

ČVUT v Praze Fakulta dopravní



**Sledování vozidel veřejné dopravy
v reálném čase**

Diplomová práce

Bc. PETR ČUCHAL

2014



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
d ě k a n**

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K620 Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Petr Čuchal

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Sledování vozidel veřejné dopravy v reálném čase**

Název tématu (anglicky): Monitoring of public transport vehicles in real time

Zásady pro vypracování

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

- Popis současného stavu sledování vozidel v reálném čase.
- Analýza systému automatického vyhodnocování dat z vozidel PID.
- Problematika určování času odjezdu ze zastávky.
- Vliv přesnosti zaměření polohy zastávek na vyhodnocování provozu.
- Návrh způsobu určování polohy zastávek pro systém MPV.

- Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Technické specifikace dodavatelů dopravních zařízení
Předpisy organizátora PID
Technická dokumentace systému MPV Net

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Šimůnek
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

5. července 2013

(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:

5. května 2014

- 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

L. S.

.....
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky

.....
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....
Bc. Petr Čuchal
jméno a podpis studenta

V Praze dne5. července 2013

Poděkování

Na tomto místě bych si dovolil vyjádřit poděkování všem, kteří mi pomohli při tvorbě této diplomové práce.

Hlavní poděkování patří vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Šimůnkovi za ochotu, vstřícnost a čas, který si na mě vyhradil. Jeho značné odborné zkušenosti v této oblasti mi pomohly získat mnoho cenných informací pro pochopení základních principů řešené problematiky.

Dále bych chtěl poděkovat všem pracovníkům organizace ROPID, kteří se podíleli na dílčích úkolech práce. Děkuji Ing. Oldřichu Kadavému za pomoc při práci se systémem MPV a při zajišťování změn souřadnic zastávkových sloupků, Ing. Tomáši Vršitému za asistenci při přeměňování GPS polohy zastávkových sloupků v terénu a poskytnutí některých informací a materiálů. V neposlední řadě také děkuji všem ostatním, kteří pomohli při realizaci průzkumu a přepisu dat do elektronické podoby. Za zapůjčení geodetické GPS děkuji Ústavu dopravní telematiky (K620) na ČVUT FD.

Děkuji své rodině za finanční, materiální i morální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mých studií a také za vytvoření vhodných studijních podmínek.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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

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

V Praze dne 5. května 2014

.....
Podpis

Abstrakt

Název práce:	Sledování vozidel veřejné dopravy v reálném čase
Typ práce:	diplomová
Autor práce:	Bc. Petr Čuchal
Vedoucí práce:	Ing. Jan Šimůnek
Škola:	ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Obor:	Dopravní systémy a technika
Rok:	2014

Předmětem této diplomové práce je problematika sledování vozidel veřejné dopravy v reálném čase a následné automatické vyhodnocování provozu. Práce popisuje, jaké způsoby sledování vozidel mohou být v dnešních podmínkách používány a podrobně se zabývá systémem „Monitorování provozu vozidel“, který je využíván v systému PID. Hlavní řešenou oblastí je vliv přesnosti zaměření polohy zastávek na automatické přiřazování časů odjezdů ze zastávek s cílem najít vhodnou metodu pro zjišťování GPS souřadnic zastávkových sloupků a určení požadované přesnosti jejich stanovení pro správnou funkci systému. Součástí práce jsou analýzy výsledků průzkumu, který byl proveden za účelem zjištění původní situace a v následných krocích také pro ověření, zda po realizaci nápravných opatření došlo ke zlepšení situace. Zároveň v nich byly hledány další vlivy, které mohou nepříznivě ovlivňovat přesnost systému automatického přiřazování časů odjezdů ze zastávek.

Klíčová slova:

Monitorování provozu vozidel, sledování vozidel, automatické vyhodnocování provozu, přiřazování časů odjezdů, zaměřování zastávek, Pražská integrovaná doprava

Abstract

Thesis title:	Monitoring of public transport vehicles in real time
Thesis type:	diploma
Thesis author:	Bc. Petr Čuchal
Thesis supervisor:	Ing. Jan Šimůnek
School:	CTU in Prague Faculty of Transportation Sciences
Branch:	Transportation Systems and Technology
Year:	2014

The subject of this diploma thesis is the monitoring of public transport vehicles in real time and the automatic traffic evaluation. The thesis describes, which vehicle monitoring methods can be used in today's conditions and in details deal with system "Monitorování provozu vozidel", which is used in the Prague Integrated Transport. The main solution area is the influence of the accuracy of stops position measurement in order to find an appropriate method for determining GPS coordinates of the stop signages and determination of the required accuracy of their determining for correct function of the system. Part of the thesis is analysis from results of surveys, that have been done in order to determine the initial situation and the subsequent steps also to verify, whether the implementation of corrective measures improve the situation. Simultaneously there were searched additional influences that can adversely affect the accuracy of the automatic departure times assignment from the stops.

Keywords:

Monitorování provozu vozidel, Monitoring of vehicles, automatic traffic evaluation, departure times assignment, stops measurement, Prague Integrated Transport

Obsah

Poděkování	3
Prohlášení	3
Abstrakt	4
Abstract	5
Obsah	6
Seznam použitých zkratk.....	8
1 ÚVOD	9
2 SLEDOVÁNÍ VOZIDEL V REÁLNÉM ČASE	10
2.1 Technologie GPS	11
2.2 Sledování vozidel v reálném čase v PID (systém MPV)	12
2.2.1 Desktopová aplikace (MPVDesktop)	18
2.2.2 Internetová aplikace (MPVNet).....	23
2.2.3 Komunikace vozidla se systémem MPV	34
3 PROVOZNÍ PODMÍNKY SLEDOVÁNÍ VOZIDEL	35
3.1 Stanovení času odjezdu ze zastávky.....	35
3.1.1 Algoritmus určování času odjezdu ze zastávky v MPV (výběr zprávy)	35
3.1.2 Zprávy zasílané z vozidel při komunikaci s MPV	37
3.2 GPS polohy zastávkových sloupků.....	41
3.2.1 Způsoby zaměření polohy zastávkových sloupků.....	42
3.2.2 Problémy spojené se zaměřováním polohy zastávek.....	43
3.3 Stanovení okrajových podmínek.....	44
3.4 Typy obsluhy zastávek	44
4 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE – PRŮZKUM.....	47
4.1 Přípravná fáze průzkumu.....	47
4.2 1. fáze průzkumu	48
4.3 2. fáze průzkumu	49
4.4 3. fáze průzkumu	49
5 VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU	50
5.1 Vyhodnocení 1. fáze průzkumu	50
5.1.1 Zastávky se správným přiřazováním časů odjezdů	51
5.1.2 Zastávky s nesprávným přiřazováním časů odjezdů	53
5.2 Přeměňování souřadnic zastávek	56
5.2.1 Měření geodetickou GPS (SHT ProMark 500).....	57
5.2.2 Ruční zaměření a vyčtení souřadnic z mapy	58

5.2.3	Úprava souřadnic zastávek v systému MPV.....	58
5.3	Vyhodnocení 2. fáze průzkumu	61
5.3.1	Úprava souřadnic zastávek v modemech.....	62
5.4	Vyhodnocení 3. fáze průzkumu	62
5.5	Vliv přesnosti zaměření zastávek na přiřazování časů odjezdů.....	67
5.6	Další možné vlivy na přesnost přiřazování časů.....	72
5.6.1	Ověření vlivu měřitelů.....	72
5.6.2	Ověření vlivu vozidel (modemů)	75
5.6.3	Neodesílání příznaků u lokalizačních zpráv.....	77
5.6.4	Ověření algoritmu výběru zpráv.....	78
6	ZÁVĚR	81
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	82
	Seznam příloh	83

Seznam použitých zkratek

ASDŘ-D.....	automatizovaný systém dispečerského řízení dopravy metra
ASW JŘ.....	databáze umožňující tvorbu grafikonů a jízdních řádů
AUDIS	dispečerský řídicí systém autobusů používaný DPP
CIS JŘ.....	Celostátní informační systém o jízdních řádech
ČD	České dráhy, a. s.
DORIS	dispečerský řídicí systém tramvají používaný DPP
DPP	Dopravní podnik hlavního města Prahy
FD ČVUT.....	České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS.....	Global Positioning System
GSM	Groupe Spécial Mobile
G-TEL.....	dispečerský systém společnosti TELMAX, s. r. o.
IMEI	jedinečné číslo modemu v systému MPV
MPV.....	Monitorování provozu vozidel
MPVDesktop.....	desktopová aplikace MPV
MPVNet	internetová aplikace MPV
PDA	Personal Digital Assistant
PID	Pražská integrovaná doprava
R4.....	rychlostní silnice
ROPID	Regionální organizátor Pražské integrované dopravy
RZ.....	registrační značka
S-JTSK.....	Jednotná trigonometrická síť katastrální
SMS.....	Short Message Service
SPZ	státní poznávací značka
SSZ	světelné signalizační zařízení
TOPOL	dispečerský systém společnosti APEX, s. r. o.
USA	Spojené státy americké
WGS 84.....	World Geodetic System 1984
XLS.....	přípona souborů vytvořených v aplikaci Microsoft Excel
XML.....	Extensible Markup Language
ZIS.....	zastávkový informační systém

1 ÚVOD

S neustále se rozvíjejícím pokrokem v oblasti informačních a telekomunikačních technologií se naskytují nové možnosti efektivního sledování polohy vozidel veřejné hromadné dopravy. Informace, které jsou získávány v reálném čase přímo z vozidel, je možné využít pro vyhodnocování provozu a informování cestujících o aktuálním zpoždění spojů. Hlavním úkolem je systém sledování vozidel neustále zlepšovat a získávat tak maximum možných informací, které budou co nejpřesněji odpovídat realitě. Tato práce se zabývá aplikací systému pro sledování vozidel na autobusech v Pražské integrované dopravě (PID), u kterých je situace nejsložitější, protože se pohybují přímo v dopravním proudu a je zde nejvíce faktorů, které mohou nepříznivě ovlivnit funkčnost celého systému.

V síti PID je pro sledování vozidel používán systém Monitorování provozu vozidel (MPV). Jedná se o software, který je schopen na základě příchozích zpráv o poloze z vozidel a porovnáním s jízdním řádem konkrétního spoje stanovit a přiřadit čas odjezdu konkrétního vozidla ze zastávky. V současné době je v systému PID využíván pro kontrolu provozu, správu vozidel a jejich plánovaných výkonů. Jednou z jeho klíčových vstupních hodnot pro vyhodnocování odchylek od jízdního řádu jsou GPS souřadnice polohy zastávkového sloupku, protože se jedná o systém fungující na principu technologie GPS. Získaná data jsou dále prezentována cestujícím prostřednictvím zastávkového informačního systému (ZIS) a ve volně přístupných veřejných internetových aplikacích. Data jsou dále také využívána v neveřejné části systému MPV pro hodnocení dopravců, získávání dalších provozních informací a pro případnou optimalizaci provozu a dispečerské řízení. Proto je z těchto důvodů velmi důležité zajistit, aby výstupy systému MPV odrážely skutečnou situaci provozu a neposkytovaly nesmyslné informace, které by naopak mystifikovaly cestující a poškozovaly dopravce.

Cílem této práce je prověření, zda automatické přiřazování časů odjezdů ze zastávek systémem MPV odpovídá skutečnosti v rámci stanovených tolerancí a určení, s jakou přesností jsou tyto časy přiřazovány. Dále je nutné posoudit vliv přesnosti zaměření GPS polohy zastávkových sloupků na přiřazování a výběr správné zprávy, jejíž čas odeslání bude nejlépe reprezentovat odjezd ze zastávky. Současně s tím je nutné provést kontrolu správného zaměření GPS polohy zastávkových sloupků a návrh způsobu jejich zaměření s určením, jaká přesnost zaměření je dostatečná pro správné fungování celého systému.

2 SLEDOVÁNÍ VOZIDEL V REÁLNÉM ČASE

Systemy pro sledování polohy vozidel v reálném čase patří dnes už ke standardnímu nástroji většiny dopravců, dopravních podniků či organizátorů integrovaných dopravních systémů. Existuje několik základních způsobů, jak je možné polohu vozidel sledovat:

- Určování polohy vozidel závislé na lidském faktoru – jedná se o neautomatizované monitorovací systémy, které potřebují pro svou správnou činnost lidskou obsluhu. Spolu s tím je ale do systému vnášena nepřesnost vlivem lidského faktoru.
 - Údaje z palubního počítače – podkladem pro určování polohy vozidel jsou data z palubního počítače (např. číslo linky, poslední vyhlášená zastávka, cílová zastávka apod.), případně v kombinaci s některým dalším parametrem (např. čas zavření dveří, uplynutí časové konstanty atd.). Zobrazovaná poloha vozidla je v tomto systému závislá přímo na řidiči a jeho správné obsluze palubního počítače.
 - Ruční zadávání skutečného času odjezdu vozidla – jedná se o systém, který je v současné době používán např. u vlaků. Spočívá v tom, že pracovník je přímo ve vizuálním kontaktu se sledovaným vozidlem a čas jeho odjezdu zadává přímo do systému.
- Pevná zařízení na trase vozidla – spočívá v rozmístění pevných zařízení do určitých významných bodů trasy vozidel a pokud vozidlo kolem tohoto bodu projede, bude systémem zaregistrováno. Toto řešení se hodí především pro drážní vozidla (např. tramvaje), které mají jasně danou trajektorii jízdy, lze ale samozřejmě použít i pro autobusy. V současnosti se nejčastěji používá technologie fungující na principu inframajáků či radiomajáků.
- Systémy využívající technologii GNSS (nejčastěji GPS) – jedná se o způsob monitorování vozidel, který spočívá ve znalosti aktuálních souřadnic polohy vozidla. Tento princip je vhodný a použitelný pro všechny druhy dopravy. Jsou dva základní přístupy k vyhodnocování odjezdů ze zastávek:
 - Čas vyhlášení zastávky a následného otevření a zavření dveří (případně po uplynutí určité časové konstanty při neotevření dveří pro průjezdy zastávek apod.).
 - Na základě znalosti aktuální polohy vozidla a jeho trasy se znalostí poloh zastávek (přiřazování polohových zpráv k plánované trase).

