



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Vladimír Pazdro

**ANALÝZA ZPŮSOBŮ DOPRAVY CESTUJÍCÍCH NA
LETIŠTĚ S VLIVEM NA ODBAVOVACÍ PROCES**

Diplomová práce

2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621..... Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Vladimír Pazdro

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Analýza způsobů dopravy cestujících na letiště s vlivem na odbavovací proces**

Název tématu (anglicky): Public Transport to the Airport and Its Influence on Handling Process

Zásady pro vypracování

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

- Případová studie existujících druhů dopravy na letiště
- Analýza současného stavu na letišti Václava Havla
- Vliv kapacity dopravního spojení na odbavovací proces
- Návrh rozvoje dopravního spojení na letišti Václava Havla
- Zhodnocení možností



- 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: DE LANGE, Robert, Ilya SAMOILOVICH a Bo VAN DER RHEE. Virtual queuing at airport security lanes, 2013
SALTER, Mark B. Politics at the airport. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008
JANIĆ, Milan. Airport analysis, planning, and design demand, capacity, and congestion. Nova Science, 2009

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Slobodan Stojić**
Ing. Roman Vokáč

Datum zadání diplomové práce: **28. července 2017**
(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: **29. května 2018**
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

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



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Vladimír Pazdro
jméno a podpis studenta

V Praze dne 28. července 2017

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali s vypracováním mé diplomové práce. To jsou především Ing. Roman Vokáč a Ing. Slobodan Stojíc, kteří mi poskytovali užitečné rady, konzultace a vedení práce. Dále Ing. Boris Šálek a Ing. Jiří Jaroš za dodání informací a spolupráci, také společnost ROPID, p. o., a Letiště Praha, a. s., za poskytnutá data. Rovněž děkuji mým rodičům a známým za morální a materiální podporu.

Prohlášení

Na závěr studia na ČVUT v Praze na Fakultě dopravní jsem zpracoval diplomovou práci, kterou tímto předkládám k posouzení a k obhajobě.

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

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

V Praze dne 13. 6. 2018

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Analýza způsobů dopravy cestujících na letiště s vlivem na odbavovací proces

Diplomová práce

Vladimír Pazdro

ABSTRAKT

Diplomová práce „Analýza způsobů dopravy cestujících na letiště s vlivem na odbavovací proces“ popisuje v první části druhy dopravy na letiště používané ve světě. Dále analyzuje současný stav na Letišti Václava Havla a popisuje varianty vedoucí ke zlepšení dopravy na letiště. Na závěr jsou vypočítány délky front pro každý druh navrhovaného kolejového spojení a doporučena nejlepší varianta.

ABSTRACT

The diploma thesis „Public Transport to the Airport and Its Influence on Handling Process“ focuses on types of transport to the airport, that are used in the world. Than it analysis nowadays system of ground transportation to Václav Havel Airport Prague and projects to improve it. At the end, a queuing process of passport and security control is being shown depending on the type of rail transport system.

Klíčová slova:

obchodní odbavení cestujících, letiště, veřejná doprava, tvorba front

Keywords:

passengers business check-in, airport, public transport, queuing process

Obsah

Seznam zkratk	7
Úvod	8
1 Případová studie existujících druhů dopravy na letiště	10
1.1 Zhodnocení existujících druhů dopravy na letiště	10
1.1.1 Individuální automobilová doprava	10
1.1.2 Železniční doprava	12
1.1.3 Autobusová doprava	13
1.1.4 Tramvajová doprava	14
1.1.5 Metro	15
1.1.6 Ostatní druhy dopravy	17
1.2 Rozdělení vybraných letišť podle počtu cestujících	20
1.3 Shrnutí	24
2 Analýza současného stavu na Letišti Václava Havla	26
2.1 Zhodnocení a popsání současného stavu	26
2.1.1 Osobní automobily	28
2.1.2 Autobusy	29
2.1.3 Jiná doprava na Letišti Václava Havla	37
2.2 Intenzita příjezdu cestujících	37
2.3 Shrnutí	40
3 Vliv kapacity dopravního spojení na odbavovací proces	41
3.1 Výpočet počtu cestujících	41
3.2 Výpočet procesních časů	42
3.2.1 Bezpečnostní kontrola	43
3.2.2 Pasová kontrola	43
3.3 Popis navrhovaných variant	44
3.3.1 Železniční doprava	44
3.3.2 Metro	47

3.3.3 Tramvajová doprava.....	48
3.4 Vliv druhu dopravy na odbavovací proces.....	50
3.4.1 Závislost čekací doby na dělbě přepravní práce.....	50
3.4.2 Závislost čekací doby na intervalech.....	53
3.5 Výpočet čekací doby dle druhu kolejové dopravy.....	55
3.5.1 Scénář č. 1: Železniční doprava.....	56
3.5.2 Scénář č. 2: Metro.....	58
3.5.3 Scénář č. 3: Tramvajová doprava.....	61
3.6 Porovnání vlivu navrhovaných variant na odbavovací proces.....	64
3.7 Shrnutí.....	65
4 Návrh rozvoje dopravního spojení na Letiště Václava Havla.....	66
4.1 Klady a zápory jednotlivých druhů dopravy.....	66
4.1.1 Zavedení železniční dopravy.....	66
4.1.2 Zavedení metra.....	67
4.1.3 Zavedení tramvajové dopravy.....	68
4.2 Shrnutí.....	70
5 Zhodnocení možností.....	71
5.1 Vyhodnocení navrhovaných variant.....	72
5.2 Shrnutí.....	73
Závěr.....	74
Zdroje:.....	75

Seznam zkratek

AE	Airport Express
AIP	Letecká informační příručka (Aeronautical Information Publication)
ČKD	Českomoravská-Kolben-Daněk
DPP	Dopravní podnik Praha
LKPR	Letiště Václava Havla Praha
MHD	Městská hromadná doprava
PID	Pražská integrovaná doprava
ROPID	Regionální organizátor pražské integrované dopravy
SRA	Vyhrazený bezpečnostní prostor (Security restricted area)
T1	Terminál 1
T2	Terminál 2
ŽST	Železniční stanice

Úvod

Přeprava nás obklopuje na každém kroku, je součástí našich životů, našich každodenních úkolů a povinností. Existuje nepřeberné množství druhů dopravy, například autobusová, kolejová, železniční, lodní, letadlová, lanová atd. Každý druh potřebuje specifické podmínky, vytvořenou infrastrukturu pro fungování. Například železnice se neobejde bez kolejí, pro autobusovou dopravu je důležité vybudování silnic. Všechny liniové stavby představují obrovský zásah do přírody, tvoří bariéru, zabírají půdu, následky např. silniční dopravy jsou neblahé z důvodu exhalací, střetů se zvěří, společenských ztrát atd. Proto jsou dopravní stavby budovány v souladu s podrobnými studiemi vlivu na životní prostředí, zahrnujícími analýzu hluku a vibrací na okolní obyvatelstvo a potřeby samotných občanů.

Bariérový efekt nevytváří letecká doprava, a v tom je její obrovské pozitivum. Nebrání průchodu zvěře ani osob z místa na místo. Na druhou stranu vyžaduje poměrně rozsáhlé pozemky pro přistávání letadel, jejich pozemní pohyb a handling, haly pro pasažéry, přístupové komunikace atd. Ve vzduchu pak hrozí střet s ptactvem, letectví negativně ovlivňuje životní prostředí exhalacemi, hlukem a vibracemi, dochází k množení chorob mezi kontinenty, ke ztrátám na životech z důvodu leteckých nehod apod.^[1] To je jen hrubý výčet pozitivních a negativních vlastností letecké dopravy, podrobnou analýzou se tato práce zabývat nebude.

Každý člověk je jedinečný a výjimečný s individuálními potřebami. Proto i když vezmeme v potaz rozdílné požadavky na dopravu každého z nás, někdo se potřebuje dostat do cíle co nejdříve, druhý co nejekonomičtěji, třetí zase potřebuje dopravit nějaký materiál, vybere si každý jedinec jiný způsob přepravy do destinace. Mnoho z nás využívá veřejné dopravy, někdo raději osobního automobilu. Stále se však rozvíjí doprava letecká, ať už na malé, střední nebo dlouhé vzdálenosti, především díky její rychlosti, pohodlnosti a také bezpečnosti. O té se vedou nemalé dohady a zpracovávají se studie, kde výsledek je povětšinou stejný: letecká doprava je, s hodnotou 0,05 úmrtí na miliardu kilometrů, v tomto ohledu nejbezpečnější.^[2] Porovnat ji můžeme s dopravou lodní, ta má však podíl osob usmrcených na miliardu kilometrů 2,60.^[2] Nejhorší je na tom motocykl s výsledkem 108,9.^[2] Jinými slovy, jak říká Andrew Charlton, ředitel švýcarské firmy Aviation Advocacy:

„Nejnebezpečnější část letu je vaše cesta autem na letiště“.^[2]

Pro ochranu letiště, letadel, posádky i ostatních cestujících a zaměstnanců je jedním z nejdůležitějších bodů bezpečnostní kontrola, kde dochází k rentgenování příručních i odbavených zavazadel, průchodu cestujících detekčním rámem, případně k další kontrole (zkouška přítomnosti výbušnin atd.). V případě jakýchkoli pochybností může docházet

k dodatečné prohlídce zavazadel, případně za přítomnosti lékaře a policie k osobní kontrole. Bezpečnostní body jsou umístěny na každém terminálu Letiště Václava Havla rozdílně, vstupy do SRA se nachází na Terminálu 1 až před vstupem do gatů, na Terminálu 2 ihned po odbavení zavazadel.

Součástí letiště a jeho infrastruktury je kromě jiného také check-in, případně selfcheck-in a již zmíněná security a pasová kontrola před vstupem do SRA. A právě toto jsou místa, která čelí největší intenzitě cestujících ihned po příjezdu. Příchod cestujících není spojitá veličina, ale diskrétní, protože dopravní prostředky přijíždějí v určitých intervalech, ať už se jedná například o autobus, vlak, tramvaj, visutou dráhu, metro či jednokolejku. Pro Letiště Václava Havla je důležitá autobusová doprava, která zajišťuje pravidelný přísun cestujících o malém počtu. Jednou z otázek však je, co se stane s frontami na přepážkách, pokud nepojede na letiště (ve špičce, počítáme s průměrnou hodnotou) jeden autobus za 4 minuty, ale jedna vlaková souprava za 20 minut s obsaditelností několikanásobně vyšší. Proto byly stanoveny následující cíle této práce:

- Popsat současný stav na Letišti Václava Havla
- Vypočítat vliv kapacity dopravního prostředku na odbavovací proces a tvorbu front
- Analyzovat navrhovaná spojení Prahy a Letiště pomocí vlaku, metra a tramvaje a doporučit nejvhodnější řešení

Tato práce se bude zabývat příjezdem cestujících na letiště. Nejprve budou popsány existující druhy dopravy na světová letiště, následně budou seřazena vybraná letiště podle velikosti, zařazena do skupin a analyzována doprava cestujících. Následně bude popsán současný stav na největším pražském letišti, vypočítán počet přijíždějících cestujících v současné době a v závislosti na jiném druhu dopravního prostředku. Jako poslední krok bude vybrán a navržen nejvhodnější druh dopravy pro jízdu na Letiště Václava Havla a zpět.

1 Případová studie existujících druhů dopravy na letiště

Doprava je velice důležitá nejen pokud se potřebujeme dostat do práce nebo do školy, ale stále častěji je využívána letecká doprava za účelem dovolené, pracovní cesty nebo jiného cíle. Problém je takový, že letiště potřebuje obrovskou plochu pro vzletové a přistávací dráhy, pro pojízděcí dráhy, stojánky, terminály, technické zázemí, a dále ochranné prostory pro přilétávající a odlétávající letadla, včetně hlukových omezení. Díky těmto charakteristikám, jako má například London City, není možné vybudovat letiště v centru města ani v jeho nejbližším okolí, ale zpravidla se nachází za městem, kam je třeba dopravit cestující. Jedná se o jakékoli spojení centra města s terminály, může být realizováno autobusy, metrem, vlakem, tramvají, případně visutou dráhou, magnetickými vlaky a podobně. Vybrané druhy spojení budou nyní popsány.

1.1 Zhodnocení existujících druhů dopravy na letiště

Zde bude popsáno a rozděleno spojení s letištěm na několik druhů v závislosti na dopravním prostředku. Vyjma výše zmíněného se můžeme dostat na letiště také pomocí letadla. To však není pro tuto práci důležité, protože se v takovém případě jedná o přilétávající cestující, případně o transferové. Existuje také možnost dopravení se na letiště pěšky nebo jako cyklista. Tyto dva způsoby je možné z pohledu této práce zanedbat z důvodu extrémně malého počtu cestujících (pro cyklistickou dopravu přichází v úvahu pouze doprava zaměstnanců).

1.1.1 Individuální automobilová doprava

Pod tímto pojmem je skryto cestování osobním automobilem, případně dodávkou o celkovém maximálním počtu míst 9 včetně řidiče. Jedná se o dvoustopé vozidlo vybavené dieselovým, benzinovým, elektrickým nebo jiným agregátem, schopné samostatného pohybu.^[1] Vybudovaná infrastruktura poskytuje volnost pohybu automobilu po komunikacích, větší hustota je vždy u velkých měst.

Tento druh dopravy zažívá velký rozmach již několik desítek let. Jedná se o pohodlný způsob příjezdu k terminálu, cestující se nemusí se zavazadly přepravovat pomocí několika dopravních prostředků, cestovat přes celé město a nepohodlně přestupovat. Již méně

výhodné je však parkování u terminálů, kde se například na největším pražském letišti účtují nemalé poplatky za každou hodinu. V dnešní době jsou však rozvinuté služby, které za výhodnější tarif nabídnou zaparkování vozidla nedaleko od letiště a zadarmo dopravu minibusem přímo před vchod do terminálu. Velkým problémem však jsou dopravní kongesce, negativní vliv na životní prostředí a především celková neefektivnost individuální automobilové dopravy.

Taxi bezesporu patří do kategorie automobilové dopravy, především zajímavé je pro business cestující. Doprava je pohodlná, pokud přepravovaný pochází z města, ke kterému přiléhá letiště, nebo z nejbližšího okolí, nemusí přestupovat, a navíc odpadá starost o automobil, nutnost hledání a objednávání parkování atd. Taxi doprava je poměrně finančně náročná, existují tedy i konkurenční služby typu Uber, kde řidiči nepodléhají zkouškám atd. Jsou finančně výhodnější, není ale zaručen standard kvality, pohodlnosti a bezpečnosti.

Osobními vozy je možné dopravit se na jakékoli letiště na světě, výjimkou mohou být pouze některá speciální letiště. Zajímavé je však Gibraltar International Airport, přes jehož vzletovou a přistávací dráhu přímo prochází komunikace (na obrázku číslo 1). Křižování silnice a runway je vybaveno akustickým a optickým výstražným systémem včetně závor pro zabránění vjezdu automobilu na RWY a zajištění maximální možné bezpečnosti vzletajících nebo přistávajících letadel pohybujících se po ploše.^[3]



Obrázek č. 1 – Komunikace křižující vzletovou a přistávací dráhu Gibraltar International Airport, zdroj: [3]

1.1.2 Železniční doprava

Jedná se o jeden ze subsystémů městské hromadné dopravy s velkým potenciálem do budoucnosti (co se týče dopravy na letiště). Může se jednat o samostatné elektrické jednotky, soupravy nebo o vagony tažené lokomotivou, provozované na kolejnicích. V tomto případě přicházejí v úvahu pouze agregáty elektrické. Železniční doprava se vyznačuje velmi nízkou energií potřebnou pro jízdu soupravy (energie vztažená na tunokilometr), vycházející z malého odporu mezi kolem a kolejnicí.^[1] To má však i negativní následek v podobě dlouhé brzdné dráhy, nákladní vlaky decelerují i několik kilometrů. Kapacita závisí na druhu použitého vozu, například pro jednu soupravu typu City Elefant je to celkem více než 600 míst k stání a sezení.^{[1][3][4]}

Ve většině případů není problém navyšovat kapacitu dopravního prostředku. Například přidáváním vagonů nebo spojením dvou jednotek do soupravy, případně zkracováním intervalů při nárůstu poptávky po přepravě dosáhneme větší nabídky kapacity. Vozidla jsou dostatečně prostorná pro uložení objemných zavazadel, nechybí zde pohodlí a bezpečnost. Dalším velkým pozitivem je možnost vybavit vlaky toaletou, klimatizací, většími sedadly s dostatečným prostorem apod. Dále je možné zmínit na příkladu Letiště V. H. v případě zavedení vlaku rychlost přepravy a možnost pouze jednoho přestupu (na Masarykově nádraží, případně v budoucnu Hlavním nádraží, na ostatní vlaky a na metro B, případně ve stanici Vltavská na trasu metra C a na Hradčanské přestup na linku A) a s tím spojené pokračování dále po České republice (s každým přestupem se cesta stává více a více nepohodlnou, pokud vlak z letiště přiveze cestující přímo na hlavní nádraží města, potom je možné přestoupit na návaznou vlakovou dopravu a pokračovat s jedním přestupem).

Jako hlavní negativum se jeví infrastruktura. Na rozdíl od silniční dopravy, u které je již vybudována hustá síť silnic, dálnic a místních komunikací, u železnice tomu tak není. Pokud je již trať zavedena, nebývá většinou problém začít obsluhovat cílový bod a okolí. Komplikace vzniká, když je třeba vybudovat spojení na letiště později. Téměř veškerý prostor, kde by bylo možné postavit stanici, je zabraný a jedinou možností tak často bývá zahloubit stavbu pod povrch. To je náročné nejen finančně, ale i časově a technologicky. Musí být vybudován koridor, který bude dostatečně kapacitně vyhovovat požadavkům a poptávce. Vysoká úroveň bezpečnosti je bezpodmínečně nutná. Další negativum je křížení s komunikacemi, přejezdy jsou nebezpečné a mimoúrovňové křižovatky drahé na stavbu a projektování. Zábor půdy, vibrace a bariérový efekt jsou jen neúplným výčtem dalších omezujících kritérií.^[1]

Velmi zajímavá je doprava na Letiště Charlese de Gaulla v Paříži. Integrací stanice vysokorychlostní železnice přímo do terminálu dosáhlo letiště možnosti pokračovat s pouhým

jedním přestupem z letadla dálkovými vlaky. Pro jízdu do centra města však slouží napojení metra.

1.1.3 Autobusová doprava

Autobusová doprava neboli silniční doprava uskutečňovaná pomocí silničních prostředků hromadné dopravy osob je využívána především díky své variabilitě. Povětšinou není nutné stavět nové silnice a zastávky, vše, až na výjimky, je již vybudované. Autobusy se dělí podle určitých kritérií do několika skupin. Dělení podle typu autobusu:^[1]

- Standardní
- Kloubové
- Dvoukloubové

Dále dělení podle použití:^[1]

- Městské
- Příměstské
- Meziměstské
- Dálkové

Variabilita autobusu je jednoznačně pozitivní především kvůli možnosti objízdných tras (autonehoda, rekonstrukce silnice) a operativnosti (vyslání náhrady za porouchaný autobus atd.). Dále není závislý na přívodu energie z troleje jako vlak, tramvaj, či trolejbus, z čehož plynou další úspory financí při zavádění linky (není nutné zavěšování troleje, nebo budování kolejí), možnost velmi krátkých intervalů a návaznosti na ostatní druhy dopravy.^[1]

Hodí se především pro obsluhu menšího počtu cestujících, například pro menší letiště, kam by bylo nevhodné zavádět velkokapacitní dopravní spojení, jako je vlak. Nevelký prostor uvnitř kabiny pro cestující u klasických autobusů nenabízí možnosti pro uložení zavazadel, individuální požadavky na vybavení odkládacími prostory z výroby jsou více než nutné. Zápory tohoto druhu dopravy jsou především vliv na životní prostředí (vibrace, hluk, emise), větší pravděpodobnost nehody než u železnice, nebezpečí úniku paliva a oleje, menší životnost autobusů, větší spotřeba energie, ztráty z chodu motoru při stání (v zastávce nebo na semaforu motor běží a spotřebovává energii) a v porovnání se železnicí menší efektivnost pohonné jednotky (oproti elektrickému motoru).^[1]

Obsaditelnost je až 200 osob (u dvoukloubového autobusu), což je porovnatelné s tramvajemi, u klasických či kloubových autobusů se hodnoty pohybují mezi 100 a 160 osobami.^[5]

Jedním z neustále se rozvíjejících letišť, které používá tuto formu dopravy cestujících, je Letiště Václava Havla. Objemy přepravených osob rostou až na výjimky každým rokem již od přelomu století. Jestli je autobusová doprava na zmíněné letiště dostatečná nebo nikoli bude dále v této práci analyzováno.

1.1.4 Tramvajová doprava

Tramvajová doprava představuje jakýsi kapacitní střed mezi vlakem a autobusy. Pohybuje se po kolejnicových pásech, elektrickou energii získává sběračem (pantografem nebo polopantografem). Její průměrná obsaditelnost je u největších modelů více než 200 osob.^[1] Moderní stroje mají navíc funkci rekuperace, což znamená vracení elektrické energie zpět do sítě. S výhodou je využívána při brzdění v zastávkách a při jízdě z kopce, kde nedochází k tak velkým energetickým ztrátám, energie není přeměněna na teplo, ale je dále využívána.^[1]

V některých městech, jako je například Karlsruhe, je s výhodou používána tramvaj i na železnici (na obrázku číslo 2), i když pro následnou cestu na letiště je nutné použít autobus. Některé trasy jsou vedeny centrem města a v odlehlých částech města tramvajové vozidlo přejede na železnici a pokračuje dále. Tento systém je velice efektivní, musí však být zaručena kompatibilita obou druhů dopravy, včetně rozchodu, trakce, zabezpečovacího systému atd. Velmi výhodné je vedení tramvaje po samostatném tělese mimo vozovku, neboť vozidlo pak nemusí čekat v koloně, celý systém se stává spolehlivějším, rychlejším a přijatelnějším pro obyvatele, což je obzvláště důležité pro cesty na letiště.^[6]



Obrázek č. 2 – Tramvaj jedoucí po železnici v Karlsruhe, zdroj: [6]

Klady jsou téměř srovnatelné s železnicí, jsou to například skoro bezemisní provoz, dlouhá životnost v porovnání s autobusy, úspora energie, nulové ztráty při stání v zastávkách, velká kapacita. Naopak negativa se již liší, je to například nepříliš velká kapacita pro velký počet cestujících, nemožnost instalace toalety do vozu, hlučnost a vibrace, omezení maximálního možného stoupání, nevzhlednost tramvajového systému, nutnost vybudování velkých točen a jejich napojení na tramvajovou síť (logistický problém oproti autobusu) atd.^[1]

Pomocí tramvaje se můžeme dostat například na letiště Edinburgh, které je vzdálené 14 km od centra města. Obrázek číslo 3 je příkladem této tramvajové sítě.^[7]



Obrázek č. 3 – Tramvajová síť ve městě Edinburgh, zdroj: [7]

1.1.5 Metro

Jako zvláštní kategorie byla v této práci vyčleněna i doprava pomocí metra. Má určitá specifika oproti železniční dopravě, a proto je nutné ji zpracovat zvlášť. Pravděpodobně největším rozdílem je, že souprava metra dále pokračuje linkovým systémem často až na druhý konec města. Má velké množství stanic a je možné přestoupit na několik dalších druhů dopravy. Typické je pro ni křižování s jinými linkami podpovrchové dopravy, návaznost na autobusovou dopravu, kolejovou dopravu, záchytná parkoviště, případně výstup v centru města. Železniční doprava je většinou vedena pouze v úseku letiště-nádraží, s omezeným počtem zastávek a přestupních uzlů.

