusy (fialová barva) i vozy taxi služeb (žlutá barva). Objekty označené modrou barvou jsou aktivní prvky přednádraží. Na příjezdu po pozemní komunikaci se cestující nejdříve setkává s informativním dopravním značením. Na větších letištích je vhodné, aby byly informace nejen statického dlouhodobého charakteru, ale i aktuální, například o počtech volných míst. Uprostřed obrázku je naznačen přechod pro chodce. Jedná se o část přednádraží určené pro chodce. Intenzita cestujících roste spolu s přibližující se vzdáleností od budovy terminálu.



Obr.: 20 Model přednádraží letiště

V případě velmi vysokých intenzit chodců se může ovlivňovat silniční provoz a vznikat kongesce spojené s předností cestujících na přechodu pro chodce. Efektivním řešením je například mimoúrovňové křížení, nebo vhodné uspořádání přednádraží. Na obrázku (Obr.: 21) je příklad mimoúrovňového křížení toku cestujících s dopravními prostředky na letišti Portland Airport (USA). Mimoúrovňové trasy mohou být s výhodou napojené na stanoviště autobusové dopravy, vzdálená parkoviště a především je výhodné jejich napojení na parkovací domy. Cestující také mohou být chráněni proti nepříznivým povětrnostním vlivům.



Obr.: 21 Mimoúrovňový přechod pro cestující
(Zdroj: [21])

Vozy taxislužby a zastávky autobusů pravidelné linkové hromadné dopravy jsou umístěny nejbližší k budově terminálu. Následují krátkodobá parkovací místa, která jsou schopná odbavit vyšší počet vozidel než běžná parkoviště. Řidiči zde pouze krátkodobě parkují pro účely rychlého vystoupení cestujících. V nejbližších částech jsou potom místa určená pro dlouhodobá parkování. Na obrázku je naznačen parkovací dům. Pokud by mělo obsloužit dlouhodobé parkoviště stejný počet vozidel za určitou časovou jednotku jako krátkodobé, muselo by mít vyšší počet parkovacích míst. Vozidla zde parkují delší dobu.

Na ilustrativním obrázku je také ukázána problematika špičkových hodin. Aby nevznikaly fronty, musí být zajištěna dostatečná kapacita všech částí přednádraží. Kapacitně také musí dostačovat pozemní komunikace, po kterých vozidla na letiště přijíždí a také z něj odjíždí. Při velké redukci provozu, například v nočních hodinách, se prostor přednádraží určený ke krátkodobým stáním stává neefektivním.

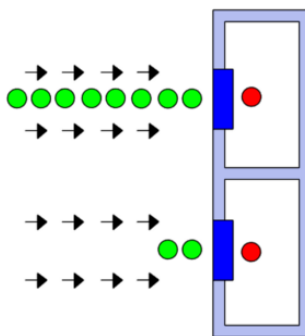
Možností stavebního a provozního uspořádání přednádraží existuje velké množství. Na obrázku (Obr.: 22) je uvedený příklad vícepatrového uspořádání přednádraží před terminálem 3 letiště Vienna Airport. V bezprostřední blízkosti před budovou terminálu je nezaplatněné krátkodobé parkování, kam mohou vozidla volně přijíždět. Krátkodobé parkování slouží pro osobní automobily i pro vozy taxislužby. Uprostřed vede jednosměrná dvouproudová silnice, která zajišťuje dostatečnou kapacitu i během špičkových hodin. Dále od budovy terminálu se nachází jedno z více dlouhodobých parkovišť.



Obr.: 22 Prostor přednádraží

2.4.5 Efektivita služeb pro cestující ve veřejné části letiště

Model procesu odbavení cestujících využívajících nabízených služeb je na obrázku (Obr.: 23). V první části modelu je zobrazen vznik nežádoucí fronty. Ve spodní části pak efektivně fungující stanoviště. I zde platí, že fronty vznikají, pokud přichází více cestujících, než je stanoviště schopné odbavit. Neefektivním se stává ve chvíli nízkého využívání stanoviště cestujícími, což může být způsobeno například nízkým zájmem o nabízené služby. Může se také stát, že je stejná služba (například prodej letenek) nabízena z více stanovišť. V takovém případě je možné zajistit efektivitu optimálním počtem přepážek v provozu.



Obr.: 23 Model služeb pro cestující

Zvláštností některých služeb je jejich charakteristická proměnlivost využití. V případě běžného standardního provozu nebude stanoviště prakticky využíváno. Při nestandardním provozu se u stanoviště budou tvořit fronty. O využití poskytovaných služeb bude krátkodobě zvýšený zájem. Příkladem může být zpoždění letů a podávání informací, nebo zajišťování výdeje poukázek na občerstvení.

Příkladem může být přepážka jednoho z handlingových agentů na Terminálu 2 letiště Václava Havla Praha. Přepážka během dne vykazuje velké provozní neefektivnosti, cestující se zde příležitostně informují, platí poplatky spojené s nadváhou zavazadel a podobně. Na obrázku (Obr.: 24) je znázorněna vytvořená krátkodobá fronta cestujících způsobená v rámci zpoždění jednoho letu.



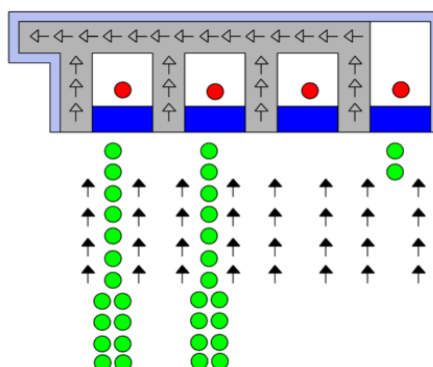
Obr.: 24 Krátkodobá fronta cestujících

Velké množství služeb, které se poskytují ve veřejné části letiště, nejsou přímo podřízené provozovateli letiště. Provozovatel pronajímá prostory obchodním partnerům, kteří si sami řeší případné neefektivnosti provozu na těchto stanovištích. Důležitá je však spokojenost cestujících. Letiště by mělo neustále monitorovat obchodní partnery, kteří na letišti působí, s důrazem na kontrolu poskytované kvality služeb a vlivu společností na spokojenost cestujících.

2.4.6 Efektivita odbavovacích přepážek

Efektivita odbavovacích přepážek je opět nejčastěji ovlivněna souladem mezi intenzitou příchozích cestujících a schopností přepážek odbavovat dané množství cestujících v určitém časovém intervalu. Odbavovací přepážky v režimu „Flight Check-in“ (Obr.: 25) jsou příkladem neefektivního systému odbavení cestujících. V okamžiku otevření přepážky mohou již být vytvořené fronty cestujících, kteří jsou přítomní na letišti ještě před otevřením odbavovacích přepážek. U většiny letů se doba otevření pohybuje kolem 2 h před odletem letadla. Odbavovací přepážky určené pro jiné lety mohou již mít cestující odbavené, a přesto neodbavují cestující vyčkávající ve frontách

u ostatních přepážek. Dochází tak k situacím, kdy několik zaměstnanců handlingové společnosti je málo využitých, zatímco na sousedních stanovištích obsluhovaných zaměstnanci stejné společnosti se odbavují dlouhé fronty cestujících.



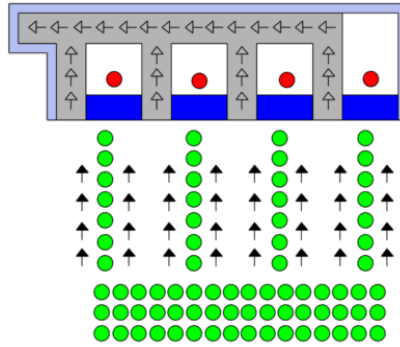
Obr.: 25 Model "Flight Check-in" odbavovacích přepážek

Na obrázku (Obr.: 26) je fotografie několika front cestujících pořízená během současného odbavování tří letů s přibližně stejným časem zahájení doby odbavení.



Obr.: 26 Fronty u odbavovacích přepážek

Druhý způsob režimu odbavovacích přepážek je „Common Check-in“. Na obrázku (Obr.: 27) je model tohoto systému odbavení. Za běžného provozu mohou u tohoto systému vznikat fronty pouze při překročení maximálních intenzit, na které je letiště designováno. Pokud budou přesto vznikat fronty i během standardního provozu, kdy není naplněna technická kapacita, může se jednat například o selhání plánování počtu otevřených přepážek a podobně. Z pohledu řízení efektivity je vhodnější použití druhého zmíněného způsobu odbavení. „Common Check-in“ má i některé nevýhody popsané v podkapitole 2.3.3. Ekonomický přínos a přínos v podobě poskytované kvality služeb cestujícím tyto nedostatky může v závislosti na celkovém provozu terminálu převážit.



Obr.: 27 Model "Common Check-in" odbavovacích přepážek

Ilustrativní fotografie (Obr.:28) demonstuje odbavení systémem „Flight Check-in“ a jeho nedostatky. Fotografie zobrazuje v levé části dokončování odbavení prvního letu (zvýrazněno žlutou barvou). Ve stejném okamžiku je v pravé části patrná dlouhá fronta před začátkem odbavení dalšího letu (zvýrazněno červenou barvou). V jednom okamžiku budou přítomní čtyři zaměstnanci. Dva v levé části budou mít všechny cestující již odbavené a dva v pravé části budou na začátku odbavení fronty cestujících. Pokud by byl na tyto dva lety použitý model hromadného odbavení cestujících, mohli by stejný počet cestujících při menších frontách odbavit například pouze tři zaměstnanci. Menší počet odbavovacích přepážek by zajišťoval odbavení stejného počtu cestujících po delší dobu.



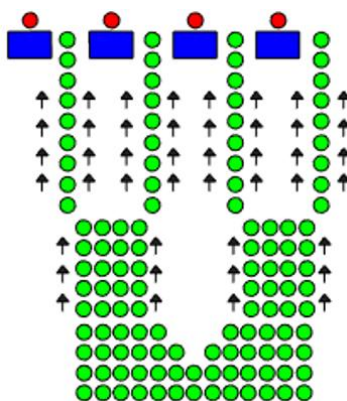
Obr.: 28 Neefektivnost "Flight Check-in" způsobu odbavení

U odbavovacích přepážek se poprvé výrazněji projevuje ovlivňování doby odbavení samotnými cestujícími. Dobře připravení cestující, kterých se například netýká problematika přestupních letenek, nadváhy zavazadel a podobně, tráví u přepážky kratší dobu. Čím kratší doba odbavení je, tím více se zvládne odbavit cestujících za daných časový interval. Snižují se celkové náklady a tím narůstají příjmy. V případě dosahování limitních intenzit provozu se urychlení odbavování pozitivně projeví na zvýšení celkových kapacit. Pro „Flight Check-in“ platí také vyšší nároky na informovanost cestujících (kdy a kam přesně se mají dostavit).

2.4.7 Efektivita stanoviště kontroly vstupu do neveřejné části letiště

Proces kontroly vstupu do neveřejné části letiště a jeho zařazení v procesu odbavení je popsáno v podkapitole 2.3.5. I na tomto stanovišti platí obecně platná zásada, že fronty vznikají, pokud je vyšší intenzita příchodu cestujících, než je jakou je stanoviště schopné odbavovat. Neefektivnosti pak vznikají v opačném případě. Informovanost cestujících, jejich schopnost spolupráce a používání přítomných technologií je zde velmi důležitým faktorem. Podobně jako na odbavovacích přepážkách nejsou nároky na vykonávané činnosti cestujících příliš vysoké. Zpravidla je ke kontrole požadováno předložení palubní vstupenky, popřípadě jiných náležitostí. Pokud budou mít cestující potřebné znalosti a budou tímto stanovištěm schopni samostatně projít, bude celý proces významně urychlen. Podmínky oprávněnosti vstupu do neveřejné části se mohou mezi letišti odlišovat. Proto je důležité, aby byl cestující o případných odlišnostech na letišti předem dostatečně informován.

U stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu cestujících do neveřejné části letiště je možné předpokládat vysoké nároky na komunikaci mezi jednotlivými složkami a společnostmi působícími na letišti. V ideálním případě jsou cestující vždy správně informováni a mají v pořádku náležitosti, které dané letiště požaduje. V reálném provozu vznikají různé situace, kdy není cestujícím vstup do neveřejné části letiště umožněn. Nejen z tohoto důvodu musí být vytvořeny mezi předcházejícími a následujícími procesy odbavení kvalitní možnosti komunikace a výměny informací. Zaměstnanci by měli mít všeobecné povědomí o fungování jednotlivých letištních složek a jejich činnostech tak, aby mohli cestujícím poskytovat kvalifikované informace v případě jakýchkoliv problémů.



Obr.: 29 Model kontroly oprávněnosti vstupu

V rámci neefektivního fungování stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště je možné na základě dlouhodobého pozorování stanovit určité problémy, které se nejčastěji opakují. Tyto problémy mohou být jak charakteru dlouhodobého, tak přechodného, v souvislosti se zaváděním nových systémů, postupů a podobně. Je důležité tyto nesoulady neustále monitorovat, průběžně vyhodnocovat a napravovat. Na obrázku (Obr.: 29) je znázorněn model stanoviště kontroly vstupu do neveřejné části letiště. V tomto případě je stanoviště zcela obsazené a vytváří se před ním fronty cestujících. Z hlediska umístění a charakteru stanoviště se jedná o první část procesu odbavení, kterým prochází všichni cestující, kteří odlétávají z dané části letiště. Výstup z tohoto stanoviště odpovídá vstupnímu toku cestujících následujícího stanoviště bezpečnostní kontroly. Jedná se o kritický bod odbavení, kterému se bude z pohledu toku cestujících práce v další části věnovat.

2.4.8 Efektivita bezpečnostní kontroly

Bezpečnostní kontrola, společně s předchozím stanovištěm kontroly oprávněnosti vstupu, tvoří nejkritičtější část celého procesu odbavení. Tímto bodem odbavení musí projít všichni odlétávající cestující z daného letiště. Dochází zde k největší koncentraci cestujících a velmi významná je tak plynulost procesu odbavení. Z celého procesu odbavení se na tomto stanovišti nejviditelněji projevují případné neefektivnosti, nebo podmínky, které vedou ke vzniku front. Charakteristické pro tento úsek odbavení je také návaznost mnoha procesů, které se vzájemně ovlivňují. Kvůli svému významu a vlivu na kvalitu odbavovacího procesu bude stanovišti bezpečnostní kontroly věnována celá následující kapitola 2.5.

2.4.9 Efektivita informačních systémů

Informační systémy ve veřejné části letiště i v neveřejné části letiště a jejich efektivita se hodnotí stejnými parametry. Ty můžeme rozdělit do dvou kategorií. První se bude zabírat zobrazovaným obsahem, druhá formou předávání informací.

Kategorie zobrazovaného obsahu se věnuje poskytování správných, aktuálních a potřebných informací, které ovlivňují výsledné toky cestujících. Pokud se zveřejňují chybné a nedostatečné informace, nebo dojde k jejich změnám, cestující se budou neúčelně a neefektivně přemísťovat po budově terminálu. V takovém případě může

dojít ke snížení spokojenosti cestujících vlivem nedostatečné organizace a kvality informačních systémů letiště.

Význam má také správný výběr poskytovaných informací cestujícím. Nemělo by docházet k předávání nadbytečného množství informací. Cestujícím by se měli v daném místě podávat pouze takové informace, které jsou logicky potřebné a mají v daný okamžik svůj význam. Na příjezdu na letiště je například neúčelné poskytovat informace o nástupu cestujících na palubu (přesné aktuální místo a čas), během bezpečnostní kontroly je neefektivní informovat cestující o stavu obsazenosti parkoviště a při nástupu cestujících na palubu letadla nemá význam informovat o čísle odbavovacích přepážek pro jiné lety. Při poskytování příliš mnoha informací se stává systém pro cestující nepřehledný a neefektivní.

Pro lepší představu může být ekvivalentem příklad z dopravního silničního značení. Zde je žádoucí co možná nejmenší počet dopravního značení. Velké množství dopravních značek odvádí pozornost řidiče od sledování cesty a snižuje jeho schopnost vnímat a pamatovat si dopravní značení. Na přehlednost značení má také velký vliv stav okolí, například přítomnost reklamních ploch a podobně.

Zdlouhavé vyhledávání informací na letišti pak může vést k tvorbě front před důležitými informačními místy. Cestující se musí v informačních systémech orientovat, umět je rychle interpretovat a rozumět jim. Správná volba poskytovaných informací v závislosti na konkrétním místě v rámci procesu odbavení je tak velmi důležitá.

Neefektivní je také nedostatečné podávání informací. Taková situace může nastat z několika důvodů. Prvním je chyba v informačním systému, která může zahrnovat například chybné, či nefunkční zobrazení, špatnou komunikaci mezi složkami letiště a neposkytnutím potřebných informací do systému, poskytnutí nesprávných informací a podobně.

Druhým důvodem je špatně postavený informační systém z pohledu designu systému. Takový stav může být způsoben například nevhodným zvolením barevné koncepce celého systému, příliš malou velikostí zobrazovaných informací, pro cestující těžko pochopitelnými piktogramy a podobně. Další možností je nedostatečný počet zobrazených informačních tabulí a piktogramů. Například navádění na toalety musí být

patrné z téměř každého bodu na letišti. Toto je možné shrnout pod jednotné označení nevhodná prezentace poskytovaných informací.

Dalším příkladem může být umístění nedostatečného počtu tabulí, které informují o čísle odbavovacích přepážek. Taková informace se nemůže nacházet například jen před hlavním vchodem (pokud má terminál více vchodů), ale musí být přítomná i u všech vedlejších vchodů, případně výstupů ze spojovacích objektů mezi terminály. Tuto část můžeme shrnout pod obecnější označení nedostupnost potřebných informací.

Rozdělit nedostatky v informování je také možné na důvody, kdy jsou informace známy, ale není možné je v dostatečné míře předat cestujícím a na důvody, kdy informace nejsou známy a proto se nemohou předat cestujícím. V druhém případě by měl být cestující vhodnou formou upozorněn, že pro něj významná informace není zatím známa. Jedná se například o číslo odletové čekárny a podobně. Nesprávné informace také mohou být zobrazovány z důvodu neaktualizování informačních systémů.

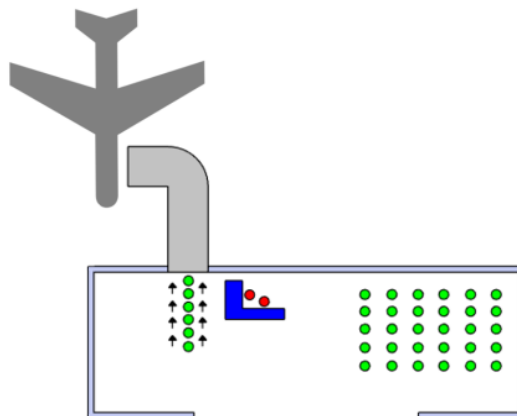
Kategorie formy předávání informací pak obsahuje všechny možné způsoby, jak cestujícím předávat potřebné informace. Pro různé druhy informací je vhodné použít rozdílných technologií nebo jejich kombinací. Trvalé označení odbavovací přepážky bude nejefektivnějším způsobem provedeno neměnným stálým nápisem. Přepážka má stále stejné označení (pokud nedojde ke stavebním, nebo jiným úpravám) a případné zobrazování na proměnlivých monitorech by zvyšovalo jak finanční náklady, tak by mělo například vyšší negativní dopad na životní prostředí. Naproti tomu u stejné přepážky se také poskytují informace o aktuálně odbavovaných letech. Pro tento účel je vhodná elektronická forma zobrazení. Ta by mohla být nahrazena například tištěnou papírovou formou, která ale nemusí dosahovat požadovaných standardů nabízené kvality.

Poznatky o vlivech na neefektivnosti informačního systému je možné shrnout do následujících bodů:

- Špatná čitelnost informací
- Nesnadná interpretace piktogramů a označení
- Nevhodná forma předávání informací
- Chybné umístění informací
- Nesprávnost informací
- Neaktuálnost informací
- Nedostupnost potřebných informací
- Nadbytečné množství informací

2.4.10 Efektivita nástupu na palubu letadla

V případě efektivity nástupu na palubu letadla se setkáváme s jiným přístupem než u předchozích aktivních článků odbavovacího procesu. V tomto případě nespočívá hlavní cíl v odbavení maximálního počtu cestujících v co možná nejkratším čase. V případě klasického odbavení na tomto stanovišti budou cestující zpravidla odbavováni rychleji, než jaká je schopnost usazovat je na jejich místa v letadle. Vznikají tak fronty mezi vstupním místem letounu u a budovou terminálu (popřípadě autobusy). Na obrázku (Obr.: 30) je znázorněn model situace, ve které se zahajuje nástup na palubu. Pro takovýto okamžik je charakteristické rychlé vytvoření fronty před kontrolou palubních vstupenek. Po odbavení určitého počtu cestujících se začne v nástupním mostě u vstupu do letadla vytvářet nová fronta cestujících, kteří jsou již odbaveni, ale čekají na usazení v letadle.



Obr.: 30 Model nástupu na palubu letadla

2.5 Efektivita – analýza vlivů na efektivitu bezpečnostní kontroly

Bezpečnostní kontrola je služba, kterou si cestující platí ze svých prostředků v rámci nákupu letenek. Jedná se o povinnou službu, kterou není možné před odletem nepodstoupit. Stále se ale jedná o službu pro cestující za účelem zvýšení jejich bezpečnosti. V tomto duchu by k problematice bezpečnostní kontroly mělo být také přistupováno. Následující prvky nejvíce ovlivňují výsledné ukazatele efektivity a kvality poskytovaných služeb:

- Stavební uspořádání prostoru a konfigurace stanoviště
- Technologické vybavení
- Provozní postupy (softwarové vybavení)
- Znalosti cestujících
- Sezónnost a špičkové hodiny
- Zaměstnanci

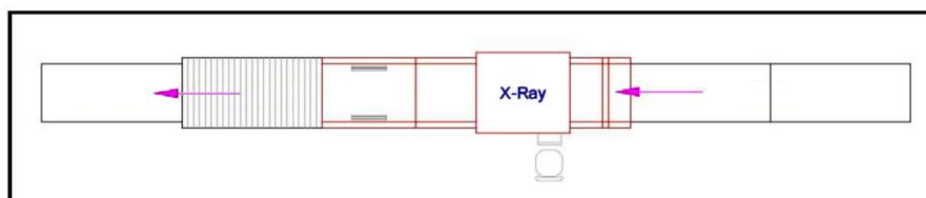
2.5.1 Vliv stavební uspořádání prostoru a konfigurace stanoviště

Stavební uspořádání terminálu je dlouhodobého charakteru a může přinášet do budoucna značné problémy a omezení. U nových budov spolu s kombinací kvalitních projektů se nemusí tento problém projevit poměrně dlouhou dobu. Změny v provozu, zavádění nových technologií a postupů výrazně ovlivňují prostorové nároky na stanoviště bezpečnostní kontroly. Problémy tak mohou nastat u již postavených terminálů, kde se předem nepočítalo s možnou potřebou rozšíření prostoru vyhrazeného pro kontrolu cestujících. Také na letištích, kde nejsou s prostory problémy, je snaha mít co možná rozměrově nejmenší bezpečnostní kontrolu, aby se mohlo více prostorů využívat ke komerčním účelům. Efektivita v rámci stavebního uspořádání tak omezuje ideální rozměry pro bezpečnostní kontrolu v obou směrech. Příliš malé prostory mohou vyvolávat nárůst front, nepřiměřenou stísněnost a nevhodné pracovní podmínky. Naopak příliš mnoho zbytečného prostoru vyhrazeného pro stanoviště bezpečnostní kontroly je neefektivním využitím prostorů letiště.

Pro představu potřebných rozměrů je možné použít například stanoviště popsané v publikaci zabývající se designováním stanovišť bezpečnostní kontroly vydaného

TSA [22]. Na obrázku (Obr. 31) je ilustrativní příklad uspořádání jedné trati určené ke kontrole rentgenových jednotek. Rentgenová jednotka (RJ) je souhrnný název pro každý celistvý předmět, který je určený k průjezdu rentgenovým zařízením (na obrázku označeno anglickým „X-Ray“). RJ tedy obsahuje jednotlivá velká zavazadla, kabelky, samostatně rentgenované počítače, kočárky i misky určené pro odkládání drobnějších předmětů.

Předpokládejme, že největší problémy v rozměrech stanoviště budou délka a šířka. Je důležité přesně vymežit, pod jakým názvem se zamýšlí jaký rozměr. Délka celého stanoviště bezpečnostní kontroly bude dána délkou jedné kontrolní trati. Šířka celého stanoviště je pak stanovena šířkou potřebného vybavení a počtem jednotlivých stanovišť, které se zde nachází a nezbytným volným prostorem pro obsluhu a správnou funkci zařízení.



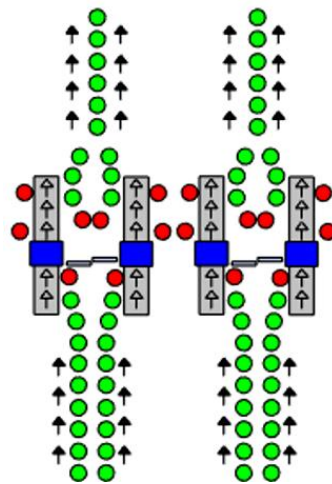
Obr.: 31 Příklad uspořádání trati určené ke kontrole rentgenových jednotek
(Zdroj: [22])

Stanovený rozměr délky trati z obrázku s připočtením dalšího prostoru na jiné vybavení určuje pro představu přibližnou délku prostoru, který je nutný pro vyčlenění bezpečnostní kontroly. V závislosti na délce tratě a následného vybavení se uváděná délka pohybuje v rozmezí 40' až 58' (stop) [22]. Tato hodnota odpovídá při přepočtu a zaokrouhlení hodnotám v rozmezí od 12 m do 18 m. Šířka jednoho stanoviště je udávána s rozměrem 21' až 25' (stop) [22]. Při přepočtu a zaokrouhlení odpovídá hodnotám 6 m až 8 m.