Jedním z hlavních úkolů a důvodů vzniku všech systémů pro sledování polohy vozidel je zlepšování kvality dopravy a toho je dosahováno především:

- Podáváním přesných informací cestujícím o aktuální poloze vozidel prostřednictvím informace o jejich zpoždění.
- Podáváním informací řidičům o aktuálním zpoždění návazných spojů pro dodržení přestupních vazeb.
- Umožněním podpory dispečerského řízení – informace o kolonách, odklony, kontrola nad vozidly.
- Umožněním kontroly, zda byly všechny plánované spoje odjety.

Aby bylo možné mít toto všechno pod kontrolou, je nutné vytvořit důmyslně fungující systém, který umožňuje co nejpřesněji monitorovat vozidla v reálném čase.

2.1 Technologie GPS

GPS (Global Positioning System) představuje navigační družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany USA a jeho prostřednictvím lze určit pozici na Zemi s přesností na několik metrů. Existují metody pro zvýšení přesnosti určení polohy až na 1 cm. Historie vývoje sahá již do konce 50. let 20. století. Původně byl tento systém určen pouze pro vojenské účely, ale v 80. letech byl uvolněn také pro civilní účely a je tvořen třemi segmenty:

- Kosmický segment – tvoří ho minimálně 24 družic umístěných na 6 téměř kruhových oběžných drahách. Družice jsou vzdálené 20 200 km od povrchu Země, pohybují se rychlostí 11 300 km/h a jejich počet je proměnlivý, protože dochází k jejich postupné obměně.
- Řídicí segment – tvoří ho pozemní hlavní řídicí centrum, pět monitorovacích stanic a tři vysílací stanice povelů.
- Uživatelský segment – tvoří ho samotné GPS přijímače sloužící pro příjem a zpracování GPS signálů. Podle použití je lze členit:
 - navigační – jsou na ně kladeny různé požadavky s ohledem na jejich předpokládané využití
 - geodetické – používají se pro velmi přesná měření v řádu milimetrů
 - přijímače pro časovou synchronizaci

Systém GPS pracuje v systému WGS 84 (World Geodetic System 1984), což je světově uznávaný geodetický standard. Jedná se o konvenční terestrický systém, ve kterém je definován souřadnicový systém, referenční elipsoid, a geoid pro geodézii a navigaci.

Hledaná poloha GPS přijímače je výsledkem geometrického protínání z měřených vzdáleností mezi anténou přijímače GPS a družicemi systému GPS. Vzdálenosti jsou určovány zpracováním signálu z družic, k čemuž slouží více metod a algoritmů podle toho, jaká veličina je zpracovávána. Nejvíce rozšířeny jsou GPS přijímače pracující na principu měření fáze kódu. Je

měření čas, za který signál překoná vzdálenost mezi družicí a přijímačem, následně se vynásobí rychlostí světla a získaný výsledek je hledaná vzájemná vzdálenost. Vypočítaná vzdálenost je ale zatížena mnoha chybami, proto je nazývána pseudovzdáleností. Největší vliv na přesnost určení polohy má chyba hodin, proto jsou družice vybaveny přesnými atomovými hodinami, které jsou monitorovány a srovnávány řídicím centrem. Chyby hodin v přijímačích jsou řešeny početně při měření v minimálním počtu ze 4 družic, další vlivy ovlivňující přesnost jsou např. chyby dráhy družic, atmosférické chyby, útlum signálu, vícecestné šíření signálu atd. Pokud jsou k dispozici opravené pseudovzdálenosti mezi přijímačem a družicí a jsou známy souřadnice družic, určení polohy přijímače je už potom dáno jednoduchou vektorovou rovnicí. Vzhledem k požadované výsledné přesnosti polohy se používá měření vzdáleností k družicím nebo se měří pouze změny vzdáleností. Pro jednoznačné určení polohy konkrétního bodu stačí změřit tři nezávislé vzdálenosti ke třem různým družicím. Plnohodnotného výsledku je dosaženo při znalosti čtyř vzdáleností (čtvrtá vzdálenost koriguje chybu hodin přijímače, jak již bylo výše uvedeno). Prostřednictvím systému GPS lze určit polohu bodu pomocí dvou základních metod:

- Absolutní určování polohy – souřadnice se určují v reálném čase v souřadnicovém systému WGS 84, pro měření lze použít pouze jeden GPS přijímač a vzdálenosti mezi přijímačem a družicemi jsou počítány pomocí pseudovzdáleností. Tato metoda je využívána hlavně pro navigační účely, protože lze dosáhnout jen metrové (při zavedení korekcí submetrové) přesnosti.
- Relativní určování polohy – využívá diferenciálních fázových měření a jsou měřeny současně nejméně dva GPS přijímače, přičemž výsledkem je relativní poloha těchto přijímačů. Poloha hledaného bodu je následně určena vzhledem k referenčnímu bodu, jehož geocentrické souřadnice jsou známy. Tato metoda je využívána v geodézii a lze dosáhnout milimetrové přesnosti.

Obě uvedené metody určování polohy bodu je možné použít pro statické (přijímač GPS je po dobu měření vzhledem k zemskému povrchu v klidu) i kinematické (přijímač GPS je po dobu měření vzhledem k zemskému povrchu v pohybu) určování polohy.

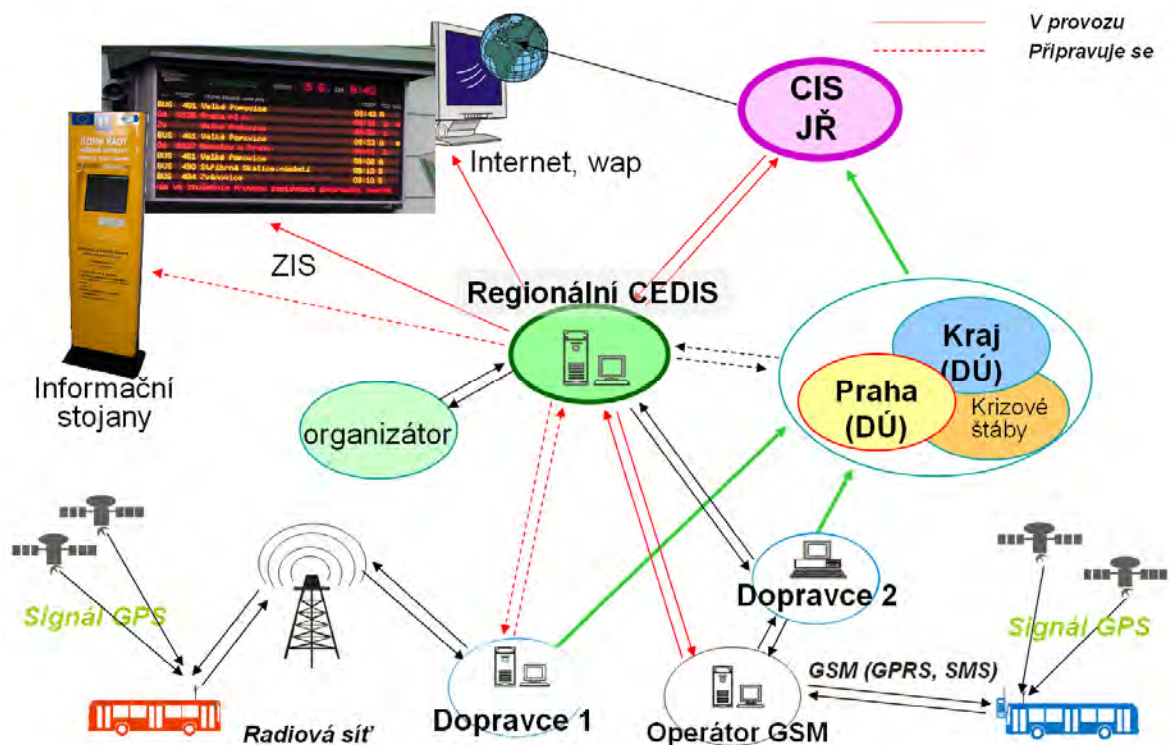
2.2 Sledování vozidel v reálném čase v PID (systém MPV)

Hlavním a prioritním důvodem, proč vůbec systém MPV vznikl, byla snaha vytvořit automatizovaný systém, který by umožnil zobrazování aktuálních zpoždění konkrétních spojů na ZIS a který by zároveň sloužil jako nástroj kontroly plnění nasmlouvaných výkonů pro objednatele dopravy.

První testování systému MPV probíhalo začátkem roku 2002, když bylo předtím několik vozidel dopravce skupiny Connex (dnes skupina Arriva) vybaveno zařízením schopným monitorovat polohu vozidla a aktuální stav provozu byl zobrazován na zastávkovém table v Jesenici. Princip fungování systému byl nejprve založen na posílání klasických textových SMS

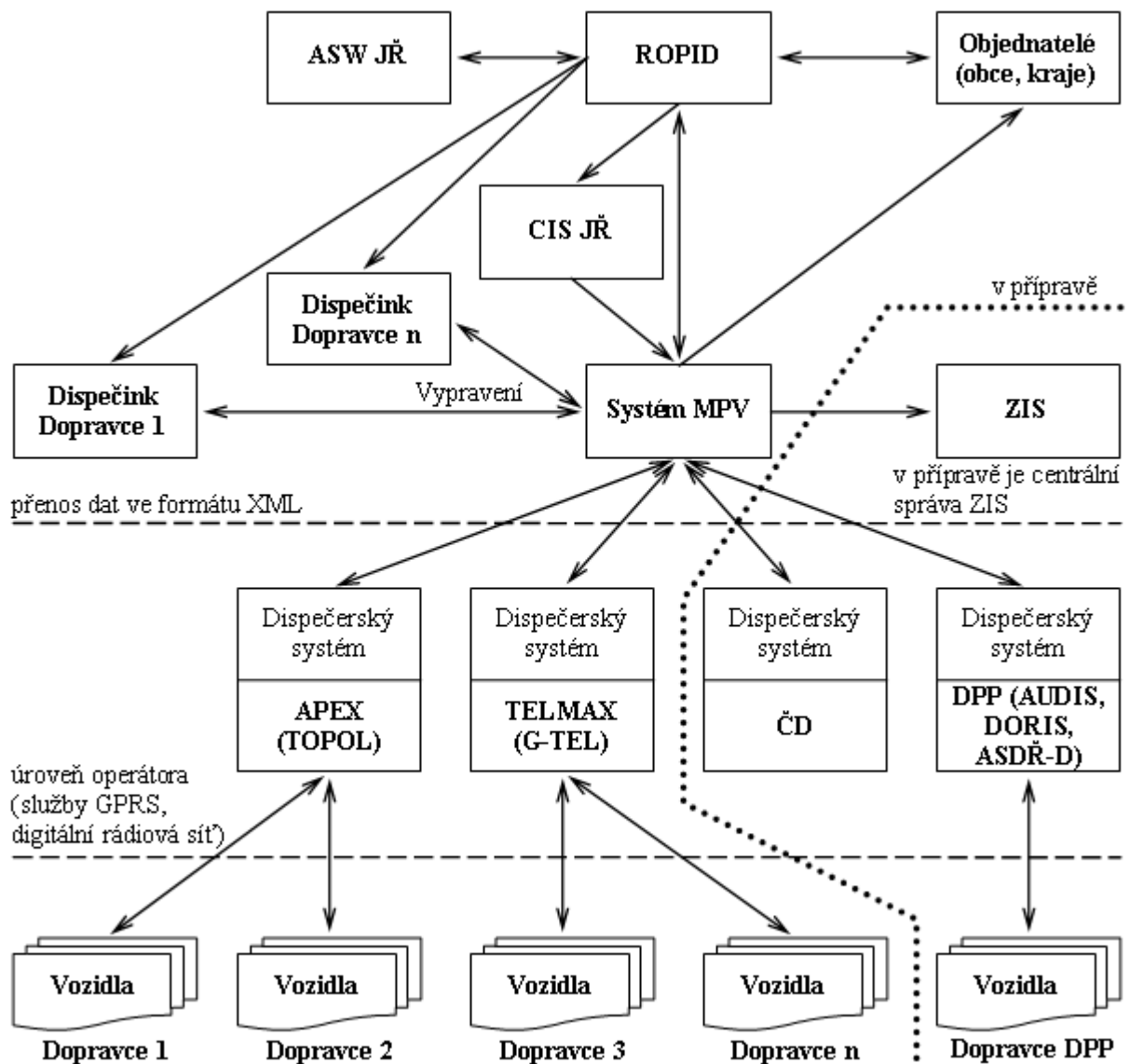
zpráv, přičemž byly tyto veškeré SMS zprávy o poloze i jako SMS zprávy hrazeny. SMS zprávy byly odesílány z vozidla na základě splnění nastavených parametrů, které bylo možné podle potřeby měnit a na základě zkušeností s fungováním byly také několikrát změněny. Nejdříve byl důvodem k odeslání zprávy časový rozdíl (byla stanovena hodnota rozdílu, při které se začaly posílat zprávy z vozidel) mezi palubním počítačem a jízdním řádem konkrétního spoje (to znamená, že posílání zpráv bylo přímo závislé na řidiči a na jeho vyhlašování zastávek). Pokud řidič neodhlašoval zastávky správně, jak měl, na zastávkovém table v Jesenici se začaly zobrazovat nesmyslné údaje. Dalším problémem bylo, že pokud vozidlo jelo včas, nebyla o něm žádná informace, což nesplňovalo požadavek na kontrolu výkonů objednatelem. V další fázi byla proto přidána podmínka, že SMS zpráva o poloze se zasílala ještě i při každém odjezdu daného spoje z výchozí zastávky, čímž byla zajištěna alespoň jedna zpráva o poloze z každého spoje. S rozvojem a lepší přístupností nových technologií se principy získávání dat o poloze v systému MPV zcela změnil. Postupem času se také začaly přidávat ještě další funkce, které zlepšují kontrolu nad vozidly a díky kterým je možné získat mnoho výstupů pro následné vyhodnocování provozu.