Dalším rozdílem je kapacita. V případě vlakové soupravy City Elefant je možné převést maximálně 643 cestujících, u soupravy metra typu M1 je to 1464. K tomu se však váže i záporná vlastnost, a to náklady na jednoho cestujícího. Pokud by byla malá poptávka a vozy by přepravovaly cestující o malých počtech, provoz by byl neefektivní a nepřiměřeně naddimenzovaný.^{[8][9]}

Rozdílnost zabezpečovacího systému vlaku a metra je zjevná, kladem je i nezávislost metra na povětrnostních podmínkách, pokud je vedeno podpovrchově. Rychlost je nižší než u vlaku, tento rozdíl je způsoben především konstrukcí. Vagony metra jsou uzpůsobeny pro kratší mezizastávkové úseky, proto nemusejí být schopné vyvíjet vysokou maximální rychlost (konstrukčně kolem 90 km/hod.).^[10]

Příklady letišť, které používají pro dopravu cestujících metro, případně systém nacházející se na pomezí metra a železnice, je London Stansted, vzdálený asi 45 minut jízdy od centra Londýna, nebo letiště Peking, necelých 30 km od centra. Typickým zástupcem používajícím výhradně metro je London Heathrow, prodloužení k terminálům bylo vybudováno v roce 1977, na obrázku číslo 4 je vidět slavnostní jízda.^[11]



Obrázek č. 4 – Slavnostní jízda prosloužení metra na London Heathrow Airport, zdroj: [11]

1.1.6 Ostatní druhy dopravy

Trolejbusová doprava – je stále evidována podle zákona č. 266/1994 Sb. o drahách jako drážní. To má vliv na možnost řízení tohoto vozidla, nutností je mít průkaz způsobilosti řízení drážního vozidla.^[12] Trolejbus má velké pozitivum v podobě absence exhalací v místě provozu. Náklady na stavbu jsou daleko menší než u tramvajové dopravy, není totiž nutné budovat kolejové pásy, trolej ale obsahuje dva vodiče a celý systém je mohutnější a těžší, tudíž i náročnější na uchycení a zavěšení. Výhodou je nižší hlučnost oproti ostatním druhům dopravy, delší životnost v porovnání se spalovacím nebo vznětovým motorem, lze objet malou překážku atd.^[1] Zápory nalézáme v menší operativnosti oproti autobusové dopravě, náročnější instalaci trolejového vedení (z důvodu dvou pólů), závislost na elektrické energii apod. Trolejbusem dojedeme například na moldavské letiště Kišinev.^{[1][12]}

Visutá dráha – neboli monorail, je jedním z druhů železničního dopravního systému, který využívá pouze jednu kolejnici, jak je vidět na obrázku číslo 5. Nutnost stavění konstrukce a následná nevhlednost krajiny z ní dělají jedno z nejzavrhovanějších



Obrázek č. 5 – Visutá dráha Düsseldorf, zdroj: [7]

řešení, nicméně

i v Praze se objevil návrh na zavedení tohoto druhu dopravy především z důvodu kandidatury Prahy na pořádání olympijských her, prudkého nárůstu cestujících a nutnost jejich dopravení po celém městě. S nasazením na letišti se můžeme setkat například v Düsseldorfu.^{[13][14]}

Jednokolejná dráha

– toto řešení je kombinací železniční, podpovrchové a visuté dráhy. Velké náklady na stavbu infrastruktury a většinou malé přepravní výkony nedělají z tohoto systému vhodného kandidáta pro dopravu na letiště. Přesto se v některých městech povedlo implementovat „jednokolejku“ do dopravního systému, příkladem může být Tokio, kde vlaky jezdí každé čtyři minuty a cesta do centra trvá 13 minut. Jednokolejná souprava je zobrazena na obrázku číslo 6.^[15]



Obrázek č. 6 – Jednokolejná dráha ve městě Tokio, zdroj: [15]



Obrázek č. 7 – Lanová dráha ve městě Oakland, zdroj: [16]

„jednokolejku“ do dopravního systému, příkladem může být Tokio, kde vlaky jezdí každé čtyři minuty a cesta do centra trvá 13 minut. Jednokolejná souprava je zobrazena na obrázku číslo 6.^[15]

Lanová dráha – populární způsob dopravy sloužící jako náhrada jednokolejné dráhy, případně metra. Opět velké stavební náklady jsou tentokrát vykompenzovány nižšími náklady při provozu, protože zde není potřeba lidské kontroly z pohybujícího se vlaku (strojvedoucího). Jako příklad poslouží letiště Oakland, kde byla lanová dráha postavena v roce 2014, měří 5 kilometrů a její fotografii nalezneme na obrázku číslo 7.^[16]

Lodní doprava –
Pro využití lodí je
třeba, aby bylo
letišťe vhodně
umístěno, pokud
možno přímo
u řeky či moře.
Každé další



přesedání nebo
přibližování k vodní dopravě je zdržující a ne hospodárné. Přesto existují letiště, která nabízejí lodní dopravu, jsou to letiště Benátky Marco Polo (na obrázku číslo 8) nebo Mezinárodní letiště Hongkong.^[17]

Srovnání kapacity dopravních prostředků

V tabulce č. 1 nalezneme srovnání všech výše zmíněných druhů dopravy, rozdělené podle dopravního prostředku, názvu konkrétního typu nebo výrobce a jeho obsaditelnost. Je nutné podotknout, že každý druh dopravního prostředku má více typů strojů s jiným maximálním počtem osob stojících a sedících, stejně tak jako každý výrobce vyrábí nejen jeden výrobek, záleží i na konkrétní konfiguraci každého jednotlivého kusu. Proto zde byl vždy vybrán pouze jeden zástupce (jako příklad) pro každý druh. Z tabulky je patrné, že největší kapacitu má souprava metra, a to 1464 cestujících. V případě typu M1 není možné libovolně přidávat vagony nebo je ubírat, každý vůz má svou funkci a pouze zapojení všech pěti z nich dělá soupravu schopnou samostatného pohybu. Je možné spojit dvě soupravy za sebe. Podobná situace je u vlaku typu City Elephant, kde je opět možné spojit dvě nebo tři elektrické jednotky za sebe, rozpojování v rámci soupravy možné ale není. Zde je třeba připomenout, že existují dvě normy pro přepočítání maximálního počtu cestujících, první počítá s pěti osobami na metr čtvereční, druhá s osmi. Proto se mohou údaje o maximálním počtu osob ve voze lišit.

Ještě menší kapacitu má tramvaj, 210 dopravovaných, následována jednokolejnou dráhou, autobusem a trolejbusem, shodně s méně než 170 cestujícími. Poměrně malým počtem míst k sezení a stání disponuje visutá dráha a lanová dráha. Předposlední místo zaujala sporadicky lodní doprava, to je způsobeno vybranou malou lodí pro obsluhu letišť. Zde by bylo možné zařadit do statistiky lodě velké, ty však pro leteckou dopravu ve smyslu spojení letišť s centrem města nebo přestupem na návaznou dopravu nehrají velkou roli.

Poslední místo zaujímá osobní automobil. Tento dopravní prostředek je pro mnoho lidí pohodlný především proto, že není nutné přestupovat a spoj je zajištěn vždy z bodu startu do bodu cíle (do této skupiny spadají i taxi služby). Mnoho lidí automobil využívá, v tom je i jeho slabina. Nejedná se jen o dopravní komplikace v podobě například kolon, ale problémem jsou nehody a společenské ztráty, a dále umístění vozu po příjezdu na letiště. Musejí se vybudovat parkovací domy dostatečně velké na to, aby byly schopny pokrýt stále rostoucí poptávku po zaparkování, a to na různě dlouhou dobu. Doprava osobním automobilem je také neekonomická, neekologická a způsobuje nemalé komplikace. Vzhledem k její velmi omezené kapacitě ji nelze určit jako vhodnou pro dopravu na velká mezinárodní letiště, přesto často zaujímá přední místa v podílu dopravujících se na terminály odletu, jak uvidíme později.

Tabulka č. 1 – Srovnání obsaditelnosti dopravních prostředků, zdroj: [8][9][18], vlastní zpracování

Typ dopravního prostředku	Název	Počet míst		
		K sezení	K stání	Celkem
Automobil	Škoda Favorit	5	0	5
Vlak	City Elefant	310	330	640
Autobus	SOR NB 18	44	117	161
Tramvaj	Škoda 15T	61	149	210
Metro	M1	224	1240	1464
Trolejbus	SOR TNB 18	46	115	161
Visutá dráha	Siemens AG	15	32	47
Jednokolejná dráha	Von Roll Holding	45	125	170
Lanová dráha	ČKD	30	70	100
Lodní doprava	Gladius	50	0	50

1.2 Rozdělení vybraných letišť podle počtu cestujících

Podle Letecké informační příručky, tedy AIP, se rozdělují letiště na několik druhů. Dělení do skupin je následující:^[19]

- Základní mezinárodní letiště
- Ostatní mezinárodní letiště
- Mezinárodní letiště
- Vnitrostátní letiště
 - Veřejná
 - Neveřejná

Jak již z názvů vyplývá, každá skupina je určena pro jiný okruh uživatelů s rozdílnými službami. Veřejná či neveřejná letiště se liší zavedením celních a karanténních procedur, zdali jsou k dispozici letecké provozní služby a jejich úroveň atd.

Další možné členění letišť je podle kódového označení, které se skládá ze dvou prvků, čísla a písmene. Předpis L14 uvádí toto rozdělení následovně: „Prvek 1 je číslo založené na jmenovité délce dráhy vzletu letounu a prvek 2 je písmeno odvozené z rozpětí křídla letounu a vnějšího rozchodu kol hlavního podvozku“^[20].

Pro uvedení do problematiky letišť je zmíněné rozdělení důležité, pro účel této práce však není podstatné ani jedno z výše uvedených. Bude vybráno a popsáno několik letišť v závislosti na počtu odbavených cestujících podle následujících skupin:

- Největší letiště světa
- Letiště s 10–16 miliony cestujících za rok
- Letiště s méně než 2 miliony cestujících za rok

V tabulce č. 2 jsou uvedena největší letiště na světě, co se týče počtu přepravených pasažérů. Ve druhém sloupci je název letiště, v dalším pak země, kde se nachází. Dále je vypsán počet odbavených cestujících, kde první místo zaujímá Atlanta International Airport s více jak 104 miliony. Následuje Beijing Capital International Airport a další. Poslední část tabulky zobrazuje informace o cestě na letiště. U všech těchto světově velice významných dopravních uzlů se nachází automobilová a autobusová doprava, povětšinou však slouží jen jako doplňková. Hlavními druhy dopravy je železnice, ať se jedná o vlak, nebo o metro. Určité zvláštnosti vykazuje například Tokyo Haneda International Airport, kam je zavedena jednokolejná dráha s intervaly průměrně 4 minuty. Do centra města je možné dostat se s jedním přestupem. Další zajímavostí je SkyTrain na obrázku číslo 9 nacházející se na již zmíněném Hartsfield–Jackson Atlanta International Airport. Jedná se o automaticky řízený, elektricky poháněný vlak, který spojuje letiště a GICC (Georgia International Convention Center neboli konferenční středisko). Je v provozu 24 hodin denně, sedm dní v týdnu, obdobný systém můžeme nalézt například ve Vancouveru.^{[15][21][22]}



Obrázek č. 9 – Skytrain ve městě Atlanta, zdroj: [22]

Tabulka č. 2 – Největší letiště světa, data rok 2016, zdroj: [21], vlastní zpracování

Pořadí	Název letiště	Země	Počet cestujících	Druh dopravy
1.	Letiště Hartsfield–Jackson Atlanta International	USA	104 171 935	Automobil, SkyTrain, vlak, autobus
2.	Pekingské mezinárodní letiště	Čína	94 393 454	Automobil, metro, vlak, autobus
3.	Mezinárodní letiště Dubaj	Spojené arabské emiráty	83 654 250	Automobil, metro, autobus
4.	Letiště Los Angeles International	USA	80 921 527	Automobil, autobus
5.	Letiště Tokyo Haneda International	Japonsko	79 699 762	Automobil, vlak, jednokolejná dráha, autobus

Srovnání letišť s podobným počtem odbavených cestujících, jako má Letiště Václava Havla, nám pomůže udělat si přehled o dopravě na letiště s obdobnou velikostí. Jak je vidět v tabulce č. 3, všechna tato letiště jsou vybavena kolejovou dopravou spojující zastávku před terminály s centrem města. Výjimkou je Nice Côte d'Azur Airport, které je obsluhováno autobusy, vlak je v tabulce uveden v závorce, protože je vzdálený 15 minut chůze. Téměř jediné letiště, s počtem cestujících větším než 10 milionů, které nemá vlakové dopravní spojení je Letiště Václava Havla. Dokonce i daleko menší letiště, téměř o třetinu, jako je Stuttgart Airport, disponuje kolejovým spojením s centrem provozovaným takzvanými S-Bahn vlaky. To je kombinace metra a vlaku, většinou vyjíždějící z centra, pokračující do okrajových částí a destinací v okolních městech či vesnicích.

Tabulka č. 3 – Letiště s 10–16 miliony cestujících za rok, data pro rok 2015–2017, zdroj: [23][24], vlastní zpracování

Pořadí	Název letiště	Země	Počet cestujících	Druh dopravy
1.	Letiště Frédéric Chopina, Varšava –Okęcie	Polsko	15 750 000	Automobil, vlak, autobus
2.	Letiště Václava Havla	Česká republika	15 450 000	Automobil, autobus
3.	Letiště Nice Côte d'Azur	Francie	13 304 782	Automobil, autobus, (vlak)
4.	Letiště Kolín/Bonn	Německo	12 384 223	Automobil, vlak, autobus
5.	Letiště Stuttgart	Německo	10 640 610	Automobil, vlak, autobus

V tabulce č. 4 jsou pro kompletnost výčtu velikosti letišť uvedena menší letiště s počtem cestujících do dvou milionů. Nejmenší z nich je Flughafen Linz, které má sice pouze autobusové spojení, vlaková stanice se však nachází asi 3 minuty jízdy bezplatným kyvadlovým spojem (s platnou letenkou). Z tohoto důvodu je v přehledu uveden vlak

v závorce. Následují tři letiště s napojením pouze autobusové dopravy, jako první je uvedeno Dresden flughafen, které odbavilo 1 667 880 cestujících, a přesto disponuje dopravou kolejovou i autobusovou.

Tabulka č. 4 – Letiště s méně než 2 miliony cestujících za rok, data pro rok 2015, zdroj: [24], vlastní zpracování

Pořadí	Název letiště	Země	Počet cestujících	Druh dopravy
1.	Letiště Drážďany	Německo	1 667 880	Automobil, vlak, autobus
2.	Letiště Poznaň-Ławica	Polsko	1 611 074	Automobil, autobus
3.	Letiště Karlsruhe/Baden-Baden	Německo	1 051 435	Automobil, autobus
4.	Letiště Brno-Tuřany	Česká republika	470 000	Automobil, autobus
5.	Letiště Linec	Rakousko	435 468	Automobil, autobus, (vlak)

Pro větší přehlednost a názornost byla vytvořena tabulka č. 5, kde je souhrnně uveden dostupný druh dopravy na každé vybrané letiště. Jak již bylo řečeno, vlaková stanice u letiště Nice je vzdálena 15 minut chůze, a proto je uveden vlak v závorce. Podobně je na tom i letiště Linec – cesta z vlakové stanice na letiště trvá bezplatným autobusem 3 minuty. Jak je vidět z porovnání vzdálenosti od letiště přibližně do centra města, cestující na pražské letiště musejí urazit poměrně dlouhou trasu, obzvlášť v porovnání s letišťem Varšava a Nice. Letiště v Los Angeles je vzdáleno 30 km od centra, nachází se však přímo ve městě, kam jsou cestující dopravováni autobusy z nejbližší stanice metra.

Tabulka č. 5 – Souhrnné porovnání dostupných dopravních prostředků na vybraných letištích, řazeno od největšího do nejmenšího počtu cestujících za rok, zdroj: [21][23][24], vlastní zpracování

Název letiště/dopravní prostředek	Vzdálenost od centra [Km]	Automobil	Autobus	Vlak	Metro	Jiné
Letiště Hartsfield-Jackson Atlanta International	16	•	•	•	-	•
Pekingské mezinárodní letiště	30	•	•	•	•	-
Mezinárodní letiště Dubaj	14	•	•	-	•	-
Letiště Los Angeles International	30	•	•	-	-	-
Letiště Tokyo Haneda International	27	•	•	•	-	•
Letiště Frédéricica Chopina, Varšava - Okęcie	9	•	•	•	-	-
Letiště Václava Havla	17	•	•	-	-	-
Letiště Nice Côte d'Azur	8	•	•	(•)	-	-
Letiště Kolín/Bonn	15	•	•	•	-	-
Letiště Stuttgart	14	•	•	•	-	-
Letiště Drážďany	10	•	•	•	-	-
Letiště Poznaň-Ławica	8	•	•	-	-	-
Letiště Karlsruhe/Baden-Baden	45	•	•	-	-	-
Letiště Brno-Tuřany	12	•	•	-	-	-
Letiště Linec	13	•	•	(•)	-	-

1.3 Shrnutí

Popsány jsou veškeré možné druhy dopravy na letiště. U každého typu transportu je uveden jeho stručný popis a vybráno alespoň jedno letiště, na které je možné se tímto spojením dostat. V tabulce č. 1 porovnávající kapacitu je vidět, že největší obsaditelnost má souprava metra typu M1, a to téměř 1500 cestujících (je třeba dát pozor na rozdílné normy počtu osob na metr čtvereční, spojování souprav, rozdílné konkrétní typy dopravních prostředků atd.). Následně jsou vypsána největší letiště světa podle počtu cestujících a k nim příslušející druh dopravy do přílehlajícího města. Jediné toto letiště, které nemá kolejovou dopravu, je Los Angeles, autobusy zde dopravují cestující na nedalekou stanici metra. Další tabulka ukazuje, že letiště s podobným počtem odbavených pasažérů, jako je Letiště Václava Havla, mají zavedenou kolejovou dopravu k terminálu, i když vzdálenost do centra města je mnohdy daleko menší (vyjma letiště Nice, pro příchod na stanici vlaku je třeba urazit pěšky asi 15 minut). Co se týče letišť s malým počtem odbavených cestujících, konkrétně do dvou milionů, i zde jsou již kolejová spojení. Linec je spojen pendlovým autobusem s železniční stanicí (doba jízdy 3 minuty) a letiště Drážďany má plnohodnotné vlakové spojení. Na základě

těchto dat vyplývá, že většina letišť s počtem odbavených cestujících 10–16 milionů a největší letiště světa mají zavedenou kolejovou dopravu.

2 Analýza současného stavu na Letišti Václava Havla

Letiště v Ruzyni bylo vystavěno ve 30. letech minulého století a sloužilo jako náhrada za letiště Kbely, které bylo postaveno po první světové válce, v roce 1918. Méně známá je však historie dopravy na Letiště Václava Havla, která je prováděna stejným druhem dopravního prostředku již od 30. let minulého století.

V roce 1938, po otevření pražského ruzyňského letiště, byla zavedena autobusová linka číslo 1, která spojovala Vozovnu Vokovice a letiště. V 50. letech byla přejmenována na linku 108, následně 225 a poslední přečíslení proběhlo na spoj číslo 119, který funguje dodnes. Autobusový systém však obzvláště při velké poptávce po přepravě není schopný dodat dostatečnou kapacitu, komfort, rychlost, ale ani spolehlivost spojení. To se vědělo již před více než 50 lety, první nápady na realizaci kolejového, železničního spojení mezi Prahou a letištěm pocházejí již z 60. let minulého století. V roce 1993 byla zmíněna možnost vybudování rychlodráhy a za posledních 20 let vzniklo až 100 stavebních záměrů a studií pojednávajících o zavedení kolejové dopravy na letiště.^[25]

Jako další možnost propojení těchto dvou významných dopravních uzlů bylo projednáváno prodloužení metra A. Původní návrh na stavbu začínající ve stanici Dejvická již není aktuální z důvodu existujícího pokračování trasy do stanice Nemocnice Motol. Následně byly zvažovány možnosti odbočky z Nádraží Veleslavín, případně protažení z Nemocnice Motol. Praha tento návrh kvůli obrovským investicím několikrát zamítla a znovu obnovila.^[26]

Jako poslední možnost přichází v úvahu zavedení tramvajové dopravy, které má jednu nepřekonatelnou výhodu, a to rychlost a cenu stavby. První zmínka se objevila před více než 20 lety, ale ani do této chvíle nebylo zcela rozhodnuto, zdali dojde k prodloužení tramvajové tratě, podpovrchové dráhy nebo železnice.^[27]

2.1 Zhodnocení a popsání současného stavu

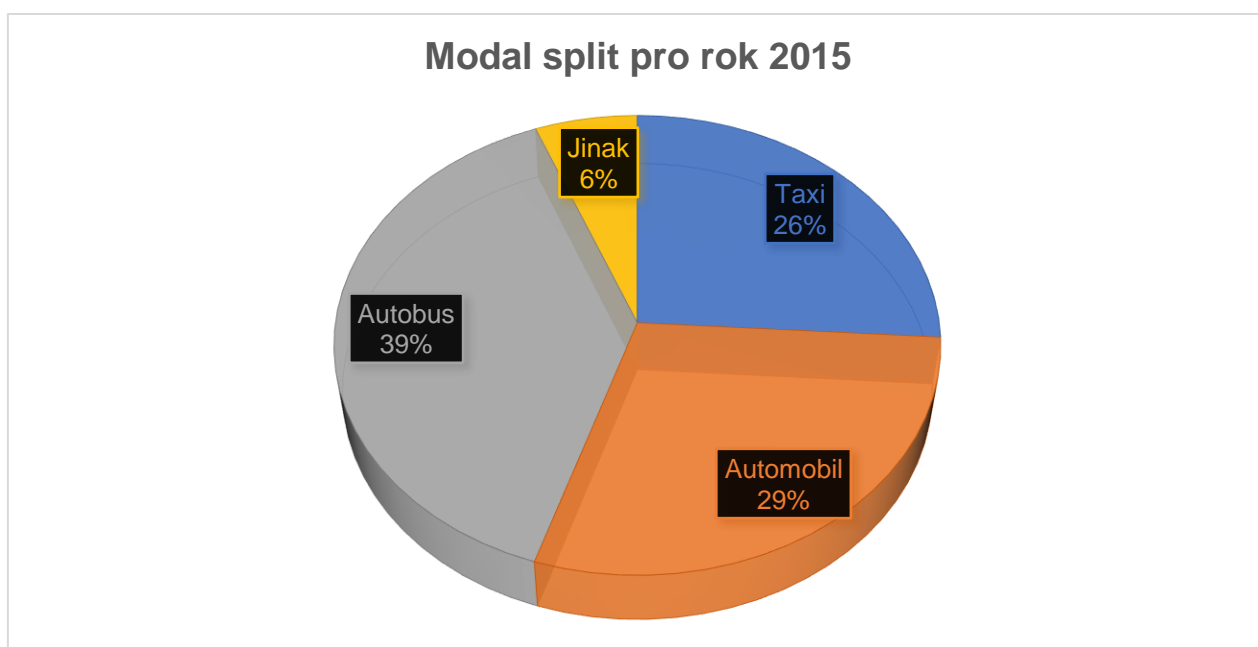
V současné době se lze na letiště dopravit pouze několika způsoby. V další části této práce budou rozděleny druhy dojezdu na letiště na několik typů:

- Osobními automobily
- Autobusy
- Jiná doprava na Letiště Václava Havla

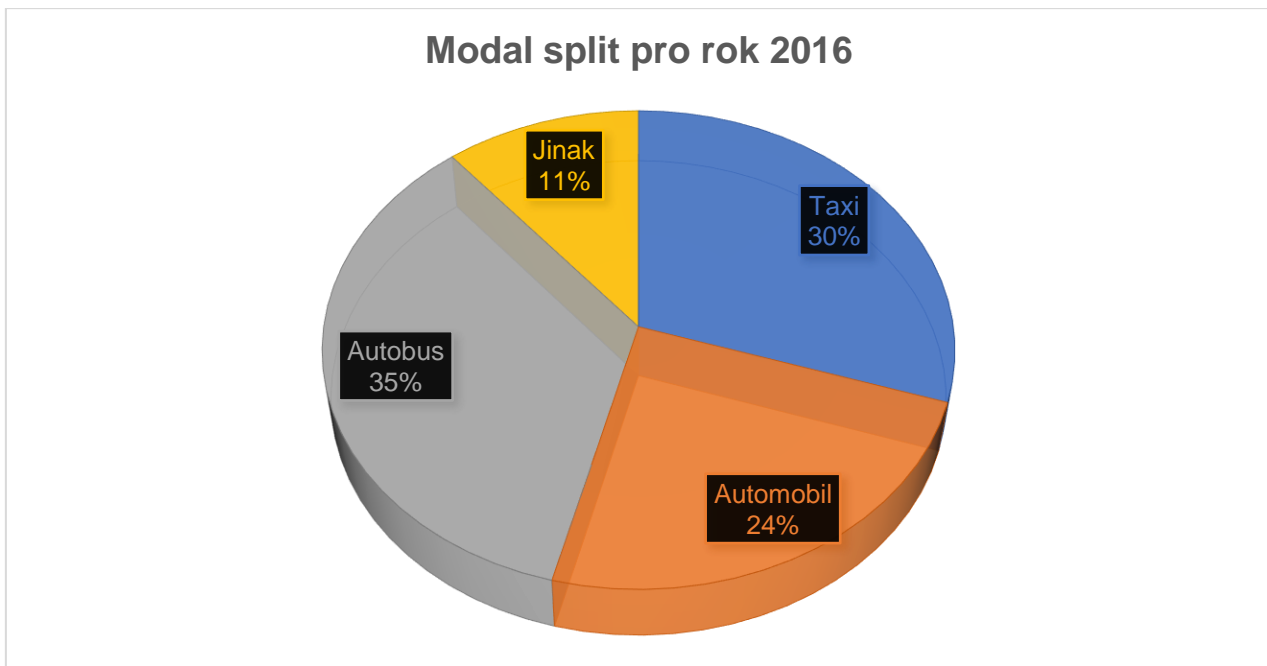
Pro popsání a analýzu stavu je důležitý především modal split. Ten udává, jaký počet cestujících využívá kterého dopravního prostředku, respektive jejich poměr vyjádřený v procentech. Zde je důležité podotknout, že tato čísla uvedená níže se nevztahují pouze na počet cestujících odlétajících z Letiště Václava Havla, ale jsou zahrnuti i zaměstnanci, menší část pak tvoří lidé jedoucí na letiště za zábavou, jako je pozorování letadel, nakupování atd.