U centralizovaného modelu bezpečnostní kontroly zůstává odhadnutá délka přibližně stejná. V případě šířky celého pracoviště je pak rozhodující počet jednotlivých stanovišť. Jako příklad odhadneme celkovou šířku centralizovaného stanoviště s dvanácti rentgeny (12 tratí ke kontrole RJ). Tyto tratě jsou sdružovány do dvojic s alespoň jedním průchozím detektorem kovů uprostřed. Máme tedy 6 standardních stanovišť s vybraným rozměrem 22' (stop). Pokud spolu stanoviště přímo sousedí, přidává se navíc jedna stopa. Výsledná šířka (pouze pracovních stanovišť) je

tak 137' (stop). Hodnota odpovídá necelým 42 m. Na úkor kvality a komfortu je možné tyto vzdálenosti ještě více snižovat. Vzorové ukázky a výpočty byly provedeny na základě doporučených hodnot od TSA používaných v USA.

Příklad možného uspořádání je znázorněn na modelu odbavovacího procesu stanoviště bezpečnostní kontroly na obrázku (Obr.: 32). Logicky je možné rozdělit celé centralizované stanoviště bezpečnostní kontroly na jednotlivá stanoviště. Na obrázku jsou dvě jednotlivá stanoviště. Každé se skládá z minimálně jednoho průchozího rámu detektoru kovů. Po každé straně je pak jedna trať určená k rentgenové kontrole odkládaných předmětů cestujících. Počty zaměstnanců, jejich rozmístění a pracovní úkoly se liší na letištích podle platných provozních postupů, technologického vybavení i uspořádání jednotlivých stanovišť.



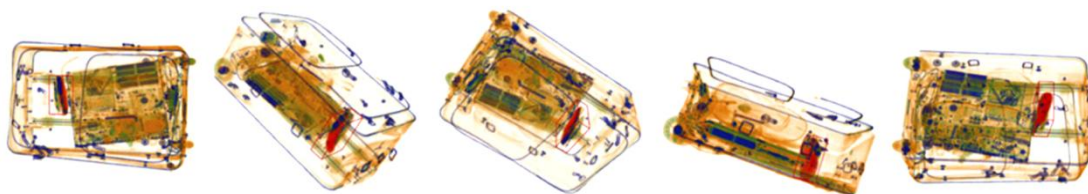
Obr.: 32 Model bezpečnostní kontroly

2.5.2 Vliv technologického vybavení

Bezpečnostní kontrolou musí projít jak cestující, tak všechna zavazadla a věci, které se vnaší do SRA zóny. První zařízení, které využije cestující bezprostředně po příchodu na stanoviště, jsou misky určené k odkládání drobnějších předmětů. Po dokončení přípravy jsou rentgenové jednotky odeslány pomocí pohyblivého pásu do RTG zařízení. Cestující následně prochází průchozím detektorem kovů, který pracuje na principu fyzikální interakce budícího elektromagnetického pole s kovy. Další možností je využití ručního detektoru kovů, který funguje fyzikálně na stejném principu. Rentgenová (RTG) zařízení jsou nejrozšířenějším prostředkem pro kontrolu zavazadel. Zpravidla dochází k převodu dopadajícího RTG záření na elektrický signál, ze kterého se získává po zpracování obraz, který je zobrazován bezpečnostním pracovníkům na monitorech.

Dalším vybavením na pracovišti může být detektor tekutin, par a výbušnin. Zaváděnými novinkami poslední doby jsou například eticky problematické „Full-body scannery“. Technologické vybavení se může na jednotlivých letištích do jisté míry odlišovat.

Mezi moderní zařízení, která přináší komfortnější odbavení pro cestující i možnost efektivnější bezpečnostní kontroly pro letiště přináší například „COBRA Checkpoint CT Security Systems“. Toto zařízení vedle pozitivního vlivu na bezpečnost umožňuje cestujícím například ponechání tekutin a počítačů uvnitř zavazadla. Systém vytváří 3D obraz skenovaných předmětů jak je ukázáno na obrázku (Obr.: 33). Použití takové technologie vyžaduje vedle finančních investic také například zvýšené požadavky na prostorové uspořádání. [23]



Obr.: 33 Příklad moderního výstupu 3D obrazu skenovaného předmětu
(Zdroj: [23])

2.5.3 Vliv provozních postupů

Konkrétní provozní postupy používané na každém stanovišti bezpečnostní kontroly jsou z logiky věci neveřejného charakteru. Z bezpečnostních důvodů není vhodné věnovat se zde provozním detailům, které není potřebné pro účely práce uveřejňovat.

Provozní postupy musí splňovat několik požadavků. Vzhledem k bezpečnosti cestujících musí být postupy nastavené tak, aby co možná nejlépe využily potenciálu nabízeného technologickým vybavením a zvýšily pravděpodobnost odhalení bezpečnostních rizik. Musí být napsány srozumitelnou formou (jasně, stručně a výstižně) a neustále dostupné pracovníkům bezpečnostní kontroly. Zaměstnanci musí být seznámeni s provozními postupy i s jejich změnami. K tomu mohou sloužit například pravidelná i mimořádná školení. Je vhodné mít k provozním postupům zavedenou zpětnou vazbu, aby byl systém neustále monitorován a případné nedostatky byly bezodkladně odstraňovány. K některým postupům mohou vznikat i poznatky od zaměstnanců. Často se bude jednat o cenné poznatky, je proto dobré mít

zavedený i systém vyhodnocování námětů od zaměstnanců. Důležitost znalosti a dodržování postupů je také v právní rovině. Problematika nastavení a udržování kvalitních provozních postupů zahrnuje mimo jiné znalost a používání Systému řízení bezpečnosti (SMS – „Safety Management System“).

Systém řízení bezpečnosti je ve své základní formě dán předpisem L 19. Pojem bezpečnost je zde chápán ve smyslu anglického slova „safety“ (nikoliv „security“). Při řízení vytváření a aktualizace provozních postupů, distribuce informací a znalosti těchto postupů zaměstnanci se však dostává „safety“ i „security“ do jasného vztahu, kdy v moderní době nemůže jedno existovat bez druhého. Stručná definice Systému řízení bezpečnosti (SMS): jedná se o „systematický přístup k řízení bezpečnosti zahrnující nezbytné organizační struktury, odpovědnosti, zásady a postupy“ [24]. Vhodnější je využití „Security Management Systems SeMS“, který je postaven na stejném konceptu jako SMS a pomáhá rozvíjet proaktivní, účinné a efektivní bezpečnostní opatření [25].

Z pohledu efektivity bezpečnostní kontroly mají provozní postupy zásadní roli. Správně nastavená spolupráce na stanovišti i nezbytné úkony, které musí být vykonané, mají velký vliv na počty cestujících, které je stanoviště schopné v určitém časovém úseku odbavit. Provozovatel letiště by tak mohl mít tendenci k hledání úspor na „nesprávném“ místě a provozní postupy urychlovat na úkor zachování požadované úrovně bezpečnosti. Nejen kvůli tomuto důvodu, ale celkově kvůli nezbytné kontrole kvality služeb jsou letiště a bezpečnostní kontroly pravidelně auditovány. Audit může být interní (letištní dobrovolný), externí dobrovolný (od najaté společnosti) a externí nařízený (audity českých i zahraničních autorit v letecké dopravě).

2.5.4 Vliv znalostí cestujících

Cestující jsou jeden z důležitých externích faktorů, které ovlivňují výkonnost stanoviště bezpečnostní kontroly. Složení cestujících se na různých letištích odlišuje. Z tohoto důvodu není možné přistupovat celosvětově k bezpečnostní kontrole ve všech ohledech stejným způsobem. Různé národy mohou jinak přistupovat k informacím o zákazech a doporučeném chování, jinak dodržují pokyny pracovníků bezpečnostní kontroly a ostatního letištního personálu. Odlišnosti se tak projevují i v rámci jednoho letiště při odbavování různých letů. Pokud má letiště více terminálů, může být režim bezpečnostní

kontroly nastaven v některých detailech (fyzické uspořádání, rozměry, vybavenost, obsazenost a podobně) odlišně.

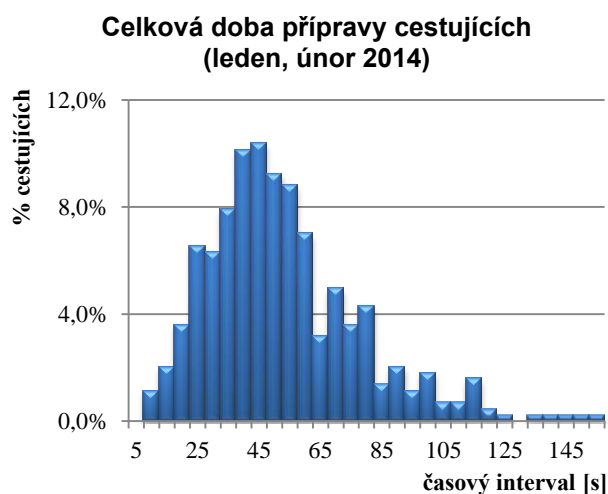
Znalosti cestujících se ukazují jako velmi důležité v celém procesu odbavení. Znalost se bude skládat z informovanosti a zkušeností z předchozího cestování. Informace se k cestujícím musí dostávat nejoptimálnějším způsobem tak, aby v každém okamžiku procesu odbavení měli dostatečné povědomí o probíhajících procesech. Z pohledu bezpečnostní kontroly začíná informovanost cestujících ještě dlouho před jejich příchodem na letiště. Zkušenosti cestujících mohou být velmi prospěšné. Pokud se na stanovišti bezpečnostní kontroly cestující připraví na místech k tomu vyhrazených rychle a správně, napomohou tím pozitivně výsledným počtům odbavených cestujících za jednotku času. Na druhé straně pokud získá cestující nesprávné zkušenosti, mohou vznikat konfliktní situace s odkazem na předchozí průběh kontroly. Z tohoto pohledu by sjednocení postupů bezpečnostních kontrol mohlo pomoci dosahování vyšších efektivností. V současné době existuje celosvětově několik organizací, které se zaměřují na vytváření standardů pro bezpečnostní kontroly. Z tohoto důvodu se cestující mohou setkat s odlišným průběhem kontrol například po Evropě a v USA. Letiště jsou tak ovlivněna působností jednotlivých organizací. Informovanost cestujících mohou ale letiště podstatně ovlivňovat.

2.5.5 Vliv znalostí cestujících na přípravnou část bezpečnostní kontroly

Na stanovišti bezpečnostní kontroly je znalostmi cestujících ovlivněna zejména přípravná část procesu kontroly. Zahrnuje přípravu cestujících a jejich zavazadel určených ke kontrole. Cestující si zde odkládají své věci do zavazadel, nebo zapůjčených přepravních boxů. Na obrázku (Obr.: 34) je znázorněn výsledek výzkumu prováděného na Terminálu 2 na letišti Václava Havla Praha během ledna a února 2014. Průzkum byl zaměřen na zjištění statistických informací o přípravné fázi bezpečnostní kontroly. Jako způsob měření byl zvolen záznam času do připraveného záznamového archu a následné vyhodnocení. Zvolený časový interval na uvedeném grafu je 5 s. Vzorek naměřených hodnot přesahoval 400.

Průměrná doba přípravy cestujících byla stanovena na 50 s. Dostatečně informovaný cestující přistoupí k přípravné trati a začne se připravovat. Zná postupy, ví předem v jaké části zavazadla má uložené předměty, které se musí zvlášť deklarovat a podobně.

Takovýto cestující má pozitivní vliv na plynulost toku cestujících. Naopak nedostatečně informovaný cestující může mít negativní vliv na počet odbavených cestujících a plynulost odbavení. Před zahájením provádění přípravy si není jistý správnými postupy, které se snaží ověřovat u bezpečnostních pracovníků, nebo ostatních cestujících. Může se stát, že nedeclaruje zvlášť předměty, které jsou požadované, nebo projde průchozím detektorem kovů s vyvoláním alarmu. Takový cestující následně prochází opakovaně. Pokud nemá v souladu s předpisy připravené ani kabinové zavadlo, musí se mu věnovat také zvýšená pozornost zaměstnanců.



Obr.: 34 Graf celkové doby přípravy cestujících

2.5.6 Vliv znalostí cestujících na dobu dohledávání LAGs

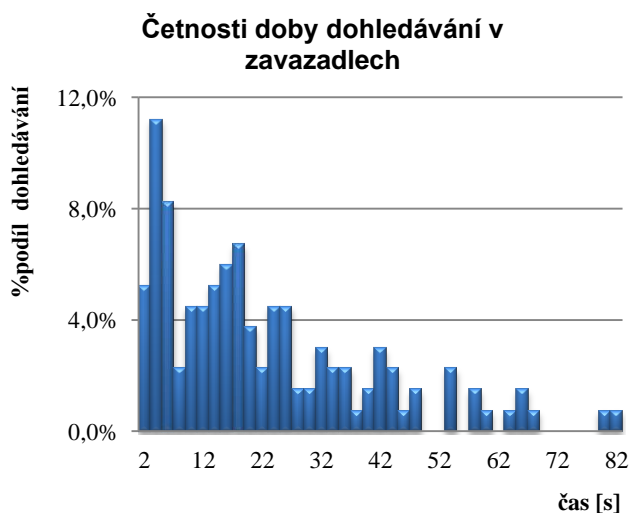
Dalším příkladem může být vliv znalosti cestujících a jejich spolupráce na stanovišti bezpečnosti kontroly v souvislosti s dobou dohledávání LAGs (z anglického „Liquids, Aerosols and Gels“ – tekutiny, spreje a gely). Všechny tekutiny musí být zvlášť deklarované v nádobkách maximálně do 100 ml o celkovém objemu jeden litr. Tekutiny musí být umístěné v průhledném, opakovatelně uzavíratelném sáčku (Obr.: 35).



Obr.: 35 Návod pro přípravu tekutin k bezpečnostní kontrole
(Zdroj: [26])

Cestující, který je obeznámený se svými povinnostmi, připraví odpovídajícím způsobem tekutiny ke kontrole. Nedeklarované tekutiny pak budou proces kontroly zpomalovat.

Izraelský profesor Alan Kirschenbaum ve svém článku „The cost of airport security: The passenger dilemma“ [27] mimo jiné dokazuje předpoklad, že hlavní překážkou pro zkrácení doby kontroly jsou neinformovaní cestující. Z celkového počtu studií sledovaných cestujících bylo pouze 10 až 15 % neinformovaných (nebo „zapomnětlivých“). Této skupině cestujících byla přiřazena průměrná doba strávená kontrolou v rozmezí od jedné až do více jak dvou minut. To je v kontrastu s hodnotou u informovaných, často létajících cestujících, kterým byla přidělena průměrná hodnota dvacet až třicet sekund. Dále je uveden rozdíl mezi cestujícími na pravidelných linkách a cestujícími charterového letu. U charterových letů se kontrolovalo každé druhé až třetí zavazadlo, u pravidelných letů každé sedmé až deváté. V souvislosti s kontrolou tekutin studie uvádí, že až 90 % zakázaných předmětů byly tekutiny. [27]



Obr.: 36 Graf četností doby dohledávání v zavazadlech

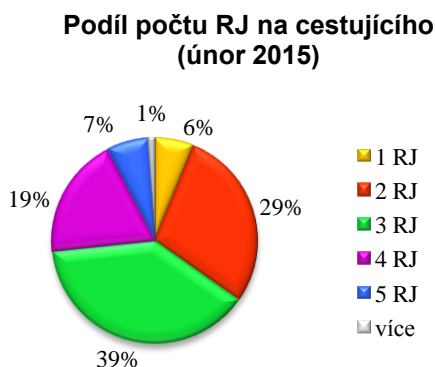
Celkové doby dohledávání pro všechny důvody (předměty) jsou znázorněny na obrázku (Obr.: 36). V grafu je zachyceno 99 % všech naměřených hodnot. V ojedinělých případech mohou nastat doby dohledávání nad 82 s, což byla pro názornost zvolená maximální velikost hodnot na časové ose X. Maximální doba dohledávání problému, která nastala v době probíhajícího výzkumu, byla 200 s. Graf je možné rozdělit na dvě části, které budou mít 2 vrcholy (extrémy). První krátká část končí přibližně v osmé sekundě. Zde se jedná o rychle kontrolovatelné problémy, jako je například objem nádoby a podobně. Druhá část bude zahrnovat více případů, kdy zaměstnanec dohledává přímo uvnitř zavazadla.

11. září 2001 přineslo v oblasti bezpečnosti letecké dopravy mnoho novinek. Ty měly vliv na snížení počtu odbavených cestujících za hodinu a na řadě letišť neúměrný nárůst front. Podle údajů od společnosti IATA z roku 2012 je průměrný hodinový počet odbavených cestujících na jednom stanovišti 149, nejlepší pak 250 a nejhorší 60 (oproti původním průměrným 350 cestujícím za hodinu) [3]. Celkově je tedy jedno klasické sdružené stanoviště bezpečnostní kontroly (2x RTG) dnes schopno odbavit přibližně průměrně 300 cestujících za hodinu. Tato výsledná hodnota bude v práci nadále uvažována.

V předešlých částech byly zmapovány některé doby důležitých časových úkonů na stanovišti bezpečnostní kontroly. Výsledné grafy ukazují, že průměrné hodnoty nejsou v krátkých měřených úsecích relevantním zdrojem informací. Ve velmi krátkých časových úsecích jsou významné hodnoty každého cestujícího. Aby se zmenšil počet případů, kdy bude nutné přikročit k dohledávání (kontrola) v zavazadle cestujících, je důležité věnovat zvýšenou pozornost také informovanosti. Ta může napomoci snížení doby odkládání předmětů a urychlí i většinu ostatních procesů.

2.5.7 Vliv rozdělení počtu RJ cestujících

Množství zavazadel a jiných věcí, které cestující pronáší přes bezpečnostní kontrolu na palubu letounu, také výrazně ovlivňuje statistiky počtu odbavených cestujících za časovou jednotku. Mimo počasí (sezónnost) ovlivňuje také tento faktor charakter cestujícího a letecké společnosti, doba pobytu v cílové destinaci, doba letu a jiné.



Obr.: 37 Rozdělení počtu RJ na cestujícího

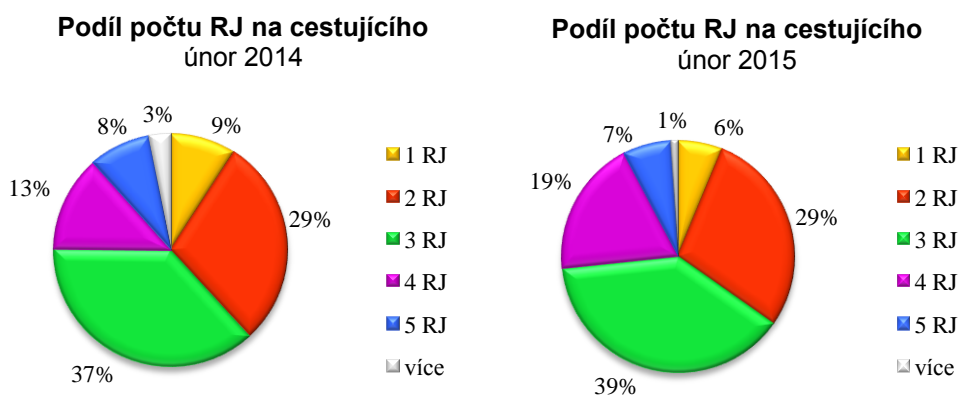
Z průzkumu provedeného v únoru 2015 na letišti Václava Havla Praha (Terminál 2) vyplývá, že nejvíce cestujících (39 %) v této době cestovalo se třemi rentgenovými jednotkami (RJ). Na druhém místě (29 %) skončili cestující se dvěma RJ.

Na grafu (Obr.: 37) je uvedeno celkové složení počtu RJ na cestujících. Publikované hodnoty byly naměřeny u více jak 200 cestujících s více než 600 RJ.

2.5.8 Vliv sezónnosti a špičkových hodiny

Sezónnost vyjadřuje opakovanou rozdílnost v rámci průběhu celého roku. Nepatří sem změny vyvolané vnějším vlivem, jako například úpravou předpisů, nákupem nových technologií a podobně. Aby bylo možné jakýkoliv vliv sezónnosti dokázat, musí se provést a porovnat měření jednak v rámci celého roku, ale také mezi stejným obdobím různých let. Jaké faktory se mohou měnit opakovaně během roku a mají vliv na efektivitu stanoviště bezpečnostní kontroly? Za předpokladu, že se informovanost cestujících v průběhu roku nemění, zůstává jako hlavní faktor oblečení cestujících s ohledem na povětrnostní podmínky. Toto je spojené s oblékáním v rámci jednotlivých ročních období. Pokud by bylo možné předpokládat vliv počasí a ročního období, je možné v zimním období očekávat nárůst podílu počtu RJ na cestujících.

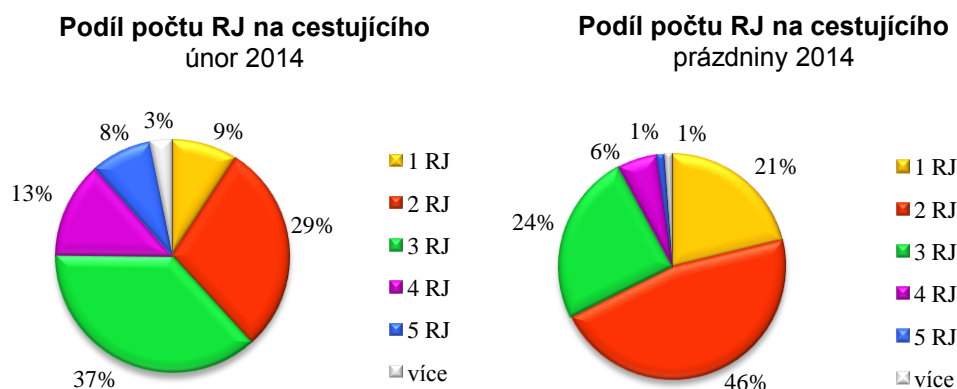
Na letišti Václava Havla Praha byl proveden výzkum zaměřený na potvrzení vlivu sezónnosti na stanoviště bezpečnostní kontroly. Prvním výsledkem je srovnání v dvou po sobě jdoucích zimních obdobích. Srovnání je možné provést na grafech (Obr.: 38) V obou případech je nejčastější možností 3 RJ na cestujících a to ve 37 % v roce 2014 a 39 % v roce 2015. Stejně srovnatelné hodnoty nabízí i druhé místo určené počtu 2 RJ na cestujících s hodnotou 29 % pro rok 2014 a 29 % v roce následujícím. Celkové rozložení a výsledné hodnoty jsou srovnatelné a v žádné části grafu se nedosahuje výrazných rozdílů.



Obr.: 38 Meziroční srovnání podílu počtu RJ na cestujících

První výsledek vliv sezónnosti nepotvrzuje, ale zároveň také nevylučuje. Provedení tohoto výzkumu bylo důležité z hlediska potvrzení podmínky každoročního opakování změn v podílech počtu RJ na cestujících.

Druhá část výzkumu se věnuje srovnání podílů počtu RJ na cestujících mezi letním a zimním obdobím stejného roku. Tímto způsobem je možné ověřit případný vliv sezónnosti. Výsledek této části výzkumu je zobrazen na grafech obrázku (Obr.: 39).



Obr.: 39 Srovnání podílu počtu RJ na cestujících v letním a zimním období

Podstatný rozdíl oproti prvnímu srovnání je viditelný ve skladbě podílu počtu RJ. V zimě jsou nejčastější možností již zmiňované 3 RJ na cestujících s hodnotou 39 %. V letním období jsou ale nejčastější hodnotou 2 RJ s podílem 46 %. Zimní provoz má na druhém místě 2 RJ následované 4 RJ. U letní sezóny se mění pořadí na druhé pro 1 RJ a s těsným odstupem jsou třetí 4 RJ. Zajímavé je také porovnání doby přípravy, která mezi zimním a letním obdobím nabývá rozdílu průměrných hodnot až šest sekund na cestujících. S příchodem letního provozu tak klesá medián doby přípravy a mění se nejen pravděpodobnostní složení RJ, ale také klesá i jejich průměrný počet.

Špičkové hodiny dodávají neefektivnost především ve svých začátcích a koncích. Všechny výkyvy intenzit se projevují neefektivností, nebo tvorbou front. Při větších, nebo dlouhodobějších výkyvech se na centrálním stanovišti bezpečnostní kontroly operativně upravují počty otevřených tratí, kde probíhá bezpečnostní kontrola. Každá trať je schopna odbavit určité množství cestujících. Ale pouze takové množství, které je maximálně schopná odbavit, je efektivní množství. Důležité je včasné reagování na změny příchozích intenzit cestujících. Případné otevírání nových tratí bezpečnostní kontroly se provádí ještě před příchodem zvýšeného počtu cestujících. V opačném případě by docházelo ke vzniku nebo neúměrnému prodlužování front.

2.5.9 Vliv zaměstnanců

Aby zaměstnanci pracovali efektivně a bez negativního dopadu na spokojenost cestujících a prestiž letiště, musí mít ke své práci vytvořené určité podmínky. Existuje mnoho způsobů, jak tyto podmínky pojmenovat a klasifikovat. V letectví často používanou a známou metodou je takzvaný model SHELL. Tento model se spolu s ostatními používá pro názorné popsání a lepší pochopení problematiky lidského činitele v letecké dopravě.

Model SHELL se nazývá podle jednotlivých částí diagramu. Schéma modelu je znázorněno na obrázku (Obr.: 40). Model vychází z anglického označení SHELL. Dále bude popsán význam jednotlivých částí modelu. Uprostřed se nachází L, tedy člověk z anglického „Liveware“. Člověka obklopují další 4 základní části modelu – S „Software“, L „Liveware“, E „Environment“ a H „Hardware“. Pro tento model jsou důležité interakce na rozhraní mezi člověkem uprostřed a ostatními částmi. [28]



Obr.: 40 Model SHELL
(Zdroj: [28])

Pokud aplikujeme model na pracoviště bezpečnostní kontroly, jedná se o rozhraní mezi pracovníkem bezpečnostní kontroly a prostředím, ve kterém pracuje. První L v centru označuje nejdůležitější část diagramu – zkoumaného pracovníka bezpečnostní kontroly. Aby mohl v klidu provádět svou práci a nebyl omezován stresem a jinými negativními vlivy, musí být spojen s ostatními částmi hladké (bezproblémové).