Od roku 2006 postupně vznikal nový systém MPV, kde již začaly úvahy o celkové nezávislosti systému sledování polohy vozidel na řidiči. Systém začal pracovat na jiné technologii a postupně se rozvíjel až do dnešní podoby. Cílem bylo, aby systém fungoval automaticky bez závislosti na vyhlašování zastávek. Tohoto efektu bylo dosaženo díky získávání dat o poloze nově pomocí technologie GPS. Vozidla zařazená do systému PID posílají v předem stanovených situacích zprávy o své aktuální poloze. Úkolem systému MPV je potom snaha z tohoto shluku zpráv vybrat jednu zprávu, která co nejlépe a nejpřesněji odpovídá skutečnému odjezdu vozidla z dané zastávky. Zjednodušené schéma současného stavu systému MPV s datovými toky je na obrázku č. 1.



Obr. 1 – Zjednodušené schéma současného stavu s toky dat kolem systému MPV, zdroj obrázku: [6]

Nejprve byla veškerá správa systému MPV realizována pouze prostřednictvím internetové aplikace. Pro ulehčení a zrychlení práce došlo později k rozdělení aplikací pro zadávání a prezentaci údajů. V současné době tvoří systém MPV dvě aplikace: MPVDesktop (slouží pro zadávání vstupních údajů) a MPVNet (slouží pro prezentaci údajů z provozu). Na následujícím obrázku č. 2 je podrobnější schéma toků dat v systému MPV.



Obr. 2 – Schéma současného stavu s toky dat kolem systému MPV

Nutné vybavení na jednotlivých vstupech, které je potřebné pro zajištění správného fungování systému MPV:

- ROPID (Organizátor) – klasický stolní počítač s přístupem k internetu, software MPVDesktop, databáze ASW JŘ (pro tvorbu jízdních řádů a výstupů do MPV).
- Vozidlo – palubní počítač, GSM modem, anténa GPS.
- Dispečink dopravce – klasický stolní počítač s přístupem k internetu, software MPVDesktop.
- Objednatelé dopravy – klasický stolní počítač s přístupem k internetu (kontrola odjetých výkonů a dodržování jízdních řádů).

Základním prvkem celého systému, kvůli kterému systém MPV vůbec vznikl, jsou vozidla jednotlivých dopravců. Vozidla musí být vybavena předepsanými zařízeními, aby mohla komunikovat s ostatními částmi systému. V předem stanovených situacích vysílají

prostřednictvím modemu do dispečerského systému zprávy o své aktuální poloze. Naopak mohou z dispečerského systému dostávat zprávy o aktuálním zpoždění návazných spojů či o současné dopravní situaci nebo jiné zprávy související s provozem od dispečerů.

Dispečinky dopravců zadávají do systému MPV prostřednictvím aplikace MPVDesktop oběhy vozidel, vypravení vozidel na každý den, změny ve vypravení (mimořádnosti, záměny vozidel atd.) a další údaje související s provozem jejich vozidel.

Dispečerský systém slouží k přijímání zpráv o poloze, případně dalších zpráv přímo z vozidel, provádí jejich zpracování do požadovaného formátu (formát XML) a odeslání do systému MPV. Dále přijímá zprávy o aktuálních návaznostech či jiné zprávy související s provozem ze systému MPV a převádí je do požadovaného formátu, aby je bylo možné předat do vozidel. Dispečerských systémů je obecně více a jeden dispečerský systém může využívat i více dopravců. Velcí dopravci mají své samostatné dispečerské systémy se samostatnou strukturou.

Organizátor ROPID na základě komunikace s objednateli dopravy připravuje jízdní řády prostřednictvím databáze ASW JŘ. Výstupy z této databáze dále posílá příslušným dispečinkům dopravců (výjimku tvoří někteří dopravci, kteří si data z databáze stahují sami) a do databáze celostátního informačního systému o jízdních řádech (CIS JŘ). Koordinační dispečink PID využívá výstupy ze systému MPV (sleduje provoz vozidel v reálném čase a případně provádí dispečerské zásahy do provozu, např. při mimořádných událostech navrhuje odklony apod.), doplňuje, kontroluje a případně opravuje či zadává další údaje související s provozem.

Zastávkový informační systém (ZIS) slouží k prezentaci výstupních dat systému MPV cestujícím přímo na zastávkách veřejné hromadné dopravy. Na elektronických panelech se zobrazují následující spoje, které budou zastávku obsluhovat spolu s aktuálním zpožděním zjištěným systémem MPV.

Systém MPV je hlavní částí schématu, do které míří a ze které vycházejí veškeré hlavní datové toky. Jako zdroj informací o veškerých spojích, které budou v daný den odjety, slouží pro systém MPV informační kanál z databáze CIS JŘ, odkud si MPV automaticky natáhne vše potřebné pro daný konkrétní den. Dalším informačním zdrojem systému jsou turnusy vozidel jednotlivých dopravců s vypravením konkrétních vozidel, které zadává na každý provozní den dispečink daného dopravce. Na základě zpracování těchto dat systém MPV provede přiřazení spojů z databáze CIS JŘ s reálným provozem a zkontroluje, zda jsou všechny spoje odjety. Vyhodnocuje přesnost provozu na základě polohových zpráv zaslaných určitým vozidlem na konkrétním spoji a takto získané výstupy poskytuje zpět dalším prvkům systému. Poskytuje:

- Informace o aktuálním zpoždění návazných spojů přímo do vozidel včetně informace o čekacích dobách a předpokládaném příjezdu.

- Informace o aktuálním zpoždění spojů do elektronických zastávkových tabel v rámci ZIS pro cestující. Tyto výstupy spolu s možností zobrazení spojů na mapě jsou pro cestující k dispozici i v rámci internetové aplikace.
- Informace o současné poloze a zpoždění vozidel konkrétního dopravce pro jeho dispečink.
- Informace o stavu provozu v širších souvislostech pro koordinační dispečink PID.
- Informace o provozu v konkrétní oblasti dané obce nebo kraje pro kontrolu plnění výkonů objednatelem.

Další předností systému MPV je, že je schopen některé kontrolní činnosti vykonávat zcela samostatně a posílat některé aktuálně zjištěné informace z provozu nebo pravidelné sestavy v předem daný čas automaticky na e-mailové adresy předem určených uživatelů.

Každý den se v 7:30, 8:00 a 8:30 vygeneruje e-mail „Vypravenost dopravců“, který pro každého dopravce obsahuje počet spojů na sledovaných linkách v rámci systému PID spolu s informací o počtu spojů, které nemohou být sledovány (spoje nebyly zařazeny do oběhu nebo nemají v systému přiřazené vozidlo). Pokud je u všech dopravců, na které má konkrétní uživatel nastavena práva, v poli „Počet spojů PID s nepřijíženým vozem“ hodnota 0, e-mail se vůbec neodešle.

Každý den ráno kolem 10:00 je systémem odesílám e-mail obsahující seznam vozidel, která byla předchozí den přiřazena k oběhu a ani jednou v období od 2:00 předchozího dne do 2:00 dne, kdy je odesílán e-mail, nevyslala polohovou zprávu.

Aplikace neustále prověřuje, zda byla na nějaký spoj zadána provozní změna o nejetí celého spoje. Pokud takový spoj nalezne a jsou splněny následující podmínky, vytvoří e-mail a zašle ho příslušným uživatelům:

- Je-li neodjetí spoje zadáno do systému více než 15 minut před odjezdem z výchozí zastávky, e-mail se pošle 15 minut před odjezdem z výchozí zastávky.
- Je-li neodjetí spoje zadáno do systému méně než 15 minut před odjezdem z výchozí zastávky a ne déle než 60 minut po dojezdu do cílové zastávky, e-mail je zaslán okamžitě.
- Je-li neodjetí spoje zadáno do systému více než 60 minut po dojezdu do cílové zastávky, e-mail se vůbec neodešle.

Aplikace při zjištění odchylek od jízdního řádu prověřuje, zda spoj na dvou po sobě následujících zastávkách (poslední zastávka spoje je ignorována) má zpoždění větší než 659 s nebo předjetí více než 119 s. Pokud je splněna jedna z těchto podmínek, je o této skutečnosti odeslán e-mail. E-mail nebude odeslán, pokud aplikace zjistí tuto skutečnost pozdě

(např. vozidlo je přiřazeno k oběhu až po odjetí spoje nebo až další den atd.). U vlaků je e-mail odeslán již při překročení těchto limitů v jedné zastávce.

Pokud je v předem stanovenou dobu, která je zadána ve sloupci „Začátek výkonu“ v aplikaci MPVDesktop, před odjezdem prvního spoje z výchozí zastávky zjištěno, že přiřazené vozidlo nevyaslalo ani jedinou zprávu, odešle se příslušným uživatelům e-mail s informací o této skutečnosti. Pokud systém nezaznamená odjezd z výchozí zastávky do 3 minut od pravidelného odjezdu dle jízdního řádu, následuje další informační e-mail.

2.2.1 Desktopová aplikace (MPVDesktop)

Aplikace, která je uložena přímo na počítači uživatele, případně na přenosném USB flash disku a jejím prostřednictvím se přistupuje k datům, která jsou uložena na vzdáleném serveru. Aplikace slouží k zadávání vypravení vozidel, změn v provozu (např. výměna vozidla, neodjetí části či celého spoje apod.). Dále jsou zde veškeré zprávy, které byly odeslány do vozidel a z vozidel, katalog oběhů, seznam vozidel dopravce, přehled mimořádností v provozu, seznam dopravců a linek, které provozují a nástroj pro správu uživatelských účtů spolu s nastavením přístupových práv. Přístup do aplikace je možný pouze po zadání uživatelského jména a hesla. Podrobnější popis jednotlivých záložek aplikace:

- Denní rozpisy oběhů – zde jednotliví dopravci na každý den vytváří oběhy a přiřazují k nim konkrétní vozidla. Oběhy lze vytvářet ručně (v praxi používáno jen mimořádně), nebo je lze vygenerovat z již předepsaných oběhů (více informací u záložky „Katalog oběhů“). Ukázka této záložky je na obrázku č. 3. Tabulka s oběhy obsahuje následující sloupce, některé údaje jsou povinné a některé nepovinné:
 - Kmenová linka – označení oběhu.
 - Pořadové číslo – pořadové číslo v rámci kmenové linky (toto číslo je také umístěno na viditelném místě v autobusu v reálném provozu).
 - PID – vyznačuje příslušnost oběhu do systému PID (zelený puntík znamená, že oběh je v PID, červený křížek potom, že oběh není v PID).
 - Skupina oběhů – číslo, pomocí kterého je možné oběhy sdružovat do skupin.
 - Typ vozu – předem stanovená hodnota, jaké vozidlo je požadováno na konkrétní oběh (možnosti: Mn = minibus, MnN = nízkopodlažní minibus, Md = midibus, MdN = nízkopodlažní midibus, Sd = standardní autobus, SdN = nízkopodlažní standardní autobus, Kb = kloubový autobus, KbN = nízkopodlažní kloubový autobus). Tuto položku může měnit pouze uživatel s právy na všechny dopravce (nemůže si ji upravovat sám dopravce).
 - Identifikace – v případě potřeby popis a poznámky k oběhu.
 - Spoje – seznam spojů, které patří do oběhu.

- Stav editace – zobrazení symbolu ruky u ručně zadaných a upravovaných oběhů k jejich rozlišení od oběhů vygenerovaných z katalogu.
- Poznámky z generování – zda generování proběhlo v pořádku nebo byl objeven problém (např. spoj nenalezen, časové překrývání spojů apod.).
- Spojů – počet spojů v oběhu.
- Návrhový vůz – pokud je na nějaký oběh používán stále stejný vůz, může zde být pro urychlení zadávání předepsán.
- Začátek výkonu – počet minut před odjezdem prvního spoje na oběhu z výchozí zastávky, kdy se v případě nevyslání zprávy zašle upozorňující e-mail na nastavenou adresu. Může nabývat hodnot -10 až 30 minut nebo být prázdná.
- QV – upozornění šipkou značí, že nebyla dodržena požadovaná kvalita vozu. Nastává při nasazení vozu s nižší kapacitou či neodpovídající kvality (např. Sd místo Kb či Sd místo Sdn).
- Přiřazený vůz – evidenční číslo vozu, který zajišťuje příslušný oběh.
- RZ – SPZ vozu, který zajišťuje příslušný oběh.
- Změny – červené kolečko indikuje, že na oběhu byla zadána provozní změna (změna vozidla či jiná mimořádnost).
- JŘ – červené kolečko indikuje, že po vygenerování oběhů došlo ke změně jízdního řádu některého spoje v oběhu.