Pro porovnání vývoje stavu byl vybrán graf č. 1, který znázorňuje situaci v roce 2015 a graf č. 2 zaměřující se na modal split následujícího roku. Pokud bychom spojili taxi a automobil do jedné skupiny s názvem osobní automobily, pak je zřejmá naprostá převaha v obou rocích. Zajímavé je, že ačkoli je snaha o propagování a zlepšování veřejné dopravy na letiště na denním pořádku, mívá se účinkem. Zatímco v roce 2015 použilo autobus pro dopravu na letiště 39 % cestujících, následující rok jich bylo o 4 % méně. Téměř o stejný podíl kleslo používání automobilu, naopak o tentýž kus vzrostlo používání taxi.^{[28][29]}

Samostatnou kapitolu tvoří jiná doprava na letiště. Do té spadají spolu s lidmi bydlujícími v těsné blízkosti (většinou se jedná o zaměstnance, kteří se dopravují do práce na kole, případně na jednostopém motorovém vozidle) především cestující přijíždějící autobusy dálkové dopravy, případně transportní služby využívající minibusy, jež není možné zařadit pod taxi ani PID. Jejich počet vzrostl téměř na dvojnásobek, z 6 % na 11 %.^{[28][29]}



Graf č. 1 – Modal split pro rok 2015, zdroj: [28]



Graf č. 2 – Modal split pro rok 2016, zdroj: [29]

2.1.1 Osobní automobily

Pokud se cestující nebo zaměstnanec rozhodne použít osobní automobil pro cestu na letiště, z centra Prahy je vhodné najet na Evropskou ulici, poté na dálnici č. 7 a sjet u Přední Kopaniny. Další možností je použít městský okruh, následně D0 a D7 a stejně jako u předchozí alternativy opustit dálnici na sjezdu Přední Kopanina.

Pro cesty, které nevedou ze středu metropole, ale z jiných měst, je vždy důležité dostat se na dálnici D0 a použít zmíněný sjezd. Pravděpodobně jedinou výjimkou bude cesta po dálnici D7 ve směru od Slaného na Prahu, zde nedojde k najetí automobilu na D0, jelikož letiště je po cestě dříve, jednalo by se o zajiždku.

Kdo vyžaduje vysokou míru pohodlí, chce mít cestu bez nutnosti sledování provozu a studování trasy, pravděpodobně zvolí taxi. Tato služba ho doveze přímo před terminál odletu a pomůže mu vyložit zavazadla. Nejdůležitější roli zde hraje cena, která je v porovnání s veřejnou dopravou více než desetinásobná. Avšak i přes tuto částku především business cestující volí tento druh dopravy z důvodu pohodlnosti a bezstarostnosti.

Pro parkování na letišti slouží několik parkovišť, rozdílně vzdálených od terminálů, sloužících pro různě dlouhá stání a difference najdeme jak ve vzdálenosti parkoviště od terminálu, tak v hodinovém, případně denním poplatku. Jejich celková kapacita činí 6800 parkovacích míst, včetně služeb, jako je úschova cenin, ostraha a kamerový systém sledující parkoviště 24 hodin denně a další. K dispozici je i půjčovna automobilů.^[30]

Základní rozdělení je provedeno podle délky stání, náčrtek parkoviště je vidět na obrázku č. 10. P Express (označeno také jako P1 a P2) slouží pro krátkodobé zastavení vozidla. Poplatek není do 15 minut žádný, za dalších 15 minut 100 Kč a následně 100 Kč za každou další započatou půlhodinu. Parkoviště P Comfort (PC) a P Economy (PB) slouží pro delší stání v řádu hodin, kde poplatek je 50 Kč za hodinu, v případě překročení 12 hodin je jednorázová sazba 600 Kč na den. Pro dlouhodobé parkování (delší než jeden den) slouží parkoviště P Smart (PA), P Holiday (PD) a P Comfort (PC) s rozdílnou sazbou začínající na 500 Kč za první den, každých dalších započatých 24 hodin stojí přibližně 50 Kč.^[30]



Obrázek č. 10 – Schéma parkování na Letišti Václava Havla, zdroj: [30]

Za zmínku stojí i služby typu air parking. Ty provozují oplocené plochy v blízkosti letiště, kde si cestující po předchozí rezervaci místa na internetu zanechá svůj vůz. Tyto společnosti pak provozují mikrobusey, případně osobní automobily, které cestující dopraví na letiště a po přeletu zase zpět k automobilu. Cena této služby je například 890 Kč za 8 dní.^[30]

2.1.2 Autobusy

Z veřejné dopravy je to jediný způsob, jak se transportovat k terminálům letiště. Rozděluje se na:

- Autobusy MHD
- Autobusy regionální

Z celkového počtu cestujících přepravily v roce 2016 autobusy městské hromadné dopravy na letiště 35 %. Bohužel se jedná o pokles, v roce předchozím využilo služby MHD celkem 39 % lidí, čili o čtyři procenta více. Klesající tendence může mít několik důvodů, jako například nespolehlivost spojení, nespokojenost zákazníků nebo jiné.

Autobusy MHD

Jedná se celkem o pět linek, kterými je možné cestovat na letiště a zpět. Jednu točnu mají společnou, a to obratiště na Letišti Václava Havla, ostatní jsou rozdílné. Veškerá uvedená data pocházejí z roku 2016 a byla poskytnuta firmou ROPID. Jedná se o linky:

- 119
- 100
- 191
- AE
- 910

Linka č. 119:

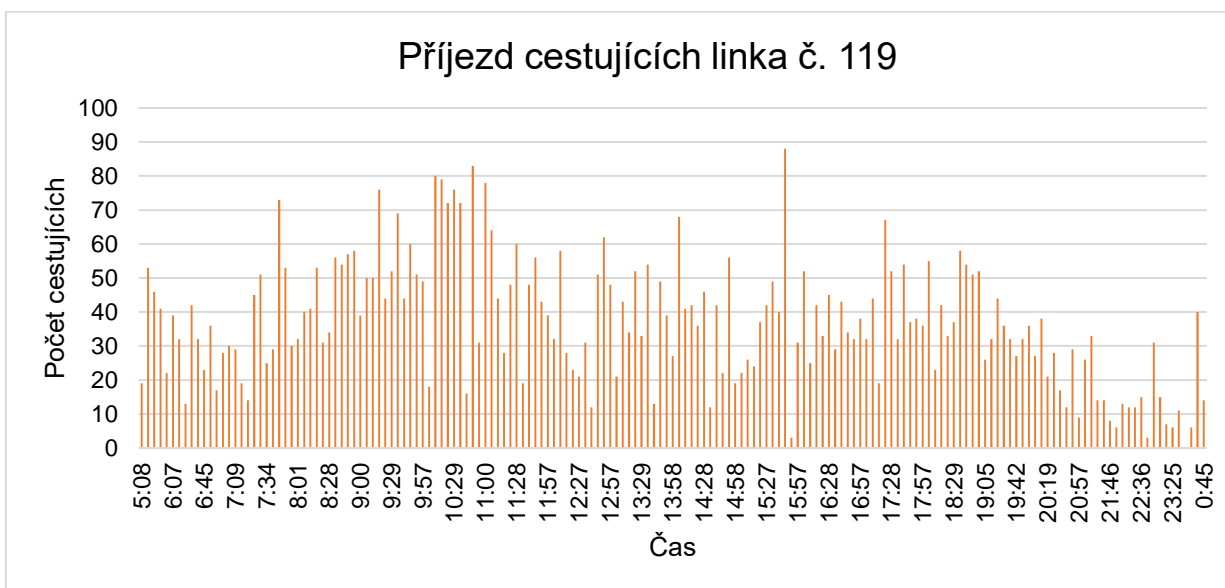
Spoj č. 119 hraje klíčovou roli, obstarává přepravu mezi zastávkou metra Nádraží Veleslavín a Letištem Václava Havla. Vozí především turisty spoléhající se na veřejnou dopravu, kteří však netuší, že autobusy jsou často přeplněné, nemají klimatizaci, ve stanici Nádraží Veleslavín byl teprve nedávno instalován eskalátor (při výstupu z podzemí na povrch, při cestě z letiště jsou k dispozici pouze statické schody) a stanice byla dlouhou dobu v rekonstrukci. Přehled cestujících využívajících tuto linku je na grafu č. 3. K Terminálu 1 trvá cesta 15 minut a autobus projíždí následujícími stanicemi:

- Divoká Šárka
- Nová Šárka
- Dědina
- K letišti
- Terminál 3
- U Hangáru
- Terminál 1

Následují ještě dvě stanice, přičemž poslední se nachází u obratiště:

- Terminál 2
- Letiště

Autobusy vyjíždějí z Nádraží Veleslavín ve špičce přibližně každých pět minut, všechny spoje jsou zajišťovány nízkopodlažními vozidly. Jejich provozovatelem je DPP, platí na nich tarif P, to znamená pražský – pro jízdu na letiště není nutné dokupovat další jízdenky. Metrobusy, jak se říká zrychleným a hojně využívaným linkám ve velkých městech, pokračují přes několik zastávek do stanice Terminál 3, který je určený pouze pro soukromé lety. Po zastávce U Hangáru vjíždějí na zastávku k Terminálu 1 speciálním pruhem, průjezdem přes závoru, kde řidič není nucen brát si doklad o vjezdu jako u osobního automobilu, protože autobusy DPP jsou vybaveny vjezdovými kartami. Pro nástup a výstup cestujících slouží samostatný, oddělený pás o několika pružích se zastřešeným nástupištěm. Autobusy zde pobývají zpravidla pouze několik málo minut nutných pro výměnu pasažérů (autobusy tady mají povoleno parkovat 20 minut zdarma). Před Terminálem 2 se nacházejí dva pruhy, z čehož jeden slouží pro jízdu autobusů a druhý pro zastavení v zastávce. Následně jede řidič přijíždějící z centra na točnu, řidič jedoucí z točny na Terminál 1, Terminál 2 a pokračuje směrem na Nádraží Veleslavín. Z Terminálu 1 se jedná o 17 minut jízdy na konečnou stanici, kde je možné přestoupit na metro.



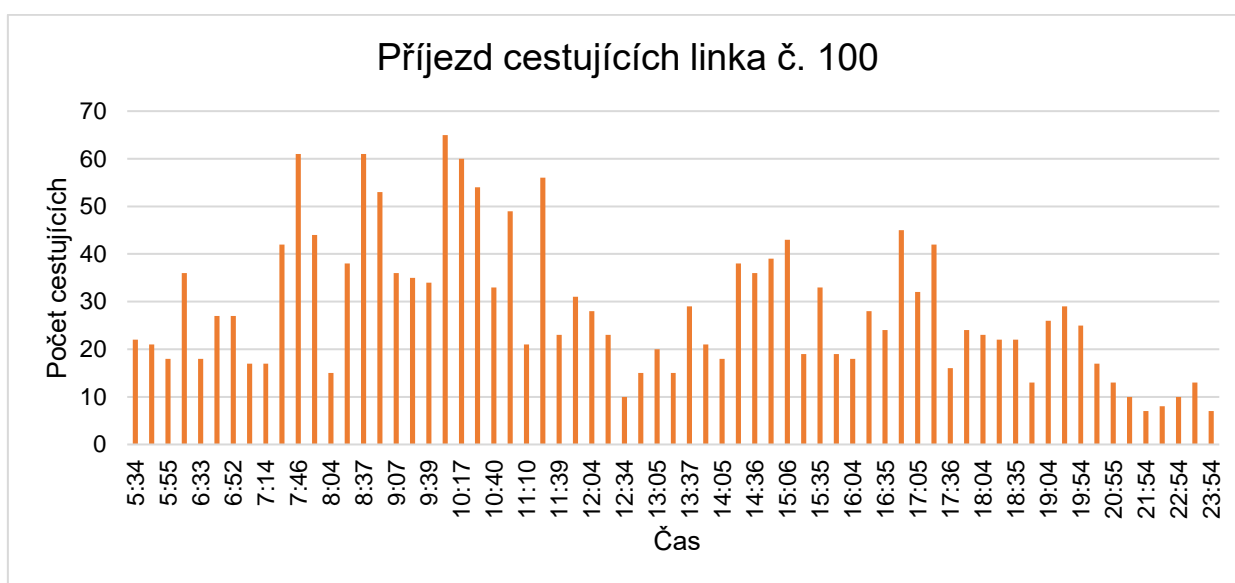
Graf č. 3 – Počet cestujících přijíždějících linkou č. 119, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

Linka č. 100

Vyjíždí od stanice metra B Zličín, má intervaly 10 až 20 minut a platí na ní stejný tarif P, tedy pražský. Linka je určena výhradně pro účely letiště, výčtem jejích zastávek je informace potvrzena:

- K Letišti
- Terminál 3
- U Hangáru
- Terminál 1
- Terminál 2
- Letiště

Jízda mezi zastávkami K letišti a Letiště, stejně tak i v opačném směru mezi Terminálem 1 a K letišti, probíhá přesně stejně, jak je popsáno u linky 119. Stejně tak i zde jsou všechna vozidla nasazovaná na linku č. 100 nízkopodlažní. Příjezd cestujících je zobrazen v grafu č. 4.



Graf č. 4 – Počet cestujících přijíždějících linkou č. 100, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

Linka č. 191

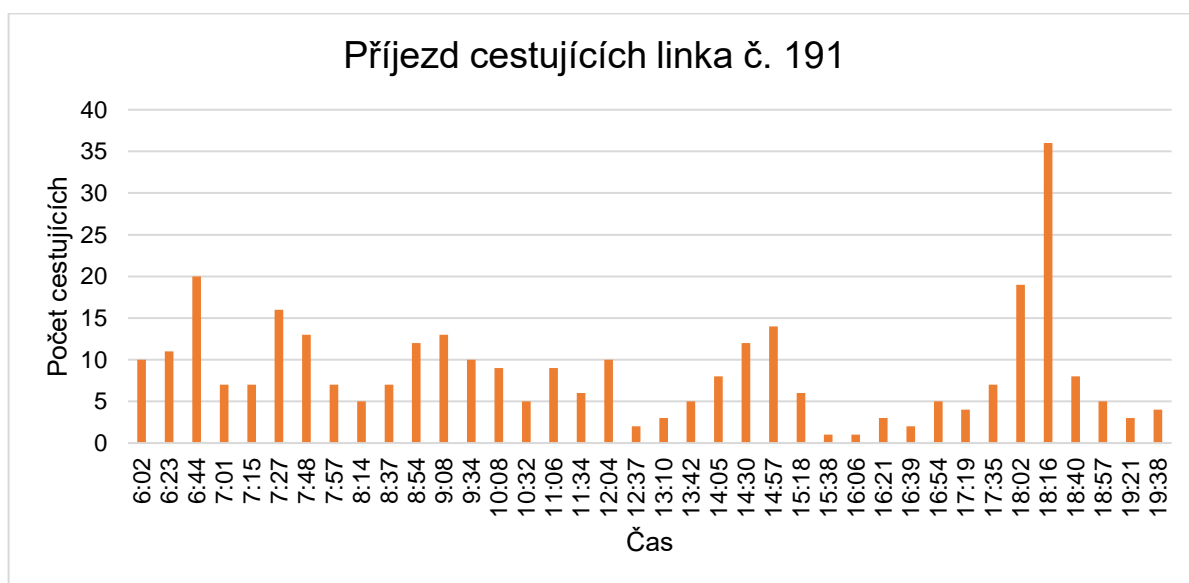
Spojuje metro B, konkrétně stanici Anděl, a letiště. Výhodou jsou vzhledem k její vytíženosti krátké intervaly ve špičce 5 minut, s dobou jízdy 51 minut však nemůže konkurovat ostatním linkám a nemůže sloužit jako primární plnohodnotná doprava na letiště, což potvrzuje graf č. 5. Dalším problémem je, že některé spoje končí v zastávce Ciolkovského, další v zastávce Obchodní centrum Šestka a nakonec vybrané na Vypichu. Jako u obou předchozích, i zde platí tarif P, kde není nutné dokupovat speciální jízdenky za vyšší ceny. Vzhledem k počtu zastávek 35, budou uvedeny pouze ty nejdůležitější:

- Anděl
- Stadion Strahov
- Vypich

- Petřiny
- Ciolkovského
- Dlouhá Míle
- K letišti
- Terminál 1
- Terminál 2

Kromě dlouhého seznamu, nutného pro vyjmenování všech zastávek, stojí za povšimnutí Dlouhá Míle. Zde je plán při vybudování tramvajové dopravy na letišti, případně prodloužení metra či zavedení železnice, vystavět obrovské záchytné parkoviště pro osobní automobily i autobusy, přijíždějící ze severozápadní části republiky do Prahy.

Dále od zastávky K letišti pokračuje linka stejně jako obě předcházející až k Terminálu 2 a na konečnou stanici Letišti.



Graf č. 5 – Počet cestujících přijíždějících linkou č. 191, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

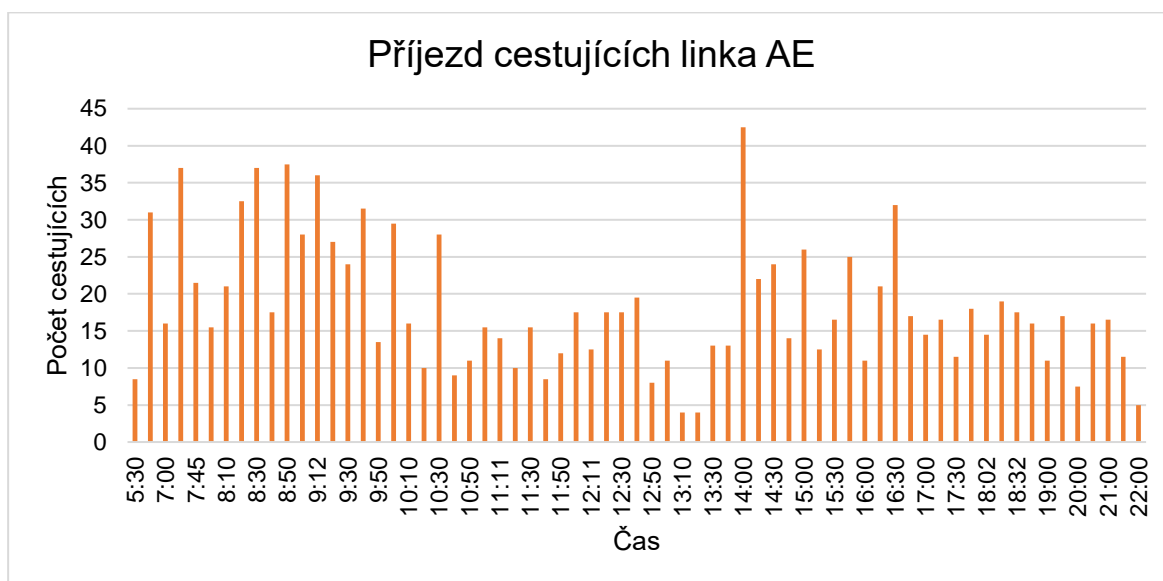
Linka AE

Speciální linku tvoří autobusy Airport Express. Tu si objednávají České dráhy a zprostředkovává ji Dopravní podnik Praha. Jsou na ni nasazovány speciálně upravené autobusy Citybus 12M, případně SOR nb12, kde je zvětšený odkládací prostor pro zavazadla. Platí zde speciální tarif, přímo u řidiče lze zakoupit jízdenku za 60 Kč. Při cestování vlakem (s dopravcem České dráhy nebo Regio Jet) a následnou jízdou linkou AE lze zakoupit jízdné za zvýhodněnou cenu, případně získat jízdenku zadarmo. Autobusy vyjíždějí ze stanice Hlavní nádraží každých 30 minut, v letní sezoně je interval výrazně

zkrácen, denně od 5.30 do 22.00 hodin. V opačném směru je provozní doba obdobná, 5.30–21.00 hodin. Ve směru z Hlavního nádraží má linka tři zastávky:

- Terminál 1
- Terminál 2
- Letiště

V opačném směru zastávka Terminál 2 chybí, nástup je uskutečněn pouze z Terminálu 1. Schéma příjezdu cestujících si můžeme prohlédnout na grafu č. 6.



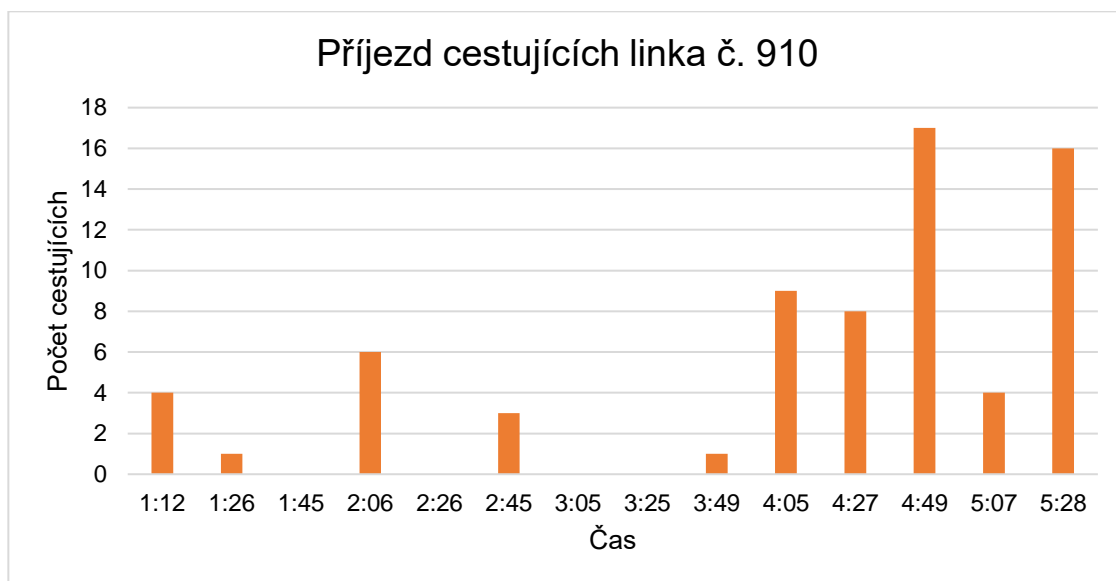
Graf č. 6 – Počet cestujících přijíždějících linkou AE, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

Linka č. 910

Dříve linka č. 510, přejmenována na 910, zajišťuje pravidelné spojení centra města s letištěm v nočních hodinách. První spoj vyjíždí v 0.00 hodin ze zastávky Na beránku, do konečné stanice přijíždí o 87 minut později. Linka má celkem 60 stanic, jízda z I. P. Pavlova na Terminál 2 trvá 50 minut. Nejdůležitějšími stanicemi jsou:

- Kačerov
- I. P. Pavlova
- Palackého náměstí
- Dlouhá Míle
- Terminál 1
- Terminál 2

Jak je zmíněno výše, zastávka Dlouhá Míle je důležitá především kvůli záměru vybudování zachytného parkoviště s přestupem na metro, vlak či tramvaj. Počty pasažérů využívajících nočního spojení na letiště jsou zobrazeny v grafu č. 7.



Graf č. 7 – Počet cestujících příjezdějících linkou č. 910, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

Průzkum obsazenosti linky se prováděl ještě před jejím přečíslováním, proto se jedná o data pro linku 510, trasa obou spojů je shodná.