První rozhraní je mezi L-S. Zde zkoumáme soulad jedince a „Software“ zahrnující například provozní postupy, jejich vzhled a pochopitelnost, práci s počítačovým programem zobrazující výstupy z RTG, jednoznačnost indikace monitoru průchozího rámu detektoru kovů a podobně.

L-L zkoumá nesoulad rozhraní mezi lidmi. Jelikož se u bezpečnostní kontroly pracuje vždy v kolektivu několika kolegů, je toto rozhraní také velmi důležité. Vedle

mezilidských vztahů sem patří také problematika vedoucích pracovníků. Někteří jedinci na pracovišti vzbuzují přirozeně respekt a skupiny zaměstnanců plní bez větších problémů jejich pokyny. Případné nevhodné chování má také negativní vliv na rozhraní a bude docházet k tření a nesprávnému fungování pracovníka uprostřed modelu.

Na rozhraní L-E se zkoumá vztah k prostředí. Jedná se o hlučnost pracoviště, osvětlení, světelné oslňující záblesky, teplotu, vlhkost, kvalitu vzduchu a podobně. U pracovníků bezpečnostní kontroly na rozdíl od jiných pozic také vystupuje v popředí problematika vibrací, rentgenového záření a elektromagnetického pole.

Posledním rozhraním je L-H, které zkoumá vztah mezi pracovníkem a technickým vybavením pracoviště. Zkoumá se vhodnost a ergonomie všech technických pracovních pomůcek jako je ruční detektor kovů, židle na pracovišti, stoly, klávesnice ovládající RTG zařízení a podobně. Zaměstnancům musí vybavení odpovídat rozměrově a vyhovovat jeho smyslovému vnímání.

Problematika lidského činitele je u bezpečnostních pracovníků velmi důležitá a není dobré jí podceňovat. Zanedbání této problematiky se může projevit například úsporami v investicích, na platech nebo nucených přesčasech zaměstnanců. Plánování směn, jejich délka, počty, rozložení a náročnost mají velký vliv na únavu zaměstnanců. Finanční ohodnocení a schopnosti vedoucích pracovníků ovlivňují motivaci člověka pracovat. Kvalitní zázemí na pracovišti jako odpočinkové místnosti, dobré a dostupné stravování, přátelská atmosféra a podobně mohou ovlivňovat rychlost únavy zaměstnanců. Také ovlivňují schopnost regenerovat o přestávkách během dne. Pokud je pracovník spokojený, dobře motivovaný a má potřebné znalosti a klid na práci, jsou nastavené optimální základy pro efektivní fungování celé bezpečnostní kontroly.

3 Principy spokojenosti cestujících v odbavovacím procesu

Priority cestujících v civilní letecké dopravě se s postupem času vyvíjí. V počátcích letectví vznikaly první požadavky na vzdálenější a rychlejší lety. Následovala cenová dostupnost, časová dochvilnost a řada jiných požadavků. Dnešní systém odbavení cestujících je více komplexní a neustále se vyvíjí s příchodem nových moderních technologií. Vývoj probíhá především v oblasti informačních technologií, které nabízí cestujícím nové možnosti odbavení. Jedná se například o odbavení pomocí internetu a mobilních telefonů. Rozšíření používání těchto technologií přináší cestujícím možnost jiného využití volného času. Pro letiště tak vznikají nové příležitosti v oblasti poskytování komerčních služeb. Nároky na kvalitu a možnosti odbavovacího procesu narůstají. Výsledná spokojenost cestujících je pak ovlivněna přímo i nepřímo mnoha vlivy.

V této kapitole bude nejdříve obecně popsána spokojenost cestujících. V další části bude rozebrán význam spokojených a nespokojených cestujících pro letiště. Následně je popsáno hodnocení spokojenosti a proč je důležité toto hodnocení provádět. V závěrečné části pak bude naznačen možný přístup k řízení spokojenosti cestujících na základě jejich potřeb a činností.

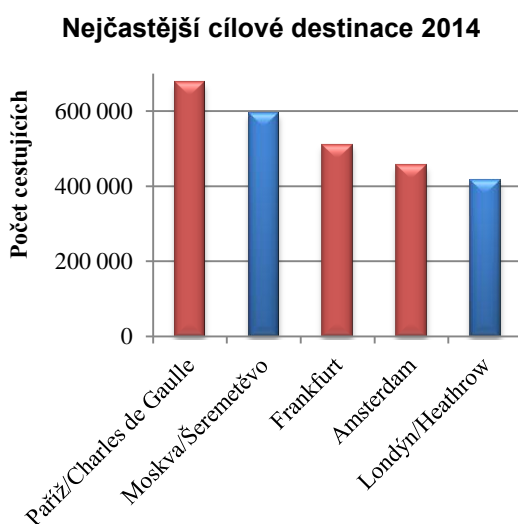
3.1 Spokojenost cestujících

Výsledná spokojenost je subjektivní pocit, který se může odlišovat u různých cestujících za jinak stejných podmínek. Vychází z kvality poskytovaných služeb. O tom, nakolik je letištem poskytovaná služba kvalitní, rozhoduje cestující na základě svého momentálního vnímání a očekávání. Kvalita služeb je tak definována jako rozdíl mezi kvalitou cestujícími očekávanou a vnímanou. [29]

Letiště se při snaze o zvyšování spokojenosti může zaměřit na dvě oblasti. První oblastí je očekávání cestujících. Jedná se o znalosti cestujícího před příchodem na letiště. Tato očekávání mohou být proaktivně ovlivňována. Například pokud bude probíhat rozsáhlejší rekonstrukce, může se o ní a o omezeních z toho vyplývajících informovat s předstihem. Cestující po příjezdu pak očekávají omezení a práce na letišti. Jejich spokojenost nebude negativně ovlivněna do takové míry, jako by tomu bylo v případě

neočekávané rekonstrukce a omezení. Letiště tak může cestující předem informovat o průběhu odbavení. Pokud budou cestující předem očekávat danou cenu parkování, dlouhé fronty, váhové omezení zavazadel, kontroly dokladů, odkládání svrchních částí oblečení, omezení tekutin a podobně, budou se případným nepříjemnostem lépe přizpůsobovat a jejich spokojenost nebude příliš negativně ovlivňována.

Na druhou stranu i při maximálním ovlivňování očekávání cestujících nebude možné předcházet nespokojenostem. Jedním z důvodů jsou například zkušenosti cestujících z jiných letišť. Dá se předpokládat, že většina příchozích cestujících má již zkušenosti s odbavením na některém letišti. To znamená, že cestující srovnávají aktuální proces s předchozími zkušenostmi.



Obr.: 41 Nejčastější cílové destinace letiště Václava Havla Praha v roce 2014
(Zdroj: zpracoval autor na základě dat [30])

Na obrázku (Obr.: 41) je uveden přehled nejčastějších cílových destinací, do kterých směřovali cestující z letiště Václava Havla Praha v roce 2014. Pro účely práce jsou významné především odlety v rámci schengenského prostoru z Terminálu 2. Tyto destinace jsou odlišeny červenou barvou. Pro všechna letiště je podobným způsobem možné určit, z jakých nejčastějších letišť mají cestující získané zkušenosti. Následně je vhodné provést analýzu postupů odbavení a možnosti poskytovaných služeb cestujícím na těchto letištích. Analýzy pak mohou sloužit jako jeden z podkladů při rozhodování o nastavení procesů. Pravidelné monitorování je také důležité ve vztahu k zavádění modernějších technologií. Z uvedeného grafu vyplývá, že nejvíce cestujících z Terminálu 2 letiště Václava Havla Praha létá na letiště Charles de Gaulle (Paříž,

Francie), Frankfurt (Německo) a Amsterdam (Nizozemsko). Pro zachování dobré úrovně spokojenosti cestujících v oblasti očekávání by nemělo žádné z uvedených letišť výrazně převyšovat poskytovanou kvalitou v kterékoliv části odbavovacího procesu při srovnání se sledovaným letišťem.

Další částí spokojenosti je aktuální vnímání kvality služeb cestujícími. Tato část je ovlivnitelná ze strany letiště. Pokud budou mít cestující adekvátní očekávání, při správně nastavených procesech v rámci odbavení, vstřícnosti personálu a jiných faktorech, vzrůstá šance na spokojeného cestujícího.

Nevýhodou může být individuální vnímání poskytované kvality. Cestující vnímá pouze aktuální situaci a to přenáší velkou míru zodpovědnosti na zaměstnance působící v odbavovacím procesu. Profesionální chování, aktivní a vstřícný přístup zaměstnanců k cestujícím je pro výslednou spokojenost velmi důležitý. Vhodné chování může napomoci vysoké úrovni vnímané spokojenosti na letišti i za situací, které nejsou pro cestující příjemné. Jedná se například o ztráty zavazadel cestujících, jejich orientační problémy na letišti, přepravování nedovolených předmětů a podobně. Naopak i v běžné situaci může neprofesionální přístup zaměstnanců negativně působit na spokojenost cestujících.

Přístup zaměstnanců k cestujícím je ovlivněn celou řadou skutečností. Pro odpovídající chování zaměstnance během komunikace s cestujícím musí být vytvořené odpovídající podmínky. Lidskému faktoru v letectví je tak vhodné přikládat velký význam i z tohoto pohledu. Jedním z možných způsobů, jak vyhodnotit vhodnost vytvořených pracovních podmínek nabízí například popsaný model SHELL (podkapitola 2.5.9).

Aby zůstal cestující spokojený, nesmí být negativně ovlivněn v celém řetězci odbavovacího procesu, během kterého se může setkat s velkým množstvím zaměstnanců. Jedná se například o personál působící v dopravních prostředcích (řidiči, revizoři), informacích, balení zavazadel, prodeji letenek, reklamacích, odbavovacích přepážkách, kontrole oprávněnosti vstupu, bezpečnostní kontrole, restauračních zařízeních, obchodech a dalších komerčních zařízeních, úklidu, policie a v jiných částech odbavovacího procesu. I při nejnovějším technologickém vybavení a nejmodernějších systémech se cestující setkávají s určitým počtem pracovníků například bezpečnostní kontroly. Odbavovací přepážky mohou být nahrazeny elektronickým odbavením, nebo samoodbavovacími kiosky. Kontrola oprávněnosti

vstupu může být zcela automatizovaná, stejně tak jako kontrola před nástupem na palubu. Mimo tyto případy se ale cestující mohou potkat s řadou zaměstnanců, na jejichž chování má letiště určitý vliv. V souvislosti se zařazením pracovníků pod různé společnosti nemusí být tento vliv vždy přímý. I tak je ale v zájmu letiště neustále monitorovat spokojenost cestujících a odstraňovat případné nedostatky.

3.2 Spokojenost cestujících – význam pro letiště

Význam spokojeného cestujícího má pro letiště hned několik rovin. Jedná se o oblasti příjmů, spolupráce cestujících, šíření dobrého jména a spokojenost následných zákazníků.

Podle výzkumu uveřejněného americkou společností J. D. Power and Associates zabývající se mimo jiné celosvětovým výzkumem spokojenosti zákazníků v nejrůznějších oblastech, existují znatelné rozdíly v ochotě utracet peníze u spokojených a nespokojených cestujících. Výzkum byl prováděn na letištích v USA. Bylo zjištěno, že spokojený cestující (při srovnání s nespokojeným) utratí na letišti průměrně o 45 % více. [31]

Primárním cílem letiště je generování zisku. Jedním ze způsobů, jak zvýšit ziskovost letiště, je zvýšit celkovou spokojenost cestujících a udržet jí na vysokém standardu. Dalším pozitivním přínosem spokojeného cestujícího je jeho menší konfliktní chování a ochota přijímat pokyny od odpovědných pracovníků letiště. Již dříve zmíněný výzkum profesora Kirschenbauma dává také do souvislosti čas strávený v procesu bezpečnostní kontroly vzhledem k ochotě přijmout pokyny pracovníků [27]. Čím větší má cestující potřebu nepřijmout pokyny a dohadovat se s pracovníky bezpečnostní kontroly, tím více času pro sebe kontrolou zabírá. Pokud cestující přijde na stanoviště bezpečnostní kontroly nespokojený, bude na pokyny pracovníků reagovat jiným, z pohledu efektivnosti procesu méně vhodným způsobem, než spokojený cestující. Nespokojenost cestujícího se dále stupňuje, může dojít k protestnímu jednání a záměrnému nedodržování předpisů. Takový cestující prodlužuje (a tím i prodražuje) prováděnou bezpečnostní kontrolu. Dalším aspektem je přenášení negativního chování na bezpečnostní pracovníky. Pokud se k nim cestující chová nezdvořile, neakceptuje jejich pokyny a dává najevo svou lhostejnost, může takovéto chování vést bezpečnostní

pracovníky k nárůstu jejich stresu. Je přirozené, že na základě dispozic jednotlivých zaměstnanců pak přenáší své negativní chování i na další cestující a zaměstnance.

Další oblastí je šíření dobrého jména. Pokud bude převládat všeobecně dobrá pověst mezi cestujícími, může mít letiště výhodnější vyjednávací postavení při jednání se svými obchodními partnery. Jedná se zejména o prestižnější společnosti, které si zakládají na vysoké spokojenosti cestujících a kvalitě poskytovaných služeb. Letecké společnosti jsou následní zákazníci letiště, kteří přebírají (ale i dodávají) cestující. Výstup spokojenosti cestujících z letiště se rovná vstupu spokojenosti cestujících při nástupu na palubu letadla. V zájmu letecké společnosti je mít od prvního okamžiku na palubě spokojené cestující. Je tedy v jejím zájmu mít jako obchodního partnera letiště, které je schopné tento výstup poskytovat.

3.3 Spokojenost cestujících – hodnocení

V této části bude přiblížena problematika významu hodnocení spokojenosti cestujících a následně budou naznačeny metody a důvody pro použití tohoto hodnocení.

3.3.1 Hodnocení spokojenosti cestujících – důvody hodnocení

Hodnocení spokojenosti cestujících má význam hned z několika důvodů. Prvním důvodem je zjišťování aktuálního stavu spokojenosti jako podklad pro kvalifikované rozhodování. V případě příliš nízké spokojenosti se mohou na základě takového zjištění provádět větší investice do kvality poskytovaných služeb. Naproti tomu pokud budou cestující spokojeni se současným stavem, investice nemusí být tak intenzivní.

Dalším důvodem je analýza současného stavu a odhalování konkrétních problémů. Na základě vyjádření naléhavosti a negativní schopnosti ovlivňovat spokojenost cestujících se jim může přidělovat prioritní řešení.

Problematika spokojenosti a její interpretace většinou souvisí s více než jedním letištěm. Aby zjištěné hodnoty měly vypovídající hodnotu, musí se porovnávat s různými letišti. V případě existující databáze výsledků z více letišť se mohou stanovovat určité standardy a letiště tak zjistí, zda dosahuje podprůměrných, průměrných nebo nadprůměrných výsledků.

Jako příklad lze uvést fiktivní hodnotu spokojenosti s úklidem na letišti. Pokud je na letišti 80 % cestujících spokojeno s úklidem, nemá tato hodnota sama o sobě dostatečně velkou vypovídající hodnotu. Je žádoucí porovnání, jakých hodnot v této oblasti dosahují ostatní letiště. Až při srovnání zjištěných hodnot je možné provést kvalifikované vyhodnocení aktuálního stavu.

Význam provádění hodnocení je v neposlední řadě také o marketingovém využití zjištěných informací v případě, kdy bude letiště dosahovat velmi dobrých výsledků. Při provedení důkladné analýzy spokojenosti a porovnání zjištěných hodnot s nejčastějšími cílovými destinacemi se mohou projevit silné stránky letiště, které cestující oceňují. Takovéto výhody lze velmi dobře uplatnit v reklamě a šíření dobrého jména letiště.

3.3.2 Hodnocení spokojenosti cestujících – metody

Způsobů hodnocení spokojenosti existuje celá řada. Jedná se například o telefonické zjišťování spokojenosti zákazníků, oslovování pomocí emailu a podobně. V letecké dopravě (a zejména v souvislosti s provozem terminálu) jsou zvláště výhodné jen některé metody. V ideálním případě se bude jednat o kombinaci více metod.

Dotazníky jsou základní metodou, která je rychlá na provedení a dává poměrně přesné informace. Zásadním problémem je vhodnost a souslednost položených otázek. Cestujícím by měly být podávány otázky neinvazivní metodou, tedy bez navádění na „správnou“ odpověď. K provedení a vyhodnocení dotazníkového šetření je zapotřebí dostatečný reprezentativní vzorek cestujících a odborně proškolený personál, který bude šetření zabezpečovat a následně vyhodnocovat. Otázek nesmí být pokládáno příliš mnoho, aby cestující nebyli před vyplněním dotazníku odrazeni jeho rozsáhlostí. Před zahájením průzkumu je důležité mít jasné cíle, které mají být objasněny. Důležité je také správné rozvržení metodiky odpovídání a hodnocení nabízených odpovědí. Časté je například hodnocení spokojenosti „jako ve škole“, kdy je cestujícím nabízená odpověď 1 (nejlepší) až 5 (nejhorší). V praxi se setkáme s více paralelními průzkumy, než s jedním rozsáhlým šetřením. Správný výběr reprezentativního vzorku cestujících, vhodnost otázek, sběr dat a jejich vyhodnocení a interpretace vyžaduje velké praktické zkušenosti jak z oblasti znalosti fungování terminálu, tak statistiky a jiných vědních disciplín. Správně provedený proces vyhodnocování spokojenosti poskytne kvalitní a použitelná data. Pokud však dojde k ovlivnění výsledku nesprávným provedením

některé části, může mít takový průzkum v závislosti na následném využití výsledků negativní dopady. Dotazníky jsou rozšířenou formou sběru potřebných informací, je možné setkat se s nimi prakticky v jakékoliv oblasti letecké dopravy. Některé výzkumy si letiště provádí z vlastních zdrojů, na jiných spolupracuje s univerzitami, nebo jinými společnostmi.

Pro konkrétní příklad ilustrující důležitost znalosti spokojenosti cestujících a dalších informací, které je vhodné získávat formou dotazníkového šetření, bude uveden rámeček průzkum provedeného na londýnských letištích (Heathrow, Gatwick a Stansted). Tamní úřad pro civilní letectví (Civil Aviation Authority, CAA) prováděl v roce 2012 dotazování u více než 2700 cestujících. Byly zjišťovány informace o demografickém složení cestujících, důvodech jejich cesty a cílových letištích, spokojenosti s jednotlivými částmi odbavovacího procesu a podobně. Také byly zjišťovány názory na maximální přijatelné doby čekání ve frontách u významných aktivních článků odbavovacího procesu. Jedním z výsledků šetření byla například hodnota 87 % celkově spokojených cestujících. [32]

Dalším příkladem využívání marketingu k propagaci spokojenosti cestujících je společnost VINCI Airports. Na svých internetových stránkách prezentuje informace o důležitosti spokojenosti cestujících na jejich letištích. Spokojenost cestujících uvádí jako absolutní prioritu a zmiňuje hodnotu 95,5 % spokojených zákazníků. [33]

I když společnost VINCI Airports propaguje svou orientaci na potřeby zákazníků a cestující tak nabývá předem dojmu (očekávání) velmi vstřícného postoje, není možné obě uváděné hodnoty reálně srovnávat. První zmíněný výzkum byl proveden dohledovým orgánem a je možné ho spíše považovat za objektivnější, bez snahy vylepšovat výsledky. Pro bližší a relevantní srovnání výsledků by musel být shodný vzorek cestujících, měřené období, proškolenost zaměstnanců i podobnost otázek. Shrnutím je možné konstatovat, že srovnávání výsledků mezi letišti je důležité, ale musí se věnovat zvýšená pozornost věrohodnosti a srovnatelnosti dat.

Ústní dotazování je dalším možným způsobem, jak odhalovat příčiny nespokojenosti a možná zlepšení na letišti. Zkušený zaměstnanec může krátkým rozhovorem s úzkou skupinou vybraných cestujících zjistit rychleji mnohdy i cennější informace, než pomocí rozsáhlého výzkumu dotazníky. Existuje jednak způsob dotazování předem připravených otázek, ale také náhodné rozhovory s cestujícími a zjišťování jejich

konkrétních potřeb a přání. Tento způsob je efektivní například pro odhalování nedostatků v procesu odbavení, které nejsou pro odpovědné pracovníky na první pohled dobře identifikovatelné.

Pozorování jednotlivých procesů přináší také rychlé odhalování nedostatků. Zkušený pozorovatel je schopen například na základě pozorování chování cestujících zjišťovat případné nesoulady mezi očekáváním cestujících a poskytovanými službami. Následným zjištěním problému a jeho specifikací se může předcházet opětovnému opakování.

Otevřené zdroje patří mezi zajímavé zdroje informací. Jedná se například o veřejně přístupné internetové diskuse na sociálních sítích, nebo stránkách k tomuto problému vyhrazených. Zjistit se dají jak přednosti daných letišť, tak jejich nedostatky. Po zvážení relevantnosti takovýchto neověřených dat je možné i na jejich základě přijímat nápravná opatření. Mezi nejznámější internetové portály zabývající se touto problematikou patří například SKYTRAX. Při analýze příspěvků k letišti Václava Havla Praha bylo zjištěno, že cestující jako negativní zmiňují například vysoké ceny, nevhodnou otevírací dobu restaurací v neveřejné části letiště v nočních hodinách, nedostatečný počet tratí bezpečnostní kontroly v provozu a dlouhé fronty [34]. Je také vhodné sledovat posun názorů v čase. Komentáře z posledního období hodnotí proces bezpečnostní kontroly mnohem pozitivněji.

Stížnosti a náměty cestujících (zaměstnanců) jsou také důležitým zdrojem informací. Při propracovaném systému hlášení stížností zákazníků je možné monitorovat nedostatky v provozu. Určitá část nespokojenosti cestujících spočívá v jejich neznalosti práv a povinností v procesu odbavení. Na SKYTRAXu se od cestujících uvádí negativní hodnocení například i kvůli zabaveným tekutinám zakoupeným přímo na letišti. Z této problematiky je možné přiřadit záležitost na decentralizovaný systém bezpečnostní kontroly používaný například na Terminálu 1 letiště Václava Havla Praha. Z příspěvku cestujícího je patrné, že nebyl dostatečně obeznámen s problematikou kontroly tekutin. Přesto je i v takovémto příkladu možné hledat nedostatky na straně letiště. Při aplikování proaktivního přístupu k cestujícím, by byla problematika vysvětlena například pomocí informování ještě před příjezdem na letiště, nebo prodávajícím personálem v obchodě. Pokud by se dostal neinformovaný cestující s nepovoleným množstvím tekutin až na stanoviště bezpečnostní kontroly, i zde mohl

lépe zafungovat lidský faktor a cestujícím vhodným způsobem vysvětlit celou problematiku. Takto získaná informace může poukazovat na možný nedostatek v oblasti informování o přepravě tekutin a je vhodné jí ověřit v reálném provozu.

Potřeba se vyjádřit k aktuálnímu dění by měla být ze strany letiště cestujícím umožněna zejména v místech vyššího stresového zatížení cestujících. Takovým místem je například stanoviště bezpečnostní kontroly. Cestující by měli mít možnost vyjádřit své pocity formou stížnosti nebo i pochvaly. Pokud cestující uvidí, že je jeho problém řešen a není zaměstnancům lhostejný, nemusí jeho případná negativní zkušenost nabývat vysokých hodnot. Při vhodném jednání a vystupování zaměstnance, kterému cestující předává negativní (pozitivní) zkušenosti, může být dokonce u cestujícího zachována vysoká úroveň spokojenosti. Jedním z možných pomocných řešení je například zařízení zaznamenávající počet stisknutých tlačítek odpovídající spokojenosti zákazníka. Tento jednoduchý způsob může v krátké době signalizovat výkyvy spokojenosti na konkrétních stanovištích.

3.4 Spokojenost cestujících – ovlivňování spokojenosti

Aby mohlo letiště ovlivňovat spokojenost cestujících, musí jim nejprve v dostatečné míře porozumět. Po důkladné analýze by mělo znát odpovědi na nejrůznější otázky ohledně demografického složení cestujících, jejich potřeb a přání. Takové poznatky je možné využít nejen ke zvyšování spokojenosti, ale také ke zvyšování příjmů letiště. Klíčovým faktorem je zobecnění jednotlivých potřeb zákazníků a vytvoření skupin cestujících. Seskupování cestujících může být pro jednotlivé části procesu odbavení odlišné. Nejprve se musí specifikovat významné body v odbavovacím procesu, kde může docházet k logickým změnám skupin cestujících.

3.4.1 Ovlivňování spokojenosti – rozdělení odbavovacího procesu

Příjezd na letiště je první úsek, na kterém je možné názorně ukázat rozdílnost potřeb jednotlivých cestujících. Z pohledu spokojenosti se cestující rozdělí do několika skupin vzniklých na základě odlišných potřeb. První rozdělení se může zabývat tím, zda se cestující dostavil na letiště sám, nebo s doprovodem. Další rozdělení bude podle druhu využití dopravy. Pro cestující využívající služeb MHD se musí vybudovat dostatečná a kvalitní infrastruktura informovanosti a prodeje jízdenek. Jiné potřeby mají cestující využívající taxislužeb. Někteří cestující se v této části procesu nezdržují. Jiní, například

kuřáci nebo cestující, kteří se loučí se svým doprovodem, zde mohou trávit i delší dobu. Zda jsou vytvořené podmínky v oblasti přednádraží a propojení letiště na návazné druhy dopravy dostatečné, může provozovatel ověřovat pomocí zjišťování spokojenosti cestujících s touto částí odbavovacího procesu (dotazováním).

Úsek před kontrolou oprávněnosti vstupu cestujících do neveřejné části letiště zahrnuje veškeré procesy od vstupu do budovy terminálu až po příchod na toto stanoviště. V tomto úseku cestující využívají například odbavovací přepážky, navštěvují restaurace nebo vyhlídkové terasy. Potřeby jednotlivých skupin cestujících se opět budou odlišovat podle mnoha kritérií. Jedním z nich je například, zda cestující využívá služby odbavovacích přepážek, samoodbavovacích kiosků, elektronických palubních vstupenek a podobně.

