

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Snížení negativního vlivu individuální automobilové dopravy
na pravidelnost městské hromadné dopravy v Praze

Vladimír Coubal

Bakalářská práce
2011

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladimír COUBAL**
Osobní číslo: **D07043**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy-Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Snížení negativního vlivu individuální automobilové dopravy na pravidelnost městské hromadné dopravy v Praze**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

ÚVOD

1. Vliv individuální automobilové dopravy na pravidelnost městské hromadné dopravy
2. Preferenční opatření pro městskou hromadnou dopravu
3. Současný stav preferenčních opatření pro městskou hromadnou dopravu v Praze
4. Návrhy na realizaci preferenčních opatření a jejich zhodnocení

ZÁVĚR

Rozsah grafických prací: 2-3
Rozsah pracovní zprávy: 30-40
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- (1) Pražské tramvaje [online]. 2010. Preference Pražských tramvají. Dostupné z WWW: <<http://preference.prazsketramvaje.cz/>>. ISSN 1801-9994.
- (2) DRDLA, Pavel. Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava. Vyd. 1. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2005. 136 s. ISBN 80-7194-804-7.
- (3) DP kontakt, časopis Dopravního podniku hlavního města Prahy, a. s.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2011**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2011

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25. května 2011.

Vladimír Coubal

ANOTACE

Práce je věnována popisu možností, jakými lze snížit dopad negativních vlivů, kterými působí individuální automobilová doprava na pravidelnost městské hromadné dopravy. Úvodní část práce obsahuje popis těchto negativních vlivů a zabývá se také možnostmi, kterými lze jejich dopad snížit, a to především prostřednictvím různých druhů preferenčních opatření. Dále se práce zabývá analýzou současného stavu aplikace preferenčních opatření v hlavním městě České republiky Praze. Závěrečná část práce obsahuje návrhy na realizaci nových preferenčních opatření v Praze.

KLÍČOVÁ SLOVA

individuální automobilová doprava (IAD), městská hromadná doprava (MHD), podpora, Praha, preference

TITLE

Reducing the Negative Impact of Private Car Transportation on the Regularity of Urban Public Transport in Prague

ANNOTATION

The work is devoted to the description of the possibilities, that can reduce the impact of negative influences, that cause individual car transport on the regularity of urban public transport. The introductory part contains a description of these negative effects and also addresses the options that can reduce their impact, especially through a range of preferential measures. The work analyzes the current status of the application of preferential measures in the Czech capital Prague. The final section of the work contains suggestions on the implementation of new preferential measures in Prague.

KEYWORDS

Prague, preferences, private car traffic, support, urban public transport

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří mi byli při psaní této práce nápomocni. Zejména panu Ing. Miroslavu Grossmannovi, zaměstnanci Dopravního podniku hlavního města Prahy.

V neposlední řadě děkuji doc. Ing. Pavlu Drdlovi, Ph.D. za cenné rady a zodpovědné vedení práce.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 Vliv individuální automobilové dopravy na provoz MHD	10
1.1 Vymezení pojmů	10
1.2 Vliv dopravních kongescí.....	12
1.2.1 Předcházení vlivu dopravních kongescí na provoz MHD.....	12
1.3 Vliv čekání na křižovatkách	12
1.3.1 Předcházení vlivu čekání na křižovatkách.....	13
2 Preferenční opatření pro MHD	14
2.1 Právní předpisy	15
2.2 Skupiny preferenčních nástrojů	16
2.3 Přímé preferenční nástroje.....	16
2.3.1 Preference na světelných signalizačních zařízeních.....	16
2.3.2 Způsoby přednostní volby signálu volno na SSZ.....	17
2.3.3 Předpokládané efekty preference tramvají na SSZ.....	18
2.3.4 Preference cestujících v prostoru zastávek.....	18
2.3.5 Preference vyjádřená pomocí dopravního značení.....	19
2.3.6 Podélné dělicí prahy	19
2.4 Nepřímé preferenční nástroje	20
2.4.1 Systémy P+R, K+R, B+R.....	21
3 Současný stav preferenčních opatření pro MHD v Praze.....	22
3.1 Charakteristika MHD v Praze.....	22
3.1.1 Preference MHD v Praze.....	23
3.1.2 Historie zavádění preferencí MHD v Praze.....	23
3.2 Zásady dopravní politiky hlavního města Prahy	24
3.3 Preferenční opatření pro tramvaje	25
3.4 Preferenční opatření pro autobusy.....	26
4 Návrhy na realizaci preferenčních opatření a jejich zhodnocení.....	28
4.1 Zavedení preferenčních opatření na SSZ v ulici Vršovická	28
4.1.1 Průzkum zdržení tramvají na SSZ.....	29
4.1.2 Výsledky provedeného průzkumu	32
4.1.3 Návrh realizace preferenčních opatření.....	34
4.2 Preference tramvají pomocí stavebních úprav v ulici Zenklova	35

4.2.1	Analýza současného stavu	36
4.2.2	Návrh realizace preferenčních opatření	37
4.2.3	Zhodnocení navrženého řešení	37
	ZÁVĚR.....	39
	Seznam použité literatury	40
	Seznam obrázků.....	41
	Seznam tabulek.....	42
	Seznam tabulek.....	42
	Seznam použitých zkratek	43
	Seznam příloh.....	44

ÚVOD

Doprava je odnepaměti součástí lidského života, lidé mají neustálou potřebu se někam přemísťovat. V každé rozvinuté zemi na světě souvisí s růstem životní úrovně také neustále se zvyšující mobilita obyvatelstva. V důsledku zvyšující se mobility stále více platí, že život všech větších měst je každodenně spojen s nepříliš vyhovujícím a nadměrným dopravním provozem všeho druhu. Zejména se jedná o individuální automobilovou dopravu, ale i ostatní druhy silniční dopravy a samozřejmě také veřejnou hromadnou dopravu. Tento nadměrný růst dopravy způsobuje celou řadu problémů, se kterými se města musí potýkat. Jedná se zejména o dopravní kongesci, a to nejen na zatížených křižovatkách v centrech měst, ale často jsou kongescemi postižené celé významné části sítě městských ulic, a dokonce i kapacitní rychlostní komunikace v okolí měst. V důsledku toho, je negativně ovlivňován provoz povrchových subsystémů městské hromadné dopravy, které jsou provozovány souběžně s dopravou automobilovou.

Bakalářská práce se zabývá analýzou těch negativních vlivů, kterými individuální automobilová doprava omezuje městskou hromadnou dopravu. Dále je v práci podrobně popsáno, jakými nástroji je možné působení těchto negativních vlivů snížit. Těchto nástrojů existuje celá řada a souhrnně se nazývají preferenční opatření. Další část práce se zabývá analýzou současného stavu realizace preferenčních opatření pro městskou hromadnou dopravu v hlavním městě České republiky Praze. Město Praha bylo zvoleno z toho důvodu, že systém MHD je zde velmi rozvinutý a realizace preferenčních opatření pro MHD je na velmi vysoké úrovni.

Závěrečná část práce obsahuje návrhy na realizaci nových preferenčních opatření pro tramvajovou dopravu v Praze. Tato část se formou dvou modelových příkladů pokusí popsat, jakým způsobem se nová preferenční opatření navrhují a co předchází jejich realizaci. Navržená řešení jsou zhodnocena z hlediska jejich přínosu pro dopravní podnik i cestující veřejnost, a také z hlediska jejich přínosu pro zvýšení bezpečnosti dopravy.

1 VLIV INDIVIDUÁLNÍ AUTOMOBILOVÉ DOPRAVY NA PROVOZ MHD

Po roce 1989 nastala v České republice změna politických, společenských i ekonomických poměrů, čímž také došlo k nastartování mohutného boomu individuálního automobilismu, tento jev se nejvíce projevuje především ve velkých městech. Například v hlavním městě Praze je v současnosti registrováno 914 224 vozidel, z toho 683 295 osobních automobilů. V roce 1997 připadalo v Praze 2,3 obyvatele na jeden automobil, v roce 2010 to je již 1,94 obyvatele na jeden automobil a toto číslo se stále snižuje (2).

Tento stálý nárůst motorizace a z něho plynoucí zvyšující se mobilita obyvatelstva má na území měst za následek především růst intenzity dopravního proudu, a to hlavně v době dopravních špiček. To způsobuje zpomalení dopravy, prodlužování prostoje na křižovatkách, přeplňování všech dopravních ploch a v přímém důsledku negativně ovlivňuje i provoz povrchové MHD.

1.1 Vymezení pojmů

Na úvod je třeba definovat některé nejdůležitější základní pojmy, které se budou vyskytovat v celé práci. Jde jednak o definici některých obecně používaných pojmů, dále pak o definici některých technických termínů.

Městská hromadná doprava (MHD) – je charakterizována jako činnost spjatá s cílevědomým hromadným přemísťováním osob a definovaných hmotných předmětů v předpokládaných objemových a definovaných časových a prostorových souvislostech za použití pro tento typ vhodných dopravních prostředků a technologií. (DRDLA, 2005)

Dopravní kongesce – je stav provozu na pozemní komunikaci nebo jiné dopravní cestě, který je charakterizován snížením cestovní rychlosti, prodlužováním jízdních dob a kolonami dopravních prostředků.

Intervalová doprava – lze ji charakterizovat jako jízdu vozidel, jedoucích za sebou v předem stanovených pravidelných časových odstupech, nebo-li v předem stanovených intervalech.

Interval dopravy – je časový úsek oddělující dvě po sobě jedoucí vozidla v určitém směru v daném profilu komunikace.

Pravidelnost – dosažení pravidelnosti MHD vyjadřuje schopnost vozidel MHD na určité lince dodržet předepsaný linkový nebo následný interval dopravy. Při určování kvality MHD je pravidelnost velmi důležitým ukazatelem. Pro hodnocení pravidelnosti MHD se používá tzv. **index pravidelnosti**, který nabývá hodnot v intervalu od 0 do 1, kde hodnota 1 znamená dosažení 100% pravidelnosti dopravy. Index pravidelnosti se stanovuje dle vzorce (1-1):

$$l_p = \frac{\sum i_{pl}^2}{\sum i_{sk}^2} \quad [-] \quad (1-1)$$

kde:

l_p ... *index pravidelnosti*;

i_{pl} ... *linkový interval dopravy podle jízdního řádu na lince [min]*;

i_{sk} ... *linkový interval dopravy skutečný, zjištěný v provozu na lince [min]*

Řadič – zařízení, které řídí sled a délku jednotlivých fází na světelném signalizačním zařízení (SSZ). Pro optimální dynamické řízení a umožnění preference hromadné dopravy je nutný mikroprocesorový řadič s volně programovatelnou logikou.

Detekce – umožňuje zjistit přiblížení vozidla ke křižovatce a určit jeho polohu, tyto informace předává do řadiče SSZ k dalšímu vyhodnocení. Existují dva způsoby detekce, a to **aktivní** a **pasivní**. Aktivní detekce je způsob, při kterém vozidlo vysílá informace o své poloze do řadiče. Oproti tomu při pasivní detekci dochází ke snímání polohy vozidla. Při preferenci tramvají je používána výhradně pasivní detekce, aktivní je využívána při preferenci autobusů.

Řídicí logika – signální program v řadiči, kterým se řídí délka a sled jednotlivých fází na SSZ. Aby byla umožněna preference tramvají, musí být prostřednictvím detekce v řídicí logice upřednostněny nároky tramvají, před nároky ostatních účastníků silničního provozu.

Fáze – časový interval, ve kterém mají současně volno určité zpravidla vzájemně nekolidní dopravní pohyby na křižovatce.

Cyklus – opakující se časová sestava signálních obrazů určitého SSZ.