Monitorování provozu vozidel - Denní rozpisy oběhů (POLKOST)

Soubor Úpravy Oběhy Zobrazit Data Sestavy Nápověda

PID PRAŽSKÁ INTEGROVANÁ DOPRAVA

Denní rozpisy oběhů Provozní změny Zprávy do/z vozů Katalog oběhů Vozy dopravce Výpadky provozu Dopravci a linky Uživatelé Log aplikací

Pá 06.12.2013 Jeden řádek pro spoje Zobrazit pokrytí spojů

Datum	Stav	Křmen.l.	Poř.	PID	Skup.	Typ	Spoje	Spojů	Zač.výkonu	Přířaz.vůz	RZ	Změny	JŘ
St 13.11.2013	●												
Čt 14.11.2013	●												
Pá 15.11.2013	●												
So 16.11.2013	●												
Ne 17.11.2013	●												
Po 18.11.2013	●												
Út 19.11.2013	●												
St 20.11.2013	●												
Čt 21.11.2013	●												
Pá 22.11.2013	●												
So 23.11.2013	●												
Ne 24.11.2013	●												
Po 25.11.2013	●												
Út 26.11.2013	●												
St 27.11.2013	●												
Čt 28.11.2013	●												
Pá 29.11.2013	●												
So 30.11.2013	●												
Ne 01.12.2013	●												
Po 02.12.2013	●												
Út 03.12.2013	●												
St 04.12.2013	●												
Čt 05.12.2013	●												
Pá 06.12.2013	●												
So 07.12.2013	●												
Ne 08.12.2013	●												
Po 09.12.2013	●												
Út 10.12.2013	●												

1/43 pid.mpvnet.cz ROPID Čuchal Petr

Obr. 3 – Záložka „Denní rozpisy oběhů“ v aplikaci MPVDesktop

- Provozní změny – slouží k zadávání změn při vypravení vozidel na jednotlivé spoje či na celé oběhy nebo při vzniku jiných mimořádností. Tabulka spojů obsahuje následující sloupce:
 - Linka – číslo linky.
 - Spoj – číslo spoje na dané lince.
 - Doba jízdy – datum a čas odjezdu z výchozí a příjezdu do koncové zastávky s kontrolou, zda není stejné vozidlo nasazené současně na několika spojích.
 - Ve směru – koncová zastávka spoje.
 - Sled – kontrola, zda nasazené vozidlo vyslalo alespoň jednu zprávu ze spoje (zelený puntík) nebo nevyslalo žádnou (červený puntík).
 - QV – upozornění šipkou značí, že požadovaná kvalita původně vypraveného vozidla nebyla dodržena.
 - QS – upozornění šipkou značí, že požadovaná kvalita skutečně vypraveného vozidla nebyla dodržena.
 - Změny – trojúhelník v tomto poli indikuje, že je na daném spoji více než jedna provozní změna.

- Část spoje – pokud jeden spoj jedou 2 vozidla (např. původně vypravené vozidlo odjelo pouze první polovinu spoje a na druhou polovinu bylo vysláno náhradní vozidlo), značí časové období spoje, které odjel původně vypravený vůz.
- Poznámka – slovní popis důvodu vzniku provozní změny.
- Zprávy do/z vozů – slouží jako nástroj k zasílání zpráv do vozidel, pro sledování a kontrolu doručování zpráv do vozidel včetně automatických zpráv o návaznostech. Tabulka je tvořena zprávami, přičemž jeden řádek tabulky odpovídá jedné zprávě a je tvořen následujícími sloupci:
 - msgid – identifikační kód zprávy.
 - Stav – symbol s aktuálním stavem zprávy (např. k zobrazení, čeká na odeslání, odesílá se, doručeno apod.).
 - Kanál – označení kanálu, jehož prostřednictvím je zpráva posílána.
 - Odesílatel – uživatelské jméno, ze kterého byla zpráva odeslána.
 - Uloženo – čas, kdy zpráva vznikla.
 - Poslední změna – čas poslední změny (kdy došlo k potvrzení doručení nebo vypršel timeout a zpráva nebyla doručena).
 - Dopravce – název dopravce, do jehož vozidla byla zpráva odeslána.
 - Vůz – evidenční číslo vozidla, do kterého byla zpráva odeslána.
 - RZ – SPZ vozu, do kterého byla zpráva odeslána.
 - IMEI – jedinečné číslo modemu ve vozidle.
 - Kategorie zprávy – položka pro automaticky chodící zprávy o návaznostech, kde je barevně rozlišeno, zda je určena pro čekající nebo přijíždějící autobus spolu s barevným vyznačením zpoždění obou autobusů.
 - Text – vlastní text zprávy, který se zobrazí na palubním počítači.
- Katalog oběhů – slouží k zadávání, správě a přípravě oběhů vozidel. Lze zde předepsat oběhy, nastavit jim parametry platnosti a pokud jsou tyto podmínky splněny, vygenerují se odtud aktuálně platné oběhy prostřednictvím volby v záložce „Denní rozpisy oběhů“. Oběhy lze do katalogu zadávat ručně nebo lze importovat ze souboru vygenerovaného z databáze ASW JŘ. Pro lepší práci se skupinami oběhů (např. oběhy na stejné kmenové lince) je zde možnost filtrace a následné úpravy některých oběhů najednou.

- Vozy dopravce – jedná se o seznam vozidel dopravce, kde jsou podrobné informace o jednotlivých vozidlech. Příklad seznamu vozidel je na obrázku č. 4 a tvoří ho následující sloupce tabulky:
 - Vůz v provozu – rozlišení, zda vozidlo je v provozu nebo mimo provoz.
 - PID – rozlišení, zda vozidlo má potřebné vybavení a je provozováno na linkách PID nebo nikoliv.
 - Evid.číslo – evidenční číslo vozidla v rámci systému PID.
 - RZ – SPZ vozidla s příslušným evidenčním číslem.
 - Typ – indikace, o jaké vozidlo se jedná z hlediska kapacity a bezbariérovosti (možnosti: Mn = minibus, MnN = nízkopodlažní minibus, Md = midibus, MdN = nízkopodlažní midibus, Sd = standardní autobus, SdN = nízkopodlažní standardní autobus, Kb = kloubový autobus, KbN = nízkopodlažní kloubový autobus).
 - Platnost od – datum zařazení vozidla do systému.
 - Platnost do – datum vyřazení vozidla ze systému.
 - Linka – pro lepší identifikaci poskytuje možnost uvést, na které linky bude vozidlo pravidelně nasazováno.
 - IMEI – číslo modemu, které musí být jedinečné v celém systému. Na základě této položky dochází k přiřazování polohových zpráv k jednotlivým evidenčním číslům vozidel.
 - Poznámka – libovolná textová poznámka k vozidlu.
 - Vybavení – podrobnější informace o vozidle včetně informací o odbavovacím systému instalovaném ve vozidle (např. palubní počítač, typ hlásiče, typy informačních panelů apod.).

Monitorování provozu vozidel - Vozy dopravce (filtr) (POLKOST)

Soubor Úpravy Zobrazit Data Sestavy Nápořevěda

PID PRAŽSKÁ INTEGROVANÁ DOPRAVA

Denní rozpisy oběhů Provozní změny Zprávy do/z vozů Katalog oběhů Vozy dopravce Výpadky provozu Dopravci a linky Uživatelé Log aplikací

PID	Evid. číslo	RZ vozu	Typ	Platnost od	Platnost do	Linka	IMEI	Pozn...	Vybavení
1001	25Y 2996	SdN	25.10.2010	neomezeně	232, 387	60063		Iveco Crossway LE, r.v.2010, první reg. 01.04.2010,	
1002	15M 1027	SdN	25.10.2010	neomezeně	232, 387	1010		Iveco Crossway LE, r.v.2010, první reg. 01.05.2010,	
1003	15X 5297	SdN	01.12.2011	neomezeně	232, 382, 387, 404, 409	1014		Iveco Crossway LE, r.v.2011, první reg. 01.05.2011,	
1006	954 3906	Sd	01.08.2010	neomezeně	232,382,387,404,409	1013		B 732, r.v.1994, první reg. 01.06.1994, GO 2004, USVC	
1007	954 3905	Sd	01.08.2010	neomezeně	232,382,387,404,409	60051		B 732, r.v.1993, první reg. 01.12.1993, GO 2000, USVC	
1008	954 3904	Sd	01.08.2010	neomezeně	232	1011		B 932, r.v.1995, první reg. 01.09.1995, GO 2009, USVC	
1009	25T 0250	SdN	28.06.2013	neomezeně	115	668855		Solaris 12m, první reg. 18.06.2013, JKZ MPC, interní,	
1010	25T 0313	SdN	28.06.2013	neomezeně	115	664425		Citybus, první reg. 17.06.2013, JKZ MPC, interní, LCD	
1601	15P 3247	KbN	30.03.2011	neomezeně	381,382,387	60076		Volvo, D9B360, r.v.2009, první reg. 01.03.2009, USVC	
1603	451 0025	Kb	neomezeně	neomezeně	381,382,387	60055		B 961, r.v.2004, první reg. 01.03.2004, USVC	
1604	15A 4498	KbN	04.06.2010	neomezeně	381,382,387	60069		MAN, r.v.2010, první reg. 01.02.2010, USVC 3.03.2345,	
1605	753 0604	KbN	22.10.2007	neomezeně	381,382,387	60058		MAN, r.v.2007, první reg. 01.09.2007, USVC 3.03.2345,	
1606	557 1217	Kb	20.03.2006	neomezeně	381,382,387	60077		B 961, r.v.2006, první reg. 01.11.2006, USVC	
1607	951 5455	KbN	19.10.2009	neomezeně	381, 382, 387	60074		MAN, r.v.2009, první reg. 01.10.2009, USVC 3.03.2345,	
1608	15X 6298	KbN	03.02.2012	neomezeně	381, 382, 387	60086		MAN, r.v.2012, první reg. 01.05.2012, USVC 3.03.2345,	
1609	459 6290	Kb	neomezeně	neomezeně	381, 382, 387	60062		B 961, r.v.2006, první reg. 01.02.2006, USVC	
1610	951 4028	KbN	15.10.2008	neomezeně	381,382,387	60052		MAN, r.v.2008, první reg. 01.03.2008, USVC 3.03.2345,	
1611	25R 9783	KbN	28.08.2013	neomezeně	381, 382, 387	665968		MAN, r.v.2013, první reg. 15.05.2013, JKZ MPC, interní,	
1612	KOA 46 78	Kb	neomezeně	neomezeně	381,382,387	60057		C 943E, r.v.2001, první reg. 01.03.2001, USVC	
1614	256 0555	Sd	neomezeně	neomezeně	409,410,426,435,492	60064		C 954, r.v.2003, první reg. 01.01.2003, USVC	
1615	256 1122	Mn	neomezeně	neomezeně	325,402,404,409,410,491,492	60056		MB 814 D, r.v.2003, první reg. 01.05.2003, USVC	
1616	557 1216	Sd	17.03.2006	neomezeně	232,381,382,387	60078		C 954E, r.v.2006, první reg. 01.09.2006, USVC	
1617	25H 8489	Sd	03.09.2012	neomezeně	232, 382, 387, 404	662528		Iveco Crossway, r.v.2012, první reg. 01.04.2012, JKZ	
1618	15A 3313	Mn	06.04.2010	neomezeně	325,402,404,410	9033		MB 818 D, r.v.2010, první reg. 01.09.2010, USVC	
1619	753 0847	Sd	06.11.2007	neomezeně	409,410,426,435,491,492	60061		MAN A74, r.v.2007, první reg. 01.08.2007, USVC	
1620	951 4655	Sd	neomezeně	neomezeně	409,410,426,435,491,492	60080		MAN A74, r.v.2008, první reg. 01.09.2008, USVC	
1621	753 0938	Sd	06.11.2007	neomezeně	409,410,426,435,491,492,609	60073		MAN A74, r.v.2007, první reg. 01.06.2007, USVC	
1622	KOA 38 93	Sd	neomezeně	neomezeně	381,382,387,409,410,491,492	60072		C 935, r.v.2000, první reg. 01.03.2000, USVC	

1/48 pid.mpvnet.cz ROPID Čuchal Petr

Obr. 4 – Záložka „Vozy dopravce“ v aplikaci MPVDesktop

- Výpadky provozu – pomocí této záložky se získávají informace o záměnách vozidel, nedodržení předepsaných typů vozidel a dalších mimořádnostech, které jsou zadány v záložce „Provozní změny“. Uživatelé se zobrazí pouze oběhy a výpadky dopravců, na které má nastavena práva.
- Dopravci a linky – číselník, který slouží ke správě dopravců v rámci systému PID a linek, jejichž provoz zajišťují.
- Uživatelé – záložka, která slouží ke správě uživatelských účtů a nastavování práv pro ně v rámci systému MPV.

2.2.2 Internetová aplikace (MPVNet)

Jedná se o internetovou aplikaci, která je dostupná odkudkoli, kde je připojení k internetu. Aplikace je rozdělena na veřejnou a neveřejnou část. Ve veřejné části aplikace je možné nalézt odjezdové tabule jednotlivých zastávek zařazených do systému PID, kde jsou aktuální zpoždění spojů a lze zde také zobrazit aktuální polohu právě jedoucích spojů na mapě. Aplikace je přístupná komukoli na adrese <http://www.mpvnet.cz/>. Odjezdové tabule pro mobilní telefony jsou na adrese <http://m.mpvnet.cz/>, nebo <http://www.kdymitojede.cz/>. Neveřejná část internetové aplikace slouží k zobrazování aktuální i starší (pro zpětné dohledávání) situace v provozu, kontrolu vypravení vozidel, generování sestav statistik provozu a dalších výstupů. Aplikace je umístěna na adrese <http://pid.mpvnet.cz/> a pro přístup je nutné zadat uživatelské

jméno a heslo. Dříve sloužila internetová aplikace i pro zadávání vstupních údajů, ale z důvodu ulehčení a zrychlení práce tuto funkci plně převzala aplikace MPVDesktop. Většinu sestav lze exportovat do formátu XLS, což je velmi výhodné, protože to umožňuje následné další zpracování získaných dat prostřednictvím tabulkových procesorů. Jediná internetová aplikace, ze které je možné zadávat údaje do systému MPV, je umístěna na adrese <http://pid.mpvnet.cz/m> a je určena především pro mobilní telefony. Její možnosti jsou samozřejmě omezeny na minimum a nelze s ní nahradit aplikaci MPVDesktop. S její pomocí je možné zadávat provozní změny nebo posílat zprávy do vozidel, což se využije nejčastěji v případech, kdy je potřeba tuto skutečnost zadat a není k dispozici počítač s aplikací MPVDesktop. Jednotlivé záložky v internetové aplikaci MPVNet:

- Provoz v číslech – umožňuje zobrazit informace o zpoždění a předjetí jednotlivých spojů v zastávkách. Tuto sestavu lze vygenerovat podle linek nebo vozidel pro jeden konkrétní den a lze najednou zvolit zobrazení jedné nebo více různých linek, respektive jednoho nebo více různých vozidel. Pokud bude zvolena konkrétní linka, zobrazí se všechny spoje této linky a oběhy s vozidly, které ji obsluhují. Jestliže zvolíme konkrétní vozidlo, v sestavě se vygenerují všechny spoje (napříč všemi linkami zadanými v obězích), které vozidlo v tento den zajišťuje. Zároveň je zde možnost získané výsledky řadit podle různých kritérií (např. podle oběhu a času, linky a času, sudé a liché spoje apod.). Ukázka záložky „Provoz v číslech“ je na obrázku č. 5 a obsahuje následující údaje:
 - Linka/spoj – číslo linky a spoje, které je případně doplněné o symbol vozičku (zobrazují se zde informace o kontrole a nasazení nízkopodlažních vozidel).
 - Ve směru – cílová zastávka spoje.
 - Čas jízdy – čas odjezdu z výchozí a příjezdu do koncové zastávky.
 - Oběh – pole tvoří ikona se symbolem vysílání (několik variant pro kontrolu a indikaci, zda vozidlo vysílalo lokalizační zprávy) a označení oběhu (kmenová linka a lomítkem oddělené pořadí vozidla).
 - Vůz – evidenční číslo vozidla, které je nasazené na spoji, přičemž symbol „#“ značí, že je jiné než původně vypravené.
 - RZ – SPZ vozidla, které je nasazené na spoji.
 - Ikona „M“ – při kliknutí na tuto položku dojde k zobrazení konkrétního spoje na mapě s vyznačením přiřazených časů odjezdů ze zastávek.
 - Odchyly spoje v zastávkách – barevné čárky zobrazují odchyly spoje od plánovaného průběhu jízdy podle jízdního řádu. U spoje, který je právě na trase, je jeho aktuální poloha vyznačena pomocí fialové kolečky v příslušné části trasy. Barevné čárky mohou být také poloviční, což znamená, že zpoždění

nebylo změřeno (nebyla nalezena zpráva, která by mohla být k zastávce přiřazena) a bylo odhadnuto na základě zpoždění v předchozí zastávce. Význam barev je následující (vztaženo k času podle jízdního řádu):

- červená – předjetí, které je rovno nebo větší než 60 s
 - oranžová – předjetí v intervalu od 59 s do 31 s
 - zelená – předjetí méně než 30 s a zpoždění do 179 s
 - modrá – zpoždění v intervalu od 180 s do 419 s
 - tmavě modrá – zpoždění, které je rovno nebo větší než 420 s
 - šedá – zpoždění nebylo změřeno (nebyla nalezena zpráva, která by mohla být k zastávce přiřazena) a nešlo ani dopočítat z předchozích hodnot
- Poznámka – poznámka ke spoji zadaná v rámci provozních změn.

Při kliknutí na položku „Linka/spoj“, „Ve směru“ nebo „Čas jízdy“ bude zobrazeno okno s detailním výpisem zastávek a hodnotami změřených časových odchylek v nich s přesností na sekundy.

Při kliknutí na položku „Oběh“ budou spolu s časovými odchylkami na všech spojích ze všech zastávek v rámci oběhu zobrazeny také všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci oběhu s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

Při kliknutí na položku „Vůz“ nebo „RZ“ budou spolu s časovými odchylkami na všech spojích ze všech zastávek, které vozidlo za celý den obslouží, zobrazeny také všechny zprávy vyslané z vozidla s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

Při kliknutí na položku „Odchyly spoje v zastávkách“ budou spolu s časovými odchylkami na tomto jednom konkrétním spoji zobrazeny také všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci tohoto spoje s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

100381/69	♿	Zásmuky,,nám.	00:00 - 01:02	♿	381/9 *	1607	9S1 5455	M	
100382/1	♿	Sázava,,aut.st.	05:18 - 05:31	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100382/14	♿	Praha,,Háje	05:51 - 07:08	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/33	♿	Zásmuky,,nám.	13:30 - 14:39	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
230039/13		Kolín,,aut.st.	15:15 - 15:40	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
230039/16		Zásmuky,,nám.	15:50 - 16:20	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/46	♿	Praha,,Háje	16:21 - 17:30	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/53	♿	Kutná Hora,,aut.st.	18:00 - 19:40	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/62		Zásmuky,,nám.	20:22 - 20:51	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/68	♿	Praha,,Háje	22:25 - 23:27	♿	381/9	1637	2S7 4594	M	
100381/14		Praha,,Háje	06:20 - 08:00	♿	381/10	1603	4S1 0025	M	
100382/27		Sázava,,aut.st.	14:20 - 15:37	♿	381/10	1603	4S1 0025	M	
100382/54		Praha,,Háje	16:31 - 17:48	♿	381/10	1603	4S1 0025	M	
100382/51		Sázava,,aut.st.	18:45 - 20:02	♿	381/10	1603	4S1 0025	M	
100381/1	♿	Zásmuky,,nám.	04:15 - 04:39	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100381/12	♿	Praha,,Háje	06:21 - 07:30	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100387/35	♿	Uhliřské Janovice,,nám.	13:15 - 14:34	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100387/52	♿	Mukařov	14:56 - 15:45	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100382/44	♿	Praha,,Háje	15:45 - 16:18	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100381/49	♿	Zásmuky,,nám.	16:30 - 17:39	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100381/64	♿	Praha,,Háje	20:51 - 22:00	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	
100387/60	♿	Mukařov	22:00 - 22:52	♿	381/32	1630	1SX 5117	M	

Obr. 5 – Záložka „Provoz v číslech“ v aplikaci MPVNet

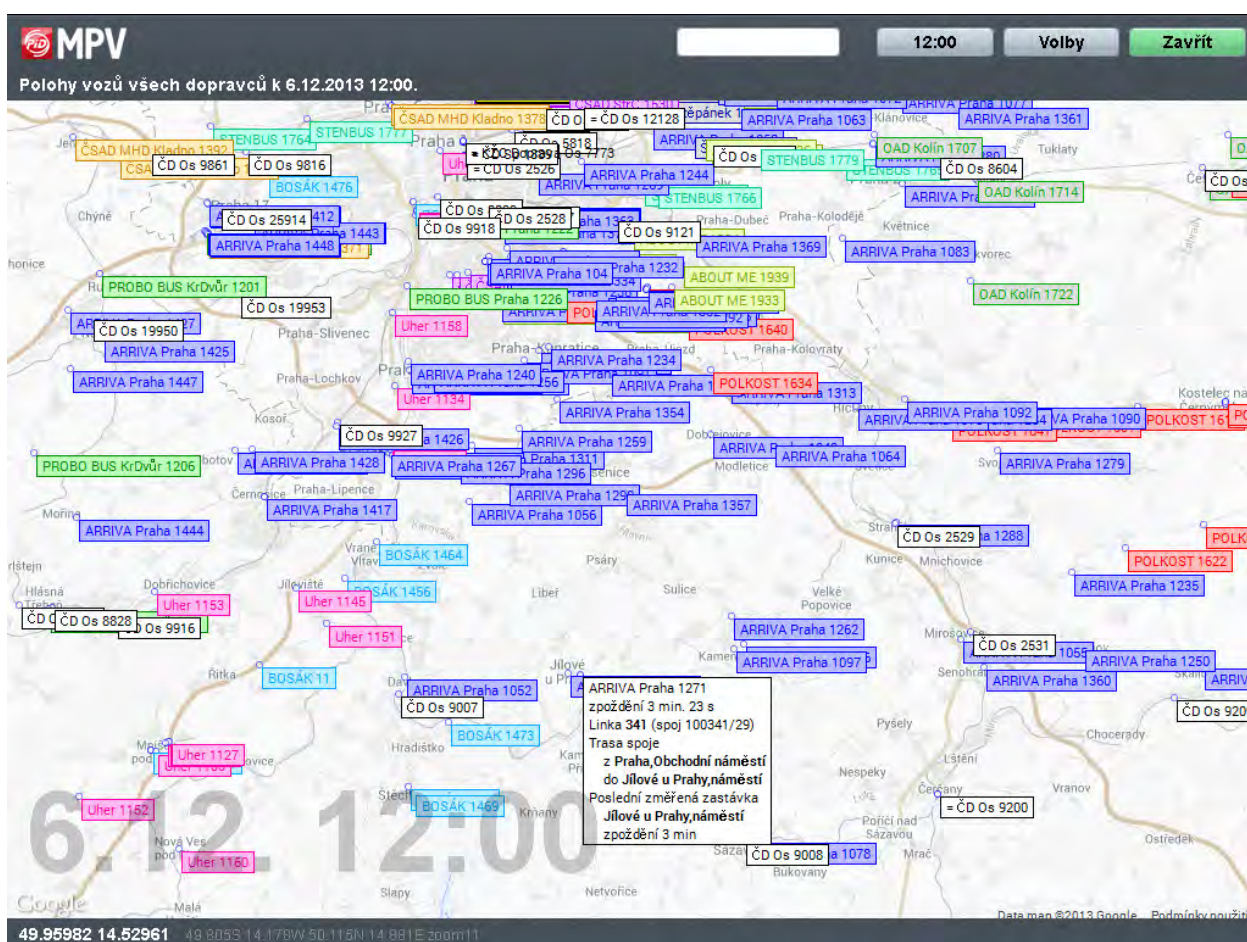
- Situace v mapě – slouží k zobrazení jednotlivých vozidel na mapě. To, jaká vozidla se budou zobrazovat konkrétnímu uživateli, záleží na nastavení jeho práv v aplikaci MPVDesktop. Je zde také možnost filtrace s nastavením, která vozidla se mají v mapě zobrazit (např. všechna vozidla na konkrétní lince/linkách, vybrané vozidlo/vozidla na základě evidenčního čísla či registrační značky). Vozidla jsou v mapě označena barevnými obdélníky, pomocí kterých jsou odlišena vozidla jednotlivých dopravců. Zobrazování vozidel lze přepnout do barevného režimu podle jejich aktuálního zpoždění (barevné schéma zpoždění odpovídá barvám uvedeným výše), což je dobrý a přehledný nástroj zejména pro dispečery. V obdélníku, který reprezentuje konkrétní vozidlo, je implicitně zobrazen pouze čas a datum odeslání poslední zprávy z vozu. Další položky, které mohou být zobrazeny v obdélníku, záleží na konkrétních požadavcích každého uživatele a může si je nastavit ve volbách aplikace (jedná se o dopravce, evidenční číslo vozidla, RZ vozidla, alias linky, číslo linky/spoje a typ vozidla). Po najetí kurzorem myši na konkrétní vozidlo se zobrazí další podrobnosti (zpoždění, výchozí a cílová zastávka, poslední změřená zastávka atd.). Při kliknutí myši na vozidlo se zobrazí podrobnosti o poslední polohové zprávě.

Na mapě lze prostřednictvím záložky „Provoz v číslech“ zobrazit celý spoj se všemi zprávami, které z něj do systému dorazily (provádí se kliknutím na ikonu „M“). Jednotlivé zprávy o poloze jsou na mapě zobrazeny bílými tečkami a trasa spoje fialovou křivkou (jedná se o spojnicu zastávek). Zastávky, u kterých došlo k přiřazení času odjezdu na základě příchozí zprávy o poloze, jsou vyznačeny plným fialovým kolečkem. Zastávky, v jejichž okruhu nedošlo k odeslání polohové zprávy a čas odjezdu byl pouze dopočítán na základě předchozí hodnoty, jsou označeny fialovým kolečkem s bílým středem. Po

přizoomování mapy se u každé zprávy o poloze vedle tečky zobrazení v rámečku čas, kdy byla daná zpráva odeslána.

Pokud je mapa již zobrazena v okně, lze s ní pracovat dále samostatně. Je možné měnit čas, ve kterém chceme zobrazit polohu vozidel, do vyhledávacího řádku se zadávají parametry, pomocí kterých se na mapě zobrazí požadované informace. Vozidla je možné sledovat také „online“ s obnovováním stránky po 30 s.

Na následujícím obrázku č. 6 je mapa se zobrazením všech dopravců včetně vlaků (barevně rozčleněno podle jednotlivých dopravců).



Obr. 6 – Záložka „Situace v mapě“ v aplikaci MPVNet

- Okamžitá zpoždění – tato záložka slouží k zobrazení zpožděných a předjetých odjezdů ze zastávek u jednotlivých spojů. Pro vygenerování tabulky je nutné nastavit dopravce, den, sledované časové období, požadované parametry zpoždění a předjetí, po jejichž překročení se odjezd ze zastávky dostane do tabulky. Je možnost vybrat i pouze počáteční, koncové či mezilehlé zastávky. Výsledná sestava obsahuje následující položky:
 - Oběh – kmenová linka/pořadí.
 - Linka/spoj – číslo linky a spoje, které je případně doplněné o symbol vozičku (zobrazují se zde informace o kontrole a nasazení nízkopodlažních vozidel).

- Ve směru – konečná zastávka spoje.
- Plán.čas – čas odjezdu ze zastávky podle jízdního řádu.
- Zastávka – zastávka, ve které byly překročeny zvolené parametry.
- Ikona „M“ – při kliknutí na tuto položku dojde k zobrazení konkrétního spoje na mapě s vyznačením přiřazených časů odjezdů ze zastávek.
- Odchylna – hodnota změřené časové odchylky od jízdního řádu.
- Dopravce, poznámka – název dopravce a případné poznámky, které byly zadány v rámci provozních změn.

Po kliknutí na pole „Oběh“ je možné získat informace o časových odchylkách na všech spojích ze všech zastávek v rámci oběhu a budou zobrazeny také všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci oběhu s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

Po kliknutí na pole „Linka/spoj“, „Ve směru“, „Plán.čas“ nebo „Zastávka“ je možné získat okno s detailním výpisem zastávek a hodnotami změřených časových odchylek v nich s přesností na sekundy.