Úsek za bezpečnostní kontrolou následuje po provedení bezpečnostní kontroly cestujících. V této fázi má cestující maximální jistoty a míra stresu klesá. Z tohoto důvodu by mělo být toto stanoviště odděleno od zbytku SRA zóny. Čím více spokojení cestující budou, tím více budou využívat nabízených služeb v této části letiště. Toto je také jeden z důvodů, proč je výhodné, aby cestující trávili volný čas spíše v SRA zóně, než ve veřejné části letiště.

Cestující se zde budou opět dělit do různých skupin. Může se jednat například o rodiny s malými dětmi, obchodní cestující nebo starší cestující. Každá skupina má odlišné přání a požadavky. Tyto požadavky by měly být podrobně zanalyzovány a v provozu terminálu zohledněny. Rozdělení může také probíhat na základě cestujících směřujících do jednotlivých destinací a rozdílnosti v jejich potřebách na letišti. Jednotlivé skupiny cestujících se mohou také určitým způsobem řídit z hlediska jejich polohy. Dobrovolnou formou se mohou skupiny od sebe například oddělovat, aby se cítili v prostoru terminálu lépe a spokojeněji. Tím je také umožněno nabídnout konkrétnější a lépe zaměřené komerční produkty. Terminál je tedy možné rozdělit na části, které budou nabízet služby zaměřené na určité skupiny cestujících. Konkrétně se může jednat o část terminálu zaměřeného na rodiny s malými dětmi. Zde jim bude nabídnuto dostatečně prostorné a zajímavé dětské hřiště, obchody s hračkami, restaurace s dětskými jídly a podobně. Pro využití maximálního potenciálu atmosféry letiště zde mohou být volně umístěny hračky ke hraní a k prodeji zaměřené na leteckou dopravu. Poskytována by zde mohla být i služba krátkodobého hlídání dětí, aby dospělí cestující

mohli volný čas před odletem trávit například nakupováním v obchodech. Pro malé děti je vhodné vytvoření programu, který je může provázet celým odbavovacím procesem.

Například na letišti Václava Havla Praha byl v minulých letech vytvořen interaktivně zábavný program pro cílovou skupinu dětských cestujících „Pan Včelka“ [35]. V případě zvýšeného zaměření na potřeby jednotlivých skupin cestujících by bylo vhodné tento program dále rozvíjet.

Další rozdělení by mohlo být na cestující využívající služeb charterových, klasických a nízkonákladových společností. Cestující je také možné rozdělit podle zájmu o prodávané předměty nebo nabízené služby. Monitorováním a vyhodnocováním chování cestujících podle jednotlivých letů (destinace, letecké společnosti a podobně) je možné získat poznatky vedoucí k efektivnějšímu fungování komerční zóny letiště. Motivací pro zavádění obdobných aktivit je zvýšení celkové prestiže letiště, spokojenosti zákazníků a zvýšení příjmů.

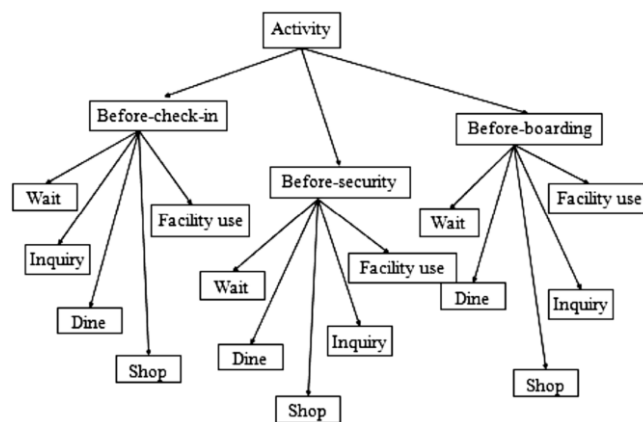
Stanoviště bezpečnostní kontroly umožňuje rozdílný přístup k odlišným potřebám cestujících především na základě příchozích intenzit cestujících. Pokud stanovištěm celkově prochází nízké počty cestujících, vytváří větší množství specializovaných míst pro kontrolu rozdílných skupin cestujících nebezpečí nedostatečného využití výhod, které centralizované stanoviště nabízí. Řešením tak může být například přizpůsobení některých tratí potřebám určitých skupin cestujících. Pro rodiny s malými dětmi a kočárky, nebo handicapované cestující na vozíčku, je vhodné zvětšit určitým způsobem prostory stanoviště tak, aby jim byl v této části umožněn dostatečně komfortní pohyb. Na kontrolu vnášených předmětů mohou být i rozdílné požadavky spočívající například v kontrole rozměrnějších zdravotních pomůcek. Může tak vznikat potřeba rozměrnějších rentgenových zařízení. Na ostatních stanovištích mohou být využity menší rentgenová zařízení. Zároveň na tyto přizpůsobené tratě bezpečnostní kontroly mají volný přístup i ostatní cestující. Tím je zajištěné dostatečné efektivní využití.

Pokud se stanoviště bezpečnostní kontroly alespoň v některých částech neupůsobí s ohledem na rozdílné potřeby, jsou cestující nuceni procházet unifikovanou bezpečnostní kontrolou. Bezpečnostní standardy musí být pro cestující stejné. Přístup, s jakým se tyto standardy u cestujících vykonávají, by měl dostatečně zohledňovat schopnosti jednotlivých cestujících tímto procesem procházet a nevyvolávat u nich

dodatečné stresové zatížení. Další možné rozdělení je na charterové a často létající cestující, dostatečně a nedostatečně informované cestující a podobně.

3.4.2 Ovlivňování spokojenosti – analýza činností cestujících

Tato podkapitola se zabývá analýzou činností cestujících v odbavovacím procesu. Možné aktivity cestujících jsou ovlivněny především uspořádáním terminálu, nabídkou činností v konkrétních částech procesu odbavení a cenou nabízených služeb. Každé letiště by mělo mít přehled o chování cestujících v budově terminálu a využívání jejich volného času.



Obr.: 42 Teoretické rozdělení činností cestujících
(Zdroj: [36])

Jedním z příkladů takového výzkumu je studie provedená na univerzitě Mississippi State University v USA publikovaná v roce 2014 [36]. V této studii byly činnosti cestujících („Activity“) rozděleny do šesti kategorií. První kategorií jsou povinné aktivity („Mandatory“), které zahrnují „Check-in“ (odbavení na odbavovacích přepážkách), „security check“ (bezpečnostní kontrolu) a „boarding“ (nástup na palubu letounu). Činnosti cestujících jsou rozdělné do časových úseků před (anglicky „before“) zmíněnými povinnými aktivitami. Rozdělení činností je pak znázorněno na obrázku (Obr.: 42). Druhou kategorií je dotazování („Inquiry“), které probíhá prostřednictvím pokládání otázek cestujícími, nebo hledání informací u informačních přepážek, na monitorech a podobně. Třetí kategorií je občerstvování („Dine“), které zahrnuje stravování a nakupování v restauracích, kavárnách, prodejnách automatech atd. Čtvrtou kategorií je nakupování („Shop“). Předposlední kategorií je čekání („Wait“), které nezahrnuje dobu strávenou ve frontách. Jedná se o trávení volného času sezením, procházením se, používání elektronických zařízení a podobně. Poslední šestou kategorií

je využívání zařízení („Facility use“). V rámci této kategorie cestující využívají toalety a jiné služby poskytované na letišti (například bankomaty). [36]

Studie se dále zabývá statistickým výzkumem, kde jsou vyhodnocovány základní informace o cestujících, důvodech cesty a dalších oblastech, zejména pak i činnostmi cestujících během odbavovacího procesu. Ve výsledku rozděluje aktivity cestujících podle několika kritérií. Jedná se například o porovnání častějších a méně častých aktivit vzhledem k části odbavovacího procesu. Jednotlivým kategoriím jsou také přiřazeny nejčastější úseky, kdy se aktivity odehrávají. Tyto výsledky se však budou odlišovat v závislosti na konkrétních dispozicích letiště a základním zvoleném konceptu provozu terminálu. [36]

3.4.3 Ovlivňování spokojenosti – změna stresové zátěže

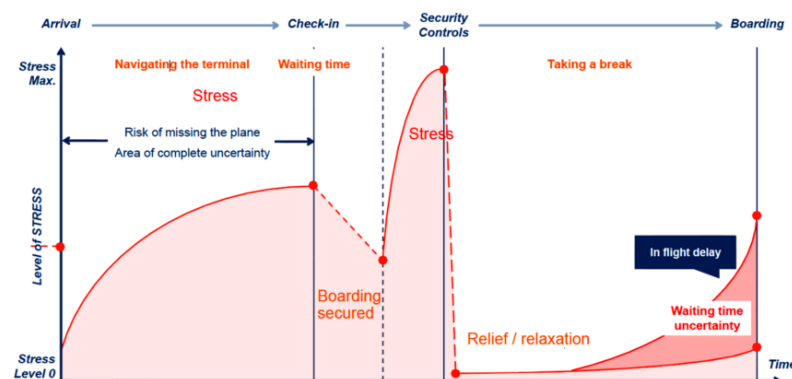
Na spokojenost cestujících má také vliv stres. Definic stresu existuje velmi mnoho. Jedna z nich definuje stres jako „stav organismu, který je obecnou odezvou na jakoukoliv výrazně působící zátěž, ať už tělesnou, nebo duševní“ [37]. V letecké dopravě je určitá míra stresu u cestujících vyvolána jako reakce ze strachu a úzkosti. Vnímání stresu se u různých cestujících bude odlišovat. Často létající cestující mohou vlivem zkušeností stres z cestování leteckou dopravou lépe zvládat.

Stres je také spojen s informovaností cestujících a jejich jistotami. Na základě cíleného dotazování a zjišťování zkušeností je možné odhadnout následující vývoj stresu u cestujících. Méně zkušené cestující, například na charterových letech, může ovlivňovat stres z cestování více jak jeden den před odletem. Stres bude převážně způsoben nejistotami a obavami z dopravy na letiště, úspěšného procesu odbavení, samotného letu a po příletu dopravou do cílové destinace (a případně ubytováním).

Obavy o včasný příjezd na letiště jsou způsobeny například dopravními zácpami, poruchou dopravního prostředku, orientací na příjezdu, nalezením volného parkovacího místa a podobně. Po úspěšném příjezdu nastupuje stres z hledání odbavovací přepážky, kontroly potřebných dokladů a jiných náležitostí. Někteří cestující se obávají také vhodného přiřazení sedadel (např. zda dostane rodina místa vedle sebe). Nedostatečné značení na letišti také může způsobovat špatnou orientaci a nárůst stresového zatížení. V další fázi cestující prochází kontrolou oprávněnosti vstupu a bezpečnostní kontrolou. Tato část je pro cestující po psychické stránce velmi náročná. Jsou na ně kladeny

zvýšené nároky na spolupráci a dostávají se do nepříjemných situací. Po překonání bezpečnostní kontroly ještě cestující vyhledávají konkrétní místa určená pro nástup na palubu letounu. Po jejich nalezení a ujištění se, že jsou ve správný čas na správném místě, míra stresové zátěže velmi klesá. Jistoty cestujícího dosahují v této části maximálních hodnot. Po dobu čekání se udržuje nízká hladina stresové zátěže, která se opět začne zvyšovat krátce před očekávaným nástupem na palubu. Tento nárůst stresu je již přiřazován očekávání příchodu na palubu letounu a letu samotného. Za stanovištěm bezpečnostní kontroly je tak možné vyzorovat poměrně ostrou hranici vzhledem ke stresové zátěži cestujících.

Na konferenci Passenger Terminal EXPO 2015 pořádané v Paříži představil Erick Bouraï mimo jiné závislost úrovně stresu cestujících na průchodu odbavovacím procesem (Obr.: 43) [38].



Obr.: 43 Průběh úrovně stresu cestujících během procesu odbavení (Zdroj: [38])

V grafu je na vodorovné ose čas a na svislé ose úroveň stresu cestujících. První část znázorňuje období před příchodem k odbavovacím přepážkám („Check-in“). Prostřední část vyjadřuje časové rozmezí mezi odbavovací přepážkou a stanovištěm bezpečnostní kontroly („Security Controls“). V poslední části je naznačena doba čekání na nástup na palubu („Boarding“). Nejvýznamnější je časový úsek bezprostředně za bezpečnostní kontrolou, kde dochází k velkému poklesu úrovně stresu.

Od obecně popsaného modelu stresové zátěže se různí cestující odlišují. Příkladem mohou být starší cestující se zhoršenou schopností samostatné orientace na letišti. Ve veřejné části terminálu mohou mít doprovod, který jim pomáhá s navigací a formálními náležitostmi odbavení. Jejich stresová zátěž narůstá až při příchodu do neveřejné části letiště, kde dochází k jejich osamostatnění.

4 Zásady pro návrh a provozování terminálů

Tato kapitola se zabývá problematikou vytváření návrhů provozního uspořádání terminálu a zkoumá efektivní využití kapacity odbavovacího procesu. Jedná se především o definování kapacity terminálu, zkoumání toku cestujících a jeho efektivní řízení. Pro optimální nastavení procesů je možné využít teorii hromadné obsluhy prostřednictvím modelování reálných procesů simulačními nástroji. Vhodné jsou především nástroje využívající pro modelování metody Monte Carlo.

4.1 Kapacita terminálu

Pokud jsou známy požadavky, které má terminál pro letiště zajišťovat, je možné určit základní provozní koncepci terminálu a vybrat jeho neoptimálnější stavební uspořádání. V současné době je trendem maximální využití prostoru pro komerční účely. Letiště nemá k výstavbě neomezený prostor ani finance. Budova by tak měla být co možná nejmenší, zároveň ale musí zajistit požadované činnosti ve stanovené kvalitě. Úroveň služeb se dá hodnotit mnoha kritérii. V letecké dopravě je jednou z používaných možností, kterou je vhodné zmínit v souvislosti s plánováním rozměrů budovy terminálu, hodnocení volného prostoru na cestujícího v různých částech procesu odbavení. Výsledný architektonický návrh pak potřebné rozměry může stanovit na základě známých požadovaných rozměrů na cestujícího. Problém ale nastává v okamžiku specifikování počtu cestujících a počtu potřebné infrastruktury v rámci odbavovacího procesu. Tuto oblast je možné souhrnně považovat za kapacitní problematiku.

4.1.1 Statická kapacita

Obecně kapacita značí schopnost něco pojmout, nebo obsáhnout [18]. Fyzikální přírjem je možné najít u elektrické kapacity, kde se jedná o charakteristickou schopnost kondenzátoru pojmout elektrický náboj. Čím větší je kapacita, tím větší množství náboje je schopný pojmout. Kondenzátorů existuje velké množství, jejich vhodnost použití se odlišuje podle konkrétního účelu.

Analogicky je možné uvažovat nad kapacitou letiště. V základní rovině udává kapacita maximální možný počet osob nebo věcí ve sledovaném objektu, nebo jeho části.

Příkladem je kapacita parkovacích míst na letišti, která udává celkový počet parkovacích míst. Dále je možné sledovat kapacitu jednoho konkrétního parkoviště, nebo rozdělené kapacity pro krátkodobé a dlouhodobé stání. Kapacita tak odpovídá na základní otázku typu kolik vozidel může na letišti parkovat, kolik cestujících může být v odletové hale a podobně.

Praktické využití znalosti kapacity v provozu je například v přehledu obsazenosti parkovišť. Pokud má parkoviště kapacitu 100 vozidel a momentálně na něm parkuje 40 vozidel, z poměru počtu aktuálně parkujících vozidel a kapacity parkoviště se zjistí aktuální obsazenost ($0,4 = 40\%$). Další praktické využití je v průměrných hodnotách, například průměrná roční obsazenost, průměrná obsazenost v konkrétním měsíci nebo ve špičkových hodinách a podobně.

Jeden z hlavních účelů elektrických kondenzátorů je hromadění elektrické energie. Tohoto jevu se prakticky využívá například při uvolnění energie v požadovaný čas. Dalším využitím je možnost žádoucího ovlivňování extrémů napětí, a tím rovnoměrnější průběh elektrického proudu (při paralelním zapojení).

V procesu odbavení cestujících se podobných kapacitních efektů využívá při hromadění cestujících před aktivními prvky v systému. Aby mohl systém efektivně fungovat, musí mít aktivní prvky dostatečnou kapacitu vyčkávacích míst (fronty). Efektu uvolnění nahromaděné energie (v tomto případě čekajících cestujících) se využívá například při nástupu na palubu letadla. Pokud by nebyla v odbavovacím procesu zajištěna dostatečná kapacita vyčkávacích míst, musel by systém, aby byl stejně efektivní, fungovat na základě předem daných časových intervalů bez jakýchkoliv zpoždění. Seběmenší zpoždění by znamenalo nečinnost navazujících částí odbavovacího procesu. Ve stejné logice jako u průběhu elektrického proudu se tak tímto efektem zajišťuje rovnoměrnější průběh odbavovacího procesu.

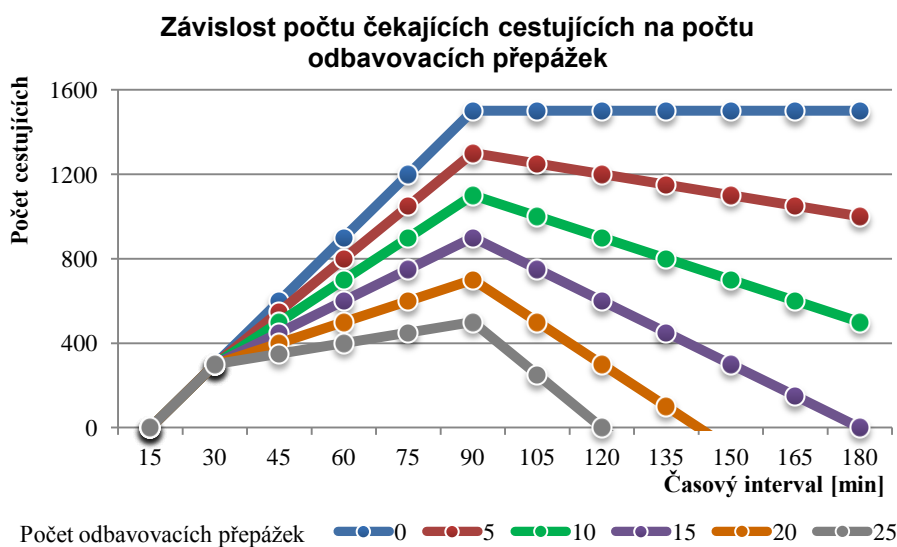
Takto definovaný pojem kapacity má přímou souvislost s rezervoáry v odbavovacím procesu, které jsou popsány v podkapitole 2.3.9. Další velice důležitou součástí odbavovacího procesu je časový rozměr, který z něj vytváří dynamický proces.

4.1.2 Dynamická kapacita

Statika se zabývá hmotnými tělesy v relativním klidu. Dynamika se navíc zabývá také jejich pohybem. Dříve definovaná kapacita se zaměřuje na maximální možné počty cestujících (vozidel apod.) v určitém prostoru. Je jí tak možné považovat za statickou kapacitu. Na jiný typ otázek, například jaký počet vozidel může projet za hodinu, kolik cestujících je letiště schopné odbavit za den, nebo kolik letadel přistane za rok, odpovídá jiný druh kapacity. Spočítá se jako počet osob (věcí), u kterých se vyskytne sledovaný jev za určitou časovou jednotku. Tento druh kapacity je pak možné označit za dynamickou kapacitu.

Rozdíl mezi statickou a dynamickou kapacitou je velmi důležitý. Pokud jsou známy požadavky, které jsou na letiště, nebo budovu terminálu kladeny, vzájemnou kombinací zajištění dostatečné statické a dynamické kapacity je možné zajistit požadované procesy odbavení cestujících.

Na následujícím ilustrativním příkladu jsou v ideálních podmínkách demonstrovány možnosti kombinování statické a dynamické kapacity. Na letiště přijede pět vlaků po patnácti minutách. Každý vlak přiveze 300 cestujících. Odbavovací přepážka je schopná odbavit v průměru 40 cestujících za hodinu. Na obrázku (Obr.: 44) je graficky znázorněn vývoj počtu čekajících cestujících v závislosti na počtu odbavovacích přepážek.



Obr.: 44 Závislost počtu čekajících cestujících na počtu odbavovacích přepážek

V prvním úseku není v budově terminálu žádný cestující. V dalším časovém úseku přichází prvních 300 cestujících. Ve třetím úseku vstoupí dalších 300 cestujících a zároveň začíná odbavování. Na konci šestého úseku (odpovídá jedné a půl hodině) vstoupilo do budovy terminálu všech 1500 cestujících. Na ilustrativním příkladu je názorně ukázáno, jakým způsobem dynamická kapacita (spojená s počtem odbavovaných cestujících v 15 min intervalu) ovlivňuje statickou kapacitu (spojená s počtem cestujících, kteří se vejdou do budovy). Potřebná minimální statická kapacita odbavovací haly se pohybuje u zvoleného příkladu v rozmezí 500 až 1500 cestujících.

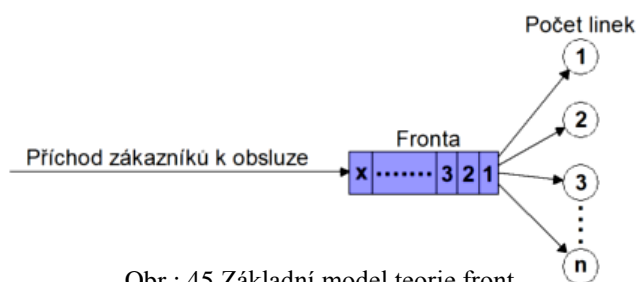
V letecké dopravě je také nutné uvažovat časové omezení vyplývající z doby odletu letadla. Pro letoun s kapacitou 180 sedadel se má cestující obvykle dostavit na odbavení přibližně 2 h před odletem. Pokud budeme uvažovat dobu potřebnou pro odbavení všech cestujících na odbavovacích přepážkách 1,5 h, vychází potřeba 3 odbavovacích přepážek na jeden let. V okamžiku, kdy jsou známy základní hodnoty a podmínky, je možné stanovit na podobném uvažování první zjednodušené modely terminálu a procesu odbavení cestujících.

4.2 Teorie hromadné obsluhy

Teorie hromadné obsluhy (teorie front) je odvětví aplikované matematiky. Zabývá se zkoumáním činnosti systémů, ve kterých dochází k opakovanému výskytu posloupnosti operací. Vznik a okamžik výskytu takových operací bývá náhodný. Cílem je specifikování závislostí mezi charakterem vstupu požadavků, produktivitou linek a efektivností obsluhy. [39]

4.2.1 Teorie hromadné obsluhy – základní pojmy

Intenzita vstupního toku λ vychází ze vstupního toku (cestujících). Vstupní tok popisuje zákonitosti vzniku a příchodu požadavku. Intenzitu získáme jako střední hodnotu počtu vstupujících zákazníků za časovou jednotku. [40]



Obr.: 45 Základní model teorie front

Příkladem intenzity vstupního toku může být příchod cestujících na klasické odbavovací přepážky. Cestujících například přichází v průměru 640 za hodinu. Intenzita vstupního je potom rovna $\lambda = 640$ cestujícím za hodinu. Na obrázku (Obr.: 45) je intenzita vstupního toku znázorněna jako příchod zákazníků k obsluze.

Intenzita obsluhy μ je střední počet zákazníků obslužených jednou linkou. Uvažují se hodnoty, kdy je linka zcela vytížená. [40]

Jako příklad je možné uvést průměrný počet 40 odbavených cestujících za hodinu na jedné odbavovací přepážce. Intenzity obsluhy je pak rovna $\mu = 40$ cestujících za hodinu. Na obrázku (Obr.: 45) je intenzita obsluhy vyjádřena počtem obslužných linek.

Intenzita provozu ρ je základní charakteristikou celého systému. Spočítá se jako podíl intenzity vstupního toku a intenzity obsluhy. [40]

Intenzita provozu modelového příkladu při použití osmnácti odbavovacích přepážek je potom rovna:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{640}{18 \cdot 40} \cong 0,89 \quad (1)$$

Frontový režim charakterizuje pořadí obslužení zákazníků v okamžiku vzniku front. Využívá se v případě, kdy nemohou být zákazníci hned obsluženi. Existuje více režimů. Mezi nejčastější patří FIFO („First In – First Out), během kterého se řadí zákazníci do fronty v pořadí, v jakém přišli. Nadstavbou pro tuto variantu je režim P-FIFO („FIFO with Priorities“). V tomto režimu dělíme zákazníky na minimálně dva typy. Zákazníci s přiřazenou vyšší prioritou jsou obslužováni přednostně. Dalším režimem je LIFO („Last In – First Out), kde jsou zákazníci obslužováni v opačném, než příchozím pořadí. První příchozí je zde obslužen jako poslední a poslední příchozí naopak jako první. Režim SIRO („Search in Random Order“) vybírá zákazníky náhodně a režim SJF („Shortest Job First“) prioritně obsluhuje požadavky s předpokládanou nejkratší dobou obsluhy. [40]

V letecké dopravě je příkladem frontového režimu FIFO například fronta na klasických odbavovacích přepážkách. Cestující vyčkávají na odbavení přesně v takovém pořadí, v jakém se dostaví. P-FIFO režim se může využívat například při nástupu cestujících na

palubu, kdy je cestujícím ve vyšších třídách umožněn přednostní nástup kdykoliv dle jejich uvážení. Takový cestující je odbaven přednostně bezprostředně při svém příchodu. LIFO frontový režim se v běžném procesu odbavení cestujících nevyskytuje. Jeho výhodné použití je například ve skladech. Na letišti se s tímto režimem můžeme setkat při manipulaci se zapsaným zavazadly. SIRO režim nemůže být na cestující uplatňován v žádném okamžiku procesu odbavení. U cestujících se musí dodržovat spravedlivé chování a rovný přístup (tedy režim FIFO nebo P-FIFO) tak, aby nebyla negativně ovlivněna jejich spokojenost.