Stopčára – místo, kde je řidič povinen vozidlo v případě signálů stůj nejdále zastavit. (GROSSMANN, 2004)

1.2 Vliv dopravních kongescí

Jak bylo výše uvedeno, došlo v posledních letech k výraznému nárůstu počtu osobních vozidel, což vede k tomu, že dochází k soustavnému nárůstu provozu, a to jak v centrech, tak i mimo centra měst, a také na městských okruzích. V oblastech extravilánu¹ je kapacita komunikací soustavně navyšována novou výstavbou. Naopak v centrech velkých měst je již mnoho komunikací na hranici svojí kapacity a v některých místech již musela být aplikována regulační opatření.

Dopravní kongesce jsou nejzásadnější činitel omezující provoz těch subsystémů povrchové MHD, které jsou vedeny společně s ostatním provozem. Z toho vyplývá, že vliv mají především na autobusový, trolejbusový a tramvajový subsystém MHD.

1.2.1 Předcházení vlivu dopravních kongescí na provoz MHD

Nejlepší způsob jak předejít tomu, aby se vozidla hromadné dopravy ocitla v dopravní kongesci je vést jejich provoz odděleně od ostatního provozu. Tzn. zvýhodnění vozidel MHD pomocí úprav dopravního značení, jedná se tedy o vyhrazené pruhy pro autobusy / trolejbusy, vyhrazené komunikace pro vozidla MHD, provoz vozidel MHD v pěších zónách nebo umožnění obousměrného provozu vozidel MHD v jednosměrných komunikacích.

Nejvyšší formou preference jsou stavební úpravy komunikací ve prospěch MHD, může se jednat např. o úpravy křižovatek, oddělení tělesa tramvajové tratě od pozemní komunikace pomocí podélných dělicích prahů nebo rovnou o úplnou segregaci MHD. Ideální případ absolutní preference tramvajů je vybudování zcela segregované tramvajové tratě s charakterem rychlodráhy.

1.3 Vliv čekání na křižovatkách

Další významný vliv, kterým působí individuální doprava na MHD je v místě křížení pozemních komunikací. Každá křižovatka, ať už je nebo není vybavena SSZ je zdrojem potenciálního zdržení vozidel MHD.

¹ Extravilán - je souhrnné označení pro nezastavěnou část území obce.

1.3.1 Předcházení vlivu čekání na křižovatkách

Pokud je křižovatka vybavena SSZ nabízí se zde velký prostor pro vytvoření kvalitních preferenčních opatření, a to především pro tramvajový subsystém MHD. Na křižovatkách se samozřejmě realizují také preferenční opatření pro autobusový a trolejbusový subsystém MHD.

Preference MHD na křižovatkách vybavených SSZ znamená možnost přednostní volby a prodlužování signálu volno pro vozidla MHD, která si ho volí sama pomocí různých detekčních zařízení. Podstatou je, aby vozidla MHD mohla projet světelně řízenou křižovatkou pokud možno zcela bez zastavení, nebo alespoň s minimálním zdržením. Dle parametrů křižovatky lze na SSZ dosáhnout absolutní preference, a to v případě, že se jedná o křižovatku s jednoduššími dopravními poměry. Na složitějších křižovatkách lze dosáhnout vytvoření alespoň podmíněné preference. Rozdíl mezi těmito dvěma druhy preference bude vysvětlen v následující kapitole.

Jiný způsob jak lze minimalizovat dobu čekání před SSZ, je vyhrazený odbočovací pruh pro autobusy (trolejbusy). Ten sice nezajistí, že vozidlo nebude muset čekat před signálem stůj, ale zajistí, že vozidlo MHD nebude čekat ve „frontě“ s ostatními vozidly, protože zastaví přímo na hranici křižovatky. Tento vyhrazený pruh může být jak odbočovací tak i do přímého směru. Stejně tak mu může, ale nemusí předcházet vyhrazený jízdní pruh.

2 PREFERENČNÍ OPATŘENÍ PRO MHD

Hromadná doprava s provozem na společných komunikacích s individuální a ostatní automobilovou dopravou je v centrálních, hustě osídlených místech natolik ovlivňována, že klesá její kvalita, hlavně rychlost a přesnost v dodržování jízdního řádu. V konkurenci s IAD toto snížení kvality negativně ovlivňuje volbu dopravního prostředku hromadné osobní dopravy (SUROVEC, 1998).

Preferenční opatření pro MHD lze tedy chápat jako soubor mnoha různých opatření, jejichž cílem je dosažení konkurenceschopnosti hromadné dopravy vůči dopravě individuální a zvýšení její atraktivity pro uživatele.

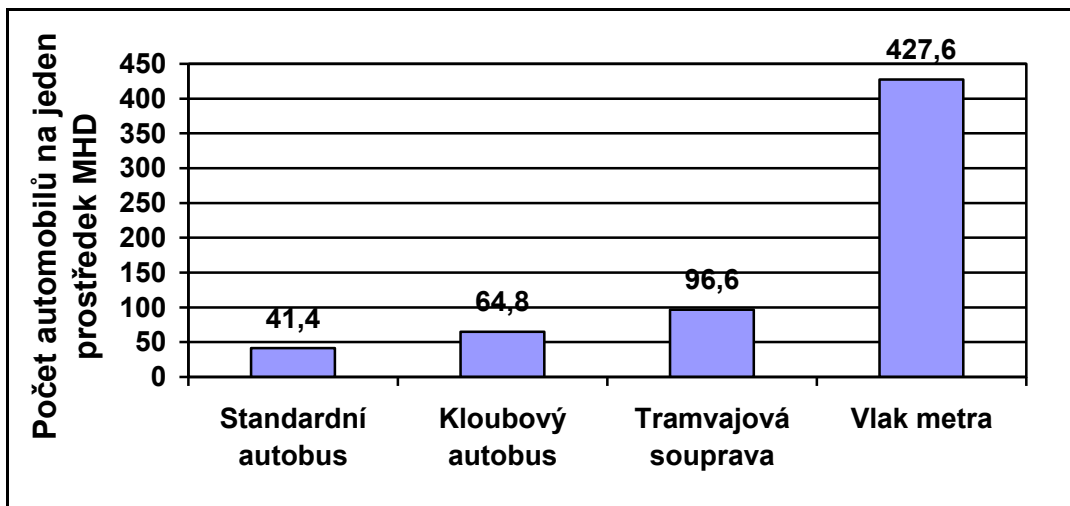
Preferovat hromadnou dopravu před dopravou individuální je výhodné především z toho důvodu, že je výrazně efektivnější. Vozidel MHD se po městských komunikacích pohybuje podstatně méně, a proto je možné je nějakým způsobem zvýhodnit. Pokud například křižovatkou vybavenou SSZ projede za minutu jedna tramvaj a 60 silničních vozidel, lze na této křižovatce zajistit takový způsob řízení, aby v momentě příjezdu tramvaje k hranici křižovatky byl pro tramvaj nastaven signál volno.

Vyšší efektivita hromadné dopravy spočívá v tom, že má na jednu přepravenou osobu mnohem menší nároky, a to především na prostor, jak dokládá obrázek 1. Graf na obrázku 1 zobrazuje kolik osobních vozidel odpovídá kapacitě jednoho typického vozidla povrchové MHD (tramvaje, autobusu) nebo jedné soupravy metra.

Jako další z hlavních argumentů v otázce, proč je výhodné preferovat MHD před IAD lze uvést, že v podmínkách města není možné, aby většina (a už vůbec ne všechny) přepravní nároky obyvatel města byly uspokojeny pomocí individuálního automobilismu. MHD je proto službou zcela nepostradatelnou pro život města.

Preference veřejné dopravy nepřináší pozitiva pouze pro cestující (vyšší rychlost a spolehlivost hromadné dopravy), ale i pro dopravce (nižší spotřeba i opotřebení vozidel, bezproblémové dodržování zákonných bezpečnostních přestávek řidičů, dosažení větší pravidelnosti dopravy). Významný pozitivní efekt pro dopravce může být také snížení počtu vypravovaných vozidel, protože se zvyšuje přesnost dopravy, není nutné vypravovat tolik posilových spojů, a to vede přirozeně k úsporám. Toto se týká především autobusů.

V přímé souvislosti s preferencí vozidel veřejné dopravy je nutné řešit i preferenci jejich uživatelů, zde se jedná např. o vhodně řešené přístupy k zastávkám, vhodná výška nástupišť, kvalitní informační systémy atd.



Obrázek 1: Efektivita hromadné dopravy

Zdroj: Autor, s využitím (3)

2.1 Právní předpisy

Aby bylo možné vytvářet preferenční opatření pro veřejnou dopravu, je nutné mít nastaveny potřebné zákonné podmínky. Základní práva a povinnosti ve věci preferencí veřejné dopravy definuje Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, a to v následujících bodech:

- zákaz jízdy ostatních vozidel po tramvajovém pásu,
- vyhrazené jízdní pruhy pro autobusy (případně i další vozidla),
- přednost tramvají při odbočování vpravo,
- přednost vozidel vyjíždějících z vyhrazeného jízdního pruhu,
- přednost autobusů vyjíždějících z prostoru zastávky.

Právní rámec je tvořen dále vyhláškami (zejména č. 30/2001 Sb. o pravidlech provozu na pozemních komunikacích), technickými normami (např. ČSN 73 6110) a podmínkami pro stavební a dopravní řešení. V Praze řeší otázku preferencí hromadné dopravy také *Zásady dopravní politiky hl. m. Prahy* z roku 1996 a dále *Strategický plán hl. m. Prahy*. Významným dokumentem, který řeší otázku preferencí MHD na celostátní úrovni, je *Dopravní politika České republiky*.

2.2 Skupiny preferenčních nástrojů

Existují dvě základní skupiny preferenčních nástrojů:

- **Přímé preferenční nástroje** – jedná se o preferenční nástroje, které mají přímou vazbu na vozidla a dopravní cestu.
- **Nepřímé preferenční nástroje** – jedná se o různé formy podpory vedoucí k vyššímu používání hromadné dopravy, mají vazbu na uživatele dopravy.

2.3 Přímé preferenční nástroje

Jak již bylo řečeno výše, jedná se o skupinu preferenčních nástrojů s přímou vazbou na vozidlo a dopravní cestu. Při tvorbě přímých preferenčních nástrojů je vždy nutné hledat takové optimální řešení, které zajistí maximální možnou preferenci hromadné dopravy, ale přitom toto řešení nebude na úkor ostatních uživatelů dopravní sítě.

2.3.1 Preference na světelných signalizačních zařízeních

Vhodnými úpravami režimu řízení SSZ lze zajistit vysokou míru preference hromadné dopravy. Nejedná se pouze o preferenci vozidel při průjezdu křižovatkou, ale také o preferenci cestujících při přístupu do prostoru zastávky.

Pro řízení cyklu světelných křižovatek existují dva základní způsoby:

- **Bez dynamického řízení SSZ** – neměnná délka a stále stejné pořadí jednotlivých fází, každý cyklus má tudíž stejný průběh. Řízení není možné měnit podle aktuální dopravní situace. Jediná možnost, jak na těchto SSZ preferovat MHD je pevné prodloužení fází ve směrech pohybu vozidel MHD.
- **S dynamickým řízením SSZ** – tento systém umožňuje měnit signální program dle aktuálních dopravních nároků v reálném čase. Délky signálů volno a střídání jednotlivých fází řízení se proto mění dle aktuální poptávky. Používá prostředky jako je proměnná délka fáze, změna pořadí fází atd. Podmínkou dynamického řízení SSZ s preferencí vozidel MHD je detekce vozidel při jejich příjezdu do oblasti vlivu SSZ. Existují dva způsoby detekce vozidel.
 - **Aktivní detekce** – vozidlo aktivně vysílá informaci o své poloze.
 - **Pasivní detekce** – vozidlo je detekováno pomocí detektoru, který snímá informace o jeho poloze.

Z výše uvedeného vyplývá, že nutnou podmínkou preference hromadné dopravy na SSZ je dynamické řízení, protože to v reálném čase reaguje na nároky vozidel před křižovatkou. Z hlediska formy lze preference na SSZ rozdělit na dvě skupiny, jsou to **absolutní preference** a **podmíněná preference**.