Po kliknutí na pole „Odchylna“ nebo „Dopravce, poznámka“ je možné získat informace o časových odchylkách na tomto jednom konkrétním spoji a budou také zobrazeny všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci tohoto spoje s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

- Doprava v obcích – pomocí této záložky lze generovat sestavy o spojích, které projíždějí určitou zastávkou nebo několika zastávkami na území určité obce v rámci jednoho dne spolu s údaji o jejich odchylce od jízdního řádu. Pro zobrazení je nutné vybrat datum, zvolit konkrétní zastávku či obec (automaticky se nabízí pouze zastávky, které jsou ve zvolený den obsluhovány), linku/linky (automaticky se nabízí pouze linky, které vybrané zastávky obsluhují) a lze zvolit způsob řazení do výsledné tabulky. Vygenerovaná sestava obsahuje tyto položky:
 - Linka/spoj – číslo linky a spoje, které je případně doplněné o symbol vozíčku (zobrazují se zde informace o kontrole a nasazení nízkopodlažních vozidel).
 - První zastávka v obci – tato položka se zobrazuje pouze při výběru území obce.
 - Čas – v případě výběru území obce představuje čas odjezdu z první zastávky spoje na území obce, při výběru konkrétní zastávky potom čas odjezdu z této zastávky.
 - Ve směru – konečná zastávka spoje.

- Ikona „M“ – při kliknutí na tuto položku dojde k zobrazení konkrétního spoje na mapě s vyznačením přiřazených časů odjezdů ze zastávek.
- Oběh – kmenová linka/pořadí.
- Odchylka – hodnota změřené časové odchylky od jízdního řádu.
- Poznámka – poznámky, které byly zadány v rámci provozních změn.

Po kliknutí na pole „Linka/spoj“, „První zastávka v obci“, „Čas“ nebo „Ve směru“ lze získat okno s detailním výpisem zastávek a hodnotami změřených časových odchylek v nich s přesností na sekundy.

Po kliknutí na pole „Oběh“ lze získat informace o časových odchylkách na všech spojích ze všech zastávek v rámci oběhu a budou zobrazeny také všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci oběhu s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

Po kliknutí na pole „Odchylka“ nebo „Poznámka“ lze získat informace o časových odchylkách na tomto jednom konkrétním spoji a budou také zobrazeny všechny zprávy vyslané z vozidla v rámci tohoto spoje s vyznačením příslušnosti zpráv k zastávkám.

- Statistiky – má velmi podobnou funkci jako záložka „Doprava v obcích“. Slouží ke zjišťování časových odchylek spojů, které projíždějí určitou zastávkou nebo územím obce za zvolené časové období. Výsledná sestava již neobsahuje podrobné informace s výpisem jednotlivých spojů, ale pouze souhrnnou tabulku s procentuálním vyjádřením přesnosti provozu. Tabulku lze seřadit podle různých kritérií a obsahuje následující pole:
 - Linka – číslo linky, pro kterou je příslušný řádek tabulky počítán.
 - Spojů – počet spojů, které projedou zvolenou zastávkou nebo územím obce ve vybraném časovém období.
 - Sledovaných – první část pole představuje počet spojů na lince zařazených do oběhu, který má přiřazené vozidlo s vyplněným číslem IMEI. Druhá část pole vyjadřuje procentuální podíl sledovaných spojů (podíl vypravených spojů ke všem spojům podle jízdního řádu).
 - Nezjištěných – jedná se o podmnožinu z počtu spojů v poli „Sledovaných“. První část pole představuje počet spojů na lince zařazených do oběhu, který má přiřazené vozidlo s vyplněným číslem IMEI, ale vozidlo na spoji nevysílalo. Druhá část pole vyjadřuje procentuální podíl nezjištěných spojů, který je vztažen k počtu sledovaných spojů.
 - Zastavení – počet zastavení v zastávkách na základě zvolených parametrů.
 - Na sledovaných – první část pole představuje spoje s přiřazeným vozidlem v zastávkách spadajících do vybrané množiny zastávek (pokud měly spoje

přiřazeno vozidlo v celé trase, je tato hodnota získána vynásobením počtu sledovaných spojů linky s počtem zastávek spadajících do vybrané množiny, ve kterých spoj zastavoval). Druhá část pole vyjadřuje procentuální podíl vůči všem zastavením ve zvolené oblasti.

- Na nezjištěných – součet všech zastavení v zastávkách spadajících do vybrané množiny na nezjištěných spojích (vozidlo nevysílalo). Druhá část pole vyjadřuje procentuální podíl vůči počtu sledovaných zastavení.
- Kategorie odchylek na zastaveních sledovaných spojů – veškeré odjezdy spojů ze zastávek jsou zde rozčleněny do jednotlivých kategorií odchylek od jízdního řádu, které jsou pro lepší přehlednost ještě barevně odlišeny. Barevné schéma odpovídá výše uvedenému členění jako v záložce „Provoz v číslech“, přičemž hodnota „Nezjištěno“ (šedá barva) představuje součet zastavení, kde není změřené ani dopočítané zpoždění a výsledný procentuální podíl je vztažený vůči poli „Na sledovaných“.
- Další sestavy – záložka slouží k získání dalších sestav s informacemi o statistikách provozu:
 - Přesnost provozu – pomocí této sestavy lze zjistit časové odchylky od jízdního řádu za celého dopravce, jednotlivé linky, spoje nebo vozidla za zvolené časové období. Výsledná tabulka obsahuje následující položky:
 - Linka – číslo linky, linka/spoj nebo pole vůbec není obsaženo (záleží na úvodní volbě, podle čeho se má tabulka seskupovat).
 - Dopravce – název dopravce.
 - Zastavení – počet zastavení linky nebo spoje (závisí na nastavení).
 - Zjištěných – počet odjezdů ze zastávek, kde vozidla vysílala s procentuálním vyjádřením.
 - V toleranci – počet odjezdů ze zastávek v toleranci (předjetí méně než 30 s a zpoždění do 179 s) s procentuálním vyjádřením.
 - Mimo toleranci – počet odjezdů ze zastávek mimo toleranci (rozdíl polí „Zjištěných“ a „V toleranci“) s procentuálním vyjádřením.
 - Zpoždění – počet odjezdů ze zastávek se zpožděním (zpoždění je rovno nebo větší než 180 s) s procentuálním vyjádřením.
 - Předjetí – počet odjezdů ze zastávek s předjetím (59 s až 31 s) s procentuálním vyjádřením.

- Nepřijatelné předjetí – počet odjezdů ze zastávek s nepřijatelným předjetím (předjetí rovno nebo větší než 60 s) s procentuálním vyjádřením.

Po vygenerování sestavy je možnost kliknout na volbu „Rozšířená sestava“, která přidá další podrobnější dělení intervalů hodnot poždění.

- Nadstandardy – tuto sestavu je možné generovat za celého dopravce, po jednotlivých linkách nebo spojích a slouží k ověření dodržování garantované nízkopodlažnosti vozidel, která je stanovena jízdním řádem. Výsledná tabulka obsahuje následující položky:
 - Linka – číslo linky, linka/spoj nebo pole vůbec není obsaženo (záleží na úvodní volbě, podle čeho se má tabulka seskupovat).
 - Dopravce – název dopravce.
 - Počet zastavení dle JŘ, na něž bylo vypraveno – počet zastavení, na která bylo vypraveno vozidlo.
 - S garantovaným nízkopodlažním vozidlem – počet zastavení, na která bylo garantováno nízkopodlažní vozidlo s procentuálním vyjádřením.
 - Počet zastavení dle JŘ, na něž bylo vypraveno, po provozních změnách – počet zastavení, na která bylo vypraveno vozidlo po provozních změnách.
 - S nízkopodlažním vozem – počet zastavení, na která bylo nasazeno nízkopodlažní vozidlo s procentuálním vyjádřením.
 - Garantovaná NP odjetá nízkopodlažním vozidlem – počet zastavení, na která bylo garantováno a také nasazeno nízkopodlažní vozidlo s procentuálním vyjádřením.
- Odjezdy z výchozích zastávek – sestava poskytuje informace o časových odchylkách při odjezdech z výchozích zastávek a lze ji generovat za celého dopravce, po jednotlivých linkách, spojích nebo vozech.
 - Linka – číslo linky, linka/spoj nebo pole vůbec není obsaženo (záleží na úvodní volbě, podle čeho se má tabulka seskupovat).
 - Dopravce – název dopravce.
 - Zastavení – počet zastavení ve výchozích zastávkách.
 - Zjištěných – počet odjezdů z výchozích zastávek, kde vozidla vysílala s procentuálním vyjádřením.

- V toleranci – počet odjezdů z výchozích zastávek v toleranci (0 s až 59 s) a procentuální vyjádření.
 - Zpoždění 1-3 min. – počet odjezdů z výchozích zastávek se zpožděním 60 s až 179 s a procentuální vyjádření.
 - Zpoždění 3-7 min. – počet odjezdů z výchozích zastávek se zpožděním 180 s až 419 s a procentuální vyjádření.
 - Zpoždění 7-10 min. – počet odjezdů z výchozích zastávek se zpožděním 420 s až 599 s a procentuální vyjádření.
 - Zpoždění >10 min. – počet odjezdů z výchozích zastávek se zpožděním rovno nebo více než 600 s a procentuální vyjádření.
 - Předjetí 1-30 s – počet odjezdů z výchozích zastávek s předjetím 30 s až 1 s a procentuální vyjádření.
 - Předjetí 31-59 s – počet odjezdů z výchozích zastávek s předjetím 59 s až 31 s a procentuální vyjádření.
 - Předjetí >1 min. – počet odjezdů z výchozích zastávek s předjetím, které je rovno nebo větší než 60 s a procentuální vyjádření.
- Vypravenost – tato záložka je určena ke kontrole vypravení oběhů a vysílání jednotlivých vozidel. Na základě volby v nastavení si lze vybrat mezi těmito dvěma sestavami:
 - Vypravenost – sestavu lze generovat za konkrétní den, týden či měsíc, za jednoho nebo všechny dopravce a seřadit data je možné podle dne nebo dopravce. Pomocí této sestavy lze získat informace o tom, kolik oběhů má daný dopravce příslušný den odjet a kolik jeho oběhů má v systému přiřazené vozidlo. Vygenerovaná tabulka obsahuje tato pole: „Doprovce“ (název dopravce), „Datum“, „Plán“ (kolik oběhů má být vypraveno dle aplikace MPVDesktop), „Vyjelo“ (kolik oběhů má již v aplikaci MPVDesktop přiřazené vozidlo), „Vozy“ (aktivní po kliknutí, bude vysvětleno dále), „Poznámka“ (vygenerovaná textová informace o stavu vypravení). Pole „Plán“ a „Vyjelo“ jsou v sestavě obsaženy 2x – jednou pro oběhy v rámci PID a podruhé pro oběhy mimo PID.

Po kliknutí na název dopravce v poli „Doprovce“ se zobrazí seznam oběhů dopravce na daný den včetně vypravených vozidel. Seznam oběhů tvoří následující pole:

- Oběh – kmenová linka/pořadí.
- PID – vyznačuje příslušnost/nepříslušnost oběhu do systému PID.
- Vůz – evidenční číslo vozidla přiřazeného k oběhu.

- RZ – SPZ přiřazeného vozidla.
- Poznámka – informace přenesená ze sloupce „Identifikace“ ze záložky „Denní rozpisy oběhů“ z aplikace MPVDesktop.

Po kliknutí na ikonu v poli „Vozy“ u konkrétního dopravce se zobrazí seznam vozidel dopravce, který je platný v daný den:

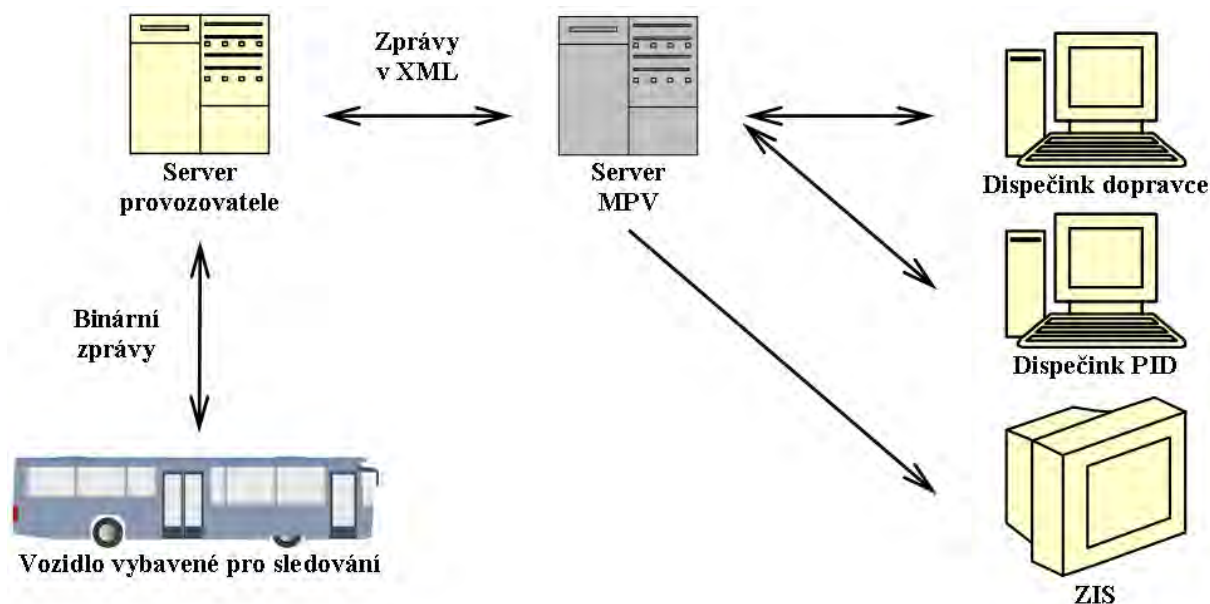
- Vůz – evidenční číslo vozidla přiřazeného k oběhu.
 - RZ – SPZ přiřazeného vozidla.
 - IMEI – číslo modemu, které musí být jedinečné v celém systému.
 - V oběhu – pokud bylo vozidlo daný den přiřazeno k oběhu, objeví se v tomto poli příslušný symbol.
 - Počet zpráv – počet polohových zpráv, které vozidlo vyslalo od 2:00 daného dne do 2:00 následujícího dne.
 - Nesoulad – pokud bylo vozidlo daný den přiřazeno k oběhu a nevyslalo ani jedinou zprávu o poloze, objeví se v tomto poli příslušný symbol.
- Vysílající vozy – sestavu lze generovat za konkrétní den, týden či měsíc pouze za jednoho dopravce. Výstupem sestavy je seznam všech vozidel dopravce doplněný informacemi o stavu vysílání jednotlivých vozidel ve zvoleném období. Stav vysílání je reprezentován barevnými symboly:

- bez barvy – vozidlo nebylo přiřazeno k oběhu a nevysílalo
- zelená tečka – vozidlo nebylo přiřazeno k oběhu a vysílalo
- zelený obdélník – vozidlo bylo přiřazeno k oběhu a vysílalo
- červený obdélník – vozidlo bylo přiřazeno k oběhu a nevysílalo

Je zde možnost kliknout na volbu „Jen nevysílající vozy“, která zobrazí pouze nevysílající vozidla přiřazená k oběhu (s červeným obdélníkem). Kliknutím na volbu „Všechny vozy“ se sestava vrátí do původního stavu.