SJF režim by teoreticky mohl mít širokou využitelnost v celém procesu odbavení. Pokud cestující z jakéhokoliv důvodu neprojde plynule například přes bezpečnostní kontrolu (zapomenutý kovový předmět u člověka, nedovolený předmět v zavazadle) zdržuje v režimu FIFO i všechny za ním čekající cestující. Pro jejich vyšší komfort odbavení by tak bylo výhodnější využít režimu SJF, kdy by cestující vyžadující více času byli odbaveni až po odbavení bezproblémových cestujících. Při aplikaci tohoto režimu je možné předpokládat výslednou dobu odbavení (bezpečnostní kontrola, odbavovací přepážky, reklamace apod.) přibližně stejnou, jako při režimu FIFO. Rozdíl je však v počtu odbavených cestujících v závislosti na čase. Kumulativní křivka počtu cestujících v závislosti na čase by velmi rychle nabyla vysokých hodnot % odbavených cestujících. Při použití SJF režimu by více zákazníků mohlo trávit delší čas například nakupováním, než vyčkáváním ve frontách. Důvodem, proč není možné běžně použít SJF režim v odbavovacím procesu, je nemožnost přiřazení doby odbavení jednotlivým cestujícím v okamžiku vzniku fronty. Příkladem možného využití tohoto režimu je paralelní přípravný proces cestujících na bezpečnostní kontrolu. V takovém případě probíhá paralelní odkládání předmětů a přípravy RJ u několika cestujících zároveň. V procesu bezpečnostní kontroly pokračuje cestující, který je nejdříve připravený. Takovýto projekt je například rozvíjen na nizozemském letišti Amsterdam Airport Schiphol [41].

4.2.2 Teorie hromadné obsluhy – Kendallova klasifikace

Kendallova klasifikace vnáší do systémů hromadné obsluhy systematický přístup a možnost základního roztřídění těchto systémů. Pro klasifikaci se dnes po jejím rozšíření používá pět znaků A/B/C/D/E. První znak A popisuje vstupní tok požadavků do systému, B značí hustotu rozdělení délky obsluhy, C počet obslužných linek,

D omezení délky fronty a E frontový režim. První dva znaky většinou charakterizují náhodné veličiny zadané distribuční funkcí. K popisu se používají písmena s předem stanoveným významem. Písmeno M například značí Poissonův proces příchodů a exponenciální rozložení doby obsluhy. D vyjadřuje pravidelné příchody a konstantní dobu obsluhy, G rozložení, kdy nemáme žádné předpoklady o procesu příchodů resp. jakékoliv rozložení doby obsluhy. Počet obslužných linek a maximální počet zákazníků ve frontě se vyjadřuje číselně. [40]

Stanovení popisu systému hromadné obsluhy bude ukázáno na příkladu odbavovací přepážky. První klasifikační pozice popisuje intenzitu vstupního toku λ . U příchodu na odbavení se předpokládá, že zákazníci pochází z množiny vzájemně nezávislých uživatelů (například odlišné způsoby příjezdu na letiště a podobně). Nejužívanějším modelem vstupního toku je Poissonovský tok, který je ordinární (nenastanou dvě události současně), homogenní (v čase neměnný proces) s nezávislými přírůstky [40]. Problematika příchodu cestujících v letecké dopravě je ovlivněna rozdílností v denních změnách intenzity příchozích cestujících (kapitola 4.4) a průběhu počtu odbavených cestujících během roku.

Jedno z možných řešení proměnlivých hodnot vstupních intenzit je například předpokládat nehomogenní Poissonovský tok příchozích cestujících s okamžitou intenzitou vstupního toku závislou na čase $\lambda(t)$ [42]. Druhá pozice Kendallovy klasifikace obsahuje základní informaci o průběhu obsluhy. Markovovským řetězcem je v systému hromadné obsluhy označován takový řetězec, který má vstup v Poissonovském toku a délka obsluhy je exponenciální náhodná veličina [40]. Pro uváděný příklad se však uvažuje všeobecné rozložení doby obsluhy s časově nezávislým parametrem intenzity obsluhy μ , dále se předpokládá neomezená délka fronty a v čase proměnlivý počet obslužných linek [42]. Výsledný zápis Kendallovy klasifikace pro popsany systém odbavovacích přepážek s jednou frontou v režimu FIFO je pak $M(t) / G / C(t) / \infty$.

Jinou možností, jak velmi přibližně popsat systém hromadné obsluhy na odbavovacích přepážkách je rozdělení celé doby odbavení na kratší časové úseky. V rámci těchto úseků se hodnoty budou považovat za konstantní (na čase nezávislé). Použití této možnosti bude v další podkapitole ukázáno na následujícím ilustrativním příkladu odbavení letounu A319.

4.2.3 Teorie hromadné obsluhy – výstupní parametry

Jaké základní výstupní parametry využití teorie front může nabízet, bude ukázáno na následujícím příkladu. Počáteční hodnoty jsou zjednodušené a upravené pro potřeby výpočtu. Některé hodnoty byly stanoveny s ohledem na publikovanou práci [42] profesora Raika Stolletze (University of Mannheim, Německo), ve které se zabývá analýzou front cestujících v letištním terminálu.

Zadání příkladu: zcela obsazený letoun A319 pro 156 cestujících je odbavován na dvou přepážkách ($n = 2$). Každá odbavovací přepážka odbaví v průměru 60 cestujících za hodinu s exponenciálním rozložením doby obsluhy. Dvuhodinový odbavovací úsek je rozdělen na čtyři půlhodinové intervaly. Příchod cestujících odpovídá v jednotlivých intervalech Piossonovskému toku. Procentuální rozložení příchozích cestujících je následující – v prvním intervalu přijde 9,7% cestujících, ve druhém 25%, ve třetím 36,5% a v posledním 28,8%. Pro každý interval je možné předpokládat následující Kendallovu klasifikaci systému: $M / M / 2 / \infty$ ve frontovém režimu FIFO. Následující vzorce jsou převzaté z odborných učebních materiálů [40]. Níže uvedený konkrétní výpočet je pro třetí časový interval.

$$\lambda = \frac{\text{příchozí cestující}}{\text{časové období}} = \frac{57}{30} = 1,9 \quad (2)$$

$$\mu = \frac{\text{odbavení cestující}}{\text{časové období}} = \frac{30}{30} = 1 \quad (3)$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1,9}{1} = 1,9 \quad (4)$$

$$\rho_n = \frac{\lambda}{n\mu} = \frac{1,9}{2 \cdot 1} = 0,95 \quad (\rightarrow \text{ systém je stabilizovaný}) \quad (5)$$

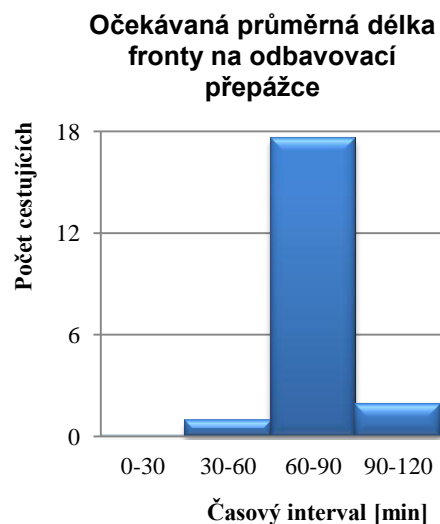
$$\begin{aligned} p_0 &= \left(\sum_{k=0}^{n-1} \rho^k \frac{1}{k!} + \frac{n(\rho)^n}{n!(n-\rho)} \right)^{-1} = \left(1,9^0 \frac{1}{1!} + 1,9^1 \frac{1}{1!} + \frac{2(1,9)^2}{2!(2-1,9)} \right)^{-1} = \\ &= (1 + 1,9 + 36,1)^{-1} = 39,805^{-1} = 0,025641 \end{aligned} \quad (6)$$

$$p_n = p_0 \rho^n \frac{1}{n!} = 0,025641 \cdot 1,9^2 \cdot \frac{1}{2!} = 0,046282 \quad (7)$$

$$E[F] = \frac{p_n \rho_n}{(1 - \rho_n)^2} = \frac{0,046282 \cdot 0,95}{(1 - 0,95)^2} = 17,59 \quad (8)$$

$p_k(t)$ vyjadřuje pravděpodobnost, že je v čase t v systému k zákazníků. Výsledná hodnota $E[F] = 17,59$ je průměrný počet zákazníků ve frontě (průměrná délka fronty). Průměrný počet zákazníků ve frontě je tak jeden z možných výstupních parametrů, které je možné výpočty získat.

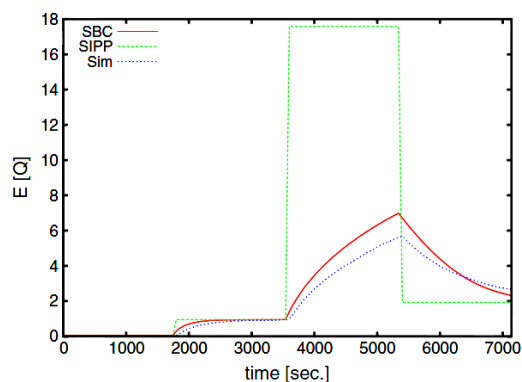
Mezi další parametry patří počet zákazníků v systému, pravděpodobnost, že je v určitém čase v systému zákazník, počet obsazených linek, doba čekání náhodného cestujícího ve frontě, doba strávená náhodným cestujícím v systému a podobně. Další užitečnou rovnici popisují Littleho vztahy, které dávají za určitých podmínek (systém s neomezeným zásobníkem a homogenním vstupem) do souvislosti intenzitu vstupního toku λ , střední počet požadavků ve frontě $E[F]$ a střední dobu čekání ve frontě $E[W]$. Přičemž platí vztah $E[W] = \lambda \cdot E[F]$. Pro uvedený příklad by odpovídala střední doba čekání ve frontě necelým 33 minutám. [40]



Obr.: 46 Očekávaná průměrná délka fronty na odbavovací přepážce

První časový interval zadaného příkladu má průměrnou délku fronty 0,03 cestujících, druhý 0,95 a poslední čtvrtý 1,93. Na obrázku (Obr.: 46) je graficky znázorněn výsledek pro čtyři počítané intervaly. Na obrázku (Obr.: 47) je srovnání výsledů stanovené délky front pro stejné zadání, ale s využitím různých metod. Zelená barva

odpovídá výše provedeným výpočtům a je srovnatelná s grafem na obrázku (Obr.: 46). Červená barva odpovídá výpočtům, které byly provedeny jinou metodou. Touto metodou se podrobně zabývá profesor Stolletz ve zmiňovaném výzkumu [42]. Třetí modrá barva znázorňuje průběh front zjištěný pomocí simulace. Při prostudování všech metod je patrné, že v systému hromadné obsluhy na odbavovacích přepážkách vznikají fronty, i když je dynamická kapacita odbavovacích přepážek v každém okamžiku vyšší, než příchozí intenzity cestujících.



Obr.: 47 Srovnání výsledků vypočtené délky front při použití různých metod (Zdroj: [42])

4.2.4 Teorie hromadné obsluhy – používané metody

Metody teorie hromadné obsluhy rozdělujeme v základním přiblížení na analytické a simulační. Výsledkem analytické metody je obecná funkce. Dává do souvislosti závislost vstupních a výstupních požadavků. Použití analytické metody bylo ukázáno v předchozí podkapitole při výpočtu očekávané průměrné délky fronty cestujících. Hlavní nevýhodou vedle výpočtové náročnosti je omezení použitelnosti jen na některé procesy. Pokud procesy neodpovídají předpokladům použitelnosti, musí se pro získání realistických výsledků použít simulační metody. U simulačních metod nahrazujeme systém vytvořeným modelem se stejnými pravděpodobnostními charakteristikami. [40]

4.3 Simulační metody teorie hromadné obsluhy

Simulační metody využíváme u složitých systémů, kde není možné použití analytického přístupu. Mezi hlavní výhody patří možnost studování celé dynamiky systémů, modelování nestandardních situací a podobně. [40]

Hlavní nevýhodou je nutnost velkého množství vstupních dat a finanční náročnost. Aby vytvořený simulační model odpovídal skutečnosti, musí se porozumět veškerým

principům a předpokladům obsažených v reálném systému. Nevýhodou jsou také značné nároky na schopnost práce se simulačními programy a potřebné znalosti například z oblasti statistiky. Při nesplnění těchto podmínek může dojít k chybám během sběru dat, nepřesné interpretaci výsledků nebo neodhalení chyb v procesu verifikace a kalibrace systému.

4.3.1 Simulační metody – deterministický a stochastický přístup

Definice systému existuje velké množství. Jeden z nejjednodušších přístupů říká, že systém je vše, co jako systém rozpoznáme. Od okolního světa by měl být systém určitým způsobem oddělitelný tak, aby mohl být jednoduše popsatečný. Model je zjednodušený obraz reálného systému. Příliš zjednodušený model nemusí vyhovovat požadavkům, které na něj klademe. Naopak model příliš podrobný je nepotřebně složitý a náročný na vstupní data. Při řešení konkrétního problému mohou existovat i mnohem jednodušší možnosti než vytváření simulačního modelu. Rozeznáváme dva základní přístupy k modelům – modely deterministické a stochastické.

Deterministické modely exaktně popisují danou situaci například rovnicí. Čistě deterministické modely poskytují na výstupu vždy stejné hodnoty. U stochastických modelů jsou vstupní parametry vyjádřeny jako náhodné veličiny. Například příchod cestujících bude vyjádřen pomocí vhodného statistického rozdělení podobně jako doba trvání obsluhy. Stochastický model poskytuje v každém opakování simulačního modelu různé hodnoty na výstupu. [43]

Obecně platí, že čím větší je rozptyl dat, tím vyšší hodnoty vychází pro délku fronty. Použití deterministickou hodnotu ve stochastickém systému je možné pouze v okamžiku, kdy se rozptyl blíží nulové hodnotě a je možné ho zanedbat.

4.3.2 Simulační metody – důvody použití

Efektivita provozu a spokojenost cestujících jsou témata, kterým se práce věnovala v předchozích kapitolách. Po základním seznámení s využitím teorie hromadné obsluhy v odbavovacím procesu je možné propojit efektivitu provozu a spokojenost cestujících právě jejím prostřednictvím. S využitím teorie hromadné obsluhy je možné získat informace, pomocí kterých se následně dá hodnotit efektivita provozu. Jedná se například o průměrné využití linek, efektivnost obsluhy požadavků a podobně. Naopak

spokojenosti cestujících se bude tato teorie dotýkat v oblasti délky front a času stráveného v procesu odbavení. Vznikají tak protichůdné požadavky na maximální využití linky (efektivita provozu) a minimální dobu strávenou v odbavovacím procesu (spokojenost zákazníků).

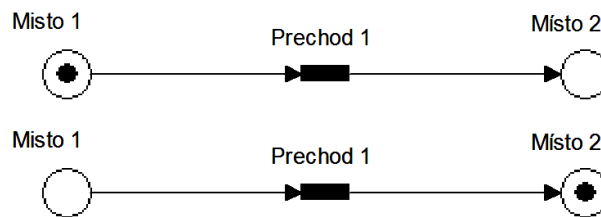
Informace o délce fronty nemá ale sama o sobě příliš velký význam. Z pohledu cestujících je důležitější informace o době strávené ve frontě. Základní vztah pro výpočet rychlosti dává do souvislosti dráhu a čas. Je tak možné vypočítat i rychlost, s jakou se cestující ve frontě pohybují.

Z pohledu provozovatele letiště nebo poskytovatele služeb, tak může být zajímavé vytvoření simulace odbavovacího procesu. Takový komplexní model umožňuje lepší analýzu a pochopení jednotlivých procesů a jejich provázanosti. Na základě takto získaných znalostí je možné vylepšovat činnost systému ať už formou snižování provozních nákladů nebo zvyšováním spokojenosti cestujících. Další výhoda je spojena se zaváděním nových postupů a technologií do odbavovacího procesu. Před uvedením do provozu je možné simulovat vliv takovýchto změn a odstranit řadu případných nedostatků ještě předtím, než se projeví v ostrém provozu. Také je možné testovat různé scénáře odbavení včetně modelování krizových situací a podobně.

4.3.3 Simulační metody – modelování Petriho sítěmi

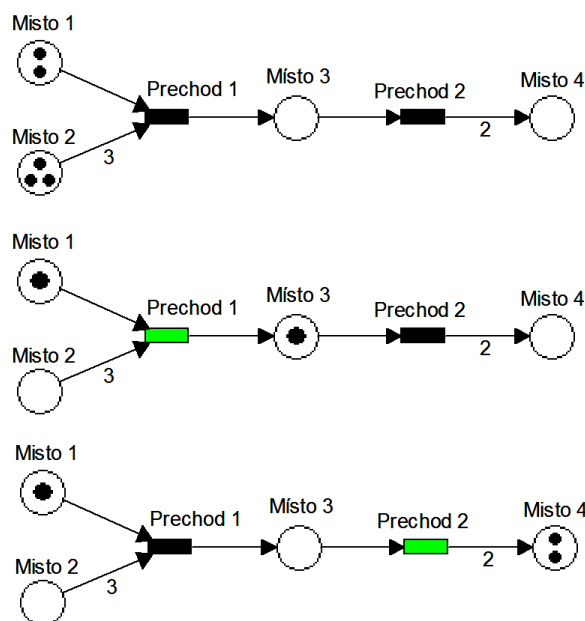
Petriho síť formálně popisují souběžné asynchronní distribuční systémy. K popisu systému se využívají především pro svou jednoduchost, názornost a přehlednost. Mezi základní části Petriho sítí patří místa, přechody a hrany. Místa obsahují stavovou informaci ve formě značek. Přechody popisují možné změny stavů systému a orientované hrany stanovují logické vazby. Hrany spojují pouze místo s přechodem, nebo přechod s místem. Přechody mají vstupní a výstupní místa. Přechod je uskutečněn pouze v případě, že jsou splněny všechny vstupní podmínky. Při uskutečnění přechodu odebíráme ze vstupního místa právě tolik značek, jaká je váha hrany a zároveň do výstupního místa přidáváme právě tolik značek, jaká je váha odpovídající hrany. Konfliktní přechody, kdy provedení jednoho zamezí provedení druhého, modelují soupeření o zdroje. Nezávislé přechody pak modelují paralelní a asynchronní (nesoučasné, nesynchronizované) procesy. [44]

Základní seznámení s modelováním pomocí Petriho sítí je velmi zestručněné a neúplné. Z popisu jsou záměrně vynechány některé možnosti, které modelovací nástroje nabízí a které nejsou dále v práci použity. Pro ilustraci zmíněných základních prvků a pravidel je použitý grafický výstup z programu HPSim. Program podporuje v omezené míře grafický návrh a následné simulace Petriho sítí. Výsledný návrh může být také spuštěn formou průběžného módu, nebo v rámci jednotlivých kroků.



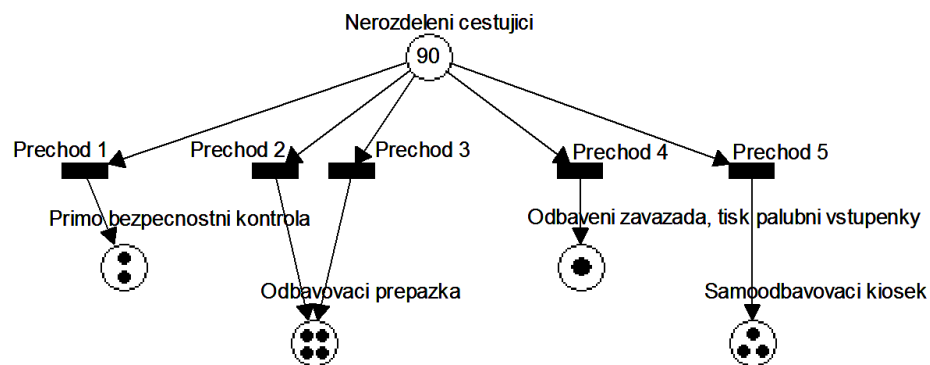
Obr.: 48 Příklad (1) použití systému HPSim

Na obrázku (Obr.: 48) je znázorněna základní práce s programem HPSim při modelování Petriho sítí. Místo 1 obsahuje jednu značku, která při aktivování Přechodu 1 bude z Místa 1 odejmuta. Do místa 2 bude značka přidána, jak je znázorněno v druhé části obrázku. Přechod se aktivuje pouze, pokud jsou splněny vstupní podmínky. V tomto případě jsou všechny orientované hrany ohodnoceny číslem 1. Podmínkou tak je, aby v Místě 1 byla minimálně jedna značka. Přechod ve znázorněné simulaci se tak aktivuje pouze jednou.



Obr.: 49 Příklad (2) použití systému HPSim

Další obrázek (Obr.: 49) popisuje práci s ohodnocenými hranami. Počáteční stav je zobrazen na prvním procesu. V Místě 1 jsou 2 značky a v Místě 2 jsou 3 značky. Hrana spojující Místo 2 s Přejchodem 1 je ohodnocena číslem 3. Při aktivaci Přejchodu 1 se tak z Místa 2 odeberou 3 značky. Zároveň z Místa 1 bude odebrána jedna značka. Tento krok je zobrazen na prostředním procesu. Pro Přejchod 2 je splněna počáteční podmínka a může být aktivován. Do místa 4 jsou přidány 2 značky, protože hrana, která místo spojuje s přechodem je ohodnocena číslem 2. V tomto kroku simulace končí, pro žádný z přechodů není splněna vstupní podmínka.



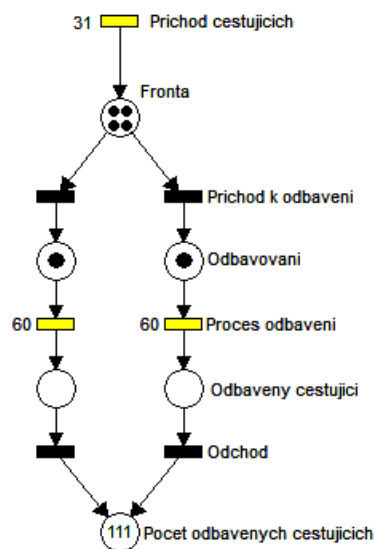
Obr.: 50 Příklad (3) použití systému HPSim - soupeření o zdroje

Poslední důležitou možností je soupeření přechodů o zdroje. Na obrázku (Obr.: 50) je ukázána možnost modelování příchodů různých skupin cestujících na letišti. Tento zjednodušený model rozdělí 100 cestujících na 4 skupiny. První skupina (20 %) jsou cestující, kteří směřují přímo na bezpečnostní kontrolu. Druhá skupina (40 %) obsahuje cestující, kteří potřebují odbavit své zavazadlo a vydat palubní vstupenku. Třetí skupina cestujících (20 %) potřebuje odbavit zavazadlo, ale sami si vytisknou palubní vstupenku. Poslední skupina (20 %) cestujících nemá zavazadlo k odbavení a palubní vstupenku si obstarají na samoodbavovacích kioscích. Na obrázku je znázorněn počet 10 rozdělených značek. Cestující jsou rozdělováni na základě stanoveného poměru, pořadí se však v jednotlivých simulacích liší. Výsledek simulace bude vždy přibližně stejný, ale pořadí, jak se ho dosáhlo, odlišné.

Pomocí petriho sítí je možné modelovat jednotlivé distribuční procesy odbavení cestujících. Výhodou je především přehledný grafický popis. Pokud se navíc při modelování použijí informace odpovídající reálné skutečnosti, může být model využitý i pro zjištění základních dlouhodobých průměrných kapacit a míst vzniku front. Je tak možné například odvodit vhodný poměr aktivních prvků (odbavovací přepážky,

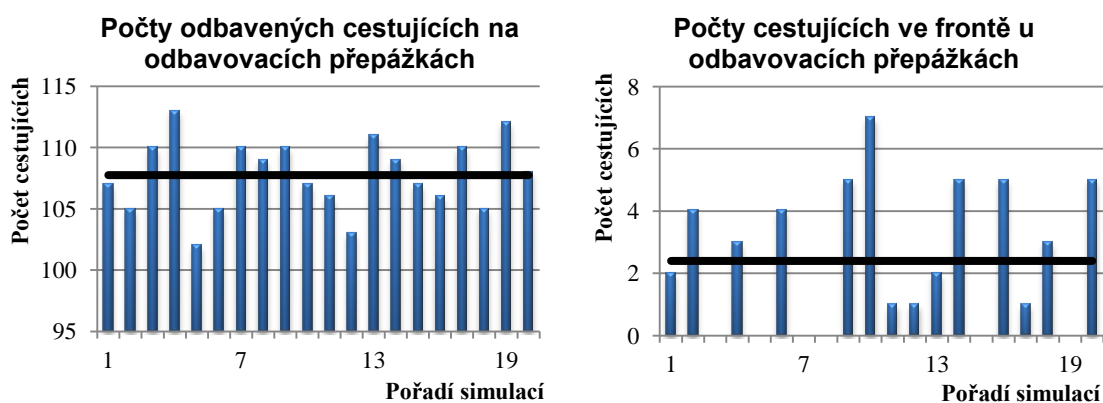
samoodbavovací kiosky, stanoviště bezpečnostní kontroly a podobně). Pro prezentaci výsledků a lepší pochopení navrženého modelu je také výhodné využívat animací, které program (v tomto případě HPSim) umožňuje.

Na obrázku (Obr.: 51) je vytvořen základní model odbavení cestujících pomocí programu HPSim. Během prvního modelování byl systém testován na přesně zadané zpoždění mezi příchody cestujících a konstantní dobu obsluhy. Simulovaný proces byl nastavený na jednu hodinu. Při zadaných parametrech bylo na konci simulace odbaveno vždy 114 cestujících a fronta před odbavovacími přepážkami byla vždy nulová. V druhém pokusu byl příchod cestujících i doba odbavení vyjádřena pomocí exponenciálního rozdělení. Každý výsledek nyní vykazuje rozdílné hodnoty. Průměrný počet odbavených cestujících při provedení dvaceti simulací byl necelých 108 cestujících za hodinu. Průměrná délka fronty pak 2,4 cestujících v okamžiku ukončení simulace.