Absolutní preference – jde o případ, kdy je SSZ na křižovatce řízeno mikroprocesorovým řadičem, který umožňuje změnit pořadí fází signalizačního cyklu tak, aby vozidlo hromadné dopravy mohlo křižovátku projet zcela bez čekání. Tudiž jde o systém, který až na výjimečné situace (příjezd několika vozidel MHD současně k SSZ) přidělí okamžitě vozidlu hromadné dopravy signál volno. Absolutní preference se používají především na jednoduchých křižovatkách s menší intenzitou provozu a přechodech.

Podmíněná preference – je takový způsob řízení, při kterém je vozidlům hromadné dopravy umožněn rychlejší průjezd křižovatkou řízenou SSZ, ale na rozdíl od případu absolutní preference budou některá vozidla muset nějakou dobu čekat (budou zastavena signálem stůj). Míra podmíněné preference, respektive míra, se kterou se přibližuje absolutní preferenci, závisí na konkrétním řešení a způsobu řízení daného SSZ.

2.3.2 Způsoby přednostní volby signálu volno na SSZ

Ve chvíli kdy se tramvaj přiblíží na určitou stanovenou vzdálenost k SSZ, předá prostřednictvím detektoru informaci o své poloze do řadiče, který řídí sled a délky jednotlivých fází. Následuje nastavení SSZ pro preferenci tramvaje, to lze provést několika způsoby:

- **Prodloužení fáze** – pokud v okamžiku přihlášení tramvaje právě probíhá fáze, při které má tramvaj signál volno, pak při splnění podmínek v řídicí logice dojde k prodloužení této fáze o čas potřebný k projetí tramvaje od detektoru ke stopčáře.
- **Zkrácení fáze** – pokud v okamžiku přihlášení tramvaje právě probíhá fáze, při které má volno směr kolizní se směrem jízdy tramvaje, pak při splnění podmínek v řídicí logice dojde ke zkrácení této fáze tak, aby v předpokládaný čas příjezdu tramvaje ke stopčáře započala fáze se signálem volno pro tramvaj.
- **Změna pořadí fází** – v případě nároku tramvaje v zadaných časových intervalech cyklu řízení se při splnění podmínek zadaných v řídicí logice změní pořadí fází tak, aby požadovaná fáze pro tramvaj byla zařazena do signálního programu co nejdříve, čímž se změní pravidelný sled fází. (GROSSMANN, 2004)

- **Vložení fáze navíc v případě výzvy** – v každém z cyklů řízení se nevyskytují všechny nároky na dané fáze s preferencí, je to z důvodu četnosti tramvajových spojů. V případě neexistence nároků na fázi s preferencí tramvaje se ušetřený čas využije pro ostatní dopravní směry. To vede ke zvýšení plynulosti provozu a k celkovému zvýšení účinnosti řízení pomocí SSZ.

2.3.3 Předpokládané efekty preference tramvají na SSZ

Již od chvíle, kdy bylo uvedeno do provozu první SSZ s preferencí tramvají se uvažovalo nad tím, jak velký by byl přínos pro pražskou tramvajovou dopravu, pokud by byla zavedena preference tramvají na všech SSZ. Zřejmě nejkompexnější byl výzkum dnes již zaniklé organizace ÚDI Praha, který byl proveden roku 1995. Přestože od té doby uplynula již řada let, je možné se o výsledky tohoto výzkumu dodnes opírat.

Z tohoto výzkumu mimo jiné vyplynulo, že zavedením preference tramvají na všech SSZ na tramvajové síti by bylo možné snížit zdržení a zastavování tramvají před SSZ při velmi střízlivém odhadu přinejmenším o 50 %, v nejlepší případě dokonce až o 70 %, myšleno při srovnání s původním stavem, tzn. s řízením bez preference. Tím by se za předpokladu jinak nezměněných podmínek dosáhlo:

- zvýšení průměrné cestovní rychlosti tramvají o 6 až 9 %,
- zkrácení jízdní doby z konečné na konečnou průměrně o 3 až 4 minuty,
- úspory 20 až 25 tramvajových vlaků na síti,
- zlepšení plynulosti jízdy a pravidelnosti provozu.

2.3.4 Preference cestujících v prostoru zastávek

Časový ostrůvek – je to další ze způsobů preference pomocí SSZ. Jedná se o způsob provedení zastávky, kdy při příjezdu tramvaje do zastávky, který je detekován pomocí trolejových kontaktů, dojde k zastavení souběžné automobilové dopravy. Poté ve chvíli, kdy je detekován odjezd tramvaje z prostoru zastávky, dojde opět k přidělení signálu volno pro automobilovou dopravu.

Zastávkový mys – je vytvořen rozšířením chodníku a přiblížením chodníkové hrany v místě zastávky k tramvajovým kolejím. Cestující tak nastupují přímo z chodníku a ostatní silniční vozidla čekají za tramvají.

Vídeňská zastávka (zastávka s pojížděným zastávkovým mysem) – je vytvořena zvýšením vozovky v místě zastávky vpravo od tramvajového tělesa do výškové úrovně

nástupiště. Tato úprava zajišťuje, že i v užších profilech komunikace je umožněn bezbariérový přístup. Vede také ke zklidnění dopravy.

2.3.5 Preference vyjádřená pomocí dopravního značení

V tomto případě se jedná především o vyhrazené jízdní pruhy pro autobusy nebo trolejbusy, mohou být buď trvalé, nebo časově omezené na určitou část dne. Vyhrazené pruhy bývají různě kombinovány s provozem dalších druhů dopravy (např. s vozidly taxislužby nebo cyklisty). Vytvoření vyhrazených pruhů pro vozidla MHD přirozeně zvýší kvalitu hromadné dopravy, především dojde ke zkrácení jízdních dob a zvýšení pravidelnosti.

Pokud dojde k vyhrazení jednoho jízdního pruhu pro vozidla MHD na komunikaci, která původně v celé šířce sloužila veškeré silniční dopravě, má tento krok samozřejmě za následek snížení propustnosti dané komunikace. Proto je třeba vždy dobře uvážit, jestli je realizace vyhrazeného pruhu pro MHD skutečně možná. Je logické, že tento krok povede k omezení ostatní silniční dopravy. Do jisté míry je to i žádoucí, protože to může motivovat osoby cestující vlastním vozidlem k využití MHD, zároveň ale tento krok nesmí způsobit kolaps silniční dopravy na dané komunikaci. Základní varianty vyhrazených jízdních pruhů jsou následující:

- BUS – dle zákona pouze pro autobusy MHD nebo trolejbusy,
- TRAM + BUS – legalizace jízdy autobusů MHD po tramvajovém tělese,
- BUS + cyklisté,
- BUS + taxislužba,
- BUS + taxislužba + cyklisté.

Další formy preference MHD pomocí dopravního značení jsou různé zákazy a příkazy, které ve svém důsledku zvýhodní vozidla hromadné dopravy. Lze se také setkat s provozem MHD v pěších a obytných zónách nebo s provozem MHD v jednosměrné ulici oběma směry.

2.3.6 Podélné dělící prahy

V úsecích, kde je souběžně provozována tramvajová a individuální automobilová doprava, je možné zajistit preferenci tramvajové dopravy pomocí segregace tramvajové tratě. Nejjednodušší způsob je zcela oddělené těleso tramvajové tratě, tj. s otevřeným kolejovým svrškem. Toto řešení je ovšem problematické především v zastavěném území s omezeným prostorem.

Další možností, která je používána nejčastěji, je fyzické oddělení tramvajového pásu v podélném směru pomocí podélných dělicích prahů. Jedná se o průběžný dělicí prvek mezi tělesem tramvajové tratě a vozovkou, vyrobený z prefabrikovaných betonových tvarovek, vyčnívající přibližně 9 cm nad úroveň vozovky.

Dělicí prahy se budují zejména na stávajících tramvajových tratích v místech, kde dochází k častému vjíždění vozidel na tramvajový pás a z toho plynoucího omezení tramvajové dopravy. Nejčastěji dochází k blokování tramvají v místech tvorby dopravních kongescí, a to ze třech hlavních důvodů:

1. Nepozornosti řidičů silničních vozidel
2. Neukázněnosti řidičů silničních vozidel
3. Objíždění překážky (např. nesprávně zaparkovaného vozidla)

V některých místech není instalace podélných dělicích prahů z prostorových důvodů možná, toto lze řešit jinými opatřeními, která však nejsou tolik účinná. Nejčastěji se používají **dopravní knoflíky**, jedná se o drobná reflexní tělíska umístěná na vozovce, kterými je možné doplnit vodorovné značení mezi tramvajovým pásem a vozovkou. Dopravní knoflíky se často používají jako doplňující prvek k vodorovnému značení v místě začátku podélného dělicího prahu. Obvykle jsou také umístěny těsně podél prahu na vozovku jako bezpečnostní prvek.

2.4 Nepřímé preferenční nástroje

Nepřímé preferenční nástroje představují celou řadu různých forem podpory, které mají cestující motivovat k využívání hromadné dopravy. Tyto preferenční nástroje již nemají za úkol zajistit vozidlu MHD přednost na křižovatkách nebo v jízdnicích pruzích, ale mají motivovat cestující veřejnost k využití služeb MHD.

Základní a zřejmě nejúčinnější nepřímý preferenční nástroj je **dostatečná nabídka spojů**. Nabídka spojů je hlavní faktor, podle kterého se většina potencionálních cestujících rozhoduje, zda využije služeb MHD. Ideální je periodický jízdní řád (JŘ) s dostatečně hustou nabídkou spojů, provozovaných ve snadno zapamatovatelném intervalu.

Dalším významným nepřímým preferenčním nástrojem je vyváření **integrovaných dopravních systémů** (IDS). Pod pojmem integrovaný dopravní systém se rozumí takový způsob organizace veřejné dopravy na určitém území, v němž jednotlivé druhy dopravy vzájemně spolupracují a vytvářejí tak přehledný a jednoduchý systém vzájemně provázaných linek s jednotným tarifem, přepravními podmínkami a pravidelnými intervaly mezi spoji. IDS obvykle zahrnuje různé subsystémy MHD, železnici a regionální autobusové linky.

Další z nepřímých preferenčních nástrojů je **kvalitní informační systém**, a také s tím související kvalitní systém prodeje jízdních dokladů. Kvalitním informačním systémem se rozumí, že cestující musí dostat pravdivé, přehledné, přesné a srozumitelné informace. Na zastávkách, ve vozidlech, v informačních centrech i na webových stránkách dopravních podniků. Jde o informace o jízdních řádech, tarifu, změnách v provozu atd.

2.4.1 Systémy P+R, K+R, B+R

Jedná se o poměrně novou skupinu nepřímých preferenčních nástrojů, která má opět motivovat k vyššímu využívání hromadné dopravy. Část cesty probíhá vlastním vozidlem nebo na jízdním kole, cílem je terminál MHD na okraji města, samotná cesta do centra je již realizována pomocí MHD.

Nejčastější je budování systému záchytných parkovišť **P+R** (park and ride, česky „zaparkuj a jed“). Tato parkoviště jsou budována obvykle u terminálů MHD, výjimečně i u železničních stanic. Cestující zaparkuje vozidlo na tomto parkovišti a dále pokračuje hromadnou dopravou za zvýhodněných podmínek (obvykle sleva jízdného nebo parkovného).

Jinou formou je zřizování parkovišť **K+R** (kiss and ride). Tato parkoviště se opět obvykle zřizují v blízkosti terminálů MHD a jsou určena pro krátkodobé zastavení nebo vyčkávání osobních vozidel. Jsou určena pro sdílenou automobilovou dopravu (spolujízdu), kdy řidič vozidla přepravuje k terminálu hromadné dopravy další osobu nebo osoby.