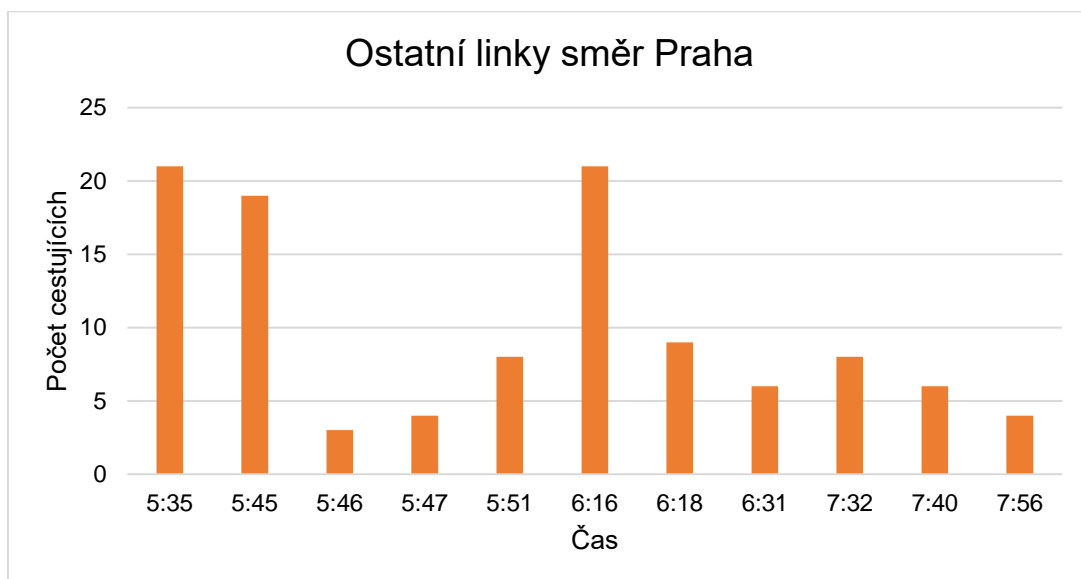
Autobusy regionální

Zde budou popsány nejméně důležité způsoby autobusové dopravy na letiště, avšak pro úplný přehled nesmějí být opomenuty. Poslední skupina, autobusy dálkové, patří do následující kapitoly 2.1.3.

Jedná se o linky jedoucí z/do Kladna, zajišťující na letišti především se zaměstnanci. Celkový počet spojů je 11 směrem na Prahu a 12 opačným směrem. Výčet čísel linek je následující:

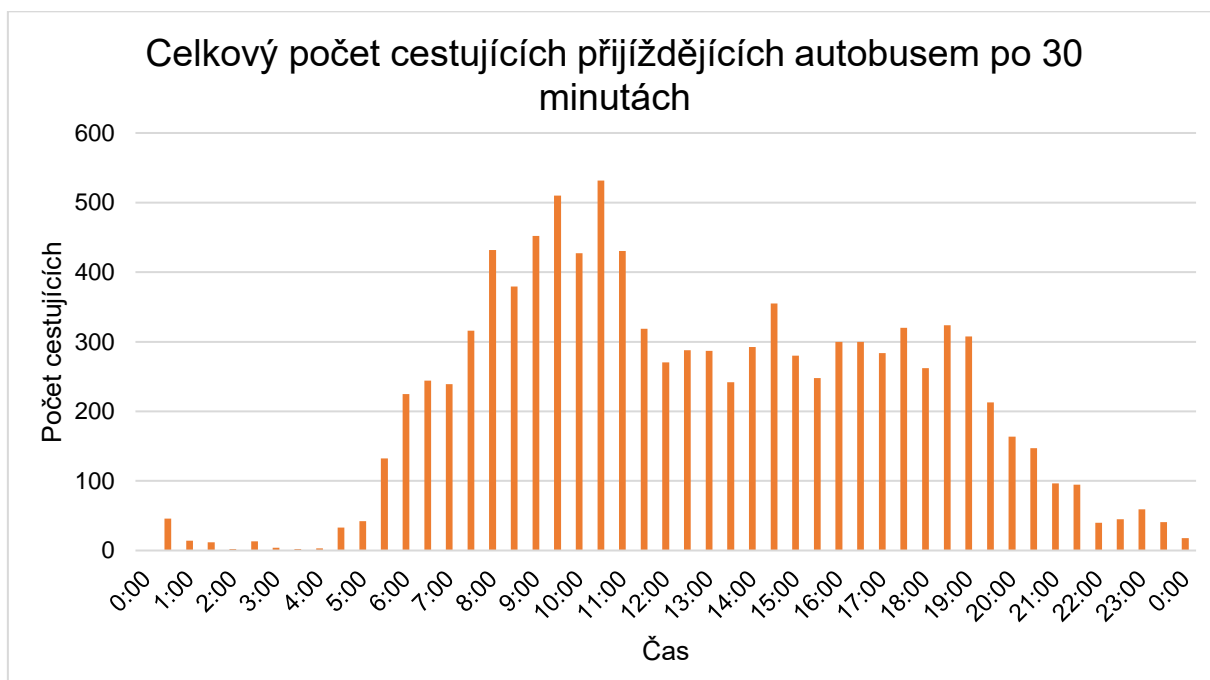
- 220022 (A22)
- 220023 (A23)
- 220025 (A25)
- 220056
- 220059
- 220097

Z dostupných dat vyplývá, že směrem z Prahy na letišti nevystoupil nikdo, proto není třeba uvádět podrobnosti a graf č. 8 zobrazuje počty cestujících vystupujících na letišti ve směru opačném.



Graf č. 8 – Počet cestujících přijíždějících regionálními linkami, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

Graf č. 9 znázorňuje celkový počet cestujících přijíždějících na letišti autobusem, zobrazený po půl hodinách. Největší jednorázový přísun cestujících byl zaznamenán v 15.47 hodin, a to 88 pasažérů. Pokud budeme zkoumat nejextrémnější nápor v průběhu několika hodin, jednoznačně nejvíce cestujících přijíždí mezi 9.00 a 11.00 hodin.



Graf č. 9 – Celkový počet cestujících přijíždějících na letišti autobusem po 30 minutách, zdroj: ROPID, vlastní zpracování

2.1.3 Jiná doprava na Letiště Václava Havla

Procento cestujících, kteří se dostávají na letiště „jinak“, meziročně stoupl o 5 %. Do tohoto čísla jsou započítáni cestující, kteří přišli pěšky, případně přijeli na kole nebo jednostopém vozidle, dále transportní služby, které nespádají pod taxi a autobusy dálkové dopravy (mimo PID).^{[28][29]}

Transportní služby

Pomocí taxi a transportních služeb je možné se dostat velmi pohodlně a rychle do centra Prahy, cena je však vyšší. Například každých 30 minut odjíždí z Letiště Václava Havla minibus do centra metropole, kde staví v Celetné ulici. Cestující mohou využít této služby v obou směrech, jak do centra, tak i z centra. Cena této služby je pro jednoho člověka včetně zavazadla 140 Kč, službu provozuje firma Čedaz.

Dálkové autobusy

Jako příklad uveďme několik vybraných dopravců, kteří provozují pravidelnou dálkovou autobusovou dopravu se zastávkou na letišti, zaprvé firmu Regio Jet (dříve Student Agency). Jejich bezkonkurenčně nejlépe vybavené autobusy v ČR zajíždějí na pražské letiště až 18krát denně, k dostání je zdarma káva nebo denní tisk. Při zakoupení vlakové jízdenky je možné přímo vyhledat a zaplatit spoj AE, jedoucí od historické Fantovy budovy Hlavního nádraží na Letiště Václava Havla. Další společnost provozující dálkovou dopravu až na zastávku před terminálem 1 je FlixBus, jeden z největších konkurentů Regio Jetu.

2.2 Intenzita příjezdu cestujících

Pro vypočtení celkového počtu příjezdů jsou důležitými faktory vstupní informace, a to především počty cestujících příjezdů na letiště autobusem. Jejich výpočet obnáší problémové úseky, kterým je nutno čelit. Po získání dat následuje analýza, a zpracování veškerých podkladů dohromady. Pro vytvoření přehledu o počtu pasažérů posloužily jako základní pilíř naměřené hodnoty z grafů č. 3, 4, 5, 6, 7, 8 a 9 poskytnuté firmou ROPID a výpočet podle letového řádu a příchodových křivek. V tabulce č. 6 je uvedena jedna z nejvytíženějších hodin během dopolední špičky jak pro příjezd a odlet cestujících, tak i pro bezpečnostní a pasovou kontrolu, a s tím spojenou tvorbu front. Jelikož se jedná o cestující, veškeré hodnoty jsou zaokrouhleny na celá čísla.

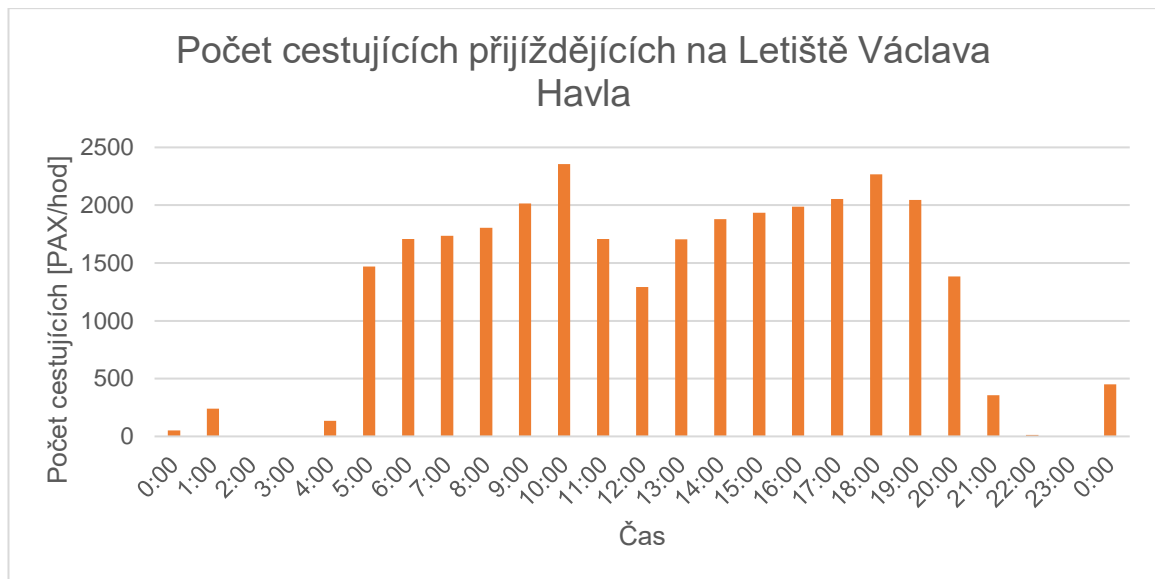
První sloupec tabulky č. 6 je dán platným jízdním řádem a je neměnný (vliv může mít pouze zpoždění spojů), můžeme ho tedy považovat za daný. Jedná se o veškeré pravidelné linky v systému PID jedoucí na letiště, v jeden čas tedy může přijíždět více spojů najednou. Druhý sloupec vyjadřuje počet přijíždějících cestujících autobusem, data byla získána od firmy ROPID. Další tři sloupce již podléhají přepočtu podle modal splitu z grafu číslo 2. Jejich hodnoty jsou stejně jako u autobusu diskrétní, avšak náhodné. Jinak řečeno, není možné přesně určit, kdy přijede na letiště taxi či automobil, a zda poveze jednoho nebo čtyři cestující. Proto byl pro tuto práci použit model dělby přepravní práce, a to procentuálním poměrem k počtu cestujících přijíždějících autobusem.

Poslední dva sloupce jsou vypočítány na základě dat, která byla poskytnuta Letištěm Praha pro účely této práce. Byly dodány informace o počtu odlétajících v průběhu jednoho týdne během prázdnin, rozdělené po dnech a hodinách, z Terminálu 1 a Terminálu 2. Z tohoto byl vypočítán poměr pro cesty z každého terminálu přibližně $T1 : T2 = 83\,663 : 104\,773$, tedy poměr odlétajících z T1 a z T2. Výsledkem po vydělení je $4 : 5 = 0,8$ a následně aplikován na celkový počet cestujících v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 – Počet cestujících rozdělený podle dopravního prostředku a podle terminálu odletu, zdroj: Letiště Praha, ROPID, TSK, vlastní zpracování

Čas příjezdu autobusu	Počet cestujících						
	Autobus	Automobil	Taxi	Jinak	Celkem	T1	T2
10:02	30	20	25	10	85	38	47
10:04	18	12	15	6	52	23	29
10:08	9	6	8	3	26	12	14
10:09	80	55	69	27	231	102	128
10:10	16	11	14	5	46	20	26
10:17	60	41	51	21	173	77	96
10:20	10	7	9	3	29	13	16
10:20	79	54	68	27	228	101	127
10:21	72	49	62	25	208	92	116
10:25	54	37	46	19	156	69	87
10:29	76	52	65	26	219	97	122
10:30	28	19	24	10	81	36	45
10:32	5	3	4	2	14	6	8
10:37	72	49	62	25	208	92	116
10:39	16	11	14	5	46	20	26
10:40	9	6	8	3	26	12	14
10:40	33	23	28	11	95	42	53
10:50	11	8	9	4	32	14	18
10:50	83	57	71	28	240	106	133
10:51	31	21	27	11	89	40	50
10:55	49	34	42	17	141	63	79
11:00	16	11	13	5	45	20	25
11:00	78	53	67	27	225	100	125

Po prozkoumání letového řádu z dubna 2018 a jeho následném zpracování byl vytvořen graf č. 10, který ukazuje celkový počet odlétajících cestujících během jednoho dne (pátek). Byl vypracován následujícím způsobem. Podle letového řádu bylo zjištěno číslo letu a podle toho dohledán přesný čas odletu každého letadla a jeho maximální kapacita. Po vynásobení obsaditelnosti letadla průměrným load factorem dané společnosti dostaneme počet odlétajících cestujících. Pro potřeby této práce je ale nutné dostat jejich příchodové křivky. Ty byly spočítány pomocí koeficientů příchodu cestujících v časovém předstihu na letišti, pro každý let v závislosti na času odletu. Výsledkem je graf č. 10, zobrazen pro větší přehlednost v hodinovém intervalu, který budeme používat v další části práce, jelikož zde nejsou zahrnuti zaměstnanci letiště a lidé cestující za zábavou či jiným účelem, jako v údajích od firmy ROPID. Výpočet prostřednictvím letového řádu je přesnější a pro tuto práci vhodnější.^[31]



Graf č. 10 – Počet přijíždějících cestujících na Letiště Václava Havla po hodině, zdroj: Letiště Praha, [31], vlastní zpracování

2.3 Shrnutí

Na Letiště Václava Havla je možné přijet několika způsoby, nejdůležitějšími z nich jsou autobusy MHD, automobil a taxi. Je snaha, aby se co nejvíce cestujících dopravovalo na letiště pomocí MHD, nynější systém však nevyhovuje a je třeba jeho modernizace. Pro automobily je nutné stavět záchytná parkoviště přímo před terminály, nebo dopravovat pasažéry od vzdálenějších parkovišť minibusy. Taxi je v tomto směru výhodnější, není pro ně třeba parkovacích míst a nedochází k záboru prostor.

Příjezd cestujících reprezentuje tabulka č. 6, která je vypočítána pomocí modal splitu, a rozdělení cestujících na terminály 1 a 2. Jedná se o veškeré osoby přijíždějící na letiště. Problémovým bodem je určení počtu zaměstnanců, pasažérů přijíždějících za zábavou atd., jelikož ti se nepodílí na tvorbě front u přepážek. Proto byl vypočítán počet odlétajících z letového řádu a určeny příchodové křivky tak, aby údaje byly co nejspolehlivější a nejpřesnější a odpadl problém s určováním osob nezasahujících do odbavovacího procesu.

3 Vliv kapacity dopravního spojení na odbavovací proces

V současné době jsou k dispozici tři návrhy dopravního spojení na letiště s rozdílnou kapacitou, a to zavedení tramvajové dopravy, železnice nebo prodloužení metra. V minulosti se objevilo i více návrhů, jako například visutá dráha, nebyly ale zpracovány ani základní projekty a posudky, tato práce se jimi proto zabývat nebude. Budou popsány tři základní projekty, uvedeny výhody a nevýhody a vzájemně porovnány.

3.1 Výpočet počtu cestujících

Pro namodelování vlivu kapacity dopravního prostředku na odbavovací proces potřebujeme znát počty cestujících přijíždějících na letiště. Toto číslo však není možné odhadnout zcela přesně z několika důvodů. Prvním z nich je, že se přesně neví, kdy bude zavedena kolejová doprava na letiště. Další překážkou je nerozhodnost, který druh spojení bude na letiště zaveden, tedy jak moc bude propojení Prahy a Terminálů 1 a 2 cestujícími využíváno, a kolik procent použije kolejovou dopravu.

Dalším problémem je odhadnout alespoň rok zavedení kolejového spojení. Původní plán byl, že první cestující bude přepraven metrem na letiště v roce 2018. S rychlodráhou je situace stejná, vše je ale daleko pomalejší, než je uvedeno v projektech. Nyní je v plánu zavedení rychlodráhy v roce 2032 a informace se různí nejen z pohledu trasy, ale i intervalů vlaků, počtu zastávek atd. Stejně tak i projekt zavedení metra byl odsouzen z důvodu vysokých nákladů na stavbu i provoz, myšlenka však byla znovu obnovena. Nejméně propagovaný způsob dopravy na letiště je tramvaj, která sice nemá velký potenciál do budoucna, mohla by však pokrýt nynější rostoucí poptávku do doby, než bude postavena rychlodráha či jiné spojení.

Z výše zmíněného je zřejmé, že určení přesného počtu odbavených cestujících je závislé na mnoha neznámých, může nastat několik scénářů. Jako první by bylo vhodné uvést, že s klesající tendencí, co se počtu odlétajících týká, se nepočítá, avšak není jasné, jaký nárůst lze očekávat. Je možné, že meziroční růst cestujících se bude chvíli lehce zvyšovat, nebo naroste strmě, jako tomu bylo v roce 2017 (podrobnosti jsou uvedeny v tabulce č. 7), a to o necelých 18 procent. Prognóza pro tuto práci nebude nijak extrémní ani na jednu stranu, bude počítat s průměrným nárůstem počtu cestujících od roku 2001, konkrétně s 6,58 procenty ročně, i když některé zdroje uvádí jen 4 %.^{[32][33]}

Tabulka č. 7 – Počet cestujících odbavených na Letišti Václava Havla, zdroj: [32], vlastní zpracování

Rok	Počet cestujících	Meziroční růst [%]
2000	5 550 000	-
2001	6 098 742	9,89
2002	6 314 653	3,54
2003	7 463 120	18,19
2004	9 696 413	29,92
2005	10 777 020	11,14
2006	11 581 511	7,46
2007	12 436 254	7,38
2008	12 630 557	1,56
2009	11 643 366	-7,82
2010	11 556 858	-0,74
2011	11 788 629	2,01
2012	10 807 890	-8,32
2013	10 974 196	1,54
2014	11 149 926	1,601
2015	12 030 928	7,901
2016	13 074 517	8,674
2017	15 415 001	17,901

Z těchto hodnot vychází tabulka č. 8, kde je uveden odhad počtu cestujících pro období následujících pěti let. Tento časový horizont je stanoven s ohledem na relativní přesnost odhadu a teoretickou možnost zavedení kolejové dopravy na letiště.

Tabulka č. 8 – Odhad počtu cestujících do roku 2022, zdroj: [32], vlastní zpracování

Rok	Počet cestujících	Meziroční růst [%]
2018	16 429 308	6,58
2019	17 510 357	
2020	18 662 538	
2021	19 890 533	
2022	21 199 330	

3.2 Výpočet procesních časů

Procesní časy pro obsluhu jednoho cestujícího je nutné znát pro odhad délky fronty vytvořené po příjezdu dopravního prostředku a času potřebného pro opuštění stanoviště a pokračování dále. Procesní časy jsou rozdílné pro check-in, selfcheck-in atd., pro tuto práci jsou však důležité doby nutné pro obsluhu každého cestujícího na bezpečnostní kontrole a pasové kontrole, jelikož se jedná o místa, kde se scházejí všichni cestující bez rozdílu,

jestli mají zavazadlo, nebo nemají, bez závislosti na druhu odbavení apod., dle terminálu odletu pro centralizovanou bezpečnostní kontrolu.

3.2.1 Bezpečnostní kontrola

K bezpečnostní kontrole na Terminálu 2 se přichází pomocí jedné tratě, která se rozděluje před jednotlivými detektory kovu na jeden zástup pro každý přístroj. Souběžně pak probíhá kontrola zavazadel, včetně ostatních věcí, jako je obsah kapes, mobilních telefonů atd. v rentgenovém přístroji, a průchod cestujícího přes detektor kovů, zdali kontrolovaný nemá při sobě zakázané předměty či látky. Je třeba odložit spolu se zavazadly veškeré kovové předměty, jako jsou hodinky, pásek atd., případně i boty. Náhodně je proveden stěr z rukou, případně detekce výbušnin v tekutinách. Tento proces je individuální, většinou cestující pouze projde rámem, vezme si své věci a odejde směrem do SRA, jindy zde pasažér setrvá několik desítek vteřin až minut, pokud je neustále detekován jako nezpůsobilý vstupu do bezpečnostní zóny, případně je prováděn náhodný test, atd. Standardní hodnota, kterou je schopna jedna bezpečnostní přepážka dosáhnout, je jeden cestující za půl minuty. Tento časový údaj je průměrný.^[34]

3.2.2 Pasová kontrola

Situace na Terminálu 1 je rozdílná, security kontrolou se prochází až těsně před vstupem do gatu. Místo největší koncentrace lidí tedy není zde, ale na pasové kontrole, kterou musejí cestující projít po odbavení. Zde je nutné předložit doklady potřebné k opuštění republiky, cestovní pas, případně občanský průkaz. Po průchodu pasovou kontrolou projde zkontrolovaný do oblasti neveřejné části letiště, kde se nacházejí obchody a restaurace, a koncentrace cestujících se rozprostře.

Při průchodu pasovou kontrolou máme na výběr mezi přepážkami s obsluhou, kterých je celkem 13, a samoobslužným vchodem, který funguje automaticky bez přítomnosti lidské obsluhy, těch se nachází na vstupu do neveřejné části letiště celkem osm. Doba průchodu je rozdílná, u prvního druhu je udáváno asi půl minuty až minuta na člověka, u druhého je čas daleko kratší, 12–20 vteřin. Jako průměrná hodnota této práci poslouží průchod dvou osob za minutu.

Na Terminálu 2 nyní probíhá rekonstrukce, výhledově se bude přistavovat další budova s dodatečnou kapacitou pro odbavení většího počtu cestujících. S tím tato práce uvažovat nebude, vliv kapacity bude popsán na stávající infrastrukturu letiště. Shrnutí je vypsáno

v tabulce č. 9, kde je vidět počet otevřených přepážek na security kontrole a na pasové kontrole, dále pak průměrný výkon za minutu pro každé stanoviště.^[35]

Tabulka č. 9 – Srovnání výkonnosti security a pasové kontroly a počtu otevřených přepážek, zdroj: [34][35], vlastní zpracování

Počet otevřených přepážek		Výkon každé přepážky [PAX/min]
Security kontrola	16	2
Pasová kontrola	21	2

3.3 Popis navrhovaných variant

V příštích několika odstavcích bude popsána a namodelována doprava na letiště pomocí vlaku, metra a tramvaje. Každý z těchto dopravních prostředků vykazuje určité charakteristické vlastnosti, jako je rychlost, kapacita, cena, pohodlnost atd. Všechna pozitiva i negativa budou popsána, nyní se jimi budeme zabývat konkrétněji, včetně popisu počtu cestujících, intervalů daného prostředku a následujícím dějem vyvolaným na letišti. Co se autobusové dopravy týká, ta již byla analyzována dříve.

3.3.1 Železniční doprava

Projekt zavedení železniční dopravy na letiště pochází z roku 2008, a nejinak je tomu i s odbočkou na letiště, která by měla být součástí stavby. Tato trať má potenciál, jelikož se každý den vydávají desetitisíce lidí z Prahy do Kladna a zpět, počty odbavených cestujících na Letišti Václava Havla také rostou, navíc by Praha dosáhla plnohodnotného propojení letiště s centrem, které je pro další rozvoj, a budoucí paralelní dráhu, nezbytné.^{[25][32]} Plánovaná železniční trať stojí před mnoha úskalími, jako jsou nyní probíhající rekonstrukce Negrelliho viaduktu, stavba několika tunelů, odpor ochránců přírody, výkup pozemků atd.

Celá výstavba se rozděluje na tři etapy, první etapa by měla být dokončena za pět let.