Obr.: 51 Příklad modelování fronty na odbavovacích přepážkách

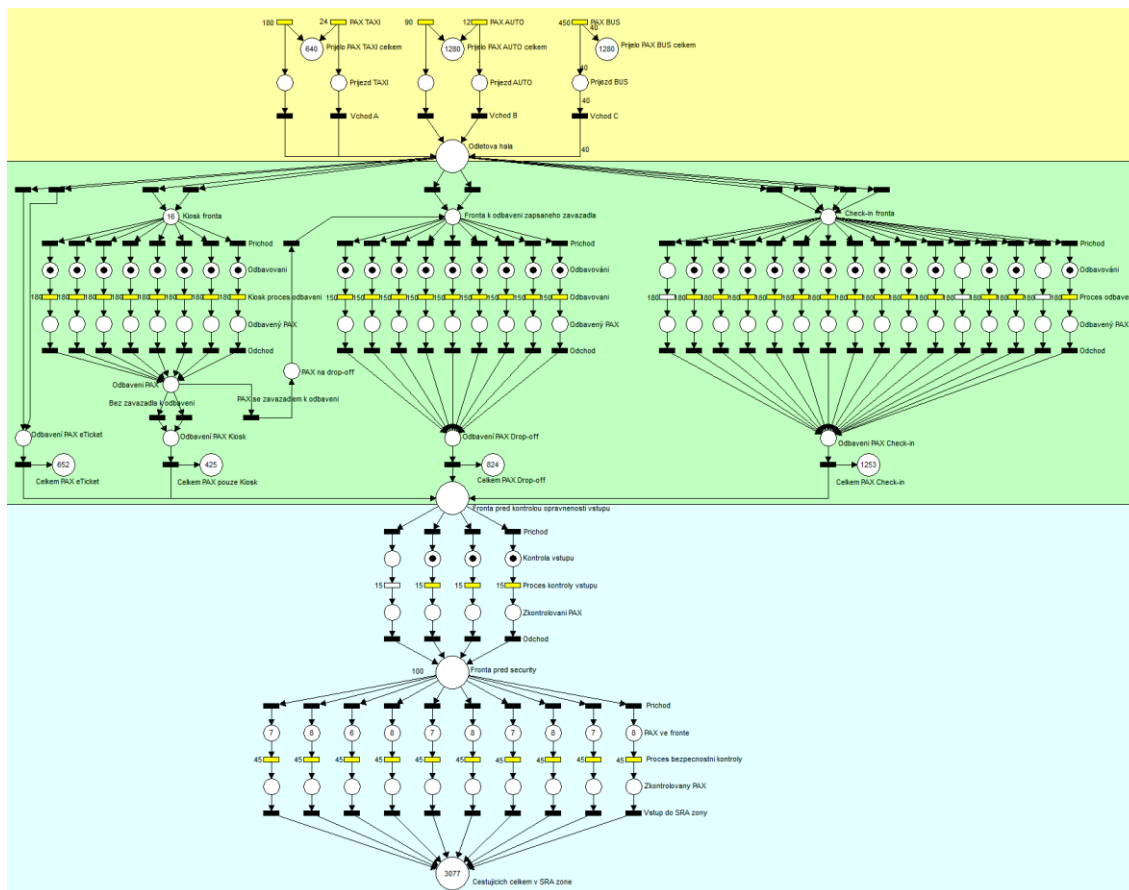
Uvažováním náhodných jevů v procesu odbavení se výsledné hodnoty počtu odbavených cestujících snižují. Na druhé straně takto zohledněná náhodnost příchozího toku cestujících umožňuje odhadovat realističtější způsobem hodnoty více odpovídající provozu. Na obrázcích (Obr.: 52) je znázorněna rozdílnost výsledků jednotlivých simulací. Černá křivka v grafech znázorňuje průměrné hodnoty. Výsledné hodnoty jsou tedy ovlivněny použitou metodou. V následující kapitole budou shrnuty a rozděleny základní používané metody teorie hromadné obsluhy.



Obr.: 52 Grafy výsledných počtů odbavených cestujících (vlevo) a cestujících čekajících ve frontě (vpravo) ze simulačního modelu vytvořeného programem HPSim

Návrh modelu části odbavovacího procesu je znázorněn na obrázku (Obr.: 53). V modelu jsou uvažovány následující zjednodušené časové hodnoty: automatizovaná kontrola oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště odbaví jednoho cestujícího průměrně za 7,5 s, bezpečnostní kontrola 22,5 s, odbavovací přepážky (check-in, samoodbavovací kiosk apod.) přibližně 90 s. Takto zadaný model odpovídá časovému poměru 15:45:180 (základní časová jednotka 0,5 s). Vstup do systému je navržen na 1600 příjezdějících cestujících za hodinu. MHD přijede 40 %, IAD 40 % a taxislužeb využije 20 % cestujících. Rozdělení druhů dopravy vnáší do modelu nárazově větší počet příchozích cestujících (40 cestujících 16x za hodinu). Všichni příchozí cestující jsou rozdělováni do čtyř skupin. První skupina cestujících (20 %) nevyužívá žádných služeb odbavení na letišti a směřuje přímo na bezpečnostní kontrolu. Druhá skupina (20 %) využívá odbavení na samoodbavovacích kioscích. Třetina těchto cestujících po odbavení směřuje ještě před bezpečnostní kontrolou na odbavení svých zapsaných zavazadel. Třetí skupina (20 %) cestuje na elektronickou palubní vstupenku a využijí pouze služeb odbavení zapsaného zavazadla. Největší čtvrtá skupina (40 %) i nadále využívá služeb klasických odbavovacích přepážek. Na obrázku je zobrazený model po simulovaném odbavení odpovídající reálně jedné hodině provozu.

Model odpovídá svou strukturou i dosaženými výsledky reálnému prostředí. Nyní je na takovémto modelu možné testování případných změn v provozu. Například při upravení vstupního toku cestujících se rychlou opakovanou simulací zjistí místo, kde se začnou vytvářet fronty. Je také možné simulovat vývoj v procesu při případné neaktivitě některé z jeho částí. Takový problém může nastat nedostatkem personálu, z důvodu technických problémů nebo vzniku mimořádné situace.



Obr.: 53 Model odbavovacího procesu cestujících vytvořený pomocí programu HPSim

Počáteční žlutá zóna na obrázku (Obr.: 53) modeluje příjezd cestujících na letiště v rámci zadaných parametrů. Levá část znázorňuje příjezd pomocí TAXI služeb, prostřední část IAD dopravy a pravá část prostřednictvím autobusů MHD. U každého druhu dopravy se navíc pro lepší ověření výsledků zvlášť sčítá počet příchozích cestujících. Jednotlivé vstupy se sbíhají v prvním zvětšeném místě, které symbolizuje odletovou halu letiště. Zde model přechází do druhé zelené části, ve které cestující prochází jedním z popsaných způsobů odbavení. Aktuálně je v modelu použito šestnáct klasických odbavovacích přepážek, devět přepážek na odbavení zapsaných zavazadel a osm samoobslužných kiosků na vystavení palubní vstupenky. Každý proces se opět zvlášť sčítá pro kontrolu výsledků simulace. Odbavení cestující následně směřují ke stanovišti kontroly oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště. V modelu se sbíhají ve druhém zvětšeném místě, které symbolizuje frontu před kontrolou oprávněnosti vstupu. Zde model přechází do poslední třetí modré části, ve které se odehrávají procesy spojené s bezpečnostní kontrolou cestujících. Jsou zde umístěny 4 automatické tratě ověřující vstup na základě kódu z palubní vstupenky a deset tratí stanovišť bezpečnostní kontroly. Mezi kontrolou vstupu a bezpečnostní kontrolou se cestující sbíhají v dalším

zvětšeném místě, které je pojmenováno jako fronta před security. Na posledním zvětšeném místě za bezpečnostní kontrolou se pak sčítá počet cestujících, kteří prošli celým procesem odbavení a byl jim umožněn průchod do SRA zóny letiště. Z časového pohledu se celý model věnuje pouze jednotlivým procesům odbavení. Jsou zde zanedbány časy přecházení a jiných aktivit cestujících (nakupování, odpočinek apod.). Výsledná hodnota po simulování udává počet cestujících, které je schopný proces ve sledovaném čase odbavit. V reálném prostředí je možné předpokládat odbavení dosaženého počtu cestujících za předpokladu, že v budově terminálu bude více cestujících, kteří zaplní časové prodlevy vzniklé nezbytným přemísťováním a jinými aktivitami. Dynamická kapacita (například 1600 cestujících za hodinu) zůstává stejná, mění se však absolutní hodnota počtu cestujících v procesu odbavení.

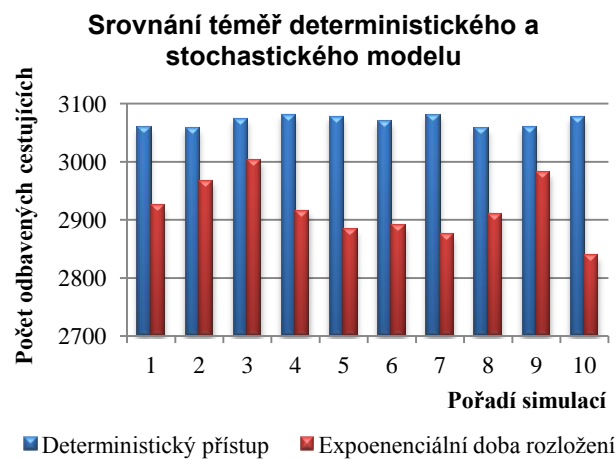
Na vytvořeném modelu je při specifikovaných vstupních předpokladech graficky popsán základní proces odbavení cestujících. Při základní znalosti formálního návrhu Petriho sítě je tímto způsobem velmi jednoduše možné předat základní informace o vazbách a distribuci cestujících. Další použití modelu vychází z odhadu vhodného počtu (poměru) jednotlivých prvků v odbavovacím procesu. Tak, jak je systém navrhnut a modelován, nevytváří během simulování prakticky žádné fronty. Při případném aplikování vytvořené simulace do reálného provozu by ale vznikaly fronty, které není možné z tohoto modelu vyzorovat. Problematikou realističtějších odhadů mnoha parametrů popisujících fronty (cestujících) a jejich analýzou se zabývá teorie hromadné obsluhy.

4.3.4 Simulační metody – význam stochastických modelů

V procesu odbavení cestujících se vyskytují statistická rozdělení, která program HPSim nepodporuje. Není zde možné ani využití normálního rozdělení s předepsaným rozptylem nebo gama rozdělení. Za účelem zjištění horšího odhadu (více odpovídajícího reálné situaci) se používá exponenciální rozdělení. Případně je také možné využít rovnoměrné rozdělení s vhodně zvoleným intervalem.

Vytvořený model v podkapitole 4.3.3 (Obr.: 53) byl modifikován na stochastický model. Vstupní toky cestujících a doby obsluhy na jednotlivých stanovištích jsou vyjádřeny pomocí exponenciálního rozdělení (oproti téměř deterministickému přístupu předchozího modelu). Na obrázku (Obr.: 54) jsou zobrazeny rozdíly ve výsledných

počtech odbavených cestujících během definovaného odbavovacího procesu. Modrá barva odpovídá původnímu téměř deterministickému modelu. Průměrná hodnota je 3070 odbavených cestujících za hodinu. Z grafu je také dobře patrné, že se výsledky průměrné hodnotě velmi přibližují. Rozptyl výsledných hodnot je velmi malý. Díky těmto malým rozdílům však není model čistě deterministický. Drobné odchylky od průměrné hodnoty jsou způsobeny náhodností v procesu rozdělení cestujících do jednotlivých skupin odbavení. Pokud by i tyto hodnoty byly přesně zadány, výsledek by při každém spuštění simulace byl vždy stejný a model čistě deterministický. V takovém případě je však zbytečné systém modelovat.



Obr.: 54 Srovnání téměř deterministického a stochastického modelu

Červenou barvou jsou v grafu (Obr.: 54) znázorněny výsledky odpovídající stochastickému modelu. Model dosahuje při deseti simulacích průměru téměř 2920 odbavených cestujících za hodinu. Vlivem několika neurčitostí v systému vyjádřených exponenciálním rozdělením doby trvání obsluhy jednotlivých částí a příchodu cestujících je rozptyl výsledných hodnot také mnohem větší. Počet odbavených se oproti deterministickému modelu snižuje.

4.3.5 Simulační metody – využití metody Monte Carlo

Metoda Monte Carlo patří mezi stochastické metody. Při každém opakování simulace poskytuje odlišný výsledek. Využití této metody přibližuje modelovaný systém více reálnému prostředí. Základní postup spočívá v nahrazení simulovaného systému modelem (zjednodušením reality) se stejnými pravděpodobnostními charakteristikami.

Následně se chování modelu mnohokrát simuluje. Výstupní hodnoty jsou nakonec podrobeny statistickému zpracování. [43]

Vytvoření nového modelu je stručně možné popsat v následujících krocích. Nejprve je nutné rozpoznat reálný systém a vytvořit jeho základní blokové schéma. Následně se stanoví, jaká jsou potřebná vstupní data, a dojde k získávání těchto dat. Po vytvoření struktury modelu a implementace získaných dat musí dojít k verifikaci a kalibraci modelu (ověření, zda dávají výsledky smysl). Po fázi ověření nastává poslední část interpretace a případné prezentace získaných výsledků. [43]

Získávání potřebných dat (sběr dat) je důležité pro určení správných pravděpodobnostních charakteristik systému. V další části práce bude ukázán příklad sběru dat pro model mikrosimulace bezpečnostní kontroly.

Aby bylo možné vytvořit simulační model reálného procesu, musí se nejprve stanovit odpovídající **pravděpodobnostní charakteristiky systému**. Z pohledu simulace procesu odbavení cestujících se nejprve celkový model rozdělí na jednotlivé logické části (mikromodely). Mezi takové části odbavovacího procesu patří například bezpečnostní kontrola, odbavení na odbavovacích přepážkách a podobně. Po úspěšném vytvoření mikromodelu a ověření jeho funkčnosti je možné jednotlivé části propojit a simulovat tak celý proces odbavení cestujících.

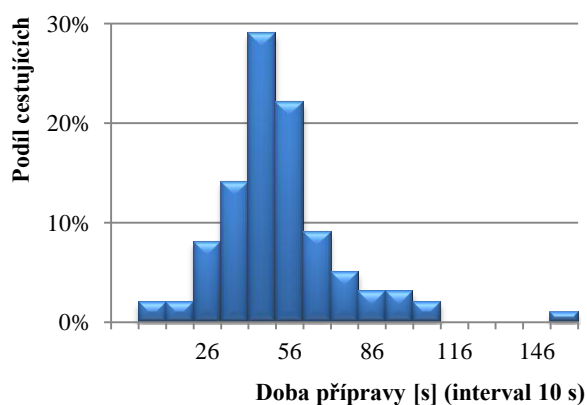
Konkrétním příkladem sběru dat a stanovování pravděpodobnostních charakteristik u mikrosimulace bezpečnostní kontroly je například doba přípravy cestujících na průchod průchozím detektorem kovů a počty jejich kabinových zavazadel. V této části odbavovacího procesu se cestující připravují v souladu s platnými předpisy na bezpečnostní kontrolu. Jedná se o dobu mezi zahájením a ukončením přípravy cestujících před průchodem průchozím rámem detektoru kovů. Prvním krokem sběru dat je promyšlení metodiky získání a zpracování dat. V tomto případě byla data získávána postupným ručním měřením časů doby přípravy jednotlivých cestujících a počtu jejich zavazadel. Pojem zavazadlo byl nahrazen pro účely práce vytvořeným pojmem rentgenová jednotka (RJ), která v sobě zahrnuje každý samostatně rentgenovaný předmět (např. větší kabinová zavazadla, kočárky, celé misky s drobnými věcmi cestujících a podobně). Naměřené hodnoty byly zaznamenány do předem vytvořeného formuláře, který se následně přepsal do elektronické podoby. V tabulce (Tabulka 1) je přehled jednotlivých cestujících, jejich dob přípravy a počtu RJ.

Tabulka 1 Přehled zaznamenaných dat

Pořadové číslo	Doba přípravy [s]	Počet RJ	Pořadové číslo	Doba přípravy [s]	Počet RJ	Pořadové číslo	Doba přípravy [s]	Počet RJ	Pořadové číslo	Doba přípravy [s]	Počet RJ	Pořadové číslo	Doba přípravy [s]	Počet RJ
1	48	3	21	16	2	41	91	4	61	38	3	81	23	3
2	6	1	22	49	1	42	40	3	62	33	3	82	39	3
3	31	2	23	46	3	43	49	3	63	54	3	83	53	4
4	64	4	24	49	4	44	53	4	64	49	2	84	90	4
5	36	2	25	54	4	45	55	5	65	38	2	85	78	4
6	58	4	26	44	4	46	64	2	66	57	4	86	57	3
7	62	5	27	20	2	47	38	3	67	43	2	87	53	4
8	30	2	28	21	2	48	6	1	68	87	4	88	33	4
9	37	3	29	69	4	49	11	2	69	53	4	89	28	3
10	34	4	30	42	4	50	19	2	70	43	3	90	28	2
11	39	3	31	62	4	51	70	4	71	49	3	91	76	5
12	104	5	32	34	2	52	37	2	72	42	3	92	147	4
13	48	6	33	43	4	53	48	4	73	49	6	93	56	3
14	45	3	34	42	3	54	37	3	74	27	3	94	23	4
15	51	3	35	34	1	55	67	3	75	40	3	95	58	3
16	70	3	36	28	3	56	41	3	76	42	3	96	42	2
17	36	3	37	54	3	57	40	3	77	59	3	97	38	3
18	38	3	38	55	3	58	79	5	78	18	3	98	81	5
19	44	3	39	30	2	59	44	2	79	24	2	99	100	4
20	41	2	40	54	3	60	49	4	80	45	3	100	18	2

Pro účely práce je počet publikovaných naměřených hodnot omezen na prvních 100 cestujících. Základní informací z naměřených dat jsou průměrné hodnoty 47 s délky doby přípravy a 3,15 RJ na cestujícího. Jako vstupní data do simulačního modelu je však účelné vyjádřit sledované charakteristiky pomocí pravděpodobností výskytu. Dobu přípravy cestujících vyjádříme například intervaly v době trvání 10 s a počty zavazadel v celých číslech.

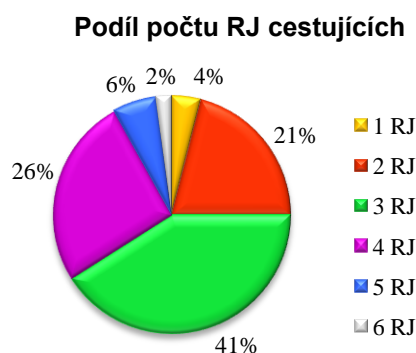
Rozložení doby přípravy cestujících



Obr.: 55 Rozložení doby přípravy cestujících

Minimální doba přípravy byla naměřena 6 s a maximální hodnota 147 s. Maximálně také bylo šest RJ na cestujícího. Dobu přípravy cestujících je možné vyjádřit například pomocí grafu histogramu četností na obrázku (Obr.: 55).

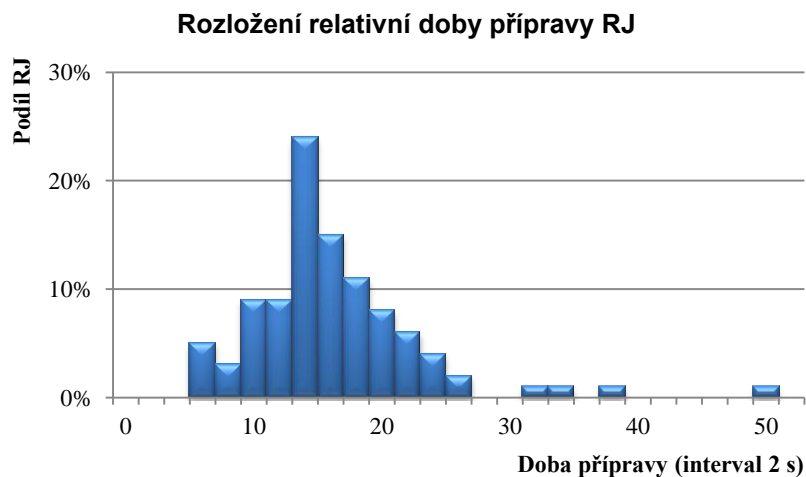
I z omezeného počtu zveřejněných dat je z obrázku patrné problematické statistické rozdělení. Jednotlivé procesní časy je zpravidla možné popsat Gama rozdělením. Z grafu vyplývá, že největší podíl doby přípravy cestujících má interval v rozmezí 46 – 56 s, který dosahuje téměř 30% podílu.



Obr.: 56 Podíl počtu RJ cestujících

Pro vyjádření procentuálního zastoupení počtu zavazadel je možné využít koláčového grafu. Výsledný podíl u zkoumaného vzorku je znázorněn na obrázku (Obr.: 56). Nejvíce (41 %) cestujících odkládá na přípravné trati RTG zařízení tři rentgenové jednotky. Následují s 26 % podílem čtyři RJ a s 21 % dvě RJ. Pro vstup do použitého simulačního programu je však ještě užitečnější vytvoření dalšího přepočtu, který bude vztahovat dobu přípravy cestujících na jednu rentgenovou jednotku. Tím se z pohledu RJ celá problematika relativizuje. Jelikož budou jednotlivé doby přepočteny vždy na jednu rentgenovou jednotku je výsledné hodnoty možné spojit v jediném histogramu relativních četností doby přípravy cestujících. Takové zpracování naměřených dat již vyjadřuje konkrétní údaje a statistické rozdělení, které může být použito jako jedna z mnoha pravděpodobnostních charakteristik reálného systému. Výsledný závěr z přepočtu naměřených dat je znázorněn na obrázku (Obr.: 57).

Po zpracování všech potřebných hodnot a dostatečném získání pravděpodobnostních charakteristik reálného systému se může přikročit k ověřování správné funkce vytvořeného simulačního modelu. Pro vytváření takovýchto modelů existují specializované programy.



Obr.: 57 Rozložení relativní doby přípravy RJ

4.3.6 Simulační metody – softwarové programy a výsledky simulací

Obecně je možné využít velké množství simulačních programů. Problémem těchto softwarových nástrojů však může být jejich spolehlivost. Modelovat komplexní procesy v letecké dopravě například zmíněným programem HPSim by nebylo v reálné situaci možné. Není zde zaručena vysoká spolehlivost a nástroje neumožňují vytvoření dostatečně podrobného obrazu reálných procesů. Hlavní výhodou tohoto programu, například pro grafické popsání procesu nebo pro studijní účely, je volná šířitelnost a snadné vytváření simulací. Sofistikovanější a spolehlivější nástroje, které umožňují modelování na dostatečné úrovni, jsou finančně náročnější. Další nevýhodou je také jejich složitost a značné nároky na všestranné znalosti specialistů, kteří simulační model vytváří.



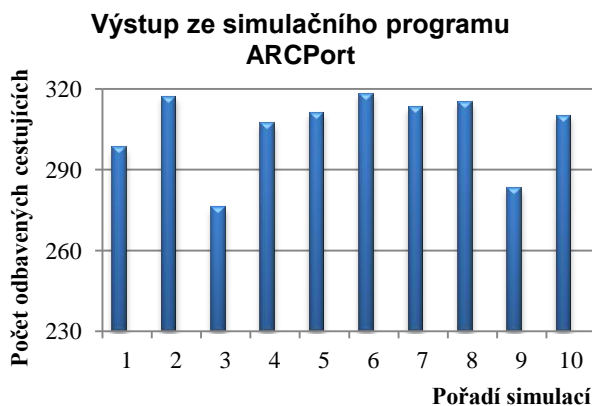
Obr.: 58 Výsledný model procesu odbavení cestujících vytvořený pomocí programu FlexSim (Zdroj: [45])

V letecké dopravě se k modelování procesů spojených s odbavovacím procesem cestujících využívají například programy FlexSim, CAST, nebo ARCPort. Všechny umožňují jak matematické výstupy modelovaných procesů, tak grafické zobrazení pro lepší prezentaci navržených modelů. Příklad výstupu hotového modelu procesu odbavení cestujících vytvořeného v programu FlexSim je na obrázku (Obr.: 45).

Na letišti Václava Havla Praha se využívá simulační program ARCPort. Vytvořený detailní model mikromodelu procesu bezpečnostní kontroly včetně grafického zpracování může například sloužit pro zodpovědnější rozhodování v oblasti investic a organizace bezpečnostní kontroly. Systém se využívá také pro optimalizaci procesů v obou letištních terminálech (Terminál 1 a Terminál 2) a k modelování kapacitních možností při dlouhodobém nárůstu počtu odbavených cestujících. [46]

U všech podobných programů se jedná o stochastické systémy využívající k modelování metodu Monte Carlo. Každá provedená simulace tak bude poskytovat různé výsledky. Jako příklad je možné uvést srovnání výsledných simulovaných výkonů jednotlivých stanovišť bezpečnostní kontroly.

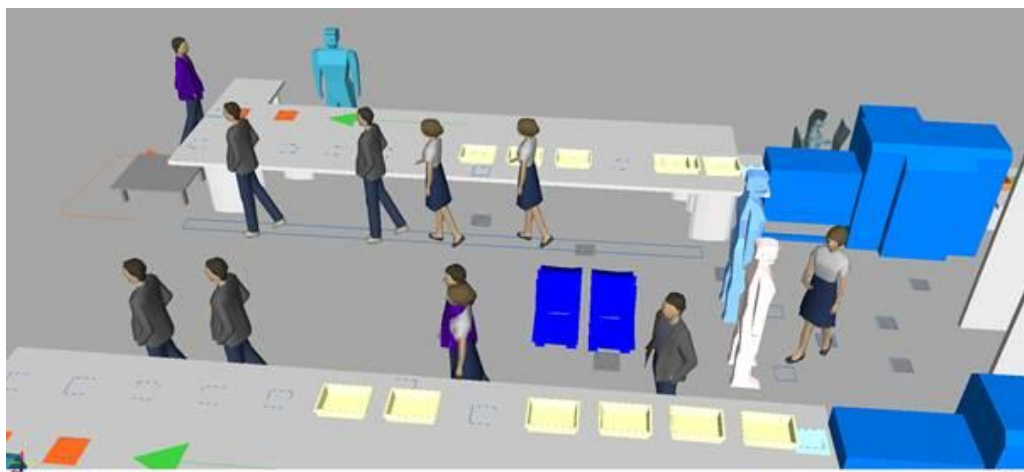
Výstupem simulace odpovídající jedné hodině reálného času je počet odbavených cestujících. Simulace probíhá na základě v provozu naměřených a následně zpracovaných dat. Některé výstupy byly ukázány v předchozích částech práce. Jeden z možných výstupů ze simulace jsou počty odbavených cestujících za určité časové období. Na obrázku (Obr.: 59) je výstup ze simulačního programu znázorňující počty odbavených cestujících za období jedné hodiny při určitých zadaných vstupních hodnotách a nastavení celého simulačního prostředí.