Další z těchto systémů je **B+R** (bike and ride), v tomto případě se jedná o návaznost cyklistické dopravy na hromadnou dopravu. Cestující má možnost bezpečně odložit jízdní kolo v blízkosti terminálu MHD a dále pokračovat vozidlem hromadné dopravy. Jinou formou podpory cyklistické a zároveň hromadné dopravy je možnost přepravy jízdního kola ve vozidle MHD.

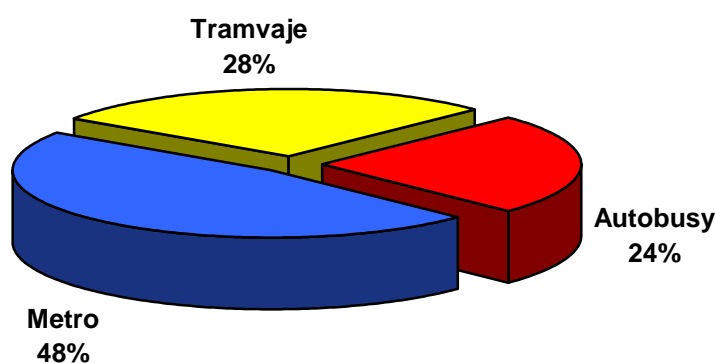
3 SOUČASNÝ STAV PREFERENČNÍCH OPATŘENÍ PRO MHD V PRAZE

Hlavní město Praha začalo jako první město v České republice (ČR) řešit možnost preferování hromadné dopravy před dopravou individuální. V současné době je v Praze realizováno nejvíce preferenčních opatření pro MHD ze všech měst v ČR, např. již více než 65 % křižovatek na tramvajové síti řízených SSZ má nastavenou preferenci tramvajů.

3.1 Charakteristika MHD v Praze

Praha je hlavní a zároveň také největší město České republiky. Rozkládá se na území 496 km² a v současné době má 1 288 444 obyvatel (6). Provoz MHD zajišťuje Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost (DPP), jejímž stoprocentním vlastníkem je hlavní město Praha. V rámci Pražské integrované dopravy (PID) je zapojena celá řada dalších dopravců, např. České dráhy, a. s.

MHD v Praze zahrnuje celkem 5 subsystémů, jsou to: metro, tramvaje, autobusy, lanová dráha na Petřín a přívozy. Jako šestý subsystém by bylo možné označit příměstské železniční linky, které se v současné době stále významněji podílejí na počtu přepravených osob v rámci PID, a pomalu se stávají i součástí pražské MHD. Jako návazný subsystém lze označit síť záchytných parkovišť P+R, kterých je v Praze v současnosti 22. Podíly jednotlivých subsystémů MHD na počtu přepravených osob jsou uvedeny na obrázku 2. S grafem na obrázku 2 souvisí také tabulka číslo 1, která udává konkrétní číselné hodnoty o počtu přepravených osob za rok 2009, s výjimkou lanové dráhy a přívozů.



Obrázek 2: Podíly jednotlivých subsystémů MHD na počtu přepravených cestujících

Zdroj: Autor, s využitím (7)

Tab. 1: Počty přepravených osob MHD v Praze za rok 2009 (v tisících osob)

Subsystém MHD	Počet přepravených osob
Metro	584 880
Tramvaje	349 286
Autobusy	302 307
Celkem	1 236 473

Zdroj: Provozně-technické ukazatele Dopravního podniku hl. m. Prahy

3.1.1 Preference MHD v Praze

Tato bakalářská práce se zabývá především preferenčními opatřeními pro tramvaje a autobusy. Metro a železnice jsou preferované již ze své podstaty, lanová dráha a přívozy se podílí na přepravních výkonech minimálně, a proto se v jejich případě nerealizují žádná preferenční opatření.

3.1.2 Historie zavádění preferencí MHD v Praze

První experimentální projekt dynamického řízení SSZ s preferencí tramvají proběhl již roku 1982 na křižovatce ulic Bělocerkevská a SNB (dnes Vršovická). Experiment byl vyhodnocen jako úspěšný, problém byl ale s detekcí tramvají, detektory byly velmi citlivé a často nefungovaly, proto se po ukončení experimentu na křižovatku opět vrátilo řízení s pevnými cykly, které je zde dodnes. První SSZ s preferencí tramvají v trvalém provozu zahájilo svůj provoz v roce 1987 na křižovatce Modřanská – Mlejnek (sever).

Přelomový moment v zavádění preferencí hromadné dopravy v Praze nastal v roce 1994. Tehdy byly k řízení SSZ poprvé použity mikropočítačové řadiče s volně programovatelnou logikou. První křižovatka, vybavená tímto systémem řízení, byla křižovatka u Mánesa, krátce po ní následovala křižovatka u Národního divadla.

Další významný okamžik nastal v roce 1996, kdy byl Zastupitelstvem hl. m. Prahy schválen dokument *Zásady dopravní politiky hlavního města Prahy*. Na základě tohoto dokumentu započalo v Praze poměrně intenzivní uplatňování preferenčních opatření pro MHD. Začala instalace podélných dělicích prahů u tramvajových tratí, rozšiřovala se preferenční opatření na SSZ. Z hlediska nepřímých preferenčních opatření došlo k některým úpravám dopravního režimu v centru města.

V nejnovější historii zavádění preferencí MHD v Praze je významný rok 2009. Před rokem 2009 bylo v Praze 5,93 km vyhrazených pruhů pro autobusy, jejich délka do té doby

rostla jen velmi pozvolna. Přelomový byl právě rok 2009, kdy bylo v rámci několika projektů DPP a za podpory organizace Regionální organizátor pražské integrované dopravy (ROPID) realizováno vyznačení 8,335 km nových vyhrazených jízdních pruhů, ty většinou neslouží pouze autobusům MHD, ale také cyklistům a vozidlům taxislužby.

3.2 Zásady dopravní politiky hlavního města Prahy

V dokumentu *Zásady dopravní politiky hlavního města Prahy* je preference hromadné dopravy před dopravou individuální zmíněna v následujících bodech:

I. Hlavní principy dopravní politiky města

Dbát na správný a proporcionální vývoj jednotlivých částí dopravního systému a jeho technickou základnu udržovat na úrovni odpovídající stavu technického rozvoje. Při zajišťování přepravních potřeb města a zájmového území preferovat provoz a rozvoj těch druhů dopravy a dopravních systémů, které jsou příznivé pro tvorbu a ochranu životního prostředí. (12)

II. Koncepce dalšího rozvoje obsluhy města

Celková koncepce dalšího vývoje dopravní obsluhy města směřuje k vytvoření podmínek pro preferenci hromadné osobní dopravy. (12)

Pro zajištění schopnosti hromadné dopravy konkurovat individuální automobilové dopravě je kromě cenových relací rozhodující kvalita, kterou je systém schopen nabídnout uživatelům. Další vývoj hromadné dopravy, organizační uspořádání, konfigurace sítě, použité technologie je žádoucí řídit tak, aby při přijatelných provozních nákladech bylo možné postupně zkrátit celkové přepravní doby, zvýšit pohodlí cestujících a zajistit zlepšení pravidelnosti provozu povrchové dopravy a informačního servisu. Současně je nezbytné vytvářet předpoklady pro zvýšení kvality provozu městské hromadné dopravy i v organizaci a řízení dopravy na komunikační síti města zaváděním efektivní preference městské hromadné dopravy. (12)

Pro řešení problematiky řízení a regulace dopravy v komunikační síti města je nezbytné zaměřit se na preferenci městské hromadné dopravy před dopravou automobilovou. (12)

III. Hlavní úkoly

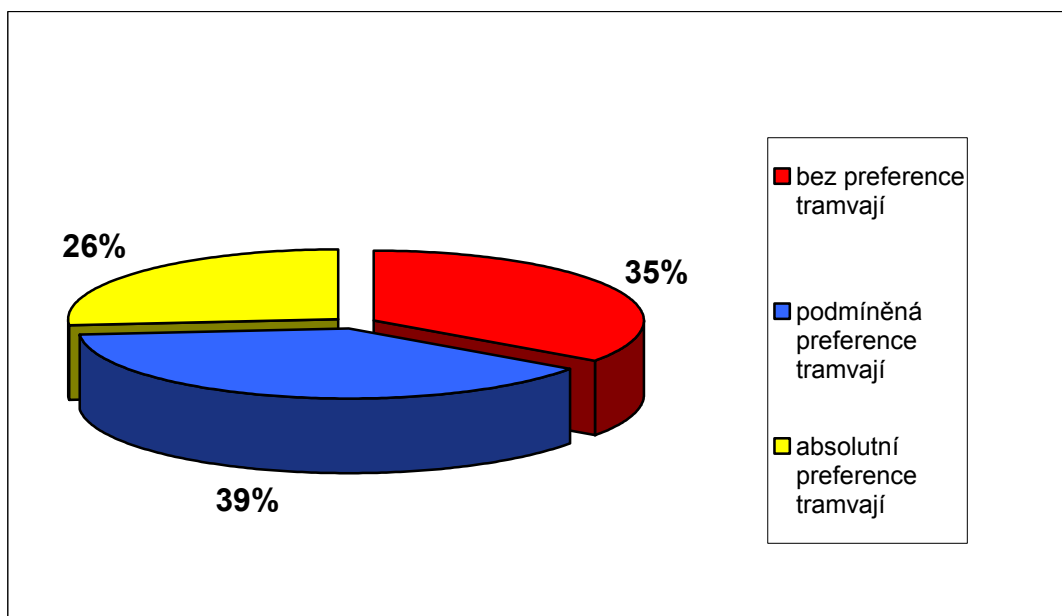
Při realizaci zásad dopravní politiky města se veřejná správa soustředí zejména na plnění těchto hlavních úkolů: V komunikační síti města zajistit preferenci osobní hromadné dopravy před dopravou automobilovou. (12)

3.3 Preferenční opatření pro tramvaje

Jak již bylo řečeno výše, preferenční opatření pro tramvaje se dělí do dvou základních skupin. Jedná se o preference na SSZ – absolutní a podmíněné a podélné dělicí prahy.

V této kapitole je popsán současný stav u každé z těchto skupin preferenčních opatření. V kapitole 4 bakalářské práce jsou navrženy a zhodnoceny možnosti realizace dalších preferenčních opatření.

Na pražské tramvajové síti je celkem 218 SSZ, jak ukazuje graf na obrázku 3, téměř na 65 % těchto SSZ byla ke konci roku 2009 zavedena nějaká forma preference tramvají (7). Toto číslo svědčí o tom, že DPP je v zavádění preferencí MHD velmi aktivní, a také vedení hlavního města Prahy je těmto záměrům nakloněno. Stav aplikace preferenčních opatření na SSZ na pražské tramvajové síti zobrazuje kromě grafu také mapa, na které jsou přímo zakreslena jednotlivá SSZ, mapa je součástí bakalářské práce jako příloha A.