První etapa

Tato část je nejvýznamnější pro Letiště Václava Havla, protože zahrnuje i stavbu odbočky z železniční stanice Praha-Ruzyně na LKPR; počátek se nachází ve stanici Praha-Bubny. Odtud by měla vést trať po současné stopě, přes Negrelliho viadukt do železniční stanice Praha-Výstaviště. Dále pak tunelem pod parkem Stromovka do ŽST Praha-Dejvická, která

by měla být podzemní. Následně přes polozahloubenou stanici Praha-Veleslavín pokračuje vlak do ŽST Praha-Liboc, Praha-Ruzyně, Praha-Dlouhá Míle až do konečné stanice Praha – Letiště Václava Havla, která by měla být zahloubena pod stávající výstavbu. Vedení trati je zobrazeno na obrázku č. 11.^[25]

Součástí první etapy je stavba několika tunelů, především v oblasti Stromovky, přestavba vestibulu stanice metra C Vltavská, elektrizace trati, zvýšení maximální povolené rychlosti, zdvojkolejnění v celé délce a další. Samozřejmostí je výstavba terminálu Dlouhá Míle, kde se bude nacházet záchytné parkoviště pro autobusy dálkové dopravy, příměstské autobusy i osobní automobily s možností přestupu na železnici, případně není vyloučena ani možnost přestupu na metro (zahájení provozu bylo plánováno v roce 2018, až na Letiště Václava Havla).^[25]

Všechny stanice by měly maximálně podporovat osoby se sníženou schopností orientace a pohybu, v projektu je počítáno s výstavbou výtahů, případně nájezdových plošin umožňujících bezbariérový přístup, stejně tak i nástupiště umístěné 550 mm nad temenem kolejnice pro plnou bezbariérovost. Vlaky se budou dle plánu pohybovat maximální rychlostí 80 km/hod. mezi stanicemi Praha-Bubny a Praha-Ruzyně a 90 km/hod. ze zastávky Praha-Ruzyně na Praha – Letiště Václava Havla.^[25]

K provozu na této trati budou určeny soupravy typu City Elefant, případně dvě spojené jednotky, které vyhovují požadavkům na komfort, pohodlí (klimatizace, toaleta), prostorné dveře pro nástup a výstup, výška podlahy 550 mm nad temenem kolejnice, rychlost až 120 km/hod., optický a akustický informační systém atd. V tabulce č. 10 jsou uvedeny plánované intervaly ve špičce pro zahájení provozu, postupné upravování počtu vlaků za hodinu bude podléhat průzkumu při zahájení provozu a poptávce. Kapacita jedné jednotky je 310 míst k sezení a 330 k stání.

Tabulka č. 10 – Interval vlaku ve špičce směrem od Prahy, zdroj: [25], vlastní zpracování

Směr	Interval [min]
Letiště	10
Kladno	15
Kralupy	30

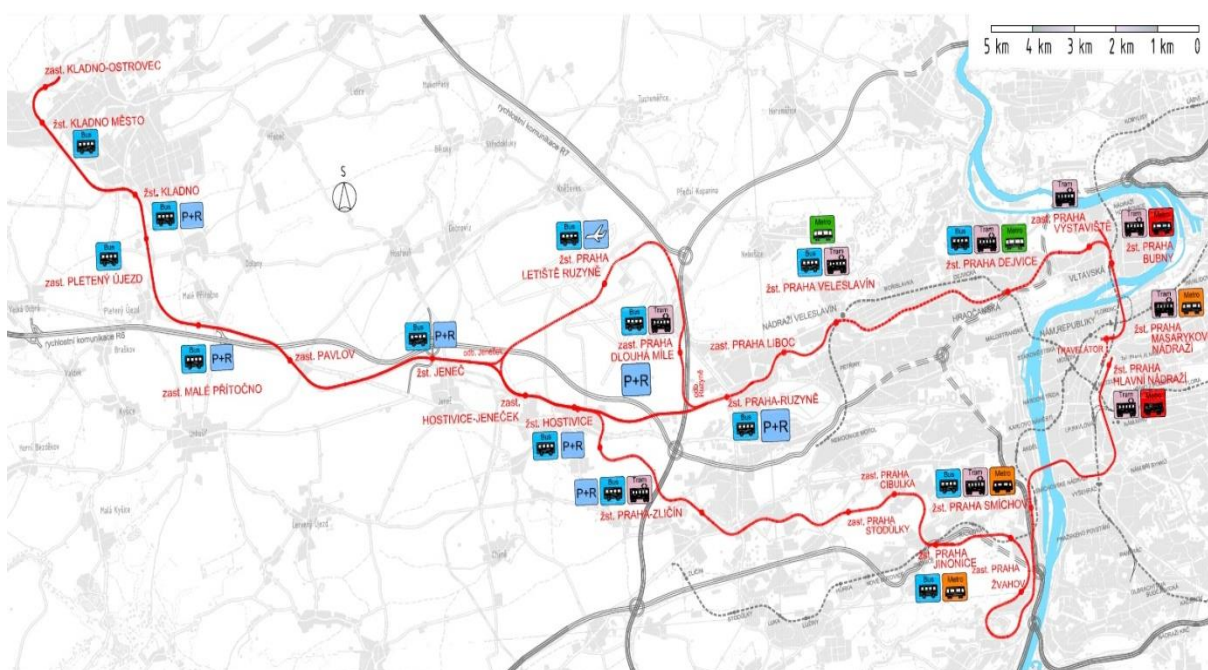
Druhá etapa

Tato část stavby bude zmíněna velmi stručně, jelikož se této práci týká jen okrajově. Zabývá se devíti dalšími stanicemi počínající Hostivicemi až do ŽST Kladno-Ostrovec. Předmětem rekonstrukce je oprava a modernizace železničních přejezdů, zabezpečovacího zařízení, přestavba či úprava mostů, rekonstrukce trakčního vedení a železničních stanic včetně

nástupišť (navrhovaná bezbariérovost ve většině stanic) a podobně. Nejvyšší rychlost vlaků by měla být v délce asi 10 km až 120 km/hod. Na trase jsou plánovány celkem čtyři podchody pro pěší a osm železničních mostů pro podjezd automobilů, dva nové a jeden stávající nadjezd pro automobily a protihluková opatření v podobě stěn.^[36]

Třetí etapa

Třetí etapa zahrnuje propojení Letiště Václava Havla s odbočkou Jeneč, odkud by pak umožnila pokračování vlaků na Kladno nebo na Prahu, součástí je i stavba další tratě vedoucí z odbočky Jeneč přes Zličín, Stodůlky, Jinonice, Smíchov a Vyšehrad do konečné stanice Praha – Hlavní nádraží. Konečné vedení vlaku, po dokončení všech tří variant, je k vidění na obrázku č. 11.^[37]



Obrázek č. 11 – Vedení železniční trati po dokončení I., II. i III. etapy, zdroj: [38]

Pozitiva

Kapacitní spojení, velký potenciál, rychlost přepravy, komfort (klimatizace, toaleta, odkládací prostor pro zavazadla), řeší otázku celého regionu, délka cesty do centra 27 minut.^[39]

Negativa

Délka výstavby, nákladné vybudování trati, odhadované náklady na rekonstrukci 30 miliard Kč.^[39]

3.3.2 Metro

O prodloužení metra trasy A se mluví již dlouhou dobu, vždy střídavě s kladným výsledkem následovaným zamítnutím projektu. Kladeny jsou především otázky, jestli je nutná výstavba metra na letiště, pokud tam bude zaveden vlak. Odpověď se může zdát na první pohled jasná, opak ale může být pravdou. Jisté je, že náklady na výstavbu prodloužení metra z Nemocnice Motol jsou necelých 27 miliard Kč a délka výstavby by pravděpodobně překročila 11 let. Původně bylo v plánu prodloužit metro ze stanice Dejvická, případně Nádraží Veveslavín, přímo na letiště, přednost však byla dána Nemocnici Motol, která neleží na ideální spojnici Dejvické a letiště a jedná se o zajišťku, a tím o prodloužení přepravní doby. I přesto by měla cesta od Terminálu 1 nebo 2 trvat na Můstek asi 25 minut, plánované intervaly jsou 20 minut (i přesto, že maximální interval v Praze v metru je 10 minut). Nový úsek by měřil bezmála sedm kilometrů a zahrnoval by následující stanice: Bílá Hora, Dědina, Dlouhá Míle, (Staré letiště), Letiště Václava Havla. Stanice Staré letiště je uvedena v závorce, existuje totiž více variant a v některé z nich se s touto zastávkou nepočítá. Hlavním argumentem pro začátek stavby prodloužení metra A je stále stagnující proces u rekonstrukce železniční tratě z Prahy do Kladna s odbočkou na letiště.^[39]

Návrh se zabývá celkem čtyřmi alternativami, z čehož první je přímé vedení podzemky na Dědinu a následné pokračování na letiště (v železniční stopě), druhá počítala se zajišťkou na Petřiny, a dále přes Dědinu na letiště, předposlední přes Nemocnici Motol a Bílou Horu a poslední varianta nabízí větvení ve stanici Bílá Hora, s jednou konečnou stanicí na letišti a druhou na Zličíně. V dnešní době, kdy je trasa A prodloužena až do stanice Nemocnice Motol, neuvažujeme o prvních dvou zmíněných variantách, jako možnost se nabízí odbočka z Nádraží Veveslavín či pokračování z Nemocnice Motol.^[40]

Co se týče samotné stavby, pouze příprava projektu, dokumentů a stavby by podle analýzy měla trvat 6,5 roku, dalších 4,5 roku stavba samotná. Hloubka podzemních stanic by se pohybovala v rozmezí 20 až 45 metrů, ve stanici Dlouhá Míle se počítá s možností přestupu na železniční dopravu, bylo by zde záchytné parkoviště nejen pro automobily, ale i pro autobusy příměstské, meziměstské a dálkové dopravy.^{[39][40]}

Pozitiva

Krátká přepravní doba do centra, komfort a spolehlivost, rychlost přepravy, prostor pro zavazadla.

Negativa

Odhadované náklady na stavbu 27 miliard Kč^[39], řeší pouze otázku obsluhy letiště a nejbližších lokalit, pro metro příliš malá poptávka pro transportu.

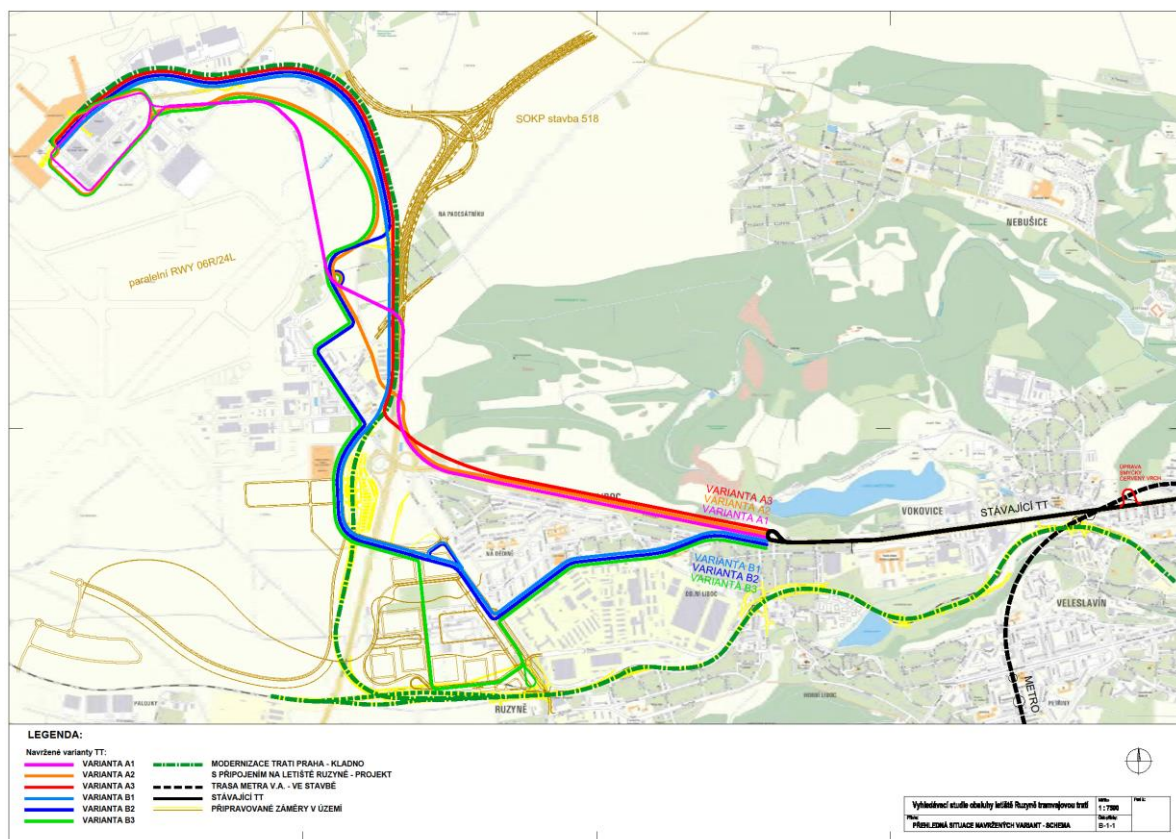
3.3.3 Tramvajová doprava

V roce 2011 vznikla podrobná studie týkající se zavedení tramvajové trati na Letiště Václava Havla. Byly navrženy celkem dvě stopy, A a B, každá se třemi mírně odlišnými variantami (A1, A2, A3 a B1, B2, B3), zobrazeno na obrázku č. 12. Stopa A začíná u obratiště Divoká Šárka, Evropskou ulicí pokračuje až k Pražskému okruhu, přes který je vedena přemostěním. Na letišti potom pokračuje ve stopě železnice, zakončena by byla v podpovrchové stanici (v případě následné realizace železnice by nebyly třeba velké úpravy) anebo povrchovým obratištěm.^[41]

Stopa B začíná taktéž u zastávky Divoká Šárka, pokračuje přes sídliště Na dědině, opět přemostěním překonává Pražský okruh a z ulice Fajtlova vede směrem na ulici K letišti, včetně návaznosti na plánovaný terminál autobusové dopravy, železniční stanici a záchytné parkoviště Dlouhá Míle. Odtud už kopíruje ulici K letišti až k terminálům 1 a 2, kde je naplánováno povrchové obratiště v koordinaci s plánovanou železniční stanicí.

Na trase obou stop jsou krizová místa, která brání výstavbě nebo jsou pro ni překážkou, kterou je třeba překonat. Celkový počet problémových lokalit je 20, jedná se například o přírodní park Šárka-Lysolaje, křížení s Pražským okruhem, ukončení tramvají na terminálech 1 a 2, trasa tramvaje vedoucí v oblasti plánované železnice a podobně. Další překážkou je úprava obratiště Červený vrch tak, aby zde mohly být zakončeny trasy v obou směrech, a to především s dostatečnou kapacitou stání. Plochu pozemku určeného pro hromadnou dopravu osob není možné zvětšovat, jelikož se v okolí nacházejí pouze plochy vyhrazené pro systém zeleně, je tedy nutné maximalizovat využití prostoru.^[41]

Pro každou variantu je vhodný jiný typ tramvaje, s přihlédnutím k maximální možné rychlosti a její využitelnosti, dále obousměrnosti nebo možnosti odkladu zavazadel, pohodlnosti nástupu a možnosti úpravy. Není tedy možné určit jeden druh vozidla, který by se hodil pro veškeré varianty, avšak jako nejlepší řešení připadá v úvahu vůz typu KT8D5.RN2P (z důvodu obousměrnosti), 15T (obrovský nástupní prostor díky velkým dveřím), 14T (možnost zvýšení maximální povolené rychlosti), případně nákup strojů nových. Pokud by se například upravila vozidla typu 14T a jejich maximální provozní rychlost by se zvýšila z nynějších 70 km/hod. na 80 km/hod., pak by při zavedení varianty A2 byly ušetřeny 2 minuty při jízdě z letiště na Nádraží Veleslavín, stejně tak při návrhu A3. Vše je přehledně zobrazeno na obrázku č. 12 a v tabulce č. 11 je uvedeno srovnání jízdních dob podle jednotlivých vybraných variant a navržen nejvhodnější vůz. Spřeží 2x14TM je provedeno opět úpravou v dílnách tramvají 14T, kdy jsou spojeny záděmi k sobě a mohou tak sloužit jako obousměrné. Používána je vždy pouze první tramvaj, problémem je extrémní délka těchto dvou strojů spojených v jednotku.^[41]



Obrázek č. 12 – Podrobný přehled plánovaných tras vedení tramvajové trati, zdroj: [41]

Tabulka č. 11 – Přehled cestovních časů z letiště na Nádraží Veleslavín a doporučené jednotky, zdroj: [41], vlastní zpracování

Doporučený druh vozu	Varianta	Cestovní doba z letiště na Nádraží Veleslavín [min]
Škoda 14T, v _{max} = 80km/h, Škoda 15T	A2	13
Tatra KT8D.RN2P, Škoda 14T (2x14TM)	A3	13
Tatra KT8D.RN2P, Škoda 14T (2x14TM)	B1	19
Tatra KT8D.RN2P, Škoda 14T (2x14TM)	B2	22
Škoda 14T, v _{max} = 80 km/h, Škoda 15T	B3	27

Interval tramvají ve většině zkoumaných variant je 8–10 minut během dne (špička/sedlo), 15 až 20 minut ve večerních hodinách a o víkendech, avšak s rostoucí poptávkou je nutné počítat i s navyšováním počtu spojů. V tomto ohledu je zavedení tramvajové trati velmi málo perspektivní, jelikož nemá příliš velký potenciál při dalším růstu počtu pasažérů. Kapacita zmíněných jednotek je velmi podobná, pro potřeby této práce bude brán v potaz

nejmodernější stroj, a to Škoda 15T, s obsaditelností 61 míst k sezení a 131 až 149 k stání, v závislosti na použitém druhu výpočtu.^{[41][1]}

Pozitiva

Nízké náklady provozu, nízké náklady stavby, rychlá výstavba, jízda je atraktivní (neprobíhá pod zemí).^[41]

Negativa

Nutnost přestupu na metro, chybějící vstup do vestibulu stanice Nádraží Veleslavín přímo na nástupní ostrůvku tramvaje (nutnost přechodu přes ulici Evropská), nízká kapacita (oproti metru/vlaku), nutnost úpravy tramvají (koupě nových), nevhodné pro objemná zavazadla, pomalejší spojení než metro nebo vlak.^[41]

3.4 Vliv druhu dopravy na odbavovací proces

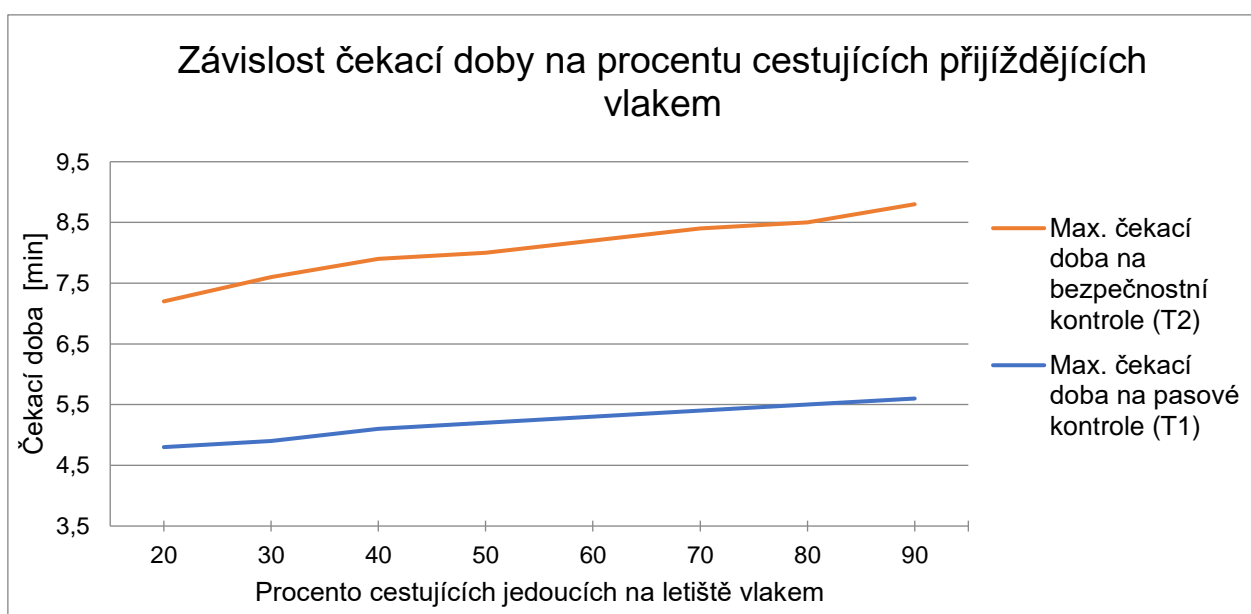
Dle typu kolejového vozidla se rozlišuje především jeho kapacita a s tím spojený maximální počet cestujících, kteří se dostanou na letiště jedním vozidlem, s tím souvisejí i jízdní řády, četnost spojů, plynulost příchodu cestujících atd. Po příjezdu na letiště jsou pasažéři rozptýleni po terminálu, někdo jde na check-in, jiný zase na selfcheck-in apod. Všichni ale musejí projít security kontrolou na Terminálu 2 a pasovou kontrolou na Terminálu 1. To jsou úzká hrdla celého systému, a proto se na ně nyní soustředíme a budeme je používat pro výpočty.

Jako další základní myšlenka pro namodelování příjezdu cestujících na letiště poslouží již zmíněný graf č. 10 s počty příjezdějících vypočtený z letového řádu. Odpadá zde problém s určením počtu zaměstnanců, kteří procházejí speciálními vchody a víceméně tak nezasahují do koloběhu tvoření front u přepážek, proto nebudou použita data z průzkumu počtu cestujících poskytnutá firmou ROPID. Pro popis a porovnání navrhovaných variant pak bude sloužit výpočet růstu cestujících z předcházející kapitoly od roku 2000 až do roku 2017. Pro porovnání bude brán v potaz standard Letiště Václava Havla o maximální přípustné době čekání, a to méně než 10 minut.

3.4.1 Závislost čekací doby na dělbě přepravní práce

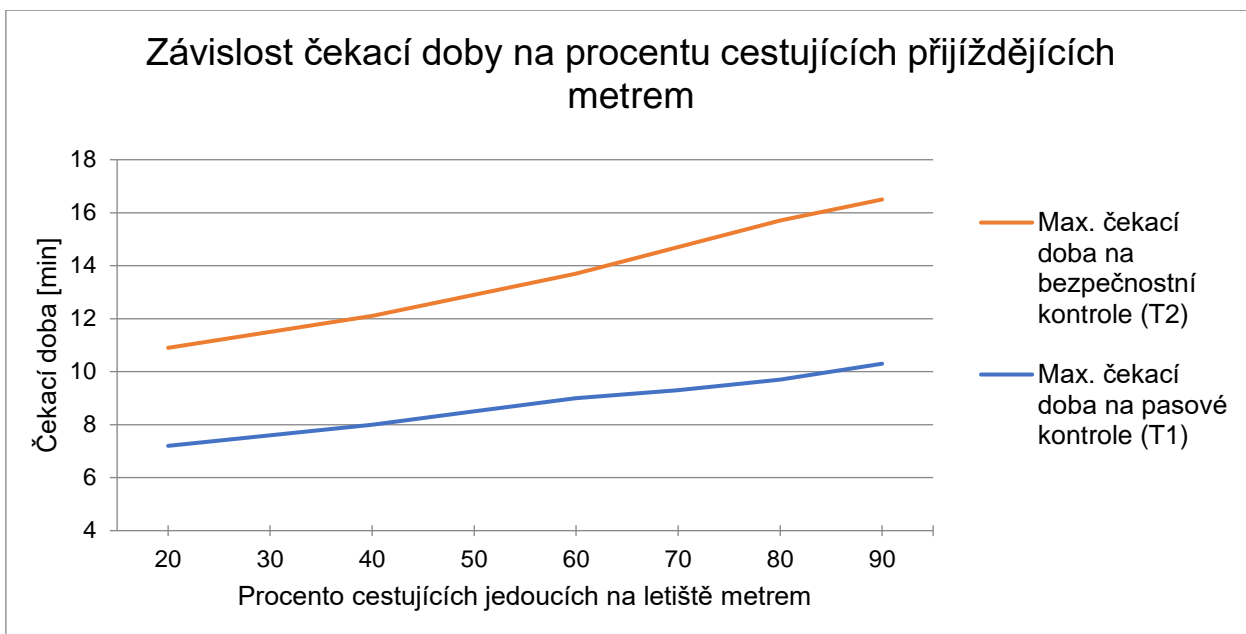
Následující dvě kapitoly spolu úzce souvisejí, jedna bezprostředně navazuje na druhou. Pro výpočet závislosti čekací doby (na bezpečnostní kontrolu nebo na pasovou kontrolu) na

hodnotě modal splitu, potřebujeme především kapitolu 2, a to konkrétně počet cestujících vypočtený z letového řádu, který vždy vynásobíme meziročním růstem pro každý rok, tím dostaneme předpokládaný počet pasažérů v roce 2022, pro který probíhá odhad. Z popisu jednotlivých projektů týkajících se zavedení kolejové dopravy na letiště jsou známy navrhované intervaly pro každý druh transportu, důležité pro výpočet. Následně byly dosazeny hodnoty dělby přepravní práce a z toho vypočten počet cestujících příjezdějících na letiště každým dopravním prostředkem podle daného taktu. Poté byla vypočítána délka fronty, za pomoci procesních časů zmíněných dříve, pro bezpečnostní kontrolu na Terminálu 2 a pasovou kontrolu pro Terminál 1. Postupně bylo dosazováno procento pasažérů jedoucích na letiště vlakem, metrem a tramvají, a to od podílu 20 % po 10procentových intervalech až do 90 %. Zbytek odlétajících se na letiště dopravil autobusem, taxi, automobilem nebo jinak v pravidelných intervalech.