Obr.: 59 Výsledek simulace vytvořené v programu ARCPort
(Zdroj: konzultace s Ing. Davidem Pistorou)

Pokud došlo k ověření spolehlivosti vytvořené simulace, nastává při použití metody Monte Carlo problém s rychlou interpretací výsledků. „Rychlost konvergence chyby výsledku k nulové hodnotě je u metody Monte Carlo přibližně rovna převrácené hodnotě odmocniny z počtu realizovaných procesů [47]“. Jinak řečeno, pro získání výsledků s minimální chybou je nutné provést vysoký počet jednotlivých simulací a jejich vyhodnocení. Jelikož model pracuje pod vlivem neurčitosti s velkým počtem statistických rozložení, mohlo by se stát, že při prvním spuštění simulaci vyjde nejhorší možný (nebo naopak nejlepší) scénář. Pokud budou simulace provedeny v dostatečném počtu opakování, získají se při zpracování výstupních informací údaje například o extrémech v počtu odbavených cestujících, průměrném počtu odbavených cestujících, relativních četnostech výskytu jednotlivých výsledků a podobně. Z jednotlivých opakování je pak možné ve výsledku sestavit pravděpodobnostní rozložení počtu odbavených cestujících.

Jak již bylo vysvětleno v předchozích podkapitolách, teorie hromadné obsluhy spojuje do souvislosti efektivitu odbavovacího procesu a spokojenost cestujících. Největší vliv na kvalitu systému, která je z pohledu provozovatele charakterizována efektivností a z pohledu cestujících vlivem na jejich spokojenost, tak mají závislosti mezi vstupem požadavků do systému a jejich zpracováním. Problematice zpracování požadavků v systému s vlivem na efektivnost odbavovacího procesu a spokojenost cestujících se práce věnovala v předchozích kapitolách. Pro ucelený obraz celé problematiky je ještě důležité zaměřit se na vstupní charakteristiky.



Obr.: 60 Příklad zobrazení průběhu simulace programem ARCPort
(Zdroj: [41])

4.4 Odhad vstupních intenzit cestujících

Stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště bylo spolu s bezpečnostní kontrolou popsáno jako kritické místo odbavovacího procesu. Jedná se o první stanoviště, kterým prochází všichni cestující bez ohledu na způsob odbavení. Na některých terminálech je před bezpečnostní kontrolou jedno centralizované stanoviště bezpečnostní kontroly – například na Terminálu 2 letiště Václava Havla Praha, nebo před SRA zónou částí F a G vídeňského letiště Vienna International Airport. Jiným příkladem jsou dvě kontrolní stanoviště oprávněnosti vstupu před centralizovanou bezpečnostní kontrolou na maďarském letišti Budapest Ferenc Liszt International Airport. Každé stanoviště zde slouží pro jinou část terminálu, který má jednu společnou centralizovanou bezpečnostní kontrolu. Z pohledu odhadování příchozího počtu cestujících je výhodnější jedno centralizované stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu. Není zde nutné vytvářet analýzy a předpovědi rozdělení počtu příchozích cestujících na jednotlivá stanoviště. Je tak možné předem stanovit důležitý předpoklad, že všichni odlétávající cestující, kteří přichází z veřejné části letiště, musí tímto centralizovaným stanovištěm projít.

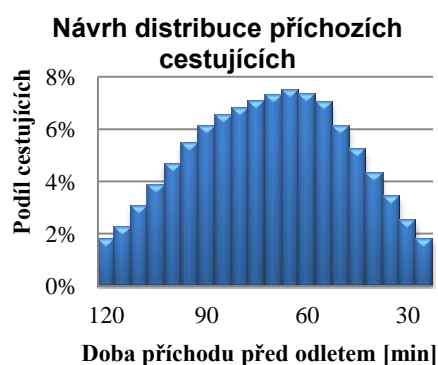
V modelu, který byl definován v předchozích částech práce, následuje bezprostředně za kontrolou oprávněnosti vstupu centralizovaný model bezpečnostní kontroly. Takto designovaný proces odpovídá i reálnému uspořádání na řadě letišť. Výstup ze systému kontroly oprávněnosti vstupu je zde tak možné považovat za vstup do systému bezpečnostní kontroly cestujících a jejich kabinových zavazadel. Je proto velmi důležité co možná nejpřesněji odhadovat v dlouhodobém i krátkodobém horizontu intenzitu vstupního toku cestujících λ .

Správné statistické popsání vstupního toku cestujících je spolu se stanovením intenzity obsluhy nejdůležitější část při stanovování a předpovídání kapacitních možností terminálu. Zdánlivě nejjednodušší možností předpovídání příchozích intenzit cestujících a stanovování odpovídajících intenzit obsluhy je na základě zkušenosti. Sledováním a popisováním stavu systému je možné při opakujících se cyklech, které mají stále stejné složení odlétávajících cestujících dojít časem k ustálenému přijatelnému stavu. Opakujícím cyklem je například zimní sezóna na letišti, kdy každý den v týdnu odlétávají stále stejná letadla do stejných destinací podle neměnného letového řádu. Výhodou takového systému je poměrně jednoduché zpracování, které může vypracovat

na menších letištích i jeden pověřený zaměstnanec. Metoda není náročná na znalosti ani vybavení. Zjištěné výsledky jsou však použitelné pouze pro konkrétní situace. Tato metoda na velkých letištích s vysokou intenzitou provozu není prakticky použitelná, vykazovala by velké provozní neefektivnosti, nebo časté vzniky front. Proto je důležité využít jiných sofistikovanějších a přesnějších metod odhadu příchozích intenzit cestujících. V následující části práce bude popsán návrh jedné z možných přesnějších metod odhadu příchozích intenzit cestujících na stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště.

4.4.1 Vstupní intenzity – rozložení počtu příchozích cestujících v čase

Nejdůležitějším krokem při odhadování intenzit vstupního toku je navržení rozložení počtu příchozích cestujících daného letu v čase. Distribucí příchozích cestujících se zabývá i práce o modelování vstupních požadavků na odbavovacích přepážkách [48] a uvádí ji ve své práci také profesor Stolletz [42]. S přihlédnutím k těmto hodnotám byl vytvořen návrh možného rozložení příchozích cestujících (Obr.: 61). Hodnoty jsou navrženy na základě výsledků modelování různých scénářů hodnot příchozích cestujících v 5 min intervalech. Důležité je především ilustrování skutečnosti, že cestující nepřichází v jeden okamžik, ale nerovnoměrně v určitém časovém období.

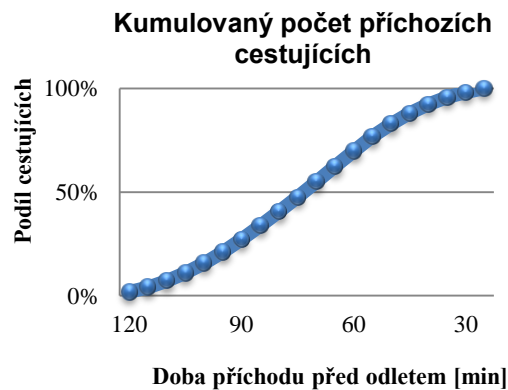


Obr.: 61 Návrh distribuce příchozích cestujících

Pokud známe obecné rozložení příchozích cestujících v čase, je možné určit, kolik cestujících z daného letu přijde ve zkoumaném časovém úseku ke stanovišti kontroly oprávněnosti vstupu.

Na obrázku (Obr.: 62) je znázorněn časový návrh součtu příchozích cestujících z daného letu. Z grafu je například patrné, že hodinu před odletem přijde ke stanovišti v součtu více jak 50 % všech cestujících. Ve studii, která se mimo jiné věnuje rozložení

příchozích cestujících, se uvádí různé rozložení vstupních požadavků na odbavovacích přepážkách v závislosti na denní době [48]. Z toho je možné předpokládat, že průběh distribuce cestujících se během dne mění a navržené hodnoty tak pouze obecně ilustrují rozdílnost v počtech příchozích cestujících v čase.



Obr.: 62 Kumulovaný počet příchozích cestujících

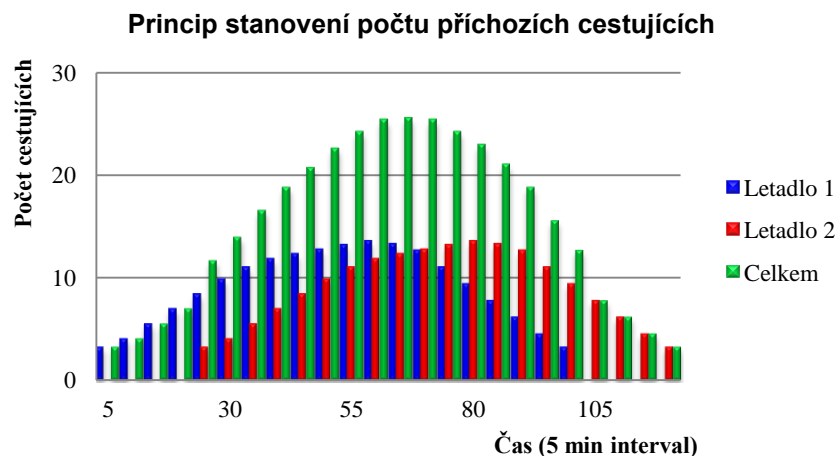
Dále je také možné předpokládat rozdílnosti mezi různými skupinami cestujících. Obchodní cestující, kteří přijíždí krátce před odletem a nevyužívají služeb odbavovací přepážky, budou mít jiné rozložení doby příchodu než charteroví cestující, kteří odbavují zapsaná zavazadla. Distribuce příchozích cestujících daného letu pak bude ovlivněna skladbou skupin cestujících.

4.4.2 Vstupní intenzity – stanovení počtu příchozích cestujících

Pro provoz není důležité určení relativních hodnot, ale stanovení počtu příchozích cestujících v daném časovém období. Takový odhad se stanoví vynásobením celkového počtu odlétávajících cestujících s rozložením pravděpodobnosti jejich příchodu na stanoviště v daném okamžiku. Pravděpodobnost příchodu vyplývá z distribuce příchozích cestujících. Celkový počet cestujících je možné zpětně dohledat přesně nebo odhadnout přibližně. Přibližný odhad bude vycházet ze znalosti maximální kapacity letadla a průměrné obsazenosti.

Pokud je možné tímto způsobem odhadnout, kolik cestujících se v daném okamžiku dostaví na stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu, je také možné stanovit celkový počet příchozích cestujících ze všech letů. Princip stanovení počtu příchozích cestujících ze dvou letadel je znázorněn na obrázku (Obr.: 63). Jednotlivé hodnoty se v každém časovém intervalu sčítají. Výsledek (v grafu zeleně) pak udává celkový počet příchozích cestujících.

Na obrázku (Obr.: 63) je zobrazený vývoj příchozího počtu cestujících ze dvou letů. Ilustrativní příklad počítá s provozováním dvou letadel A320 s kapacitou 180 cestujících. Obsazenost obou letů je rovna 100 %. Doba odletu druhého letounu je posunuta oproti prvnímu o 20 min. Celkem odlétá 360 cestujících. Během pětiminutového intervalu je dosaženo předpokládaného maximálního počtu příchozích 25 cestujících. Pro tento příklad je maximální intenzita vstupního toku cestujících v systému rovna $\lambda = 25$ cestujících za pět minut.



Obr.: 63 Princip stanovení počtu příchozích cestujících

4.4.3 Vstupní intenzity – odhad intenzit reálného provozu

Odhadování intenzit vstupního toku je v reálném provozu mnohem komplexnější problém. Distribuce příchodu cestujících se bude částečně mezi jednotlivými lety odlišovat. Obsazenost jednotlivých linek se také odlišuje jednak ve srovnání mezi linkami, ale i letů do stejné destinace ve stejný čas v jiný den. Pro snížení chyby odhadu je tak výhodné uvažovat více odlétávajících letadel různých společností do různých destinací. Čím méně budou jednotlivé lety na sobě z hlediska pravděpodobnosti závislé a čím více letů v krátkém období bude odbaveno, tím větší bude přesnost předpokládaných výsledků.

K analýze a ověření použitelnosti metody byl zvolen Terminál 2 na letišti Václava Havla Praha. Měření a následné výpočty se soustředily na začátek běžného dne tak, aby bylo možné srovnat předpokládaný začátek příchodu cestujících na stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu a následný nárůst intenzit vstupního toku. V prvním kroku byly zjištěny informace o odletech z Terminálu 2 prostřednictvím internetových stránek

letišť. Období první hodiny odletů z daného dne je pro příklad uvedeno v přehledu (Tabulka 2). Po zjištění odlétávajících letadel a společností byly dohledány typy letadel a jejich konkrétní maximální kapacita u jednotlivých dopravců.

Tabulka 2 Přehled odletů mezi 06:00 – 07:00

Čas	Číslo letu	Destinace	Společnost	Terminál
06:00	W6 2693	Bari (IT)	Wizz Air	Terminál 2
06:00	LH 1403	Frankfurt (DE)	Lufthansa	Terminál 2
06:10	AB 8241	Berlín/Tegel (DE)	Air Berlin	Terminál 2
06:20	KL 1350	Amsterdam (NL)	Klm Royal Dutch Airlines	Terminál 2
06:40	SN 2816	Brusel/Zaventem (BE)	Brussels Airlines	Terminál 2
06:55	OK 0630	Brusel/Zaventem (BE)	Czech Airlines	Terminál 2
06:55	OK 0520	Düsseldorf (DE)	Czech Airlines	Terminál 2

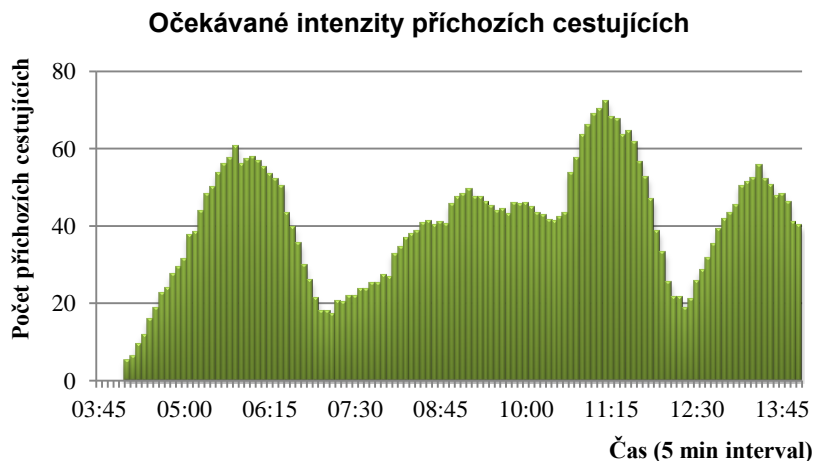
(Zdroj: zpracoval autor na základě dat [49])

Počet cestujících v jednotlivých časech byl následně rozdělen podle obecné distribuce příchodu cestujících (Obr.: 61) pro všechny lety. V tabulce (Tabulka 3) je naznačený výpočet počtu příchozích cestujících pro odlétávající letadla během první hodiny provozu z tabulky (Tabulka 2). Kapacita uvádí součet všech cestujících na odletech v daném časovém intervalu. Uvedená hodnota 380 cestujících například odpovídá dvěma odletům. Mezi roky 2012, 2013 s 2014 měla průměrná obsazenost na letišti mírně stoupající trend [50]. Odhadnutým vývojem byla stanovena aktuální průměrná obsazenost na 75 %. V tabulce jsou uvedeny pro přehlednost pouze zaokrouhlené hodnoty.

Tabulka 3 Část výpočtu celkového odhadu počtu příchozích cestujících

		Čas	04:05	04:10	04:15	04:20	04:25	04:30	04:35	04:40	04:45	04:50	04:55	05:00
		Interval	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60
		PST	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Odlet	Kapacita	Přepoččet												
06:00	380	285	5	6	9	11	13	16	18	19	19	20	20	23
06:10	54	41			1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
06:20	100	75					1	2	2	3	3	4	5	5
06:40	168	126									2	3	4	5
06:55	173	130												2
		Celkem	5	6	9	12	16	19	22	24	27	29	31	38

Vyhodnocení proběhlo pro odlétávající letadla až do 16:00. Nezkreslené předpovídané hodnoty jsou tak pro stanovený den v rozmezí 00:00 – 14:00. Na obrázku (Obr.: 64) jsou graficky znázorněné vypočítané očekávané intenzity příchozích cestujících.

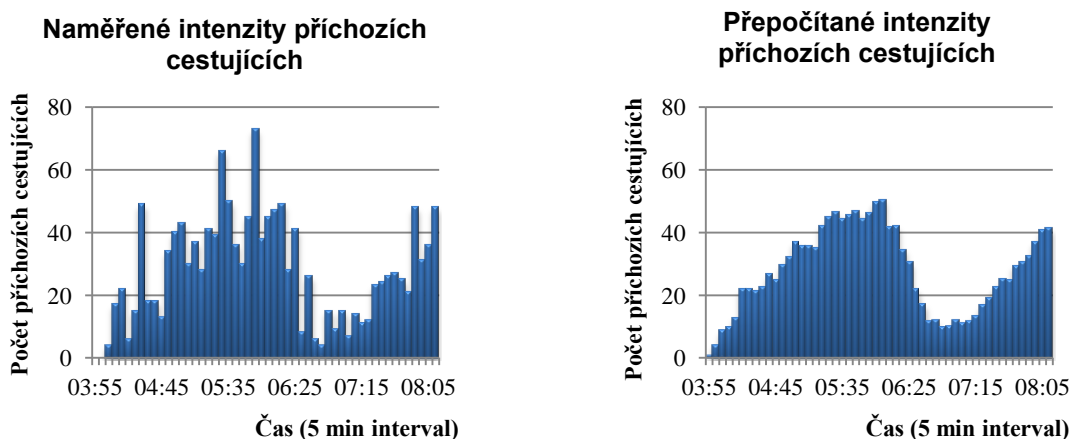


Obr.: 64 Vypočítané očekávané intenzity příchozích cestujících

Pro srovnání spolehlivosti této metody je nutné srovnání očekávaných výsledků s reálnou situací. V následující podkapitole bude použita metoda vyhodnocena.

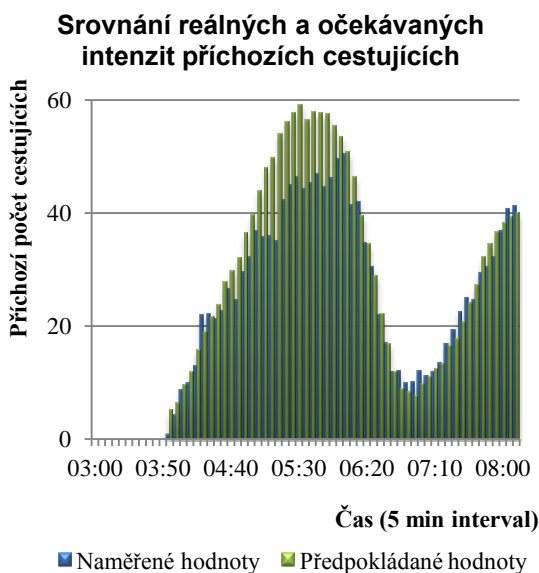
4.4.4 Vstupní intenzity – vyhodnocení metody odhadu

Za účelem vyhodnocení možného použití zvolené metody bylo provedeno měření a vyhodnocení zkoumaného období v reálném provozu. Na obrázku (Obr.: 65 vlevo) je uveden přehled naměřených hodnot všech příchozích cestujících na stanoviště kontroly oprávněnosti vstupu do neveřejné části letiště. Pro přehlednost byl opět zvolen pětiminutový časový interval.



Obr.: 65 Naměřené (vlevo) a přepočítané (vpravo) intenzity příchozích cestujících

Pro zobecnění a lepší využití je výhodné reálně naměřené hodnoty přepočítat pomocí klouzavého průměru (Obr.: 65 vpravo). Výrazné výkyvy v počtu příchozích cestujících je možné vysvětlit například tím, že skupiny cestujících na sebe čekají v předchozích částech procesu odbavení, příjezdem vysokokapacitních dopravních prostředků a podobně. Jedná se o stochastické příchody a případné opakované měření by pro různé dny dopadlo odlišným způsobem. Klouzavý průměr vyrovnává extrémní rozdíly a přibližuje výsledek ideálnímu stavu. Pro přepočítání byl použit klouzavý průměr na dvě období dopředu a dvě dozadu. Na obrázku (Obr.: 66) jsou pro lepší porovnání zobrazeny grafy jak reálně naměřených a klouzavým průměrem přepočítaných hodnot, tak odhadnuté intenzity příchozích cestujících.

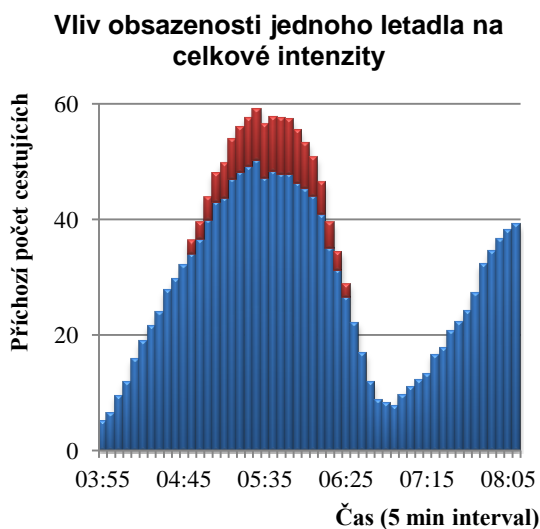


Obr.: 66 Srovnání reálných a očekávaných intenzit příchozích cestujících

Ze srovnání vyplývá, že použitou metodou je velmi dobře možné odhadnout, jak dobu začátku příchodu cestujících na stanoviště, tak vývoj intenzit v průběhu dne. Nesrovnalosti v období ranní špičky lze vysvětlit například nižší, než průměrnou obsazeností některého z letů (nebo kombinací více letů). Na obrázku (Obr.: 67) je vyznačen vliv obsazenosti jednoho letadla na celkové intenzity příchozích cestujících. Menší, než očekávané intenzity na obrázku (Obr.: 66) je tak možné vysvětlit právě nižší obsazeností některého z letů. Další odchylky mohou být způsobeny posunutím doby odletu letadla, nebo vznikem mimořádné události a podobně.

Pokud je intenzita vstupního toku cestujících správně určena, nastává fáze plánování potřebné intenzity obsluhy. Ta je bezprostředně spojena s počtem technologického

zařízení v provozu a počtem aktivních zaměstnanců. Z grafu na obrázku (Obr.: 64) jsou viditelné velké rozdíly v příchozích intenzitách cestujících. Dlouhodobé rozdíly je možné řešit počtem pracujících stanovišť. Krátkodobé rozdíly jsou řešeny intenzivním nárůstem a poklesem délky front. Jiným řešením je krátkodobé zprovoznění většího počtu pracovišť. Toto řešení je velmi neefektivní z pohledu provozovatele letiště, má naopak pozitivní vliv na spokojenost cestujících. Naopak je tomu v případě předchozího řešení pomocí vzniku front.



Obr.: 67 Vliv obsazenosti jednoho letadla na celkové intenzity

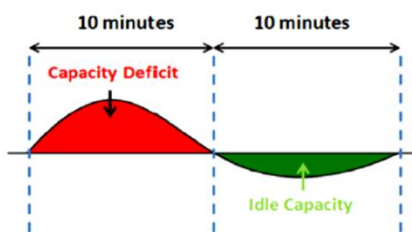
Jiné řešení, které má určitá omezení použití, nabízí teorie virtuálních front. V následující části bude tato teorie představena a na navrženém modelu odhadu příchozích intenzit cestujících bude demonstrována vhodnost použití této teorie v reálném procesu odbavení cestujících a jejich zavazadel.

4.5 Možnost ovlivnění vstupních intenzit cestujících

Pokud je navržena koncepce provozu terminálu, existuje vytvořený simulační model odbavovacího procesu a jsou k dispozici kvalitní odhady intenzit cestujících, je možné zaměřit se na optimalizaci vstupního toku cestujících. Krátkodobě zvýšené vstupní intenzity jsou nejen na stanovišti bezpečnostní kontroly doprovázené potřebou navyšování odbavovacích kapacit a tím i s potřebou krátkodobě vyššího počtu zaměstnanců. Vznikají krátkodobé výrazné neefektivnosti a problematika plánování pracovní doby. Jedním ze způsobů, který umožňuje za určitých předpokladů pro letiště výhodnější průběh vstupních intenzit cestujících, je teorie virtuálních front.

4.5.1 Teorie virtuálních front – podmínky a způsob využití

Obecně je představena teorie virtuálních front (VQ z anglického „Virtual Queuing“) v odborné studii vzniklé za spolupráce soukromého sektoru a univerzity v Nizozemsku [51]. Zabývá se možností ovlivnění vstupních intenzit cestujících do systému (například) bezpečnostní kontroly. Zkoumá možnosti, jak při krátkodobém nárůstu intenzit odbavit cestující za stávajícího počtu stanovišť a bez nárůstu doby čekání ve frontách. Základ celé teorie je demonstrován na obrázku (Obr.: 68). Systém bezpečnostní kontroly dosahuje určité odbavovací kapacity. Pokud vznikne krátkodobě požadavek na vyšší kapacitu (na obrázku červenou barvou) s využitím teorie virtuálních front dojde k přesunu požadavku do místa s vyšší nabízenou kapacitou než je požadována (na obrázku zelená barva). [51]



Obr.: 68 Základ teorie virtuálních front
(Zdroj: [51])

Základní podmínkou pro použití této teorie je krátkodobý nárůst vstupních intenzit příchozích cestujících, kterému předchází (nebo následuje) výrazný pokles intenzit. Cestující, kteří by se měli bez ovlivnění dostavit na stanoviště v době překročení maxima vstupních intenzit (době intenzivní tvorby front) jsou přesunuti v čase dopředu do období nižších intenzit. Toto je umožněno například vytvořením nové (virtuální) fronty, která se s původní sbíhá v místě začátku bezpečnostní kontroly. Cestujícím je předána informace o „časovém slotu“ ve kterém se mají dostavit k bezpečnostní kontrole. Pokud se v tomto čase dostaví, prochází přes virtuální frontu a bez čekání se zapojují do procesu bezpečnostní kontroly. Cestující, kteří se nedostaví ve stanoveném čase, pokračují s ostatními cestujícími do hlavní fronty. Provozovateli je tak umožněno odbavit stejný počet cestujících s nižším počtem zaměstnanců a vybavení. Cestující jsou výhodněji rozloženi v čase. Přínos pro cestující spočívá v tom, že se nevytváří neúměrné fronty a snížení nákladů na odbavení může být i teoreticky promítnuto do snížení letištních poplatků a tím i do ceny letenek.