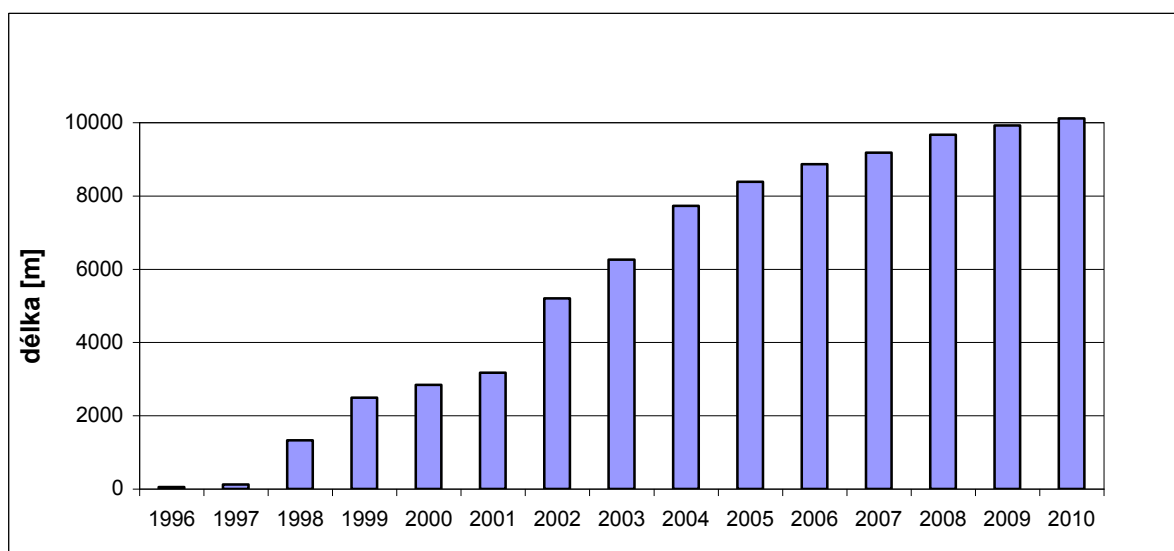


Obrázek 3: Podíl SSZ s preferencí na pražské tramvajové síti

Zdroj: Autor, s využitím (3)

Délka podélných dělicích prahů mezi tělesem tramvajové tratě a vozovkou činila ke konci roku 2009 celkem 9 992 m (7). V Praze jsou použity tři druhy dělicích prahů, jsou to hranatý obrubník, obrubník typu SSŽ a obrubník typu REMIS. Každý typ má jiný tvar a jiné vlastnosti, nejpoužívanější je typ SSŽ. Vývoj délky podélných dělicích prahů na pražské tramvajové síti od roku 1996 do současnosti zobrazuje graf na obrázku číslo 4.

Ne vždy je ale osazení podélných dělicích prahů provedeno správně, na několika místech v Praze jsou umístěny zcela zbytečně a naopak na mnoha kritických místech chybí. Typický příklad je Zenklova ulice, kde je v okolí zastávky Vosmíkových umístěn podélný dělicí práh, přestože se v tomto místě kolony vozidel obvykle netvoří. Naopak v horní části ulice za zastávkou Okrouhlická je kritický úsek, kde vozidla často vjíždí na tramvajovou trať a dělicí práh zde umístěn není. Realizací podélného dělicího prahu na tomto místě se zabývá modelový příklad číslo 2 v kapitole 4 této bakalářské práce.



Obrázek 4: Vývoj délky podélných dělicích prahů

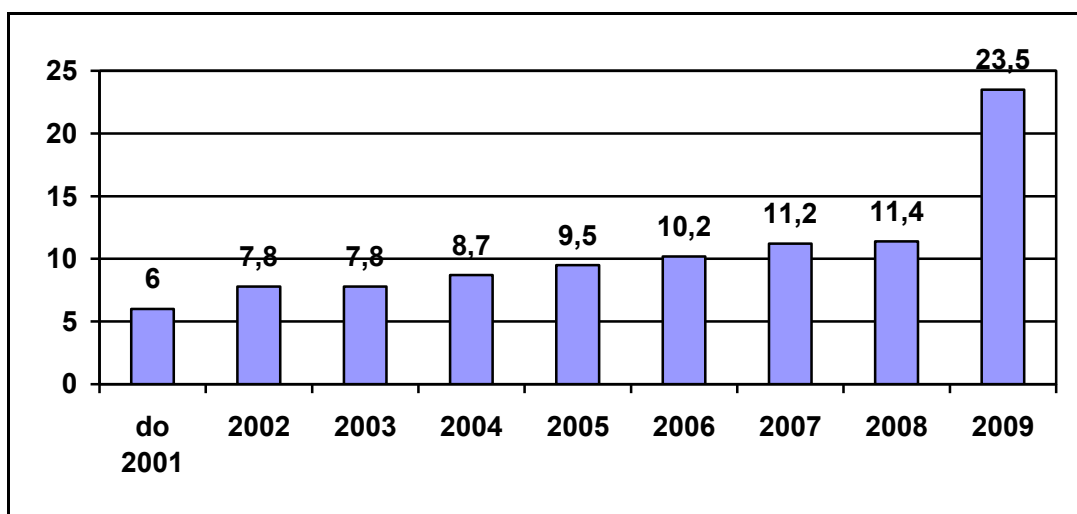
Zdroj: <http://preference.prazsketramvaje.cz>

3.4 Preferenční opatření pro autobusy

Pro autobusy se v Praze realizují dvě skupiny preferenčních opatření, jde o preference na SSZ pomocí aktivní detekce a preference vyjádřené dopravním značením.

Počet SSZ (křižovatek, přechodů) s preferencí autobusů pomocí aktivní detekce dosáhl ke konci roku 2009 počtu 93 (7). S tím úzce souvisí počet autobusů vybavených aktivní detekcí, který se také soustavně zvyšuje. Používají se různé způsoby aktivní detekce, např. videodetekce, radiodetekce, indukční smyčky, GPS.

Délka vyhrazených pruhů pro autobusy dosáhla v Praze ke konci roku 2009 14,8 km na pozemních komunikacích a 8,7 km na tramvajových pásech. Celkem je tedy v Praze realizováno 23,5 km liniové preference autobusů (7). Vývoj délky liniové preference autobusů (na pozemních komunikacích a tramvajových pásech) od roku 2001 do současnosti zobrazuje graf na obrázku 5. Je na něm patrné to, co již bylo řečeno v kapitole o historii, totiž že přelomový byl právě rok 2009. Nepředpokládá se, že by v následujících letech došlo k dalšímu razantnímu nárůstu délky vyhrazených pruhů pro autobusy.



Obrázek 5: Vývoj délky liniové preference autobusů (v kilometrech)

Zdroj: <http://preferenze.prazsketramvaje.cz>

4 NÁVRHY NA REALIZACI PREFERENČNÍCH OPATŘENÍ A JEJICH ZHODNOCENÍ

Návrhová část bakalářské práce byla pojata formou dvou modelových příkladů. První příklad je komplexní řešení preference tramvajové dopravy na SSZ v ulici Vršovická a na ní navazující ulici V Olšinách, konkrétně v úseku mezi zastávkami Strašnická až Nádraží Vršovice. Kapitola obsahuje analýzu současného stavu, včetně údajů o zdržení tramvají na jednotlivých křižovatkách řízených SSZ, získané vlastním měřením autora práce. Dále návrh na zavedení preferenčních opatření na SSZ a zhodnocení těchto návrhů. Cílem této kapitoly je tedy určit, o kolik minut by se mohla zkrátit jízdní doba tramvají na tomto úseku zavedením preference tramvají na SSZ.

Druhý modelový příklad je fyzické oddělení tramvajového tělesa pomocí podélných dělicích prahů v části Zenklovy ulice v městské části Praha 8, Libeň. Konkrétně se jedná o úsek mezi zastávkou Okrouhlická až po křižovatku s ulicí Klapkova. Kapitola obsahuje analýzu současného stavu tramvajové dopravy v této ulici a návrhy na realizaci preferenčních opatření za pomoci stavebních úprav.

4.1 Zavedení preferenčních opatření na SSZ v ulici Vršovická

Vršovická ulice a ulice v Olšinách se nalézají v městské části Praha 10, Vršovice. Sledovaný úsek začíná zastávkou Nádraží Vršovice ve Vršovické ulici, na kterou navazuje ulice V Olšinách, ve které zastávkou Strašnická sledovaný úsek končí. Celý úsek má délku přibližně 3,1 km a v celé délce této ulice je vedena tramvajová trať. Na tomto úseku se nachází **11 křižovatek řízených SSZ**, přičemž na dvou z nich je v tuto chvíli aktivní preference tramvají. Jedná se o křižovatku Vršovická – Kodaňská, kde je podmíněná preference, a dále o přechod pro chodce na křižovatce ulic Vršovická – Užocká, kde je absolutní preference. Celý sledovaný úsek ulic Vršovická a V Olšinách je zobrazen na mapách (obrázky číslo 6 a 7), včetně očíslovaných křižovatek řízených SSZ. Tramvaje jsou v tomto úseku značně vytížené, především ve směru ke stanici metra Strašnická, ale přirozeně i ve směru opačném. Nachází se tu také mnoho významných cílů, které vyžadují kvalitní obslužnost MHD, především se jedná o fotbalový stadion SK Slavia Praha.

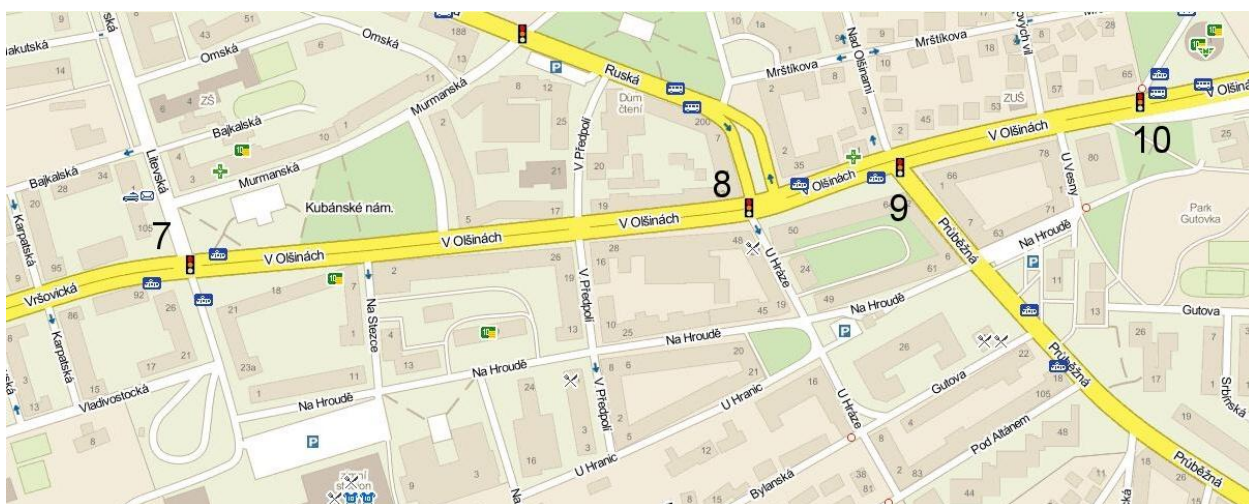
Ve sledovaném úseku se nachází celkem 7 zastávek tramvají, jsou to zastávky: **Strašnická, Průběžná, Kubánské náměstí, Slavia, Koh-i-noor, Oblouková a Nádraží Vršovice**. Od zastávky Strašnická po zastávku Koh-i-noor jezdí linky číslo 7 a 22, ke kterým

se na zastávce Kubánské náměstí přidává linka číslo 6, a dále na zastávce Slavia linka číslo 24. Od zastávky Koh-i-noor po zastávku Nádraží Vršovice pokračují linky číslo 6, 7 a 24. Jezdí tu také noční linky číslo 55, 57 a 59, těch se ale preference na SSZ netýká, protože v nočních hodinách jsou SSZ na této ulici neaktivní.



Obrázek 6: Vršovická ulice (část první)

Zdroj: www.mapy.cz



Obrázek 7: Vršovická ulice (část druhá)

Zdroj: www.mapy.cz

4.1.1 Průzkum zdržení tramvají na SSZ

Průzkum byl proveden dle metodiky standardně používané při měřeních prováděných u DPP. Do připravených formulářů byl zaznamenáván přesný čas v okamžiku zastavení tramvajového vlaku před SSZ a následně v okamžiku, kdy se vlak dal opět do pohybu. Z rozdílu těchto dvou časů bylo určeno zdržení tramvaje před každou křižovatkou řízenou

SSZ. Při měření byly rozlišovány směry jízdy tramvají. Pokud se tramvaj blížila k SSZ úmyslně pomalu, aby nemusela úplně zastavit, bylo zdržení stanoveno odhadem (obvykle se jedná o hodnotu okolo 5 sekund). Bylo také zaznamenáváno zdržení tramvají v zastávkách, ale to pouze z důvodu případné možnosti porovnání s jízdním řádem. Sčítací formulář je součástí bakalářské práce jako příloha B.