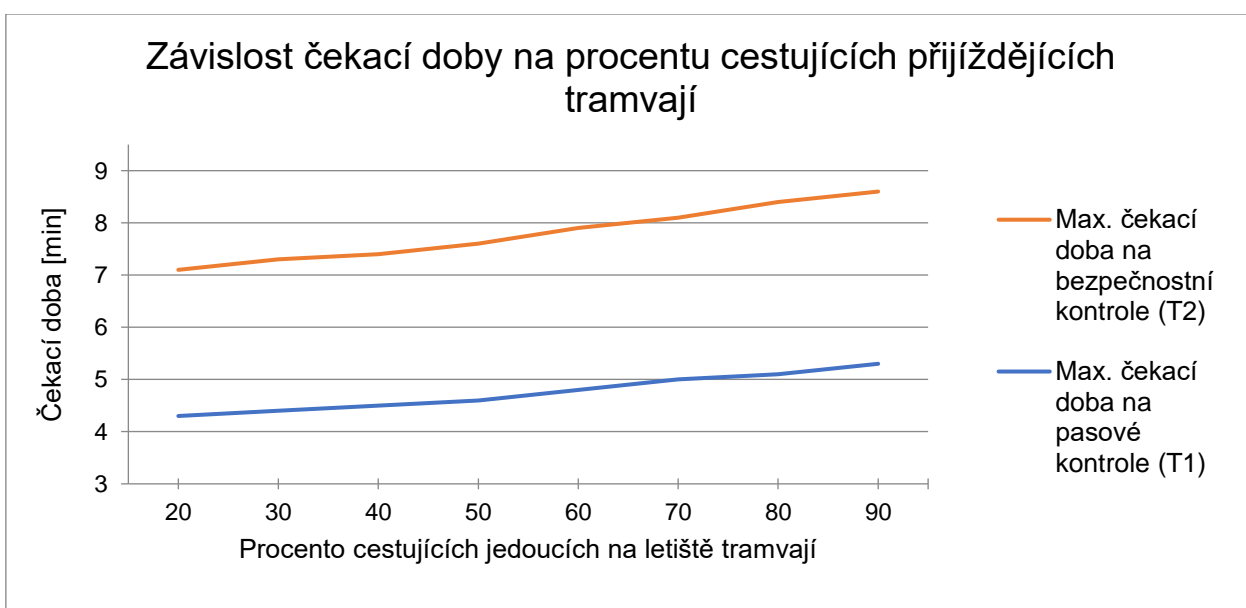
Graf č. 11 – Závislost čekací doby v minutách na poměru cestujících jedoucích vlakem, zdroj: vlastní zpracování

Na grafu č. 11 je zobrazena závislost doby strávené ve frontě při čekání na pasovou nebo bezpečnostní kontrolu na dělbě přepravní práce. Je patrné, že i pokud by přijelo 90 % lidí vlakem, který by měl pravidelné intervaly 10 minut, fronta by nenabyla nadlimitních hodnot. Rozdělení podle terminálu je popsáno v kapitole 2.2 a je závislé na datech poskytnutých Letištěm Praha, z Terminálu 1 odlétá méně cestujících, proto je fronta vždy kratší. Dosahuje maximální hodnoty 5,6 minuty, na bezpečnostní kontrole je to 8,8 minuty.



Graf č. 12 – Závislost čekací doby v minutách na poměru cestujících jedoucích metrem, zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 12 popisuje stejnou závislost jako graf č. 11, pouze pro dopravu pomocí metra. Ta se velmi podobá vlaku, rozdíl je ve větší kapacitě vozidel, a především v intervalech. Ty jsou navrženy na 20 minut, tedy dvojnásobek oproti vlaku, proto se obě křivky posunuly směrem nahoru. Nejnižší doba čekání na Terminálu 2 je 11,5 minuty, což už je příliš vysoké číslo pro letištní standardy. Největší fronta je při úvaze, že 90 % cestujících pojedou metrem, 16,5 minuty. Dokonce i pasová kontrola bude nadlimitně vyčerpána, v extrémním případě modal splitu 90 % ve prospěch metra bude zapotřebí čekat 10,3 minuty.



Graf č. 13 – Závislost čekací doby v minutách na poměru cestujících jedoucích tramvají, zdroj: vlastní zpracování

Z grafu č. 13 je možné vyčíst závislost čekací doby na podílu cestujících přijíždějících tramvají. Na první pohled je patrné, že doba 10 minut nebyla překročena ani na pasové, ani na security kontrole, tramvajová přeprava s intervalem 8 minut je tedy bezproblémová v jakémkoli případě. Pro úplnost je vypsána maximální čekací doba na Terminálu 2, a to 8,6 minuty a na Terminálu 1 jen 5,3 minuty.

3.4.2 Závislost čekací doby na intervalech

Na rozdíl od závislosti na dělbě přepravní práce zde není třeba znát přesné intervaly, jelikož je budeme dosazovat postupně do rovnice a vypočítávat pro každý interval od 2 minut do 30 minut (po dvou minutách) čas čekání na odbavení na každém terminálu, ale je nutné mít modal split, a tím i poměr cestujících přijíždějících na letiště kolejovým vozidlem, autobusem, taxi a jinak. Na grafu č. 2 je k prohlédnutí modal split pro rok 2016 pro cesty na letiště, ten však bude třeba upravit s ohledem na zavedení železniční dopravy. Je více než pravděpodobné, že klesne počet dopravujících se na letiště automobilem z důvodu lákavějšího kolejového spojení, autobusové linky budou zachovány, avšak v mimořádně omezené podobě, jejich prudký pokles je nevyhnutelný a žádoucí. Hodnoty dělby přepravní práce ve světě se pohybují v různých mezích, například procento cestujících využívajících pro dopravu na letiště automobil je v Hongkongu 7,5 % z důvodu zpoplatněných silnic a velmi drahého parkování (celkově se jedná o protiautomobilovou politiku), a až 79 % v Chicagu včetně taxi, z důvodu levného parkování. Podobný, avšak ne tak obrovský rozsah hodnot dostaneme i u podílu cest na letiště prostřednictvím železnice (vlak, metro nebo tramvaj): 4 % procenta v Chicagu a až 50 % v Tokiu. Na základě dat po zavedení železnice na letiště Helsinky Vantaa bychom mohli uvažovat o tom, že by vlakové spojení převzalo asi 80 % autobusové dopravy na letiště. Tabulka č. 12 zobrazuje procenta cestujících dopravujících se na vybraná letiště pomocí automobilu, taxi, železnice, autobusu a „jinak“. Základním kamenem pro odhad bude graf č. 2 s aktuálními daty pro Letiště Václava Havla, dále tabulka č. 8 a jako poslední bude záležet na druhu dopravy. Je totiž pravděpodobné, že pokud se bude jednat o tramvajový spoj, nebude natolik lákavý a rozhodne se pro něj menší procento odlétajících, naopak pokud se bude jednat o vlak či metro, poptávka bude pravděpodobně vyšší.^{[33][42][43][44][45]}

Dalším faktorem ovlivňujícím počty cestujících, kteří použijí jednotlivý druh dopravy, je reklama. Pokud bude propagován vlak, bude doporučován a na internetových stránkách a v průvodcích upřednostňován, dostane se cestujícím do povědomí a efekt převedení pasažérů na železnici bude znatelnější. Další věcí je například vzdálenost zastávky. Pokud

bude vlaková stanice přístupná přímo z terminálů, a na autobusovou bude nutné se přesunout pěšky, jistě bude vlakové spojení lákavější.^{[44][45]}

Tabulka č. 12 – Modal split pro vybraná letiště, zdroj: [43][44][46][47], vlastní zpracování

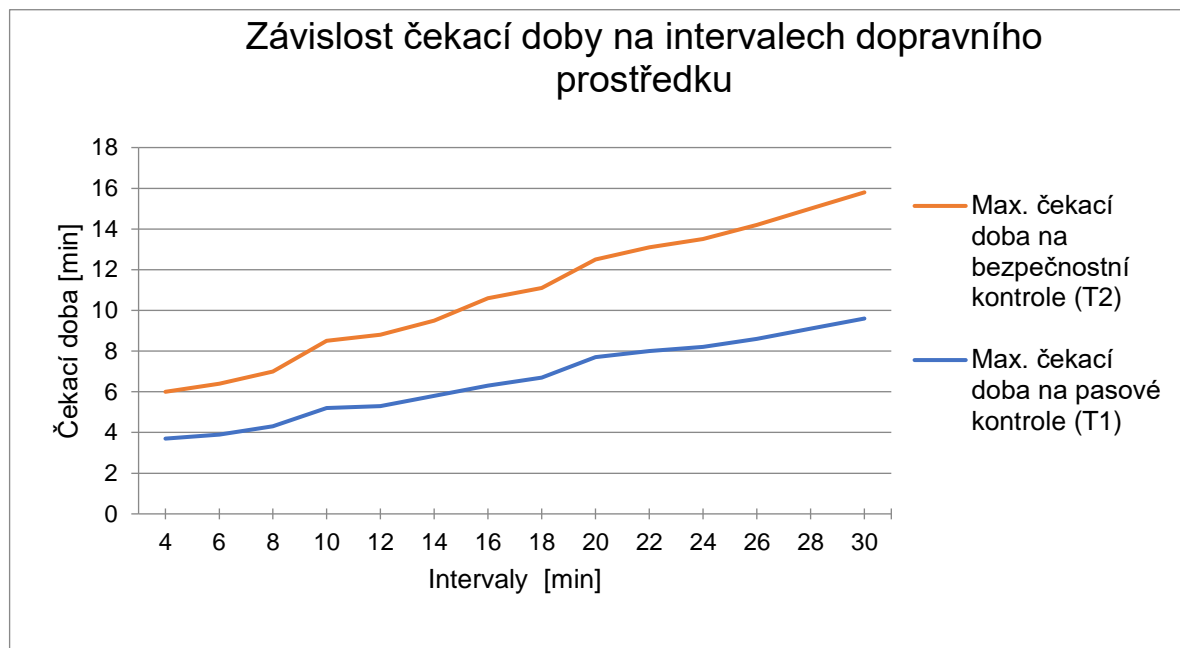
Letiště	Dostupná doprava na letiště				
	Automobil [%]	Taxi [%]	Železnice [%]	Autobus [%]	Jiné [%]
Mezinárodní letiště Hongkong	7,5	12,9	23,4	47,4	0
Mezinárodní letiště Oslo Gardermoen	34	6	40	19	2
Letiště London Heathrow	37,8	25,9	23,5	24,4	0,3
Letiště London Gatwick	53,8	14,6	24,6	6,8	0,2
Mezinárodní letiště Johna F. Kennedyho	56,2	20,7	12,1	10,9	0
Letiště Chicago O'Hare International Airport	79		4	17	0
Letiště Václava Havla Praha	24	30	0	35	11

Pro srovnání bylo vloženo do tabulky č. 12 i Letiště Václava Havla. Nápadné je především vysoké procento cestujících autobusem, druhé nejvyšší z celého srovnání (ihned po Mezinárodním letišti Hongkong, kde veřejná doprava dosahuje obrovského podílu většího než 70 %). Pokud porovnáme vše výše řečené, dostaneme hrubou představu o dělbě přepravní práce pro železnici:

- 4–50 % (nejmenší a největší procento dopravy železnicí na letiště).
- Více než 28 % (35 % přepraveno v Praze autobusy *0,8 – vzhledem k zavedení železnice na letiště Helsinky Vantaa a jejího převzetí asi 80 % autobusové dopravy je pravděpodobné, že podobná situace nastane i v Praze).
- Výsledné číslo bude poměrně vysoké, z důvodu nynější velké poptávky po přepravě veřejnou dopravou na Letiště Václava Havla, obzvlášť v porovnání s ostatními světovými letišti, cestující nebude mít na výběr, autobusová doprava bude značně omezena.
- S modal splitem je možné hýbat cíleně, například pomocí reklamy, což zapříčiní další růst podílu vlaku.

Vzhledem k velmi výraznému omezení autobusové dopravy a prodloužení intervalů bude poptávka po tomto spojení redukována a značnou část převezme vlak. U osobního automobilu a taxi bude také zaznamenán pokles, avšak nikoli razantní. Proto byl určen modal split následovně: 43 % pojede vlakem, 9 % autobusem, 25 % použije taxi, 20 % automobil a 3 % se dopraví na letiště jinak. Při pronásobení výše vypočítaných příchozích

cestujících podle letového řádu modal splitem dostaneme přesný přehled o počtu přijíždějících rozdělený podle terminálu a použitého spojení.



Graf č. 14 – Závislost čekací doby v minutách na intervalech dopravního prostředku, zdroj: vlastní zpracování

Závislost čekací doby na intervalech již není rozdělena podle dopravního prostředku na vlak, metro a tramvaj, jelikož největší roli hrají zmíněné intervaly, které především odlišují tyto druhy přepravy. Graf č. 14 je založen na odhadu modal splitu z předchozích odstavců a ukazuje, že s prodlužujícími se intervaly stoupá i maximální délka fronty (zkoumáno během jedné nejvytíženější hodiny), např. při taktu souprav dvakrát za hodinu bude poslední z čekajícího zástupu odbaven na security kontrole za 15,8 minuty a na pasové kontrole za 9,6 minuty. Naopak nejnižší hodnota stanovená pro účely této práce je jeden vlak za 4 minuty a čekací doba 3,7 minuty na Terminálu 1 a 6,4 minuty na Terminálu 2. Ostatní cestující přijíždějí v pravidelném taktu a jsou do tvorby zástupů započítáni také.

3.5 Výpočet čekací doby dle druhu kolejové dopravy

V této části se práce budu zabývat konkrétním návrhem každého druhu kolejové dopravy, který připadá v úvahu pro obsluhu letiště, bude popsán výpočet a následně zobrazen graf pro čekací dobu na terminálech 1 a 2 pro vlak, metro i tramvaj. Budou určena slabá místa systému a na ty bude zaměřeno.

3.5.1 Scénář č. 1: Železniční doprava

Tento druh kolejové dopravy se vyznačuje především velkou kapacitou, spolehlivostí a pohodlností. Středně dlouhé intervaly zajišťují přísun cestujících na letiště v pravidelném sledu bez extrémních výkyvů. Předpoklad je takový, že interval vlaku by byl dle projektu ve špičce 10 minut, železnice by převzala velkou část poptávky po dopravě na letiště. Ve srovnání s nynějším stavem a dopravou autobusovou jsou intervaly přibližně dvojnásobné.

Terminál 1

Problémovým místem na Terminálu 1 je, jak bylo řečeno, pasová kontrola. Tou prochází veškerý proud vstupujících do neveřejné části letiště. Po provedení výpočtu dostaneme maximální počet cestujících, který může být přivezen na letiště tak, aby se nevytvořily zástupy čekajících delší dobu než 10 minut: 21 otevřených přepážek (předpokládáme plné vytížení ve špičkové hodině, proto otevření veškerých dostupných kontrolních bodů) krát procesní čas 2 cestující za minutu, celkem 41 zkontrolovaných za 60 vteřin. Aby byla fronta odbavena za maximálně 10 minut, nesmí být součet osob již čekajících a nově přichozích větší než 410 za 10 minut.

Pro další výpočty použijeme modal split z kapitoly 3.4.2. Interval autobusů bude prodloužen průměrně na 20 minut (linka č. 119 bude mít intervaly kratší, ostatní linky delší), čímž razantně klesne zajímavost i poptávka po tomto spojení. Zbylí cestující přijíždějí v taktu pět minut, což bylo stanoveno jako pravidelná hodnota pro přísun ostatních odlétajících. Dělbá přepravní práce je tedy následující, jak bylo určeno v kapitole 3.4.2: 43 % cestujících použije vlak, 9 % autobus, 25 % taxi, 20 % automobil a 3 % se na letiště dopraví jinak. Tato čísla pak slouží jako vstup do modelu, společně s počty pasažérů podle letového řádu (přepočítány pro rok 2022). Na tomto základě je vytvořena tabulka č. 13, která zobrazuje navrhovaný jízdní řád a počty cestujících přijíždějících vlakem, autobusem a pomocí taxi (společně s automobilem a „jinak“). Porovnávat budeme jednu z nejexponovanějších hodin, a to od 9.00 do 10.00 hodin.

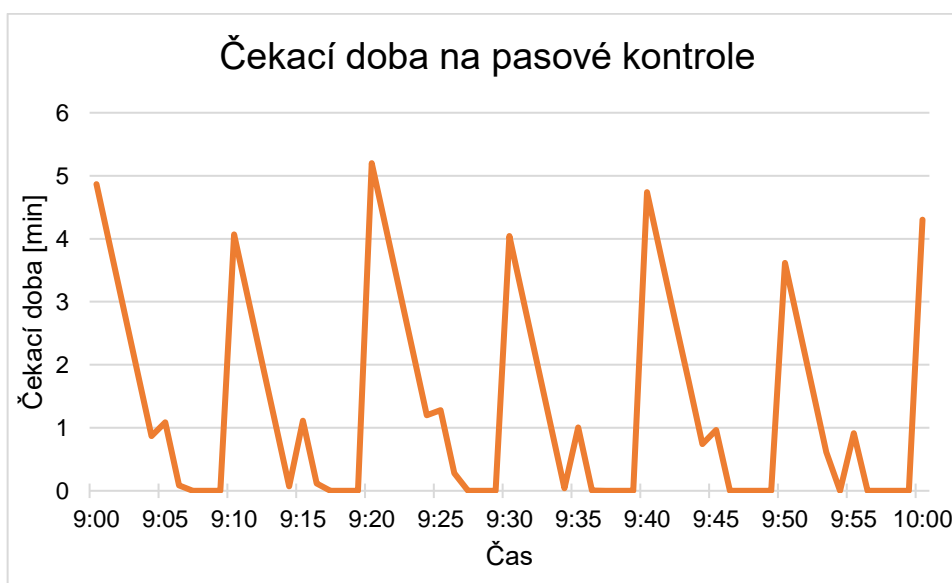
Tabulka č. 13 – Počet cestujících jedoucích na letiště různými dopravními prostředky s převahou vlaku, zdroj: vlastní zpracování

Čas	Vlak
9:00	224
9:10	231
9:20	236
9:30	229
9:40	213
9:50	205
10:00	194

Čas	Autobus
9:00	91
9:20	98
9:40	93
10:00	83

Čas	Taxi + ostatní
9:00	145
9:05	103
9:10	154
9:15	105
9:20	158
9:25	102
9:30	153
9:35	95
9:40	143
9:45	91
9:50	137
9:55	87
10:00	130

Po rozdělení cestujících z tabulky č. 13 podle kapitoly 2.2 na terminály 1 a 2 vypočteme počet příjezdějících na T1. Po započtení procesních časů z odstavce 3.2 získáme délku fronty na pasové kontrole, zobrazenou v grafu č. 15 v minutách.



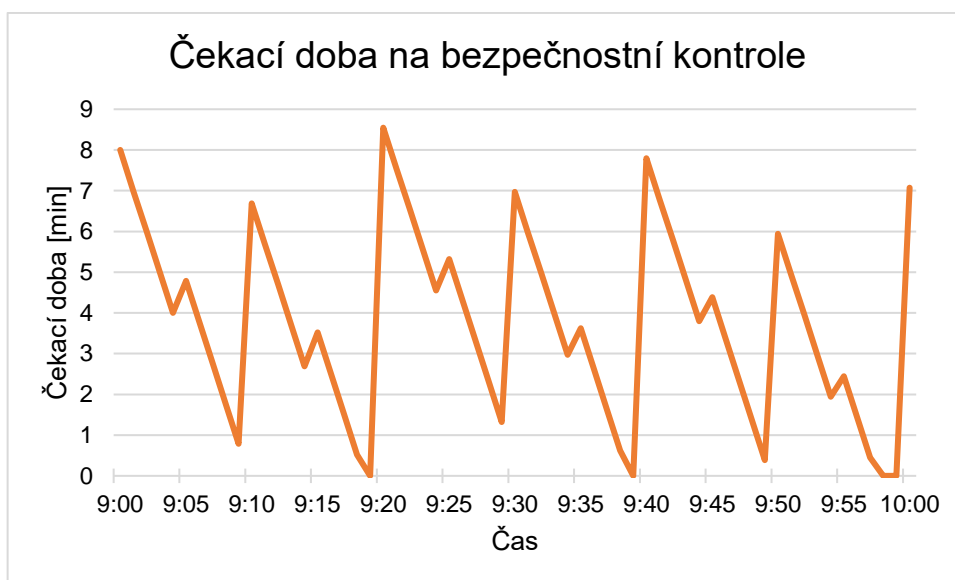
Graf č. 15 – Čekací doba na pasové kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou vlaku, zdroj: vlastní zpracování

Limitní délka fronty 10 minut nebyla překročena ani jednou, na Terminálu 1 tedy za těchto podmínek není problém se zavedením vlakového spojení.

Terminál 2

Terminál 2 se vyznačuje mimo jiné security kontrolou přímo po odbavení (na rozdíl od Terminálu 1, kde probíhá kontrola těsně před vstupem do gatu). Proto se model lehce liší, především v počtu přepážek. Po jednoduchém výpočtu na základě dat uvedených v části 3.2 můžeme určit maximální možný počet příjíždějících, aniž by se tvořila fronta delší než 10 minut. Pokud jsou otevřeny všechny přepážky, celkem 16, a jejich průchodnost jsou 2 cestující za minutu pro každou, maximálně je tedy možné odbavit 32 cestujících za minutu. Jakmile bude součet příchozích cestujících a již čekajících větší než 320 za 10 minut, fronta nabude nadlimitních hodnot stanovených letišťem.

Jízdní řád zůstává stejný jako u Terminálu 1, podle tabulky č. 13. Postup výpočtu je stejný, graf č. 16 zobrazuje délku zástupu čekajících na bezpečnostní prohlídku v minutách.



Graf č. 16 – Čekací doba na bezpečnostní kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou vlaku, zdroj: vlastní zpracování

Z grafu č. 16 vyplývá, že situace je o poznání horší než na T1, délka fronty dosahuje v 9 hodin 20 minut délky osm a půl minuty, avšak čekací doba 10 minut nebyla překročena, tudíž ani zde problém se zavedením kolejové dopravy nenacházíme.

3.5.2 Scénář č. 2: Metro

Metro spadá pod železniční dopravu, zde je však vyčleněno zvlášť z důvodu rozdílných charakteristik. Především se jedná o kapacitu a intervaly, které hrají zásadní roli při příjezdu na letiště a odbavovacím procesu. Při zavedení metra jako hlavní dopravy pasažérů by souprava zajížděla na terminály pouze jednou za 20 minut (dle projektu), na rozdíl od vlaku,

který by obsluhoval trasu dvakrát častěji. Průměrný interval autobusu je stejný jako u vlaku, ostatní cestující přijíždějí pravidelně v pětiminutových intervalech, pro zjednodušení modelu. Dělbá přepravní práce zůstává stejná, jak bylo řečeno v kapitole 3.4.2, základem pro vytvoření modelu je tabulka č. 14 s nastíněným jízdním řádem a příjezdem ostatních cestujících.