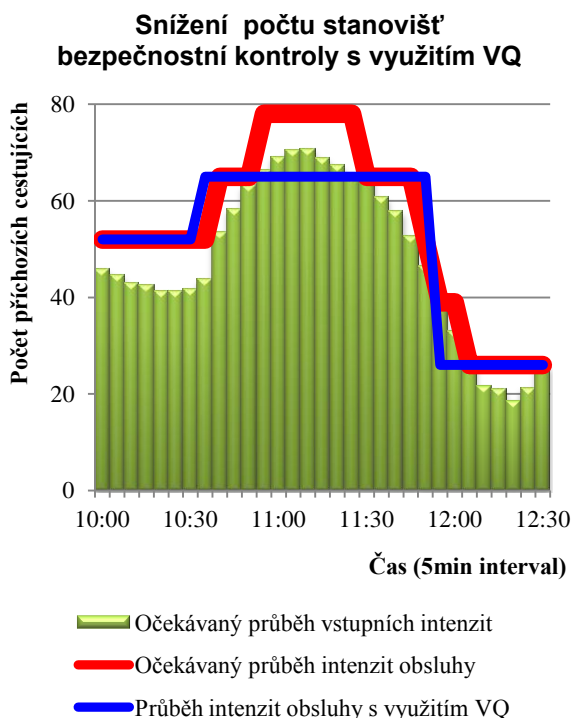
4.5.2 Teorie virtuálních front – aplikace na modelový příklad

Pro zjednodušení bude uvažována zaokrouhlená hodnota 13 odbavených cestujících na jedno stanoviště bezpečnostní kontroly za pět minut. Hodnota vychází z již zmíněného průměrného počtu 149 [3] odbavených cestujících za hodinu.

Na grafu (Obr.: 69) je znázorněný počet stanovišť bezpečnostní kontroly nutný k zabezpečení stabilizovaného procesu odbavení (bez nárůstu front). Červenou barvou je znázorněna intenzita obsluhy potřebná bez využití virtuálních front. Modrá barva znázorňuje navrhnoutou potřebnou intenzitu obsluhy v případě využití teorie front.

Možný je posun cestujících v čase nejen dopředu, ale i odkládání jejich příchodu na pozdější období. Z hlediska navržené strategie, která spočívá v rychlém odbavení cestujících tak, aby v komerční zóně neveřejné části letiště mohli trávit co možná nejdelší dobu, je však účelný pouze dřívější příchod cestujících.

Jinou možností řízení intenzit přichozích cestujících je posun doby odletu. Tato možnost zpravidla přichází v úvahu až při naplnění maximální kapacity, jakou je letiště schopné ve špičkových hodinách nabídnout.



Obr.: 69 Snížení počtu stanovišť bezpečnostní kontroly s využitím teorie virtuálních front

5 Shrnutí a doporučení

Obchodní společnosti působící v prostředí letiště by měly spolupracovat na společném hlavním záměru, kterým je generování zisku. Jak bylo v práci ukázáno, pro splnění tohoto záměru je velmi důležité brát mimo jiné v potaz význam efektivnosti provozu a spokojenosti cestujících. Vliv jednotlivých společností na spokojenost cestujících přesahuje hranice jejich působnosti. Při stanovování základní koncepce terminálu by tak měly společnosti spolupracovat na výsledném stavu a snažit se pozitivně ovlivňovat spokojenost cestujících.

V práci byl navrhnout model terminálu, na kterém byly vysvětleny provázanosti systému odbavení cestujících a jejich kabinových zavazadel. Základní koncepce terminálu a využití jeho prostorů se velmi odlišují. Navržený model odpovídá potřebám evropského kontextu. Jako nejefektivnější způsob řešení procesu odbavení cestujících byl zvolen model s využitím hromadného odbavení cestujících na odbavovacích přepážkách, internetového a mobilního odbavení. Navržený model dále odpovídá záměru rychlého odbavení cestujících tak, aby mohli v komerční zóně neveřejné části letiště trávit většinu času. Z tohoto důvodu je navrženo umístění většiny volnočasových zařízení v neveřejné části letiště. Byl zvolen centralizovaný model bezpečnostní kontroly, který umožňuje provozovat převážnou část neveřejného prostoru pro cestující v SRA zóně.

Zdůraznění důležitosti a významu správného přístupu ke spokojenosti cestujících je jednou z hlavních částí práce. U vynaložených investic, které mají zvýšit spokojenost cestujících, jsou snadno definovatelné náklady. Náklady se vyjadřují pomocí platu zaměstnanců, cenou pořizovaného vybavení a podobně. Vliv na celkový přínos je ale těžko definovatelný. Zpravidla je možná hlubší dlouhodobá analýza, která porovnává jednotlivé stavy před a po změně. Z tohoto důvodu jsou investice do spokojenosti důležité, ale těžko prosaditelné.

Pro spokojenost cestujících i efektivitu provozu je také významná informovanost cestujících a jejich očekávání. Jak je v práci dokázáno, vysoká úroveň informovanosti a reálná očekávání cestujících mají na celý odbavovací proces pozitivní vliv.

Teorie hromadné obsluhy má v procesu odbavení velmi široké využití. Slouží k odhadování vstupních intenzit a tím k plánování potřebných intenzit obsluhy. Na

tomto základě je možné plánovat počty zaměstnanců a využití technologického vybavení. Zastřešující možností pro maximalizaci spokojenosti cestujících a zisků provozovatele letiště jsou simulační modely. Vytvoření spolehlivých modelů je velmi náročné. Umožňují však kvalitativní posun při optimalizaci provozu terminálu. Pomocí simulací je možné studovat a vyhodnocovat provoz od jednotlivých částí odbavovacího procesu (například mikrosimulace bezpečnostní kontroly), až po komplexní provoz celého letiště. V práci bylo ukázáno srovnání deterministických a stochastických modelů. Jako nejvhodnější k vytvoření simulačního modelu odbavovacího procesu byl zvolen stochastický model využívající metodu Monte Carlo.

Aby bylo možné práci efektivně využít a zaměřit se na provázanost zmíněných aspektů, vytvoření a provozování simulačních programů a jiných optimalizačních nástrojů, vzniká široký prostor pro řadu návazných výzkumných projektů. Účelné by například bylo podrobné zmapování a vyhodnocení chování cestujících v budově terminálu. Výzkumy je také potřebné provést na dílčí témata a tvrzení použitá v práci. Pro konkrétní letiště má význam stanovení přesných hodnot a tím lepší využití poznatků. Příkladem může být vytvoření křivky nervozity a stresové zátěže cestujících v odbavovacím procesu, kontinuální výzkumy zaměřené na spokojenost, stanovení podrobného scénáře příchodu cestujících a hledání závislostí. Jeden z nejdůležitějších projektů by měl spočívat v přesném navržení rozložení příchozích cestujících na jednotlivá stanoviště, ověření vlivu denní doby, skupin cestujících, cílové destinace a podobně. V případě kvality poskytovaných služeb je žádoucí zaměřit se na oblasti rozdílné ochoty nakupování spokojených a nespokojených cestujících, cestujících různého původu a z různých cílových destinací. Očekávaným výsledkem by měl být graf znázorňující rozdílnost příjmů z jednotlivých skupin cestujících. V souvislosti s řízením front je také důležitý výzkum v oblasti ztráty zisku u čekajících cestujících. Jedním z možných výhodných řešení těchto výzkumů je pro každé letiště například dlouhodobá strategická spolupráce s univerzitou.

6 Závěr

Při výstavbě nových terminálů jsou v ideálním případě prostory a procesy navrženy s ohledem na očekávané intenzity cestujících. Při změnách pravidel a požadavků dochází v mnoha případech také k ovlivnění schopnosti jednotlivých aktivních míst procesu odbavení a jejich schopnosti odbavit předpokládaný počet cestujících v určitém časovém období. Největší změny s velkým negativním dopadem na odbavovací proces se zejména po roce 2001 v souvislosti s teroristickými útoky v USA a po roce 2006 v oblasti pravidel přepravování tekutin projeví na stanovištích bezpečnostní kontroly. Snížení schopnosti odbavovat určitý počet cestujících na jednotlivých stanovištích mělo dopad zejména na centralizovaný koncept bezpečnostních kontrol. Na letištích vznikala nutnost finančních investic a problematika většího potřebného prostoru. Efektivita odbavovacího procesu a možnost maximalizace počtu odbavených cestujících jedním stanovištěm se stala ještě významnějším faktorem v odbavovacím procesu.

V diplomové práci byly řešeny složité otázky spojené s efektivitou odbavovacího procesu cestujících a problematikou vzniku front. Byl popsán význam spokojenosti cestujících a jeho provázanost s efektivitou provozu, s vlivem na náklady jednotlivých procesů a změnou výše příjmů letiště z komerční oblasti. Propojení efektivity odbavovacího procesu a spokojenosti cestujících bylo ukázáno například pomocí teorie hromadné obsluhy. Byla zdůrazněna důležitost správného odhadu příchozích intenzit cestujících a navržena metoda, jakou je možné takové odhady vytvářet. Pro ověření vlivů nejrůznějších aspektů do reálného procesu odbavení bylo navrženo využívání simulačních modelů založených na metodě Monte Carlo a byl také vytvořený model simulující odbavovací proces cestujících pomocí Petriho sítí.

Seznam použité literatury

- [1] VOKÁČ, Roman. *Krizové řízení letiště při redukci provozu majoritního dopravce*. Praha, 2013. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta dopravní.
- [2] Ročné správy. *Bratislava Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: Letisko M. R. Štefánika – Airport Bratislava
- [3] IATA. *Annual Review 2012* [PDF]. 2013 [cit. 14.3.2015]. Dostupné z: <http://www.iata.org/about/Documents/annual-review-2012.pdf>
- [4] ČESKO. Zákon č. 49/1997 ze dne 6. března 1997 o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: Sbíрка zákonů České republiky. 1997, částka 17, s. 6082-6128. Dostupný také z: http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/DBFE6B7E-815D-4F11-94D2-601262631A71/0/zakon_o_cl_uplne_zneni.pdf
- [5] One-Stop Security. *IATA* [online]. 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: www.iata.org/whatwedo/security/Pages/one-stop.aspx
- [6] ČESKO. Zákon č. 216/2002 ze dne 2. května 2002 o ochraně státních hranic České republiky a o změně některých zákonů (zákon o ochraně státních hranic), ve znění pozdějších předpisů. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2002, částka 83, Dostupný také z: http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/DBFE6B7E-815D-4F11-94D2-601262631A71/0/zakon_o_cl_uplne_zneni.pdf
- [7] Výroční zpráva 2013. *Letiště Leoše Janáčka Ostrava* [PDF]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://www.airport-ostrava.cz/UserFiles/File/Vyrocnizpravy/VZ_2013.pdf
- [8] Flughafenplan. *Vienna International Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.viennaairport.com/passagiere/flughafen/flughafenplan>
- [9] TERMINAL GATES. *Miami International Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://www.miami-airport.com/terminal_gates.asp

- [10] DEPARTING PASSENGER. *Vienna International Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://www.viennaairport.com/en/passengers/departing_passenger
- [11] Malpensa Milan Terminal Airport Maps. *MILAN MALPENSA AIRPORT* [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.airportmalpensa.com/terminal-map.html>
- [12] Budapest Airport Closes Terminal 1. *Budapest Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.bud.hu/english/budapest-airport/media/news/budapest-airport-closes-terminal-1-10109.html>
- [13] Edinburgh Airport: Transport Links. EDINBURGH AIRPORT LIMITED. *Edinburgh Airport* [online]. 2015 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.edinburghairport.com/transport-links>
- [14] Edinburgh Airport: Facts and figures. EDINBURGH AIRPORT LIMITED. *Edinburgh Airport* [online]. 2015 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.edinburghairport.com/about-us/facts-and-figures>
- [15] Copenhagen Airport to be the key airport in northern Europe. *Copenhagen Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.cph.dk/en/about-cph/profile/Strategy/>
- [16] Parking & transport. *Copenhagen Airport* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.cph.dk/en/parking-transport/>
- [17] KERNER, Libor. *Provozní aspekty letišť*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 270 s. ISBN 80-01-02841-0.
- [18] KRAUS, Jiří. *Nový akademický slovník cizích slov A-Ž*. Vyd. 1. Praha: Academia, c2005, 879 s. ISBN 9788020013514.
- [20] Linka Bus 119, Terminál 1 > Letiště. MAFRA, a.s. *Jízdní řády.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://jizdnirady.idnes.cz/praha/zjr/>.
- [19] GRAHAM, Anne. How important are commercial revenues to today's airports? *Journal of Air Transport Management* [online]. 2009, 15(3): 106-111 [cit. 2015-

- 05-19]. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2008.11.004. ISSN 09696997. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096969970800152X>
- [21] Plan a trip to Portland. *Travel Portland* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.travelportland.com/plan-your-trip/>
- [22] Security Checkpoint Layout Design: Reconfiguration Guide. *Transportation Security Administration* [PDF]. 2006 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: http://www.aci-na.org/static/entransit/Checkpoint_Layout_Design_Guide_v1r0-0.pdf
- [23] COBRA Checkpoint CT Security Systems. *Analogic* [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.analogic.com/products-security-checkpoint-onguard.htm>
- [24] Česko. Letecký předpis L 19: Řízení bezpečnosti. In: *166/2013-220-LPR/I*. 2013. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [25] Security Management Systems (SeMS). *IATA* [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: www.iata.org/whatwedo/security/pages/sems.aspx
- [26] Air: Liquids, aerosols and gels. *European Commission* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/transport/modes/air/security/aviation-security-policy/lags_en.htm
- [27] KIRSCHENBAUM, Alan (Avi). The cost of airport security: The passenger dilemma. *Journal of Air Transport Management*. 2013, vol. 30, s. 39-45. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2013.05.002. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969699713000458>
- [28] ICAO. *Doc 9859: Safety Management Manual (SMM)* [PDF]. 3. vyd. 2012 [cit. 14.3.2015]. Dostupné z: http://www.icao.int/SAM/Documents/RST-SMSSSP-13/SMM_3rd_Ed_Advance.pdf
- [29] CHING, MK. PASSENGERS' PERCEPTION ON AIRPORT SERVICE AND QUALITY SATISFACTION. *INTERNATIONAL INSTITUTE OF SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCE: 10th International Academic Conference* [PDF]. 2014

- [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:
<http://proceedings.iises.net/index.php?action=proceedingsIndexConference&id=2&page=3>
- [30] Prague Airport: Tiskové zprávy. LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA PRAHA. *Letiště Václava Havla Praha meziročně stoupl počet odbavených cestujících* [online]. 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/o-letisti-praha/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/letisti-vaclava-havla-praha-mezirocne-stoupl-pocet-odbavenych-cestujicich/>
- [31] Press Release: J.D. Power and Associates Reports: Although Technology May Help Improve the Airport Experience, the Basics Have the Greatest Impact on Passenger Satisfaction. J.D. POWER AND ASSOCIATES. [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:
<http://businesscenter.jdpower.com/news/pressrelease.aspx?ID=2010015>
- [32] CAA passenger research: satisfaction with the airport experience: Heathrow, Gatwick and Stansted. CIVIL AVIATION AUTHORITY. [PDF]. 2013 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z:
<https://www.caa.co.uk/application.aspx?catid=33&pagetype=65&appid=11&mode=detail&id=5573>
- [33] Customer service: Passenger satisfaction. VINCI AIRPORTS. [online]. 2013 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.vinci-airports.com/en/passenger-satisfaction-2>
- [34] Prague Ruzyně Airport: Passenger Reviews and Prague Ruzyně Airport Traveller Reports. *SKYTRAX: Air Travel Rating & Reviews* [online]. 2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: http://www.airlinequality.com/Airports/Airport_forum/prg.htm
- [35] Letiště pro děti. LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA PRAHA. *Prague Airport* [online]. 2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/sluzby-cestujicim/letiste-pro-cestujici/letiste-pro-deti/>
- [36] LIU, Xuan, John M. USHER a Lesley STRAWDERMAN. An analysis of activity scheduling behavior of airport travelers. *Computers*. 2014, vol. 74, s. 208-218.

- DOI: 10.1016/j.cie.2014.05.016. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835214001697>
- [37] Stres. *Velký lékařský slovník* [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z:
<http://lekarske.slovníky.cz/pojem/stres>
- [38] BOURAĚ, Erick. *Aviation Security: Thinking ahead* [PDF]. Passenger Terminal Conference 2015.
- [39] VORÁČOVÁ, Šárka. *Teorie hromadné obsluhy* [PDF]. 2014 [cit. 2015-04-30].
Dostupné z: <http://www.fd.cvut.cz/department/k611/PEDAGOG/K611THO.html>
- [40] VORÁČOVÁ, Šárka. Webskriptum. *Teorie hromadné obsluhy* [online]. 2014 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z:
http://www.fd.cvut.cz/department/k611/pedagog/K611THO_soubory/webskriptum/index.html
- [41] Schiphol Security Service: The new approach in Aviation Security.
LOUWERSE, Ron. *International civil aviation organization ICAO* [PDF]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z:
<http://www.icao.int/Meetings/SIAS/Documents/Presentations/04.Ron%20Louwerse.Amsterdam.pdf>
- [42] 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. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210539511000198>
- [43] VORÁČOVÁ, Šárka. *Simulační metody hromadné obsluhy* [PDF]. 2014 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z:
<http://www.fd.cvut.cz/department/k611/PEDAGOG/K611THO.html>
- [44] VORÁČOVÁ, Šárka, Martin PĚNIČKA a Jaroslav VESELÝ. *Úvod do modelování procesů Petriho sítěmi*. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008, 126 s. ISBN 978-80-01-03979-3.

- [45] Simulation Software: Airport Simulation. *FlexSim* [online]. 2014 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <https://www.flexsim.com/simulation-software/#airport-simulation>
- [46] PISTORA, David. Simulace procesů bezpečnostní kontroly. *Runway*. 2015, 4/2015.
- [47] TESAŘ, Jiří a Petr BARTOŠ. 2006. METODA MONTE CARLO A PROGRAMOVACÍ JAZYK MATLAB PŘI PŘÍPRAVĚ UČITELŮ NA PEDAGOGICKÝCH FAKULTÁCH. Digital Signal and Image Processing [PDF]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB06/prispevky/tesar_bartos/tesar_bartos.pdf
- [48] ROBERTSON, C.V., S. SHRADER, D.R. PENDERGRAFT, L.M. JOHNSON a K.S. SILBERT. 2002. The role of modeling demand in process re-engineering. Proceedings of the Winter Simulation Conference. IEEE, : 1454-1458. DOI: 10.1109/WSC.2002.1166418. ISBN 0-7803-7614-5. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1166418>
- [49] Odlety. 2015. Letiště Václava Havla Praha [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/informace-o-letech/prilety-a-odlety/odlety/>
- [50] Výroční zprávy. 2015. Letiště Václava Havla Praha [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/o-letisti-praha/tiskove-centrum/vyrocnizpravy/>
- [51] DE LANGE, Robert, Ilya SAMOILOVICH a Bo VAN DER RHEE. 2013. Virtual queuing at airport security lanes. European Journal of Operational Research. 225(1): 153-165. DOI: 10.1016/j.ejor.2012.09.025. ISSN 03772217. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221712006893>

Seznam obrázků

Obr.: 1 Přehled členských států EU a schengenského prostoru.....	15
Obr.: 2 Změna průměrného počtu odbavených cestujících po zavedení nových bezpečnostních pravidel (Zdroj: [3])	16
Obr.: 3 Porovnání modelů decentralizované (vlevo) a centralizované (vpravo) koncepte bezpečnostní kontroly.....	18
Obr.: 4 Uspořádání prstů C a D letiště Vienna International Airport (Zdroj: [8]).....	20
Obr.: 5 Uspořádání terminálů letiště Miami International Airport (Zdroj: [9]).....	21
Obr.: 6 Veřejná část budovy terminálu	23
Obr.: 7 Přepážky leteckých společností	27
Obr.: 8 Common Check-in přepážky	27
Obr.: 9 Flight Check-in přepážka (vlevo) a samoodbavovací kiosky (vpravo).....	28
Obr.: 10 Proměnlivé a statické informační tabule	30
Obr.: 11 Automatická kontrola palubních vstupenek	31
Obr.: 12 Schematický model odbavení cestujících a zavazadel	34
Obr.: 13 Ilustrativní příklad efektivity bezpečnostní kontroly	36
Obr.: 14 Model neefektivnosti	37
Obr.: 15 Model vzniku front	37
Obr.: 16 Podíl komerčního příjmu vybraných letišť na celkových příjmech letiště (Zdroj: [19])	39
Obr.: 17 Neefektivní parkoviště (vlevo) a fronty vznikající na parkovišti (vpravo)	40
Obr.: 18 Jízdní řád autobusu linky 119 (Zdroj: [20])	42
Obr.: 19 Přeplněný autobusový spoj.....	43
Obr.: 20 Model přednádraží letiště	43
Obr.: 21 Mimoúrovňový přechod pro cestující (Zdroj: [21])	44
Obr.: 22 Prostor přednádraží.....	45
Obr.: 23 Model služeb pro cestující.....	45
Obr.: 24 Krátkodobá fronta cestujících.....	46
Obr.: 25 Model "Flight Check-in" odbavovacích přepážek.....	47
Obr.: 26 Fronty u odbavovacích přepážek.....	47
Obr.: 27 Model "Common Check-in" odbavovacích přepážek	48
Obr.: 28 Neefektivnost "Flight Check-in" způsobu odbavení	48

Obr.: 29 Model kontroly oprávněnosti vstupu.....	49
Obr.: 30 Model nástup na palubu letadla.....	53
Obr.: 31 Příklad uspořádání trati určené ke kontrole rentgenových jednotek (Zdroj: [22])	55
Obr.: 32 Model bezpečnostní kontroly	56
Obr.: 33 Příklad moderního výstupu 3D obrazu skenovaného předmětu (Zdroj: [23]).....	57
Obr.: 34 Graf celkové doby přípravy cestujících.....	60
Obr.: 35 Návod pro přípravu tekutin k bezpečnostní kontrole (Zdroj: [26]).....	60
Obr.: 36 Graf četností doby dohledávání v zavazadlech	61
Obr.: 37 Rozdělení počtu RJ na cestujících.....	62
Obr.: 38 Meziroční srovnání podílu počtu RJ na cestujících	63
Obr.: 39 Srovnání podílu počtu RJ na cestujících v letním a zimním období.....	64
Obr.: 40 Model SHELL (Zdroj: [28]).....	65
Obr.: 41 Nejčastější cílové destinace letiště Václava Havla Praha v roce 2014 (Zdroj: zpracoval autor na základě dat [30])	68
Obr.: 42 Teoretické rozdělení činností cestujících (Zdroj: [36]).....	78
Obr.: 43 Průběh úrovně stresu cestujících během procesu odbavení (Zdroj: [38]).....	80
Obr.: 44 Závislost počtu čekajících cestujících na počtu odbavovacích přepážek.....	83
Obr.: 45 Základní model teorie front	84
Obr.: 46 Očekávaná průměrná délka fronty na odbavovací přepážce	89
Obr.: 47 Srovnání výsledků vypočtené délky front při použití různých metod (Zdroj: [42]).....	90
Obr.: 48 Příklad (1) použití systému HPSim	93
Obr.: 49 Příklad (2) použití systému HPSim	93
Obr.: 50 Příklad (3) použití systému HPSim - soupeření o zdroje	94
Obr.: 51 Příklad modelování fronty na odbavovacích přepážkách.....	95
Obr.: 52 Grafy výsledných počtů odbavených cestujících (vlevo) a cestujících čekajících ve frontě (vpravo) ze simulačního modelu vytvořeného programem HPSim	96
Obr.: 53 Model odbavovacího procesu cestujících vytvořený pomocí programu HPSim	97
Obr.: 54 Srovnání téměř deterministického a stochastického modelu.....	99
Obr.: 55 Rozložení doby přípravy cestujících	101

Obr.: 56 Podíl počtu RJ cestujících	102
Obr.: 57 Rozložení relativní doby přípravy RJ.....	103
Obr.: 58 Výsledný model procesu odbavení cestujících vytvořený pomocí programu FlexSim (Zdroj: [45]).....	103
Obr.: 59 Výsledek simulace vytvořené v programu ARCPort (Zdroj: konzultace s Ing. Davidem Pistorou)	104
Obr.: 60 Příklad zobrazení průběhu simulace programem ARCPort (Zdroj: [41])	105
Obr.: 61 Návrh distribuce příchozích cestujících	107
Obr.: 62 Kumulovaný počet příchozích cestujících.....	108
Obr.: 63 Princip stanovení počtu příchozích cestujících	109
Obr.: 64 Vypočítané očekávané intenzity příchozích cestujících.....	111
Obr.: 65 Naměřené (vlevo) a přepočítané (vpravo) intenzity příchozích cestujících	111
Obr.: 66 Srovnání reálných a očekávaných intenzit příchozích cestujících	112
Obr.: 67 Vliv obsazenosti jednoho letadla na celkové intenzity.....	113
Obr.: 68 Základ teorie virtuálních front (Zdroj: [51])	114
Obr.: 69 Snížení počtu stanišť bezpečnostní kontroly s využitím teorie virtuálních front	115

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled zaznamenaných dat.....	101
Tabulka 2 Přehled odletů mezi 06:00 – 07:00	110
Tabulka 3 Část výpočtu celkového odhadu počtu příchozích cestujících	110