Měřením získanou hodnotu zdržení je ještě nutné navýšit o určitou hodnotu Δt , pomocí které se ve výsledné hodnotě zdržení zohlední brždění a opětovný rozjezd tramvaje. K určení této hodnoty je třeba znát původní rychlost tramvaje. Proto byla při několika jízdách v každém směru za pomoci přístroje GPS měřena rychlost, ze které tramvaj začala před signálem stůj zpomalovat, na základě těchto měření byla určena typická rychlost tramvaje před každou SSZ v každém směru. Hodnota Δt byla následně určena pro každou z křižovatek v programu Microsoft Excel dle daného algoritmu, který je opět běžně používán u DPP. Vypočtené hodnoty Δt jsou uvedeny v tabulce číslo 2. Vzorový postup výpočtu času Δt je součástí bakalářské práce jako příloha F. Pro výpočet času Δt jsou použity vzorce (2-1) až (2-5):

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad [\text{m}] \quad (2-1)$$

kde:

s ... dráha ujetá tramvají při brždění (rozjezdu) [m];

a ... zrychlení tramvaje, (při rozjezdu $a = 1,1 \text{ m/s}^2$; při brždění $a = 0,8 \text{ m/s}^2$);

t ... čas potřebný k zastavení (rozjezdu) tramvaje [s]

$$t = \frac{v}{a} \quad [\text{s}] \quad (2-2)$$

kde:

t ... čas potřebný k zastavení (rozjezdu) tramvaje [s];

v ... původní rychlost tramvaje [m/s];

a ... zrychlení tramvaje, (při rozjezdu $a = 1,1 \text{ m/s}^2$; při brždění $a = 0,8 \text{ m/s}^2$)

$$t_{\text{normál}} = \frac{s}{v} \quad [\text{s}] \quad (2-3)$$

kde:

t_{normál} ... čas za který by tramvaj projela dráhu s bez zastavení [s];

s ... dráha ujetá tramvají při brždění (rozjezdu) [m];

v ... původní rychlost tramvaje [m/s]

$$t_{\text{rozdíl}} = t - t_{\text{normál}} \quad [\text{s}] \quad (2-4)$$

kde:

$t_{\text{rozdíl}}$...rozdíl času za který tramvaj zastaví a času potřebného k projetí dráhy bez zastavení[s];

t ... čas potřebný k zastavení (rozjezdu) tramvaje[s];

$t_{\text{normál}}$...čas za který by tramvaj projela dráhu s bez zastavení [s]

$$\Delta t = t_{\text{roz}}^- + t_{\text{roz}}^+ \quad [\text{s}] \quad (2-5)$$

kde:

Δt ...časová ztráta vzniklá v důsledku brždění a rozjezdu tramvaje [s];

t_{roz}^- ...rozdíl času za který tramvaj zastaví a času potřebného k projetí dráhy bez zastavení (při brždění) [s];

t_{roz}^+ ...rozdíl času za který tramvaj zastaví a času potřebného k projetí dráhy bez zastavení (při rozjezdu) [s]

Tab. 2: Připočítaná hodnota Δt

SSZ	Δt [s]	
	Směr Nádraží Vršovice	Směr Strašnická
Vršovická - U Vršovického nádraží	1,56	3,13
Vršovická - Petrohradská	12,5	9,38
Vršovická - Sportovní	1,56	12,5
Vršovická - Moskevská	1,56	9,38
Vršovická – Kodaňská (s preferencí)	3,13	12,5
Vršovická - Bělocerkevská	6,25	10,94
V Olšínách - Litevská	3,13	3,13
V Olšínách - Ruská	12,5	3,13
V Olšínách - Průběžná	12,5	1,56
V Olšínách - Starostrašnická	15,63	10,94

Zdroj: Autor

Ze změřených hodnot zdržení navýšených o čas Δt byla následně vypočtena průměrná hodnota zdržení pro každou křižovatku řízenou SSZ. Po sečtení těchto hodnot bylo zjištěno celkové zdržení tramvajů na daném úseku v obou směrech. Výsledky průzkumu jsou uvedeny v následující kapitole.

4.1.2 Výsledky provedeného průzkumu

Průzkum byl proveden ve třech sčítacích dnech. Dne 19.4. 2011 v době od 8:00 do 13:00, poté dne 27.4. 2011 v době od 13:00 do 19:00 a dále 28.4. 2011 v době od 8:00 do 13:00. Za tuto dobu bylo změřeno zdržení celkem ve 20 spojích v každém směru. Aby výsledná data byla co nejpřesnější, probíhalo měření téměř výhradně ve spojích tramvajové linky číslo 7, která jako jediná projíždí celý sledovaný úsek.

Průměrné hodnoty zdržení tramvají na jednotlivých SSZ v jednotlivých směrech jsou uvedeny v tabulkách číslo 3 a 4. S tabulkami číslo 3 a 4 souvisí také grafy na obrázcích číslo 8 a 9, které vyjadřují stejné hodnoty v grafické podobě.

Zdržení na SSZ Vršovická – Užocká (přechod) není v tabulkách ani grafech uvedeno, protože zde je aktivní absolutní preference tramvají a při průzkumu bylo zjištěno, že zdržení zde činí 0 sekund.

Tab. 3: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Strašnická

Signalizace		Průměrná hodnota zdržení (v sekundách)
1	Vršovická - U Vršovického nádraží	9,72
2	Vršovická - Petrohradská	16,60
3	Vršovická - Sportovní	7,98
4	Vršovická - Moskevská	34,41
5	Vršovická – Kodaňská (s preferencí)	4,43
6	Vršovická - Bělocerkevská	23,16
7	V Olšínách - Litevská	11,01
8	V Olšínách - Ruská	16,85
9	V Olšínách - Průběžná	33,60
10	V Olšínách - Starostrašnická	18,40
Celková průměrná hodnota zdržení		176,15

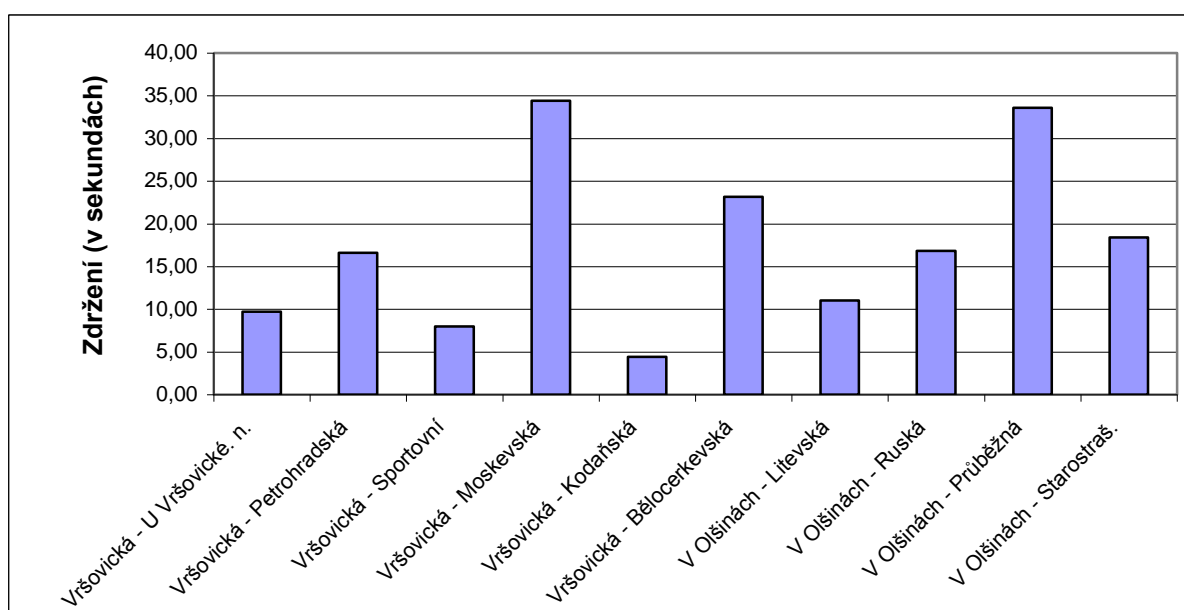
Zdroj: Autor

Tab. 4: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Nádraží Vršovice

Signalizace		Průměrná hodnota zdržení (v sekundách)
1	Vršovická - U Vršovického nádraží	16,30
2	Vršovická - Petrohradská	13,13
3	Vršovická - Sportovní	21,00
4	Vršovická - Moskevská	34,66
5	Vršovická – Kodaňská (s preferencí)	6,70
6	Vršovická - Bělocerkevská	16,63
7	V Olšínách - Litevská	20,54
8	V Olšínách - Ruská	11,41
9	V Olšínách - Průběžná	14,78
10	V Olšínách - Starostrašnická	6,53
Celková průměrná hodnota zdržení		161,67

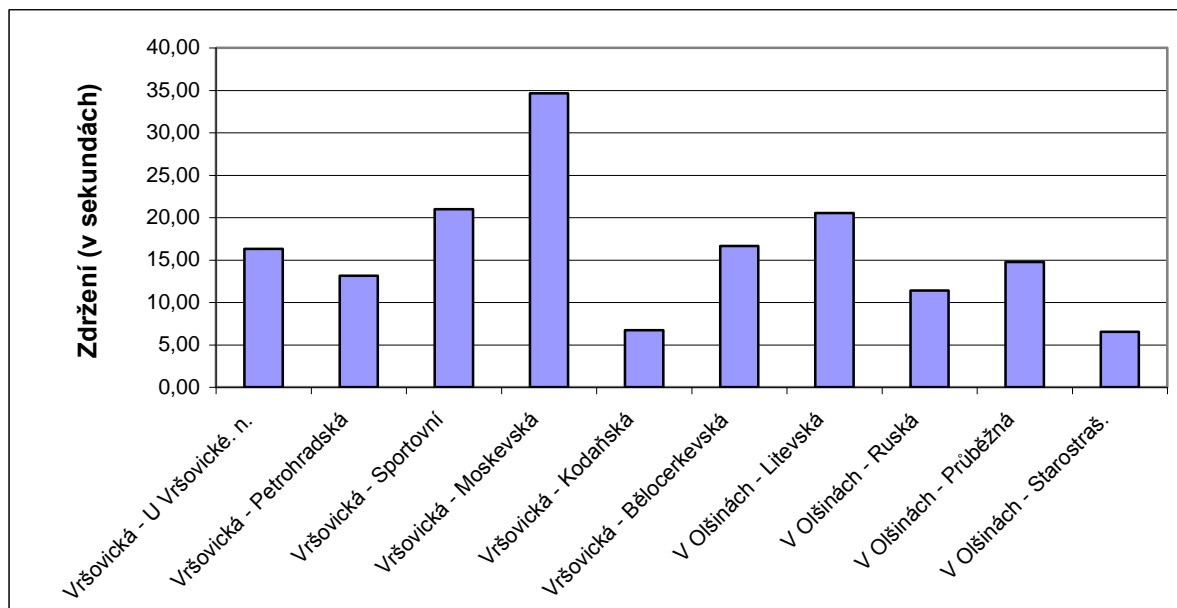
Zdroj: Autor

Pořadí křižovatek na obou grafech je stejně jako v tabulkách stejné, důvodem je větší přehlednost. Z toho vyplývá, že v grafu na obrázku číslo 8 jsou zdržení zleva doprava a v grafu na obrázku číslo 9 zprava doleva.