Tabulka č. 14 – Počet cestujících jedoucích na letiště různými dopravními prostředky s převahou metra, zdroj: vlastní zpracování

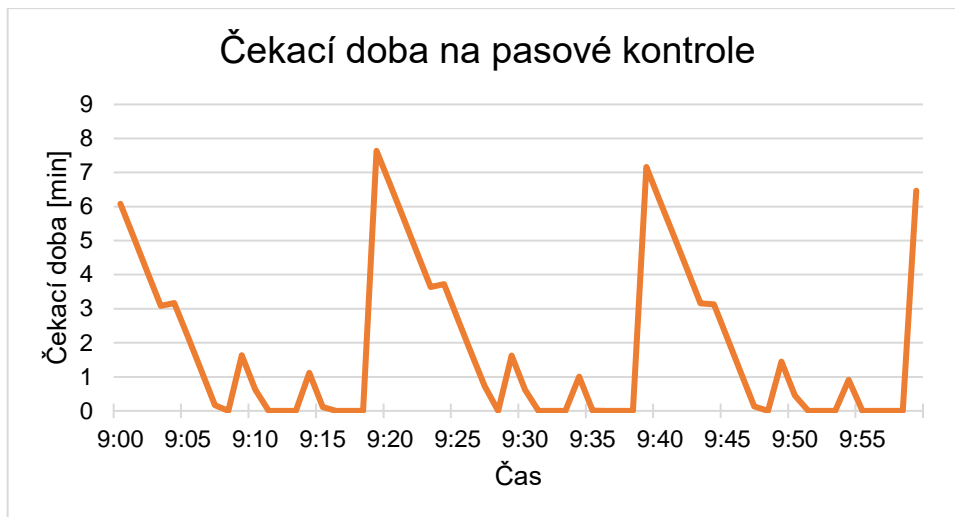
Čas	Metro
9:00	434
9:20	467
9:40	442
10:00	399

Čas	Autobus
9:00	91
9:20	98
9:40	93
10:00	83

Čas	Taxi + ostatní
9:00	145
9:05	103
9:10	154
9:15	105
9:20	158
9:25	102
9:30	153
9:35	95
9:40	143
9:45	91
9:50	137
9:55	87
10:00	130

Terminál 1

Procesní časy zůstávají neměnné, jak bylo popsáno v kapitole 3.2. Z prvotního pohledu je zřejmé, že počty cestujících jsou nepravidelné a skokové. Na grafu č. 17 si můžeme prohlédnout délku zástupu čekajícího na pasovou kontrolu v minutách. 10minutový standard určený Letištěm Praha a doporučený mezinárodními organizacemi překročen není, v 9.20 hodin je čas strávený čekáním nejdelší, a to necelých 8 minut.

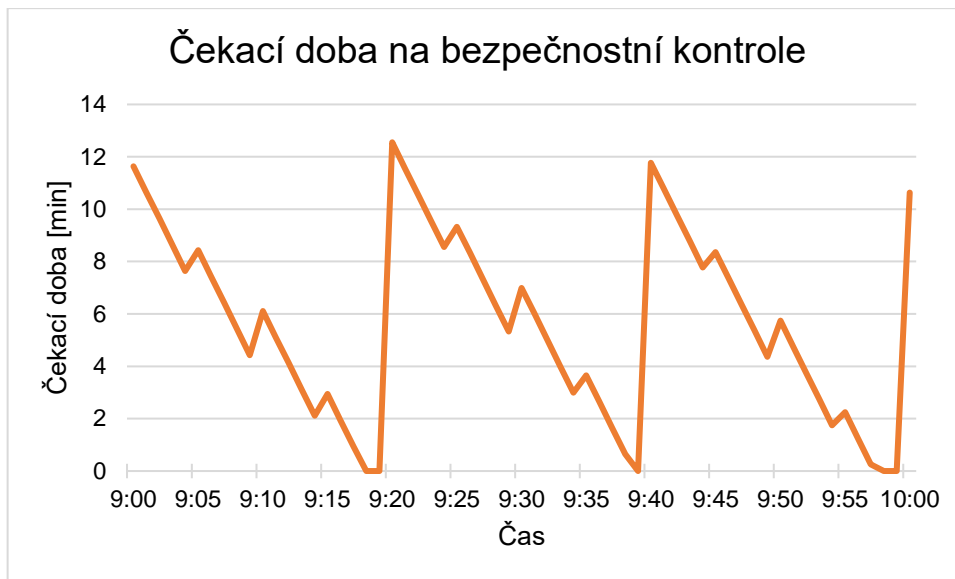


Graf č. 17 – Čekací doba na pasové kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou metra, zdroj: vlastní zpracování

Terminál 2

Situaci na Terminálu 2 zobrazuje graf č. 18. Po příjezdu soupravy metra dojde k masivnímu nárůstu počtu osob na letišti, především z důvodu 20minutových intervalů. Na bezpečnostní kontrole, kterou musejí projít všichni odlétající, dojde k okamžitému prodloužení fronty nad limitní hodnotu 10 minut při příjezdu každé soupravy. Z toho vyplývá, že tento scénář, tak jak je navržen, nemůže být přijat a je nereálný.

Zkoumána byla jedna hodina s největším vytížením během jednoho dne, situace je tedy v tento čas nejhorší, a co se týče počtu příjíždějících nejexponovanější. Jednou z variant pro zlepšení dopadu na letiště by mohlo být zkrácení intervalů metra na standardní maximální dobu pražské integrované dopravy 10 minut, případně menší redukce počtu autobusových spojů jedoucích ze Zličína a podobně, odvážnějším nápadem by mohlo být souběžné provozování metra a tramvajové dopravy (případně i železniční).



Graf č. 18 – Čekací doba na bezpečnostní kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou metra, zdroj: vlastní zpracování

3.5.3 Scénář č. 3: Tramvajová doprava

Výpočet počtu cestujících je stejný jako u vlakové dopravy, základem je tedy tabulka s průměrným růstem počtu cestujících a výpočet příjezdějících podle letového řádu. Stejně tak i maximální přípustná délka čekání je stejná, tedy 10 minut. V čem však bude zásadní rozdíl, je dělba přepravní práce. Tramvajová doprava má určité vlastnosti a podle nich bude i přihlíženo k rozdělení příjezdějících cestujících podle druhu dopravy. Opět je stanoven pravidelný přísun pasažérů pomocí autobusu, automobilu, taxi a „jinak“ (u autobusu reprezentovaný pravidelnými intervaly 10 minut, u zbytku 5 minut) a tramvaje (pro špičku je podle projektu určena doba mezi spoji 8 minut).

Pro stanovení dopravní obslužnosti musíme uvažovat, že tramvajová doprava odebere část cestujících autobusové přepravě, jelikož bude sloužit jako její náhrada. V tomto případě budou autobusy dále dopravovat cestující, avšak v omezeném počtu, například ze Zličína atd. Menším úbytkem prošel automobil, na taxi zavedení tramvaje na letiště velký dopad mít nebude, nejedná se totiž o plnohodnotnou náhradu, nýbrž o dočasné řešení s nemožností konkurence taxi. To využívají především business cestující, pro které nepřipadá v úvahu využívání takto nepohodlného spojení. Velmi klesne doprava na letiště „jiná“, dálkové autobusy budou omezeny, zůstanou pouze transportní služby. Jde tedy o naprosto odlišnou situaci než u vlaku či metra (kde se jedná o plnohodnotnou náhradu autobusů, proto je třeba počítat i s větším zájmem). Výsledný modal split byl stanoven tak, že 31 % cestujících

pojede tramvají, 28 % taxi, 19 % autobusem, 17 % použije automobil a 5 % jinak. Na rozdíl od vlaku či metra nepřebrala tramvaj tak velkou část pasažérů.

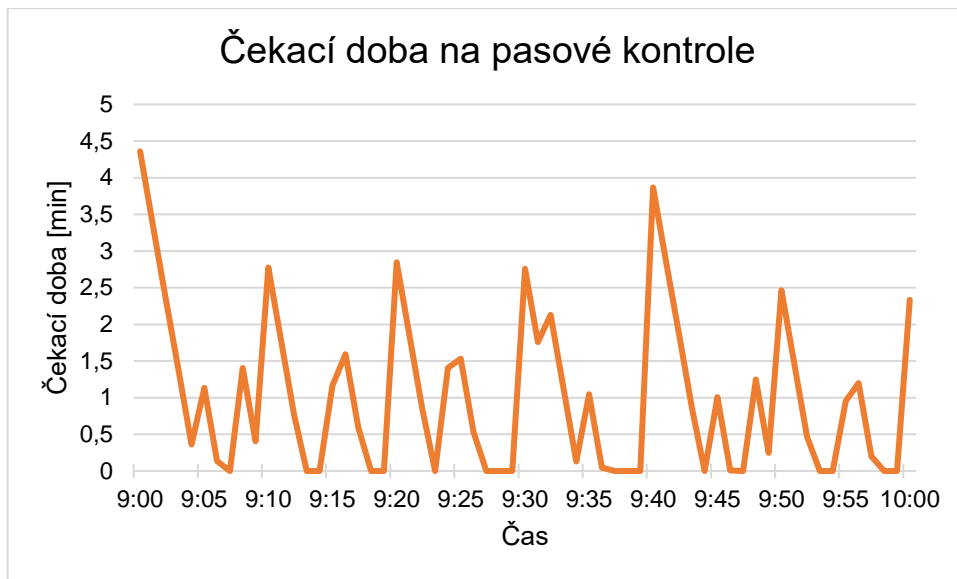
Tabulka č. 15 znázorňuje intervaly tramvaje a autobusů a naznačuje příjezd ostatních cestujících pomocí pětiminutových intervalů. Časy a počty cestujících slouží také jako základ pro výpočet čekací doby.

Tabulka č. 15 – Počet cestujících jedoucích na letiště různými dopravními prostředky s převahou tramvaje, zdroj: vlastní zpracování

Čas	Tramvaj	Čas	Autobus	Čas	Taxi + ostatní
9:00	162	9:00	99	9:00	152
9:08	133	9:10	102	9:05	107
9:16	135	9:20	104	9:10	161
9:24	133	9:30	101	9:15	110
9:32	130	9:40	94	9:20	165
9:40	123	9:50	90	9:25	107
9:48	118	10:00	86	9:30	160
9:56	113			9:35	99
10:04	29			9:40	149
				9:45	95
				9:50	143
				9:55	90
				10:00	135

Terminál 1

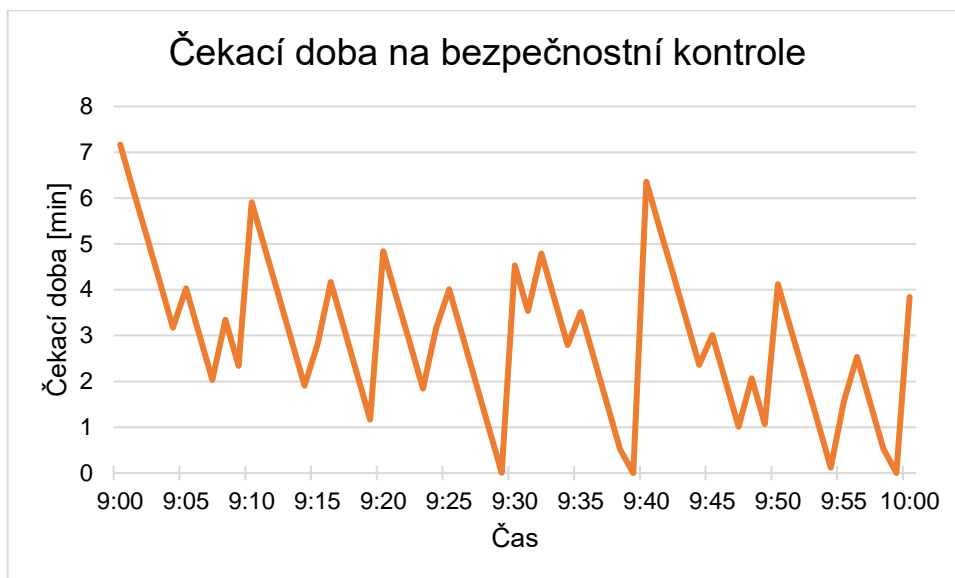
Graf č. 19 ukazuje délku zástupu čekajícího na pasovou kontrolu na T1 vyjádřenou v minutách. Situace je vyrovnaná, maximální doba čekání nepřesahuje 4,5 minuty, tedy nedosahuje ani poloviny nejvyšší povolené hodnoty 10 minut. Příchod pasažérů je pravidelný po malých počtech, nejsou proto vidět žádné velké výkyvy. Tomu napomáhá především krátký interval tramvaje v porovnání s metrem.



Graf č. 19 – Čekací doba na bezpečnostní kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou tramvaje, zdroj: vlastní zpracování

Terminál 2

Na Terminálu 2 je situace o poznání horší, jelikož je větší počet příjždějících pasažérů a menší počet přepážek pro security kontrolu. Nicméně ani zde nebyla překročena hodnota 10 minut, maximální délka fronty se pohybuje lehce nad hranicí 7 minut. Největším pozitivem je příjezd cestujících rovnoměrně rozložený do časové osy, tudíž téměř neustálá vytíženost veškerých rámců pro kontrolu a plynulost provozu bez tvoření skokových, dlouhých zástupů. Vše přehledně zobrazuje graf č. 20.



Graf č. 20 – Čekací doba na pasové kontrole v minutách pro dopravu na letiště s převahou tramvaje, zdroj: vlastní zpracování

3.6 Porovnání vlivu navrhovaných variant na odbavovací proces

Vypočítáním počtu cestujících a porovnáním délky front u všech tří variant dostáváme tabulku č. 16, která ukazuje průměrnou a maximální čekací dobu v závislosti na druhu dopravního prostředku převažujícího pro dopravu na letiště, rozdělené podle terminálu z důvodu různých procesních časů a počtu otevřených přepážek, na T1 je úzkým hrdlem pasová kontrola, kudy prochází všichni odlétající s počtem přepážek 21, a na T2 je to bezpečnostní kontrola s 16 průchozími body. Množství cestujících bylo vypočítáno na základě letového řádu, rozděleno na místo odletu podle dat dodaných Letištěm Praha.

Tabulka č. 16 – Porovnání průměrné a maximální čekací doby v závislosti na druhu transportu, zdroj: vlastní zpracování

Druh převažujícího dopravního prostředku	Interval [min]	Kapacita celkem	Čekací doba [min]	Terminál	
				1	2
Vlak	10	640	Průměrná	1,4	3,8
			Maximální	5,2	8,5
Metro	20	1464	Průměrná	2,0	5,7
			Maximální	7,6	12,6
Tramvaj	8	210	Průměrná	1,0	3,0
			Maximální	4,4	7,2

Z tabulky č. 16 je patrný dopad kapacity a intervalů každého dopravního spojení na tvorbu čekajících zástupů. Na první pohled je zřejmé, že metro s maximální kapacitou pohybující se lehce pod hranicí 1500 lidí, s intervaly navrhovanými v projektu 20 minut, nemůže obstát, jelikož délka fronty překračuje limitních 10 minut na Terminálu 2 a na pasové i bezpečnostní kontrole dosahuje jednoznačně nejvyšších průměrných hodnot.

Na druhé místo se řadí vlak, který disponuje dostatečnou kapacitou pro obslužení letiště i přilehlých oblastí a snesitelnými dobami čekání, maximálně přibližně 8,5 minuty na T2 a 5,2 minuty na T1.

Jako nejvýhodnější prostředek pro obsluhu Letiště Václava Havla se jeví tramvaj, díky její nízké obsaditelnosti a krátkým intervalům 8 minut (dle projektu) by byl zajištěn plynulejší přísun cestujících a efektivnější rozložení příchodových křivek i vytíženost jednotlivých prepážek. Čistě z pohledu odbavovacího procesu je tramvaj podle vstupních dat popsaných výše nejvhodnějším prostředkem z důvodu nejmenší koncentrace cestujících v čase na jednom místě.

3.7 Shrnutí

Po detailním prozkoumání veškerých zpracovaných dat a jejich porovnání můžeme tvrdit, že zásadní pro vliv na odbavovací proces má modál split a intervaly vozidel, spolu s procesními časy. Trend je stejný pro všechny druhy dopravních prostředků: čím více cestujících přijede najednou jednou soupravou, tím delší fronty se tvoří. Zásadní myšlenka je převést co možná největší procento cestujících na koleje, tomu však musí být přizpůsobeny především intervaly. I zde je totiž závislost zcela zřejmá: čím delší intervaly, tím více cestujících přijede najednou a vytvoří se fronty delší než 10 minut. Konkrétní příklad můžeme uvést na metru, kde je mezi soupravami čas 20 minut a problém není s kapacitou dopravního prostředku, ale s čekací dobou na bezpečnostní kontrole na T2, která dosahuje 12,6 minuty. Vyjma tohoto případu jsou všechny délky front v normě, tedy kratší než dovolená hranice. Nejnižší maximální čekací doby 4,4 minuty je dosaženo při zavedení tramvajové dopravy na T1, na pasové kontrole.

4 Návrh rozvoje dopravního spojení na Letiště Václava Havla

Jak již bylo několikrát řečeno, autobusová doprava nevyhovuje standardům, často je pomalá a nespolehlivá, navíc kapacitně nedostatečná. Proto je nutné toto spojení vylepšit, zavést kolejovou dopravu na letišti. Na výběr máme jednu ze tří variant popsanych dříve, nyní se jimi budeme zabývat znovu.

4.1 Klady a zápory jednotlivých druhů dopravy

V kapitole 3 byl popsán vliv kapacity dopravního prostředku na odbavovací proces a na tvorbu front u přepážek. Nyní budou uvedena pozitiva a negativa jednotlivých transportních systémů a doporučena zlepšení pro každý z nich.

4.1.1 Zavedení železniční dopravy

Rekonstrukce tratě z Prahy do Kladna, se stavbou odbočky na letišti, je v dnešní době nejpropagovanější a nejdiskutovanější způsob vylepšení dopravy na největší české letišti. Výhodou je především přímé spojení s centrem města bez nutnosti přestupu, které je rychlé, pohodlné a spolehlivé. Konečná stanice Masarykovo nádraží zajišťuje přestup na další vlaky i na metro, Hlavní nádraží je v docházkové vzdálenosti. Spojení zajišťuje přestup na všechny tři linky pražského metra v pěší dostupnosti, na linku A na Hradčanské, na metro C na Vltavské a z Masarykova nádraží vede vstup do stanice trasy B.

Kapacita soupravy je vysoká a odpovídá poptávce naprosto dostatečně, i pokud bude počítáno s objemnými zavazadly a pasažéry jedoucími na záchytné parkoviště Dlouhá Míle nebo bydlicími v okolí. V případě náhlého prudkého nárůstu počtu cestujících lze zkrátit intervaly, případně spojit dvě jednotky do soupravy a připravit tak dvojnásobnou přepravní kapacitu, pokud k tomuto budou uzpůsobeny i zastávky.

Z dopravního prostředku je zajištěn díky nasazení dvoupatrových City Elephant jednotek výhled daleko do krajiny, při bezproblémové instalaci audiovizuálního systému může být cestující informován během celé délky cesty. K pohodlí přispívá i toaleta a přítomnost klimatizace udržující v prostoru pro pasažéry příjemnou teplotu. Souprava není zdržována dopravními kongescemi a nezasahuje do silničního provozu. Umístění nástupiště 550 mm

nad temenem kolejnice zajišťuje bezproblémový nástup i osobám se sníženou schopností orientace nebo pohybu, samozřejmě je bezbariérový přístup na nástupiště.

Stavba železnice není prioritou pouze pro letiště. Řeší obsluhu celého regionu, včetně Kladna a dalších míst, jednalo by se o stavbu prospěšnou pro část republiky, a nikoli pouze pro odlétající a přilétající.

Obrovským negativem je doba stavby. Mluví se minimálně o 10 letech nutných pro uvedení do provozu, to však není konečné číslo. Nyní se rekonstruuje Negrelliho viadukt, který je důležitou spojkou pro tento projekt, dále je počítáno s rekonstrukcí vestibulu stanice metra Vltavská, vyhloubení několika tunelů, stavbou terminálu Dlouhá Míle, výstavbou konečné stanice na letišti a mnoho dalšího. Oproti tramvajím jsou i vyšší náklady na provoz na vozokilometr.

Doporučení pro zavedení železniční dopravy

Pro případ strmého růstu počtu cestujících, jako tomu bylo minulý rok, by bylo vhodné budovat nové zastávky včetně konečných stanic, minimálně pro cesty na letiště a zpět, s dostatečně dlouhým nástupištěm z důvodu možnosti zapojení dvou jednotek za sebe do soupravy. Výhodou je obousměrnost vozů City Elefant, dále by bylo možné doporučit propojení Masarykova nádraží s Hlavním nádražím, a tím zajistit možnost přestupu téměř na všechny dálkové vlaky odjíždějící z Prahy.

Instalace obrazovek s informačním systémem je pro cizince nezbytná, informace by měly být zobrazovány v několika jazycích.

4.1.2 Zavedení metra

Nejspíše největší výhodou a současně i nevýhodou je kapacita metra. Jedná se o dopravní prostředek složený z pěti vagonů, každý o obsaditelnosti téměř 300 lidí. Jeho potenciál je obrovský a kapacita extrémní, proto jsou stanoveny intervaly 20 minut. To však zapříčiňuje skokový přísun cestujících a vytvoření dlouhých front na obou terminálech po příjezdu každé soupravy. I při vypravení pouze tří souprav za hodinu není naplněna kapacita každého vozu ani z jedné třetiny, cena provozu na osobokilometr se bude šplhat vysoko nad vlak i tramvaj.

Soupravy typu M1 jsou nedělitelné, proto jediné řešení, jak ubrat kapacitu, je prodloužit intervaly. Pokud by bylo třeba aplikovat na linku zkrácené vlaky (jako například v Rakousku Kurzzug), bylo by zapotřebí koupit nové jednotky.

Stejně jako náklady na provoz, i cena stavby je obrovská, výhodou je již vystavěná část do stanice Nemocnice Motol, odkud by bylo pouze přistavěno pokračování směrem na letiště. Samozřejmě je zastávka Dlouhá Míle. Částečné snížení nákladů by bylo možné provést vedením trasy na povrchu místo jejího zahloubení pod zem tam, kde by to bylo možné vzhledem k okolnímu prostředí.

Vozy nejsou vybaveny toaletami ani obrazovkami s informacemi o cestě a audiovizuální systém je prostý a příliš zastaralý, to je vynahrazeno obrovskou kapacitou, kde lze bez jakéhokoli problému přepravovat větší množství cestujících i objemných zavazadel.

Jednoznačné pozitivum je přímé spojení letiště s centrem města bez nutnosti přestupu a návaznost na zbylé linky metra. Stejně tak i cestovní doba je velmi krátká, nezávislá na provozu a povětrnostních podmínkách, naprosto stálá a spolehlivá. Dodržování jízdního řádu je téměř stoprocentní a velmi důležité, jelikož odlétající potřebuje přijet na letiště včas a přilétající si vytváří obraz o České republice především podle prvotních dojmů.

Doporučení pro zavedení metra

Při zavedení metra na letiště by bylo třeba v první řadě zkrátit intervaly tak, aby nedocházelo k tvorbám nadlimitních front oproti projektu. Soupravy by nejezdily plně vytížené, ale vzhledem k odbavovacímu procesu je to nezbytné. Jako další věc by bylo vhodné upravit a zdokonalit informační systém ve vozech, aby měli cestující přehled o jejich pozici na trase. Ne všechny soupravy by zajížděly až na konečnou stanici, bylo by tedy vhodné rozmístit ve všech stanicích informační panely, kde by byla zobrazena doba do odjezdu dalšího vlaku směr letiště.

4.1.3 Zavedení tramvajové dopravy

Pokud by bylo v plánu diskutovat o zavedení tramvajové dopravy na Letiště Václava Havla, musely by být nejprve vyřešeny některé základní problémy týkající se tohoto spojení. Kdybychom nedbali na výkup pozemků, přestavbu obratiště a výstavbu konečné stanice před Terminálem 1, jedná se například o kapacitu vozů. Ta, jak již bylo naznačeno, dosahuje při intervalech ve špičce limitních hodnot. Například v 9.00 hodin přijíždí 163 cestujících jedinou soupravou, její maximální kapacita je 210 míst. V této práci nás doteď zajímal pouze počet přijíždějících cestujících na Terminály 1 a 2, nikoli počet odjíždějících z Nádraží Veveřská, který bude daleko větší. Přičítáme musíme zaměstnance letiště, kteří by také tento transport používali, dále studenty SOŠ civilního letectví a v neposlední řadě i obyvatele

okolních oblastí. Na trase je rovněž plánována stanice a záchytné parkoviště osobních automobilů i autobusů Dlouhá Míle, které by zapříčinilo expanzivní nárůst poptávky. Řešením by bylo ukončení vybraných spojů v zastávce Dlouhá Míle, případně Terminál 3 (u variant vedoucích těmito lokalitami) a zkrácení intervalů na nezbytně dlouhou dobu.