2.2.3 Komunikace vozidla se systémem MPV

Komunikace mezi vozidlem a systémem MPV probíhá tak, že vozidlo posílá binární zprávy na server provozovatele, ten je převede do datového formátu XML a následně odešle na server MPV. Je možné zasílat zprávy i ze systému MPV do vozidla, což funguje na zcela opačném principu. Zjednodušené schéma této komunikace je na obrázku č. 7.



Obr. 7 – Zjednodušené schéma komunikace vozidla se systémem MPV

Aby bylo vozidlo možné sledovat, musí být opatřeno určitým předepsaným vybavením a jednou z hlavních komponent je modem s anténou GPS. Modem slouží ke zprostředkování přenosu dat mezi vozidlem a řídicím centrem. Každý modem má své jedinečné číslo IMEI, se kterým systém MPV pracuje. Podle čísla IMEI, jehož vysílání systém zaznamená, vyhledá v katalogu vozů evidenční číslo vozidla, ke kterému je toto číslo přiřazeno. Pro správné fungování sledování je nezbytně nutné mít správně přiřazena čísla IMEI spolu s odpovídajícími vozidly, ve kterých jsou příslušné modemy nainstalovány.

3 PROVOZNÍ PODMÍNKY SLEDOVÁNÍ VOZIDEL

Aby bylo možné sledovat vozidla a přitom automaticky vyhodnocovat odjezdy ze zastávek, je nutné vytvořit určité podmínky a stanovit parametry, na jejichž základě bude celý systém fungovat.

3.1 Stanovení času odjezdu ze zastávky

Hlavním problémem při řešení automatického přiřazování zpráv k odjezdu ze zastávky je správné stanovení okamžiku odjezdu ze zastávky. Existuje totiž mnoho možností a způsobů, jak se vozidlo může v zastávce chovat a je velmi složité navrhnout systém, který bude univerzálně fungovat ve všech situacích, které mohou nastat. Jestliže budeme uvažovat sledovací systém, který za čas odjezdu ze zastávky bere okamžik vyhlášení zastávky, dostává se do systému značná nepřesnost vlivem lidského faktoru. Některý řidič vyhláší zastávku ještě před příjezdem do ní, jiný když v zastávce již stojí, další třeba když už ze zastávky odjíždí a pokud řidič zapomene zastávku zahlásit vůbec, bude údaj o času odjezdu zcela chybět nebo dojde k zaznamenání nesmyslného údaje, protože zastávka bude vyhlášena na úplně jiném místě. V případě, že bude pro jiný monitorovací systém zvolen jako okamžik odjezdu ze zastávky čas zavření dveří vozidla, opět to nemusí být ideální řešení. Prvním zásadním nedostatkem je skutečnost, že dveře nemusí být za všech okolností otevírány. Obzvláště v dopravním systému, kde jsou zastávky na znamení, je tento způsob stanovení času odjezdu krajně nevyhovující. Možná je také kombinace těchto dvou metod, ale přesto je fungování systému přímo závislé na řidiči, což není zcela výhodné.

Samozřejmě je téměř nemožné zjišťovat zcela přesné časy odjezdů vozidel ze zastávek pomocí automatického systému. Správně navržený systém by se měl k těmto přesným hodnotám co nejvíce přiblížit. Proto jsou nastaveny tolerance, které lze považovat za vyhovující hodnoty.

3.1.1 Algoritmus určování času odjezdu ze zastávky v MPV (výběr zprávy)

V systému MPV je výchozí hodnotou pro stanovení času odjezdu z dané zastávky GPS poloha zastávkového sloupku, proto je velmi důležité, aby byla co nejpřesněji stanovena. Bod reprezentující polohu zastávkového sloupku je středem kruhu o poloměru 60 m. Pokud je z této oblasti zaznamenáno více zpráv z vozidla, za čas příjezdu do zastávky je považována první zpráva z této oblasti. Naopak za čas odjezdu je potom považována poslední zpráva z tohoto kruhu a jestli je mezi nimi zpráva typu R (rozjezd), je upřednostněna. Pokud je poslední zpráva typu R z vymezeného okruhu vyslána více než 5 s před pravidelným odjezdem spoje dle jízdního řádu, je za čas odjezdu ze zastávky považována poslední zpráva z okruhu. Je-li zpráv typu rozjezd v oblasti zastávky více (např. pokud se vozidlo rozjíždělo několikrát), bude k obslužení zastávky přiřazena poslední zpráva tohoto typu. Systém přiřazování uvažuje předjetí vozidla maximálně 10 minut a maximální zpoždění 40 minut, přičemž se snaží minimalizovat sumu předjetí a zpoždění (algoritmus se při výběru zprávy snaží vyhnout větším

hodnotám předjetí). Dále pokud si algoritmus může vybrat, preferuje přiřazení, aby se co nejméně měnilo zpoždění (tedy aby nedocházelo k příliš velkým skokovým změnám zpoždění). Pokud z nějakého důvodu nedojde z okruhu zastávky k odeslání zprávy a systém nemůže přiřadit čas obslužení zastávky, použije se hodnota časové odchylky z předchozí zastávky, která se aplikuje na předpokládaný čas obslužení zastávky podle jízdního řádu. Takovéto přiřazení času odjezdu ze zastávky potom dostane příznak „kopie“ a není směrodatnou hodnotou, protože se jedná o pouhý odhad. V případě, že zpráva přijde ještě při stání v zastávce před pravidelným odjezdem, nedojde zatím k žádnému přiřazení, čas odjezdu se považuje za nezměřený – použije se hodnota z předchozí zastávky (příznak „kopie“) a algoritmus čeká na další zprávy. Pokud je již po čase odjezdu, nastaví se prozatímní zpoždění, přestože vozidlo ještě neodjelo a narůstá do doby, než vozidlo zastávku skutečně opustí. Je-li mezi zprávami prodleva více než 5 minut, algoritmus na jejich okrajích zpoždění nenastaví. Pokud je jízdní doba mezi zastávkami nebo doba čekání v zastávce větší než 30 minut a z okruhu vymežující prostor zastávkového sloupku nepřišla zpráva, nepřihadí se k odjezdu příznak „kopie“, ale „nezjištěn“. Do algoritmu přiřazování bylo doplněno pravidlo pro zamezení problémů v případech, kdy autobus neprojde cílovou zastávkou (např. pokud je spoj prázdný) a zajíždí rovnou přímo na odstav bez výstupu cestujících, je zde totiž riziko, že při dalším spoji v opačném směru bude nesprávně zaznamenán čas odjezdu spoje a systém ho vyhodnotí jako příjezd předchozího spoje do zastávky.

Zpoždění se automaticky přenáší na následující zastávky, pokud bylo v druhé nebo další zastávce na spoji změřeno. Systém nastaví toto zpoždění spolu s příznakem kopie na všechny následující zastávky s dobou jízdy nižší než 40 minut od místa změření. Jestliže do této doby vozidlo již dojede na konečnou zastávku a pokračuje dalším spojením, zpoždění je uvedeno ještě i na prvních 5 zastávkách tohoto následujícího spoje. Pokud je v zastávce mezi příjezdem a odjezdem více než 30 minut, predikce zpoždění je zastavena a vloží se hodnota nezjištěn. Zpoždění je predikováno z odjezdu ze zastávky na příjezd do následující zastávky. Při predikci z příjezdu do zastávky na odjezd se zpoždění vynuluje, protože se předpokládá, že řidič v zastávce počká. Pokud je v zastávce čekací doba (včetně čekání mezi dvěma spoji na konečné), je zpoždění o tuto dobu sníženo (max. na hodnotu nula), přičemž se nerozlišuje, zda následující spoj začíná ve stejné zastávce, ve které předchozí spoj skončil. U vlaků funguje celý systém predikce trochu jinak.

Systém MPV pracuje přímo s GPS souřadnicemi jednotlivých zastávkových sloupků, proto bylo nutné stanovit, co je to GPS poloha zastávkového sloupku. V současné době je za GPS polohu zastávkového sloupku pro potřeby systému sledování vozidel považován okraj vozovky v úrovni zastávkového sloupku.

3.1.2 Zprávy zasílané z vozidel při komunikaci s MPV

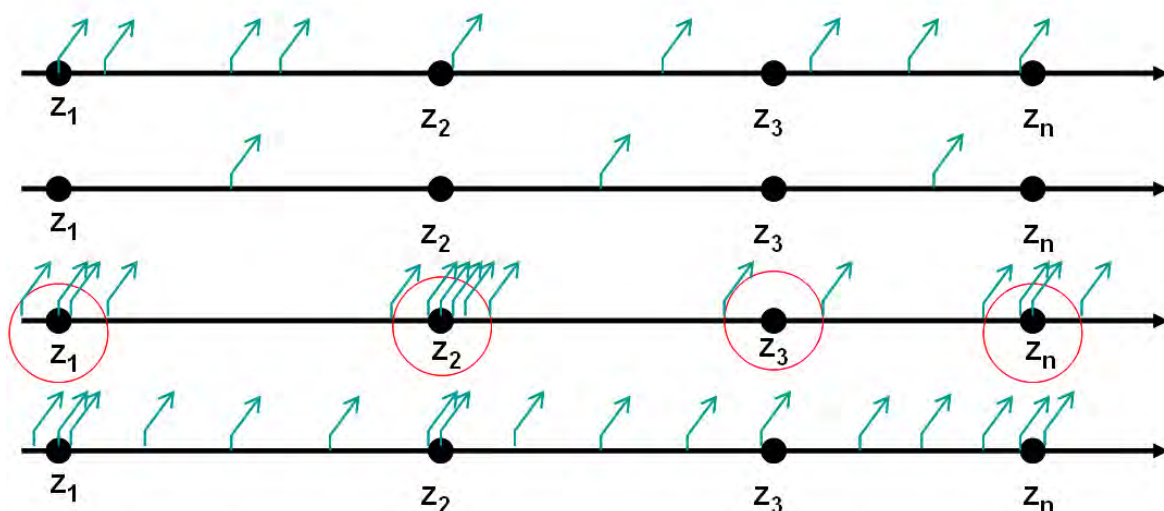
V systému MPV je několik možných druhů zpráv při vzájemné komunikaci mezi vozidlem a serverem:

- Lokalizační zprávy – při splnění stanovených podmínek jsou vozidlem automaticky odesílány, četnost a podmínky jejich odesílání závisí na konkrétním nastavení modemu ve vozidle. Na základě místa a času odeslání těchto zpráv dochází k vyhodnocení a přiřazení času odjezdu ze zastávky algoritmem systému MPV. Pro lepší zhodnocení situace by v ideálním případě měl s každou zprávou přijít i její příznak, tedy důvod, proč byla odeslána. Zde jsou uvedeny jednotlivé příznaky zpráv (ne všechny jsou používány), se kterými je v současné době možné pracovat:
 - R (rozjezd) – vozidlo při rozjezdu překročilo stanovenou rychlost
 - T (timeout) – po uplynutí stanoveného časového limitu
 - L (vzdálenost) – po ujetí stanovené vzdálenosti
 - P (palubní počítač) – manipulace s palubním počítačem (vyhlášení zastávky, pokud je vozidlo vybaveno dveřními kontakty, tak i otevření/zavření dveří)
 - X – po překročení stanovené rychlosti
 - A – odchýlení od kurzu
 - G – změna platnosti GPS, která nastává při ztrátě a znovuzískání signálu
 - D – vjezd do území zastávkového sloupku (do okruhu 60 m kolem sloupku)
 - Z – výjezd z území zastávkového sloupku (z okruhu 60 m kolem sloupku)
 - S – stop, vjezd/výjezd z území zastávky
- Automatické zprávy – generují se automaticky na základě souboru s návaznostmi, jsou zasílány do příslušných vozidel, která mají mezi sebou návaznost, a jsou zobrazeny přímo na palubním počítači. Obsahují informaci, zda návazný spoj jede včas, případně jaké má zpoždění, jaká je čekací doba na přestup a zda se tato návaznost stíhá. Při přečtení zprávy (stisknutím příslušného tlačítka na palubním počítači) se z vozidla automaticky odesílá potvrzení o přečtení zprávy.
- Informační zprávy – textové zprávy, které jsou manuálně zasílány dispečerem prostřednictvím aplikace MPVDesktop přímo na palubní počítač a přednastavené zprávy, které může naopak řidič posílat dispečerovi prostřednictvím palubního počítače. Při přečtení zprávy (stisknutím příslušného tlačítka na palubním počítači) se z vozidla automaticky odesílá potvrzení o přečtení zprávy.