Obrázek 8: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Strašnická

Zdroj: Autor



Obrázek 9: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Nádraží Vršovice

Zdroj: Autor

4.1.3 Návrh realizace preferenčních opatření

Jak vyplývá z výsledků měření, celkové průměrné hodnoty zdržení jsou v obou směrech velmi podobné a činí více než **2,5 minuty**. Tudiž pokud by na všech devíti křižovatkách, které jsou na tomto úseku řízeny pomocí SSZ bez preference tramvají, byla preference zavedena, mohla by být jízdní doba zkrácena o 2 minuty v obou směrech. Ze současných 10 minut by proto mohlo dojít ke snížení na minut 8, tzn. **zkrácení jízdní doby o 20 %**. To lze hodnotit jako velmi dobrý přínos, vzhledem k délce úseku a současné jízdní době je to úspora velmi významná.

Zavedení preference tramvají na SSZ není jednoduchá ani levná záležitost a zřejmě by nebylo možné zavést je na všech SSZ v tomto úseku najednou, ale spíše postupně v rámci rekonstrukcí křižovatek. Na dvou signalizacích v tomto úseku je již preference tramvají zavedena a z výsledků průzkumu je jasně patrné, že funguje velmi dobře. Některá další SSZ jsou již zcela technicky vybavena pro preferenci tramvají, ale bohužel fungují bez preference, jedná se např. o křižovatku ulic Vršovická – U Vršovického nádraží (3).

Je pravděpodobné, že by nebylo možné na všech devíti křižovatkách dosáhnout absolutní preference tramvají, na silně zatížených křižovatkách se složitými dopravními poměry by zřejmě bylo možné dosáhnout pouze preference podmíněné, která znamená, že některé tramvaje by musely určitou krátkou dobu čekat před signálem stůj. Jedná se zejména o křižovatku ulic Vršovická – Bělocerkevská nebo křižovatku ulic V Olšínách –

Ruská. To by ale neznamenalo významný problém, v současnosti se totiž stává, že pokud některá tramvaj nemusí často zastavovat a vyjde ji při jízdě tímto úsekem většina signálů volno, přijížděla by do zastávky Strašnická / Nádraží Vršovice mírně předjetá, řidiči to většinou řeší tím, že sníží rychlost jízdy. Navíc průměrné zdržení je vyšší než navrhované zkrácení jízdní doby, z čehož vyplývá, že časová rezerva k případným zastavením tramvají na SSZ s podmíněnou preferencí tu je a zkrácení jízdní doby o 2 minuty je proto reálné. Jako jednoduchá možnost potvrzení reálnosti této časové úspory může posloužit jízdní řád noční tramvajové linky číslo 55, která má na tomto úseku jízdní dobu 8 minut, protože v noci jsou SSZ vypnuté a tramvaj má na celém úseku přednost v jízdě. Jízdní řády linek číslo 7 a 55 jsou přílohou bakalářské práce. JŘ linky 7 jako příloha C a JŘ linky 55 jako příloha D.

Výše zmíněná časová úspora se týká především linky číslo 7, která projíždí celým sledovaným úsekem, u dalších dotčených linek by se jízdní doba zkrátila úměrně tomu jakou část sledovaného úseku projíždějí.

4.2 Preference tramvají pomocí stavebních úprav v ulici Zenklova

Zenklova ulice se nachází v městské části Praha 8 Libeň. Její délka činí přibližně 3,3 km a v celé délce je vedena tramvajová trať, nachází se na ní celkem 9 tramvajových zastávek. Jezdí tu tramvajové linky číslo 10, 24, 25 a 55. V několika úsecích je již v současné době fyzické oddělení tělesa tramvajové tratě provedeno, a to buď ve formě podélných dělicích prahů, nebo pomocí zvýšeného tramvajového pásu.

Modelový příklad obsahuje návrh na realizaci fyzického oddělení tělesa tramvajové tratě pomocí podélných dělicích prahů na přibližně 340 metrů dlouhém úseku, který je na jedné straně ohraničen tramvajovou zastávkou Okrouhlická a na straně druhé křižovatkou Zenklovy ulice s ulicí Klapkova. Viz mapa na obrázku číslo 10.



Obrázek 10: Zenklova ulice

Zdroj: www.mapy.cz

4.2.1 Analýza současného stavu

Sledovaný úsek se nachází v poměrně prudkém stoupání, tramvajová trať je vedena ve středu ulice a na každé straně se nachází dostatečně široké jízdní pruhy. Největší potíže zde způsobuje vjíždění vozidel na tramvajový pás, především při jízdě ve směru od Kobylic k Palmovce, kde se vozidla jedoucí v klesání často pohybují vysokou rychlostí a řidiči především v zatáčkách vjíždí na tramvajovou trať. K omezení tramvajové dopravy zde dochází nejčastěji v době dopravních špiček, v té době totiž v tomto úseku ulice často vznikají dopravní kongesce. Hlavní problém je v nepozornosti, a také v neukázněnosti řidičů silničních vozidel. Je možné se zde setkat i s velmi nebezpečnými manévry, kdy jedno vozidlo předjíždí druhé po tramvajovém pásu.

Ani samotná tramvajová trať není v příliš vyhovujícím stavu, koleje jsou zde uloženy v BKV panelech, které jsou již na mnoha místech poškozené, také temena kolejnic jsou již poměrně značně opotřebovaná. Současný stav daného úseku Zenklovy ulice zobrazuje fotodokumentace v příloze E bakalářské práce.

4.2.2 Návrh realizace preferenčních opatření

Optimálním řešením by v tomto úseku byla celková rekonstrukce tramvajové tratě, uložení nových BKV panelů a nových kolejnic. V rámci rekonstrukce by byla tramvajová trať z obou stran fyzicky oddělena od vozovky pomocí podélných dělicích prahů. Nabízí se použití dělicích prahů typu REMIS nebo SSŽ. Šířkové poměry jsou na tomto úseku příznivé, proto se jako nejvhodnější jeví použití dělicích prahů typu SSŽ.

Dělicí práh typu SSŽ je zobrazen na obrázku číslo 11. Tento typ dělicího prahu je vyroben z betonu, má půlkruhový průřez, výška činí 9 cm nad úrovní vozovky a šířka 20 cm v místě zapuštění. Výhodou je, že pokud je nutné, aby silniční vozidlo vjelo na tramvajovou trať, je toto možné, ovšem za předpokladu, že řidič najíždí vhodným způsobem a nízkou rychlostí.



Obrázek 11: Dělicí práh typu SSŽ

Zdroj: Autor

4.2.3 Zhodnocení navrženého řešení

Přínos těchto navržených opatření je jen obtížně měřitelný, narozdíl od preference tramvají na SSŽ, kde lze snadno změřit časovou úsporu. Toto zde možné není, jediná možnost by bylo dlouhodobé sledování jak často a s jakými následky zde v současné době dochází k omezování tramvají silničními vozidly. Obecné přínosy tohoto opatření, přestože nejsou snadno změřitelné, jsou ale zcela zřejmé. Ty hlavní jsou shrnuty v následujícím výčtu:

- **Zvýšení bezpečnosti jak tramvajové tak silniční dopravy** – silniční vozidla se nedostanou na tramvajovou trať a nemohou tak ohrozit tramvaje. Z toho plyne zvýšení bezpečnosti pro všechny účastníky silničního provozu.
- **Optické zúžení jízdního pruhu** – příznivě působí na psychiku řidiče, který instinktivně přizpůsobí rychlost jízdy dané situaci a věnuje větší pozornost řízení.
- **Omezení zakázaného parkování na vozovce** – aby nedošlo k zablokování silniční dopravy např. kvůli špatně zaparkovanému vozidlu, je nutné, aby na daném úseku řidiči silničních vozidel důsledně dodržovali zákaz parkování. Tento bod souvisí s předchozím bodem, řidič podvědomě vnímá, že vozovka je užší a je menší pravděpodobnost, že zaparkuje na nedovoleném místě.
- **Zvýšení pravidelnosti tramvajové dopravy** – silniční vozidla nemohou způsobit omezení tramvaje, je tak zajištěná úplná plynulost tramvajové dopravy, čímž se zvýší její pravidelnost.

ZÁVĚR

Pozitivní efekty zavádění různých druhů preferenčních opatření pro MHD jsou zcela zřejmé, realizace preferenčních opatření ve velkých městech je proto prospěšná a žádoucí. Každé město, které chce řešit problematickou dopravní situaci, by mělo v první řadě podporovat MHD, a preference jsou tím nejlepším způsobem podpory. Především preference na SSZ, ale také vyhrazené jízdní pruhy a celá řada dalších nástrojů vedou ke zvyšování atraktivity MHD pro potenciálního cestujícího. Ten se rozhoduje, zdali využije individuální nebo hromadné dopravy především na základě časové náročnosti a komfortu cestování.

Pozitivní přínosy preferenčních opatření dokazují také modelové příklady v kapitole 4 bakalářské práce. Z těch mimo jiné vyplývá, že např. zavedení preference na SSZ, i na relativně krátkém úseku sítě ulic ve městě, může přinést významnou časovou úsporu. Cílem by proto mělo být zavedení preference tramvají na všech SSZ na tramvajové síti.

Hlavní město Praha došlo se zaváděním preferencí MHD do běžného provozu nejdále ze všech měst v České republice. Tento systém je však třeba neustále podporovat, rozvíjet a plně ho využívat. Lze říci, že v Praze toto všechno platí a město společně s Dopravním podnikem hlavního města Prahy, a. s. a ve spolupráci s dalšími organizacemi, jako je např. ROPID, soustavně realizuje další projekty. Na nejpokročilejší úrovni jsou v Praze preference pro tramvaje, především na SSZ, ale stále se prodlužuje i délka podélných dělicích prahů, které také znamenají velké zvýhodnění tramvají oproti ostatním vozidlům. Lze říci, že v Praze již jsou podélné dělicí prahy na naprosté většině kritických míst, ale jejich rozšiřování je i nadále žádoucí, viz druhý modelový příklad v kapitole 4.

Realizace preferenčních opatření pro autobusy zatím představují především vyhrazené jízdní pruhy a umožnění jízdy autobusů po tramvajových tratích, ale i počet preferenčních opatření na SSZ pomocí systémů aktivní detekce se především v poslední době stále zvyšuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) DRDLA, Pavel. *Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava*. Vydání první. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2005. 136 s. ISBN 80-7194-804-7.
- (2) *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. 9.8. 2010 [cit. 2010-11-29]. *Statistika automobilového průmyslu v ČR*. Dostupné z WWW: <<http://www.autosap.cz/>>.
- (3) *Pražské tramvaje* [online]. 2010. Preference Pražských tramvají. Dostupné z WWW: <<http://preference.prazsketramvaje.cz/>>. ISSN 1801-9994.
- (4) GROSSMANN, Miroslav. *Preference tramvajové dopravy v Praze*. Praha, 2004. 100 s. Diplomová práce. ČVUT, Fakulta dopravní.
- (5) *ROPID : Pražská integrovaná doprava* [online]. 2008 [cit. 2010-12-02]. *Preference PID*. Dostupné z WWW: <<http://www.ropid.cz/preference>>.
- (6) SUROVEC, Pavel. *Technológia hromadnej osobnej dopravy: cestná a mestská doprava*. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita, 1998. 157 s. ISBN 80-7100-494-4.
- (7) *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. 2010, 19.11. 2010 [cit. 2010-12-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.mvcr.cz/>>.
- (8) *Dopravní podnik hlavního města Prahy* [online]. 2009 [cit. 2010-12-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.dpp.cz/>>.
- (9) *Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje* [online]. c2003 [cit. 2010-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.idsjmek.cz/>>.
- (10) ŽELEZNÝ, Richard. Preference MHD. In *Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům*. Praha : ČVUT, 2007. s. 287-292.
- (11) *MAPY.CZ* [online]. 2011 [cit. 2011-04-30]. *Mapy.cz*. Dostupné z WWW: <www.mapy.cz>.
- (12) *Zásady dopravní politiky hlavního města Prahy*. [online]. Praha, 1996 [cit. 2011-05-08]. Dostupné z WWW: <www.tsk-praha.cz>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Efektivita hromadné dopravy.....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 2: Podíly jednotlivých subsystémů MHD na počtu přepravených cestujících</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 3: Podíl SSZ s preferencí na pražské tramvajové síti</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 4: Vývoj délky podélných dělicích prahů</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 5: Vývoj délky liniové preference autobusů (v kilometrech)</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 6: Vršovická ulice (část první)</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 7: Vršovická ulice (část druhá)</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 8: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Strašnická</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 9: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Nádraží Vršovice</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 10: Zenklova ulice</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 11: Dělicí práh typu SSŽ.....</i>	<i>37</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Počty přepravených osob MHD v Praze za rok 2009 (v tisících osob)</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 2: Připočítaná hodnota Δt</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 3: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Strašnická</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 4: Zdržení tramvají na SSZ ve směru Nádraží Vršovice</i>	<i>33</i>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
DPP	Dopravní podnik hlavního města Prahy
GPS	Global Positioning System
IAD	individuální automobilová doprava
IDS	integrovaný dopravní systém
JŘ	jízdní řád
MHD	městská hromadná doprava
PID	Pražská integrovaná doprava
ROPID	Regionální organizátor pražské integrované dopravy
SSZ	světelné signalizační zařízení
ÚDI	Ústav dopravního inženýrství