Další problém týkající se kapacity vozů je se zavazadly. Teoreticky je možné, že se do soupravy s kapacitou 210 míst vejde 163 cestujících, je ale třeba brát v úvahu i počet zavazadel. Podle dat od firmy ROPID lze uvažovat následovně. Na jednoho pasažéra jedoucího na Letiště Václava Havla připadá průměrně 0,84 zavazadla, které (vzhledem ke kapacitě dopravního prostředku) zabere prostor přibližně jedno člověka. Po jednoduchém výpočtu pro čas 9.00 hodin dostaneme: 163 cestujících vynásobeno 0,84, celkem tedy 137 zavazadel. Maximální profil poptávky je 301, kapacita vozu 210. Z tohoto pohledu je situace naprosto neúnosná, a to stále nebyli přičtení dodateční cestující.

Negativem tramvajové dopravy je i pomalá přeprava a nespolehlivost systému, pokud by koleje neležely mimo vozovku. Menší pohodlí oproti vlaku a nemožnost vybavit vozy toaletami také nepřispívá k její propagaci. Zásadní je ale nutnost přestupu ve stanici Nádraží Veleslavin, kdy cestující musejí vystoupit z dopravního prostředku, absolvovat cestu na metro a pokračovat dále do centra. Tento přestup maximálně degraduje tramvajové spojení. Možností by bylo pokračování vybraných souprav dále do města, cesta by však trvala déle a mohla by způsobit dopravní komplikace vzhledem k nutné četnosti spojů. Ještě se musíme vrátit ke zmíněnému přestupu, který je nepohodlný, ale především na nástupním (výstupním) ostrůvku ve směru od letiště není přímý vstup do metra. Nevyhneme se tedy nutnosti přejít velmi frekventovanou Evropskou ulici.

Jistě můžeme najít i určitá pozitiva, jako například výhled. Cestující netráví celou cestu v tunelu, nýbrž je mu umožněn rozhled po krajině, cizincům poznávání nové země a přehled o aktuální pozici. Samozřejmostí je bezbariérový nástup a výstup z pohledu vozů i zastávek, v případě podzemní stanice instalace eskalátorů a výtahů. Nespornou výhodou je i cena a doba stavby, které jsou nejnižší ze všech zkoumaných variant. Situace by se tedy vyřešila daleko dříve než při stavbě železnice či metra, ale jednalo by se pouze o dočasné řešení.

Doporučení pro zavedení tramvajové dopravy

Tak, aby bylo vyhověno požadavkům na počty přepravených, by bylo nutné razantně zvýšit kapacitu. Toho by mohlo být docíleno zvýšením četnosti spojů, tedy zkrácením intervalů na 4 minuty ve špičce společně s koupí velkokapacitních vozů, například Škoda 15TFor City se čtyřmi články. Tyto soupravy by musely být provozovány pouze na nově postavené trati,

která by jim byla přizpůsobena, z důvodu jejich délky a nedostatečně dlouhých nástupišť v centru města.

Vzhledem k vysoké poptávce a omezené kapacitě není doporučeno zakončovat vozy předčasně v zastávce Terminál 3 a podobně. Všechny spoje by měly být provozovány mezi zastávkami Nádraží Veveřín a Letiště Václava Havla.

4.2 Shrnutí

Čtvrtá kapitola znovu popisuje tři navrhované varianty vedoucí ke zlepšení dopravy na letišti, tentokrát z jiného pohledu. Vypsány jsou klady a zápory každého dopravního prostředku a popsáno doporučení pro každý z nich. U tramvajové dopravy je to především zvětšení kapacity koupí čtyřčlankových vozů namísto stávajících tříčlankových Škoda 15T a zkrácení intervalů z plánovaných osmi minut. Je nutné upozornit, že i přes tato opatření se jedná o dočasné řešení. U vlakové dopravy je doporučeno budovat zastávky dostatečně dlouhé pro případ nárůstu poptávky po přepravě a nutnosti nasazení dvou spojených jednotek za sebou, pro metro je opět vzhledem k odbavovacímu procesu a tvorbě extrémních front vhodné zkrátit intervaly i přesto, že nebude dosažena potřebná vytíženost.

5 Zhodnocení možností

Tabulka č. 17 porovnává prostřednictvím známky kvalitu vybraného dopravního spojení s ostatními. Čím nižší je číslo, tím lepší je kvalita daného parametru pro cestující, případně obsluhující personál, nižší náklady atd. První řádek týkající se rychlosti spojení do centra je měřen od letiště na Můstek nebo na Masarykovo nádraží podle toho, kam je to blíže. Pro tramvaj je doba dopravy na Nádraží Veleslavín v nejrychlejší možné variantě 13 minut, následuje přestup a po přibližně čtyřech minutách pokračování do centra. Celková doba je $13 + 4 + 11 = 28$ minut. Metrem trvá cesta 25 a vlakem 27 minut.^{[26][27][39]}

Druhý a třetí řádek je zaměřen na dobu a cenu potřebnou pro výstavbu kolejového lože, trolejového vedení a dalšího nezbytného. Pro metro je to přibližně 10 let, pro vlak (jedná se částečně o rekonstrukci, částečně o novostavbu) asi 5 let a nejlépe je na tom tramvaj v řádech měsíců. Určit náklady na stavbu není jednoduché, jelikož se porovnává několik variant od každého druhu dopravy, každá výstavba je jinak nákladná. Pokud bychom vzali v potaz zahloubení metra pod zem v celé délce, jsou náklady jednoznačně nejvyšší. Vlak by procházel několika tunely, zbylá část by vedla po povrchu a tramvaj by byla povrchová v celé délce, určíme jednoznačně pořadí podle potřebných investic.^{[26][27][39]}

Porovnání pohodlnosti je velmi subjektivní, proto by možná mnozí určili pořadí jinak. Zvolené známky jsou však okomentovány následovně: Nejlépe je hodnocen vlak z důvodu možné klimatizace celého vozidla, vybavení toaletami, velký rozhled do krajiny při použití dvoupatrových souprav typu City Elephant. Velký prostor pro odložení zavazadel a možnost uložení menších batohů do přihrádek nad hlavy sedících cestujících činí tento spoj, dle uvedených parametrů, nejpohodlnějším. Následuje metro, kde sice nacházíme velké prostory pro zavazadla, není však možné dovybavit vozy toaletami, výhled do krajiny není žádný (v případě podzemního vedení) a cesta se stává fádní. Rovněž absence moderního informačního systému není pro cesty na letiště vhodná. Poslední místo zaujala tramvaj vzhledem k nemožnosti osazení toaletou, nevelkému prostoru a malému počtu míst k sezení.

O spolehlivosti není nutné dlouze hovořit, jelikož metro není ovlivněno povětrnostními podmínkami a zabezpečovací systém na lince A je nejmodernější ze všech tras a umožňuje automatické řízení vlaku téměř po celé délce tratě, může být ve stanici více méně na vteřinu přesně. Na druhé místo se posunul vlak, jehož jízdní řád bývá dodržován přesně, je však závislý na několika faktorech, jako jsou povětrnostní podmínky, rychlost nástupu a výstupu cestujících (u metra tento problém odpadá díky prostorným nástupním dveřím a jejich velkému počtu), železničních přejezdech, atd. Tramvaj je tedy opět na posledním místě.

Kapacita jasně vyplývá z tabulky č. 1, co se týče návaznosti na další dopravní prostředek, je situace složitější. Jednoznačně nejhůře si vede tramvaj, navazuje pouze na zastávku Nádraží Veleslavín, a tím na metro, a na malý počet příměstských autobusů a vlaků. Porovnávat budeme tedy vlak a metro. Pro obě dvě varianty bereme v potaz přesun v pěší vzdálenosti na Hlavní nádraží, a tím přestup na dálkové vlaky (z Masarykova nádraží nebo z Muzea), stejně tak i dostupnost všech tras metra. Situace je velmi vyrovnaná u obou systémů, přesto je vlak lepší. Pro přestup na autobusovou dopravu je možné během několika minut dojít na Autobusové nádraží Florenc, odkud odjíždějí linkové autobusy do celé ČR i dále do Evropy, navíc je plánováno přímé spojení obou nádraží nadchodem. Pro pokračování po železnici hraje roli konečná stanice Masarykovo nádraží, kde je možné přímo nastoupit na pokračující vlak.

Předposlední řádek tabulky zobrazuje vliv na odbavovací proces. Z kapitoly 3 vyplývá, že nejmenší fronty se tvoří při příjezdu tramvají, největší naopak při zavedení metra.

Tabulka č. 17 – Porovnání pozitiv a negativ plánovaných projektů, zdroj: [1][25][40][41][48], vlastní zpracování

Parametr	Známka		
	Vlak	Metro	Tramvaj
Rychlost spojení (do centra)	2	1	3
Rychlost stavby	1	2	1
Cena stavby	1	2	1
Pohodlnost	1	2	3
Spolehlivost	2	1	3
Kapacita	2	1	3
Návaznost na autobusovou dopravu	1	2	3
Návaznost na kolejovou dopravu	1	2	3
Vliv na odbavovací proces	2	3	1
Průměr	1,5	1,9	2,2

5.1 Vyhodnocení navrhovaných variant

V tabulce č. 17 nebyl popsán poslední řádek s parametrem průměr. Jak název napovídá, jedná se o aritmetický průměr ze známek hodnocení pro každý druh kolejového spojení. Nejlepší výsledek je 1, nejhorší 3. Pro doplnění je nutné uvést, že každý parametr má rozdílnou váhu, která může být posuzována subjektivně podle každého jedince. Například někdo pojedje raději méně pohodlným prostředkem, když bude cesta co nejkratší, jiný zase upřednostní spolehlivost či pohodlnost před návaznou dopravou.

Celkovému pořadí vládne bezesporu vlak, který si známkou 1,5 zasloužil první místo. Jako druhé se umístilo metro a třetí příčku získala tramvaj. Rozdíly však nejsou propastné, neznamená to tedy, že by některý dopravní prostředek byl zavržen úplně.

Pro úplnost by bylo třeba zmínit i náklady na provoz, náklady na nákup jednotek, cenu za vytvoření projektu, výkup pozemků atd. To jsou dodatečné parametry, které jsou důležité pro finální rozhodování, pro tuto práci však zásadní nejsou.

5.2 Shrnutí

Zde jsou popsány detailní a dodatečné informace, které nebylo možné zařadit do předchozích kapitol. V tabulce č. 17 jsou přehledně porovnány klady i zápory každého transportu a vyhodnocen jeden nejlepší, co se týče porovnávaných parametrů, a tím je vlak. Na druhém místě metro a poslední příčku zaujala tramvaj.

Závěr

Pravidelná autobusová doprava na Letiště Václava Havla byla zavedena ihned po jeho otevření a do dnešní doby se druh transportu nezměnil. Neustálý růst počtu cestujících však vyžaduje i modernizaci tohoto spojení vzhledem k jeho nízké kapacitě, malé přepravní rychlosti a nespolehlivosti. Z těchto důvodů jsou navrhovány tři druhy kolejového spojení, které by vedly k vylepšení situace, a to zavedení vlaku, metra nebo tramvaje. Tato práce se zabývá především vlivem na odbavovací proces, kde nejlepšího výsledku dosáhla tramvaj kvůli krátkým intervalům a plynulému příjezdu cestujících. Jako druhé nejlepší spojení byl vyhodnocen vlak, kde je délka front na bezpečnostní kontrole i na pasové kontrole v normě, a nejhůře se umístilo metro, z důvodu negativního vlivu na odbavení, způsobeného dlouhými intervaly a skokovým příjezdem pasažérů.

Pokud bychom porovnávali i ostatní parametry, jako je spolehlivost, doba cesty, pohodlnost a další, nejlepším druhem transportu bude vlak, následovaný metrem a tramvají. Když porovnáme vše zmíněné, dospějeme k závěru, že nejvhodnějším způsobem modernizace dopravy na letiště je zavedení železnice. Tvorba front do 10 minut je v limitu a vzhledem k ostatním parametrům je železnice jasným vítězem.

Cílem této práce bylo analyzovat současný stav dopravy na Letiště Václava Havla, vypočítat vliv kapacity dopravních prostředků na odbavovací proces a na tvorbu front a vyhodnotit nejlepší dopravní spojení. Tyto cíle byly po analýze veškerých dat splněny.

Pro zpracování diplomové práce byla použita data poskytnuta firmami ROPID a Letiště Praha.

Zdroje:

- [1] DRDLA, Pavel. *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Pardubice, 2003.
- [2] KASÍK, Martin. *Letecké nehody jsou děsivé, ale jízda autem je 62krát nebezpečnější* [online]. 2015 [cit. 26.3.2018]. Dostupné z: https://technet.idnes.cz/jak-bezpecne-je-letani-letecke-nehody-statistiky-f64-/tec_technika.aspx?c=A150324_175335_tec_technika_pka
- [3] AMUSINGPLANET. *Strange Airport: Gibraltar, World's Only Airport Runway Intersecting a Road* [online]. 3.11.2011 [cit. 1.4.2018]. Dostupné z: <http://www.amusingplanet.com/2011/11/gibraltar-airport-worlds-only-airport.html>
- [4] LUDVÍK, V. *Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště Ruzyně – I. etapa*. POSUDEK dle zák. č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění [online]. Hradec Králové, září 2008 [cit. 5. 3. 2018]. Dostupné z: http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDIxOV9wb3N1ZGVrRE9DXzEucGRm/MZP219_posudek.pdf
- [5] NEUMAN, Jan. *Autobusy – Tříčlankový autobus Van Hool AGG300* [online]. 2017 [cit. 20. 3. 2018]. Dostupné z https://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/autobusy-triclankovy-autobus-van-hool-agg300_45772.html
- [6] BRUTZER, Hansjörg. *Stadtbahn Karlsruhe* [online]. 11.5.2008 [cit. 10.5.2018]. Dostupné z: <http://www.bahnbilder.de/bild/deutschland~s-bahnen-und-regionalstadtbahnen~stadtbahn-karlsruhe-hier-nur-die-s-bahnen/1056517/811--822-weingarten-110508.html>
- [7] BBC [British Broadcasting Corporation]. *Edinburgh tram questions answered* [online]. 31.5.2014 [cit. 10.5.2018]. Dostupné z: <http://www.bbc.com/news/uk-scotland-edinburgh-east-fife-27538212>
- [8] JIČÍNSKÝ, Karel. *VLAKY: velký obrazový průvodce*. Euromedia Group – Knižní klub, 2015. ISBN: 978-80-242-5044-1.
- [9] HARÁK, Martin. *Autobusy SOR – historie, vývoj, technika, modifikace*. Grada, 2017. ISBN: 978-80-271-0465-9.
- [10] *DP Kontakt*: Časopis pracovníků Dopravního podniku hl. m. Prahy, akciové společnosti. Petr HAVLÍČEK a Lukáš HAMPACHER. Praha, 2010, 6. ISSN: 1212-6349

- [11] YOUR HEATHROW. *TfL Heathrow tube connection celebrates 40 years* [online]. 15.12.2017 [cit. 1.2.2018]. Dostupné z: <http://your.heathrow.com/tfl-heathrow-tube-connection-celebrates-40-years/>
- [12] ŽIDUV, Eva. *Kdo smí řídit trolejbus?* [online]. 10.7.20115 [cit 10.5.2018]. Dostupné z: <https://www.cspsd.cz/355-kdo-smi-ridit-trolejbus>
- [13] HRUBEŠ, Matěj Ondřej. *Visuté dráhy v oblasti Rhein-Ruhr (2. část – Düsseldorf)*. [online]. 2. 10. 2017 [cit 20. 2. 2018]. Dostupné z: <http://mhd86.cz/2017/10/02/visute-drahy-v-oblasti-rhein-ruhr-2-cast-dusseldorf/>
- [14] ALBERT, Břetislav. *Alweg – moderní řešení pro Prahu a další města* [online]. 3.2.2009 [cit. 15.3.2018]. Dostupné z: <https://www.ireporter.cz/2009/02/03/alweg-moderni-reseni-pro-prahu-a-dalsi-mesta/>
- [15] TOKYO, TRAINS AND TRANSPORTATION. *The Tokyo Monorail: Haneda Airport Transfer* [online]. 5.3.2018 [cit. 11.4.2018]. Dostupné z: <https://www.jrailpass.com/blog/tokyo-monorail>
- [16] BERGER, Noah. *BART to OAK Service to Open in Time for Thanksgiving Travel* [online]. 14.11.2014 [cit. 26.3.2018]. Dostupné z: <https://mtc.ca.gov/whats-happening/news/bart-oak-service-open-time-thanksgiving-travel>
- [17] *Location De Voiture Aeroport Venise Marco Polo* [online]. 27.4.2016 [cit. 7.4.2018]. Dostupné z: <http://voitures.kuiskuis.com/2016/04/27/location-de-voiture-aeroport-venise-marco-polo/>
- [18] KLUMPÁR, Václav. *Svět v pohybu – velká encyklopedie dopravy*. Knižní klub, 2002. ISBN: 80-242-0768-0
- [19] ICAO [International Civil Aviation Organization]. AIP, červen 2017.
- [20] ICAO [International Civil Aviation Organization]. Annex 14, červenec 2016, Aerodromes.
- [21] PANYNJ [The port authority of New York and New Jersey]. *Airport traffic report* [online]. 14. 4. 2017 [cit. 20. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.panynj.gov/airports/pdf-traffic/ATR2016.pdf>
- [22] BOLTON, Phil. *ATL SkyTrain Runs Like a Watch, Says Sumitomo Official* [online]. 11.11.2009 [cit. 8.4.2018]. Dostupné z: <https://www.globalatlanta.com/atl-skytrain-runs-like-a-watch-says-sumitomo-official/>

- [23] Flughafenverband ADV [Arbeitsgemeinschaft Deutscher]. *ADV Monthly Traffic Report* [online]. Berlin, 5. 2. 2018 [cit 1. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.adv.aero/wp-content/uploads/2018/03/12.2017-ADV-Monatsstatistik.pdf>
- [24] ACI [Airports coucil international]. *ACI EUROPE Airport Traffic Report* [online]. Prosinec 2015 [cit 1. 4. 2018]. Dostupné z: <http://pr.euractiv.com/files/pr/Airport%20Traffic%20Report%20-%20December%20Q4%20%20Full%20Year%202015.pdf>
- [25] JÁNSKÝ, Vojtěch. *Pražská autobusová linka 119* [online]. 23.4.2018 [cit. 14.5.2018]. Dostupné z: <https://www.tram-bus.cz/mhd-praha/autobusy/linky-autobusu/denni/linky-100-149/linka-119/>
- [26] ŠAFHAUSER, Roman. *Protažení metra na letiště by stálo 27 miliard a trvalo 11 let, říká analýza* [online]. 15. 2. 2018 [cit 1. 3. 2018]. Dostupné z: https://praha.idnes.cz/prodlouzeni-metra-motol-letiste-miliardy-analyza-fs3-/praha-zpravy.aspx?c=A180215_120053_praha-zpravy_rsr
- [27] PACLÍKOVÁ, Adéla. *Na ruzyňské letiště tramvají. Ředitel Dopravního podniku má nový plán* [online]. 13. 1. 2011 [cit 20. 3. 2018]. Dostupné z: https://zpravy.idnes.cz/na-ruzynske-letiste-tramvaji-reditel-dopravniho-podniku-ma-novy-plan-1kw-/domaci.aspx?c=A110113_1514286_praha-zpravy_ab
- [28] TSK [Technická správa komunikací]. *Ročenka dopravy Praha 2015* [online]. 2016 [cit 20. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/static/webbooks/Rocenka2015CZ/index.html>
- [29] TSK [Technická správa komunikací]. *Ročenka dopravy Praha 2016* [online]. 2017 [cit 20. 3. 2018]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/static/webbooks/Rocenka2016CZ/index.html>
- [30] Letiště Praha. *Doprava na letiště, parkování* [online]. [cit 19. 2. 2018]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/parkovani>
- [31] ROBERTSON, Craig V., SHRADER, Shelly, PENDERGRAFT, David R., JOHNSON, Lisa M. a SILBERT, Kenneth S. *The role of modeling demand in proces re-engineering* [online]. 2002 [cit. 20. 4. 2018]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1166418/?part=1>
- [32] LETIŠTĚ PRAHA. *Počet odbavených cestujících na Letišti Václava Havla Praha vloni vzrostl o téměř 18 %* [online]. 16. 1. 2018 [cit 2. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/pocet-odbavenych-cestujicich-na-letisti-vaclava-havla-praha-vloni-vzrostl-o-temer-18>

- [33] GRAAF, de A. *Report on interconnectivity of European airports* [online]. 30. 3. 2013 [cit 15. 4. 2018]. Dostupné z: http://airbeam.eu/modair/doc/ModAir_D3.2.pdf
- [34] JONES, David. *BUSINESS TRAVEL; Speeding Flight Check-In At Self-Service Kiosks* [online]. 3. 2. 2004 [cit 20. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2004/02/03/business/business-travel-speeding-flight-check-in-at-self-service-kiosks.html>
- [35] REICHMUTH, Johannes. *Analyses of the European air transport market Airport Accessibility in Europe* [online]. Září 2010 [cit 20. 3. 2018]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/studies/doc/intermodality/2010-airport-accessibility-in-eu.pdf>
- [36] LUDVÍK, V. *Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště Ruzyně – II. etapa, žst. Praha-Ruzyně – Kladno. POSUDEK dle zák. č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění* [online]. Hradec Králové, srpen 2012 [cit. 24. 3. 2018], s. 6-46.
Dostupné z: http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDA3NV9wb3N1ZGVrRE9DXzU2NTA1NjYyMzA1ODU4MTkwODUucGRm/MZP075_posudek.pdf
- [37] TOMÁŠEK, J. *Kolejové napojení Letiště Václava Havla Praha do odbočky Jeneček. Posudek podle § 9 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů* [online]. Mníšek pod Brdy, prosinec 2015 [cit. 10. 4. 2018].
Dostupné z: http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDQyN19wb3N1ZGVrRE9DXzYxODg3NzA0ODgxNzU0MjI3OTAUcGRm/MZP427_posudek.pdf
- [38] SŽDC [Správa železniční dopravní cesty]. *Ministerstvo dopravy vybralo variantu železničního spojení Ruzyně s centrem Prahy a Kladnem* [online]. 15.7.2015 [cit. 19.3.2018]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-zpravy/ruzyne-pha-kladno.html>
- [39] PROKEŠ, Jan. *Metro, nebo železnice? Město stále tápe, jak spojit letiště s centrem* [online]. 26. 2. 2018 [cit 25. 3. 2018]. Dostupné z: <https://aktualne.cvut.cz/zpravy-z-medii/20180226-metro-nebo-zeleznice-mesto-stale-tape-jak-spojiti-letiste-s-centrem>
- [40] KRÁSA, David a CIGÁNEK, Vladimír. *Prodloužení trasy pražského metra – historie návrhů* [online]. Únor 2011 [cit 1. 4. 2018]. Dostupné z: https://www.ita-aites.cz/files/Seminare/2011_02_TO/Krasa-Historie_navruh_prodl_trasy_VA.pdf

- [41] ZRZAVÝ, Miroslav. *Vyhledávací studie prodloužení tramvajové trati na Letiště Ruzyně*. Praha 12, 2011.
- [42] DE LANGE, Robert, SAMOILOVICH, Ilya a VAN DER RHEE, Bo. *Virtual queuing at airport security lanes* [online]. Elsevier, 16.2.2013 [cit. 20.4.2018]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221712006893>
- [43] KOUWENHOVEN, Marco. *The role of accessibility in passengers choice of airports* [online]. 2008 [cit 17. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.significance.nl/papers/2008-OECD-Accessibility-in-Passengers-Choice-of-Airports.pdf>
- [44] SALTER, Mark B. *Politics at the airport* [online]. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008 [cit. 1.3.2018]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1749-5687.2007.00004.x>
- [45] JANIĆ, Milan. *Airport analysis, planning and design demand, capacity and congestion*. Nova Science, 2009.
- [46] PUNTANEN, Sini. *Transport Connections to the Airport* [online]. 9. 6. 2016 [cit 10. 3. 2018]. Dostupné z: http://airportregions.org/wp-content/uploads/Presentations-of-conference-Sini_Puntanen_Transport_Connections_to_the_Airport.pdf
- [47] HOUSE OF COMMONS TRANSPORT COMMITTEE. *Surface transport to airports* [online]. 22. 2. 2016 [cit 3. 3. 2018]. Dostupné z: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201516/cmselect/cmtrans/516/516.pdf>
- [48] KUBÁT, Bohumil a PEJŠA, Jiří. *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Cluwer ČR, 2010. ISBN: 978-80-7357-266-2