SEZNAM PŘÍLOH

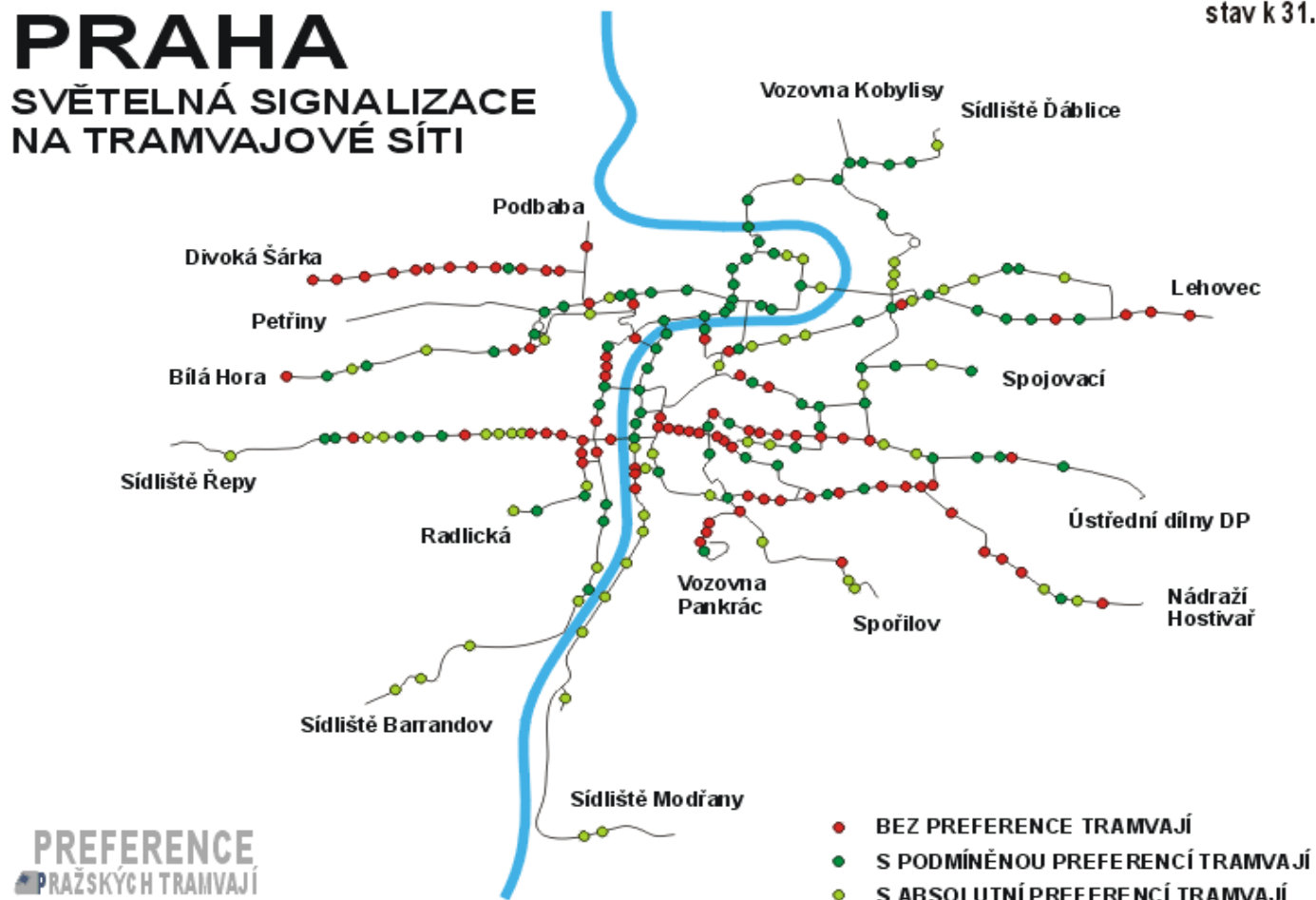
Příloha A	SSZ na pražské tramvajové síti
Příloha B	Sčítací formulář pro zaznamenávání zdržení tramvají na SSZ
Příloha C	Jízdní řád linky číslo 7
Příloha D	Jízdní řád linky číslo 55
Příloha E	Fotodokumentace – Zenklova ulice
Příloha F	Výpočet času Δt

PŘÍLOHY

PRAHA

SVĚTELNÁ SIGNALIZACE NA TRAMVAJOVÉ SÍTI

stav k 31. 12. 2011



Obrázek příloha A: SSZ na pražské tramvajové síti
Zdroj: <http://preference.prazsketramvaje.cz>

Příloha B Sčítací formulář pro zaznamenávání zdržení tramvají na SSZ

	Linka a směr			
Signalizace	Zast. / Rozjezd	Zast. / Rozjezd	Zast. / Rozjezd	Zast. / Rozjezd
Starostra / V Olš.				
V Olš. / Průběžn.				
<i>Zst. Průběžná</i>				
V Olš. / Ruská				
<i>Zst. Kub. Nám.</i>				
V Olš. / Litevsk.				
Vršov. / Užocká				
<i>Zst. Slavia</i>				
Vršov. / Bělocer.				
Vršov. / Kodaň.				
<i>Zst. Koh-i-noor</i>				
Vršov. / Moskev.				
Vršov. / Sportov.				
<i>Zst. Oblouková</i>				
Vršov. / Petrohr				
Vršov. / U Vrš. n				

Příloha D Jízdní řád linky číslo 55

55		PID		PRAŽSKÁ INTEGROVANÁ DOPRAVA (PID) - Městská doprava Praha		Dopravce: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost, Sokolovská 217/42, 190 22 Praha 9 Informace o provozu PID na tel.: 296 191 817; na internetu: WWW.DPP.CZ		Platí od: 23./24.4.2011	
orientační doba (jízdy (min))	orientační doba (jízdy (min))	Tarifní pásmo P		PONEDĚLÍ (D) / ÚTERÝ (U) - ČTVRTEK (Č) / PÁTEK (P)	PÁTEK (P) / SOBOTA (S) + SOBOTA (S) / NEDĚLE (N)	NEDĚLE (N) / PONEDĚLÍ (D)			
				22					22
				23					23
				0	58		58		0
VOZOVNA KOBYLISY	Lazarská ▲			1	28 58	58	28 58	28 58	1
Líbeznická	Karlovo náměstí			2	28 58	28 58	28 58	28 58	2
Březiněveská	Moráň			3	28 58	28 58	28 58	28 58	3
Kobylisy	Botanická zahrada			4	28 58	28 58	28 58	28 58	4
Ke Stírce	Albertov			5					5
Okrouhlická	Ostrčilovo náměstí			6					6
Vychovatelna	Svatoplukova								
Bulovka	Divadlo Na Fidlovačce								
Vosmikových	Otakarova								
U Kříže	• <u>Nádraží Vršovice</u>								
Stejskalova	1 Oblouková								
Divadlo pod Palmovkou	3 Koh-i-noor								
Palmovka	5 Slavia								
Krejčárek	6 Kubánské náměstí								
Biskupcova	7 Průběžná								
Nákladové nádraží Žižkov	8 Strašnická								
Nákladové nádraží Žižkov	10 Vinice								
Olšanská	11 Solidarita								
Olšanské náměstí	12 Zborov - Strašnické divadlo								
Lipanská	13 Nové Strašnice								
Husinecká	14 Černokostecká								
Hlavní nádraží	15 Depo Hostivař								
Jindřišská	16 Malešická továrna								
Václavské náměstí	17 Na Homoli								
Vodičkova	18 ÚSTŘEDNÍ DÍLNY DP								

pokračování zastávek ve vedlejším sloupci

▲ - Centrální přestupní zastávka

Tarif PID:
Jízda s předem zakoupenou jízdenkou.
Území hl. m. Prahy se počítá jako 4 tarifní pásma.

○ svátcích jede jako v neděli (N).

Soft. CHAPS spol. s r.o. A

Obrázek příloha D: Jízdní řád linky číslo 55

Zdroj: www.dpp.cz

Příloha E Fotodokumentace – Zenklova ulice



Obrázek příloha E-1: Pohled na Zenklovu ulici od křižovatky s ulicí Klapkova

Zdroj: Autor



Obrázek příloha E-2: Pohled na Zenklovu ulici od zastávky Okrouhlická

Zdroj: Autor

Příloha F Výpočet času Δt

V příloze E je uveden konkrétní postup výpočtu času Δt pro případ, že tramvaj zastavuje z rychlosti 35 km/h.

Původní rychlost tramvaje: $v_{pův} = 35 \text{ km/h} = 9,72 \text{ m/s}$

Nová rychlost tramvaje: $v_{nová} = 0 \text{ km/h}$

Zrychlení tramvaje při rozjezdu: $a^+ = 1 \text{ m/s}^2$

Zrychlení tramvaje při brždění: $a^- = 0,8 \text{ m/s}^2$

Čas po který tramvaj zrychluje: $t^+ = \frac{v}{a^+} = \frac{9,72}{1} = 9,72 \text{ s}$

Čas po který tramvaj zpomaluje: $t^- = \frac{v}{a^-} = \frac{9,72}{0,8} = 12,15 \text{ s}$

Dráha ujetá tramvají při rozjezdu: $s^+ = \frac{1}{2} a^+ t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 9,72^2 = 47,26 \text{ m}$

Dráha ujetá tramvají při brždění: $s^- = \frac{1}{2} a^- t^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 12,15^2 = 59,076 \text{ m}$

Čas za který by tramvaj projela dráhu s^+ bez zastavení: $t^+_{normál} = \frac{s^+}{v} = \frac{47,26}{9,72} = 4,9 \text{ s}$

Čas za který by tramvaj projela dráhu s^- bez zastavení: $t^-_{normál} = \frac{s^-}{v} = \frac{59,076}{9,72} = 6,1 \text{ s}$

Rozdíl času za který tramvaj zastaví a času potřebného k projetí dráhy s^+ bez zastavení:

$$t^+_{rozdl} = t - t^+_{normál} = 9,72 - 4,9 = 4,9 \text{ s}$$

Rozdíl času za který tramvaj zastaví a času potřebného k projetí dráhy s^- bez zastavení:

$$t^-_{rozdl} = t - t^-_{normál} = 12,15 - 6,1 = 6,1 \text{ s}$$

Časová ztráta vzniklá v důsledku brždění a rozjezdu tramvaje:

$$\Delta t = t^-_{roz} + t^+_{roz} = 4,9 + 6,1 = \underline{\underline{10,94 \text{ s}}}$$