- Ostatní zprávy – jedná se o servisní zprávy, pomocí kterých lze nastavovat parametry pro vysílání lokalizačních zpráv z konkrétního modemu, slouží také pro aktualizace souřadnic zastávkových sloupků apod.

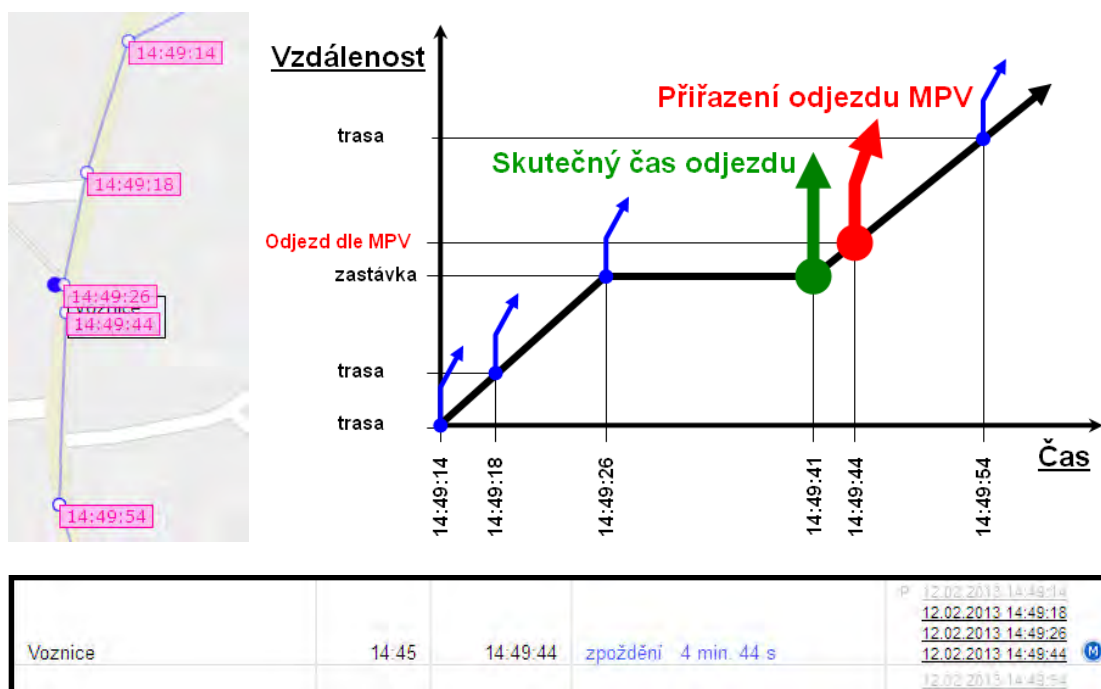
Z důvodu podchycení co největšího počtu možností, kterými může dojít k obslužení zastávky, je nutné nastavit více podmínek pro odesílání lokalizačních zpráv. Nejdůležitější je, aby lokalizační zprávy přicházely z prostoru zastávek a mohly tak být přiřazovány k odjezdům. Zprávy, které chodí z trasy, poskytují zase dobrý přehled o pohybu vozidla. Způsob nastavení modemů ve vozidlech a z toho vyplývající hustota vysílání lokalizačních zpráv přímo ovlivňuje výsledky přesnosti celého sledovacího systému. Čím více zpráv má systém v prostoru dané zastávky k dispozici, tím více je potom možností při výběru zprávy charakterizující odjezd ze zastávky. Vyšší počet zpráv z prostoru zastávky automaticky neznamená zvýšení přesnosti přiřazování zpráv, do toho potom vstupuje algoritmus výběru správné zprávy. Pokud ale systém nemá z čeho vybírat, nemůže dosáhnout požadované přesnosti při sebelepším algoritmu. Následující obrázek č. 8 upozorňuje na možné problémy při různém nastavení modemů:

- První řádek může představovat modem, kde je nastaveno zasílání lokalizačních zpráv pouze po uplynutí určitého časového limitu s tím, že vozidlo zastavovalo jen na některých zastávkách.
- Druhý řádek může být modem s nastavením vysílání zpráv také po uplynutí určitého časového limitu, ale všechny zastávky byly projety vysokou rychlostí.
- Třetí řádek ilustruje zavedení 60 m okruhů kolem zastávkových sloupků, po jejichž překročení by měly být odeslány zprávy vjezd a výjezd do území zastávkového sloupku.
- Čtvrtý řádek může představovat opět vysílání po uplynutí určitého časového limitu, který je ale nastaven na nižší hodnotu.



Obr. 8 – Příklady různých nastavení parametrů v modemech vozidel, zdroj obrázku: [10]

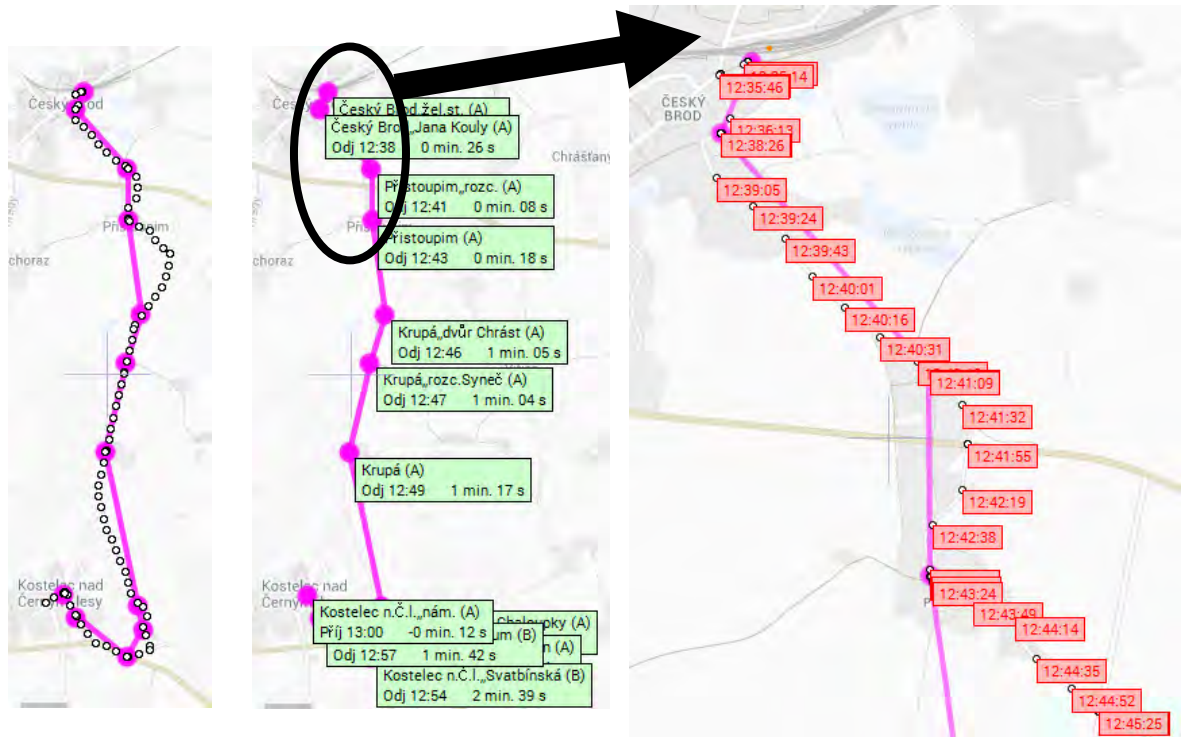
Důvodem pro odesílání takového množství lokalizačních zpráv různých typů je dobré popsání trasy vozidla s cílem, aby systém MPV měl k dispozici dostatečný počet zpráv pro výběr jedné, která bude charakterizovat okamžik odjezdu ze zastávky. Snaha je minimalizovat (ideálně zcela eliminovat) veškerá přiřazení časů odjezdů, která byla odhadnuta z předchozích hodnot. Příklad správně stanoveného času odjezdu je na následujícím obrázku č. 9.



Obr. 9 – Ukázka správného přiřazení času odjezdu a výpočtu zpoždění v zastávce Voznice

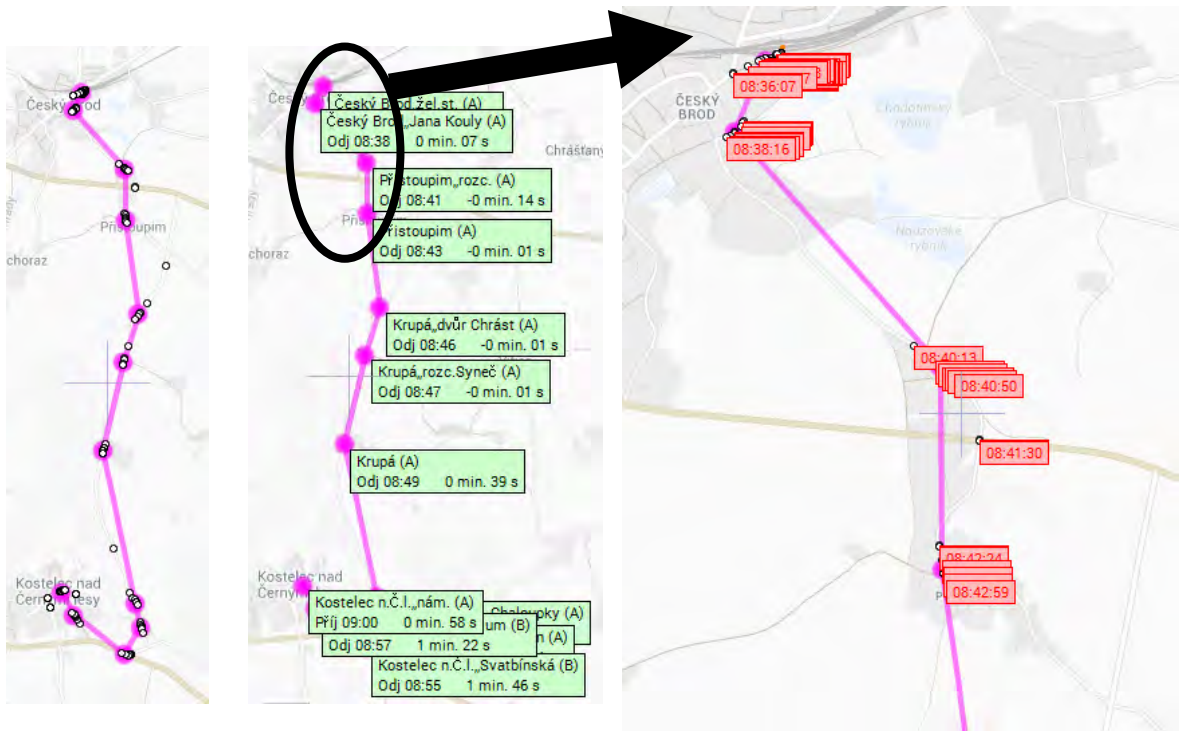
Jak již bylo výše uvedeno, parametry odesílání lokalizačních zpráv (zejména typů R, T, L, X) lze libovolně nastavovat a ovlivňovat tím hustotu vysílání zpráv z vozidel. V síti PID je používáno několik možných způsobů nastavení modemů:

- Vozidlo vysílá téměř kontinuálně, protože interval pro odesílání zpráv typů T a L je nastaven na velmi nízkou hodnotu a vysílání zpráv z vozu je tak velmi časté, přičemž se trefuje i do poloh zastávek. V modemech nejsou uloženy GPS souřadnice zastávkových sloupků. Zpráva, která je prostorově nejbližší stanovené poloze zastávky nebo která lépe vystihuje obsluhu zastávky (pokud je zpráva ve stejném nebo podobném místě více), je systémem porovnávána s jízdním řádem a dojde k vyhodnocení. Výhodou tohoto způsobu je poměrně podrobné monitorování trasy daného vozu a přesnější informace o jeho poloze v čase. Nevýhodou je větší zatěžování serveru MPV a zejména při rychlých průjezdech u zastávek na znamení může dojít k nepřičtení zprávy, protože se nastavené parametry netrefí do 60 m vymezeného okruhu kolem zastávkového sloupku. Příklad z jízdy vozidla s takto nastaveným modemem je na obrázku č. 10.



Obr. 10 – Ukázka vozidla s modemem nastaveným na téměř kontinuální vysílání (v modemu nejsou uloženy souřadnice zastávek)

- Vozidlo vysílá téměř výhradně z prostoru zastávek, jejichž polohu má uloženou v databázi. GPS souřadnice zastávkových sloupků jsou uloženy v modemu a vůz vysílá zprávy výhradně z těchto poloh. Interval pro odesílání zpráv typů T a L je nastaven na větší hodnotu než v předchozím případě a vysílání zpráv z vozu je tak omezeno na minimum. Výhodou tohoto způsobu je úspora systémových prostředků na serveru MPV, protože vozidlo zasílá převážně jen zprávy, které se využijí pro stanovení času odjezdu ze zastávky. Značnou nevýhodou je ale hůře popsaná trasa vozidla v důsledku menšího počtu zpráv z mezizastávkových úseků. Ukázka jízdy s takto nastaveným modemem je na obrázku č. 11.



Obr. 11 – Ukázka vozidla s modemem nastaveným na vysílání výhradně z prostoru zastávek (zadáním souřadnic zastávek přímo do modemu)

- Existuje i kombinace obou způsobů, kdy interval pro odesílání zpráv typů T a L je nastaven na nízkou hodnotu spolu s uloženými GPS souřadnicemi zastávkových sloupků v modemu. Toto nastavení minimalizuje problémy spojené s nepřifazováním časů odjezdů při průjezdech u modemů bez souřadnic zastávek.

3.2 GPS polohy zastávkových sloupků

V době, kdy byl systém MPV uváděn do provozu v síti systému PID, bylo nutné zaměřit velké množství zastávkových sloupků v poměrně krátkém čase. Dalším problémem bylo, že zaměřovací technologie v této době nedosahovala takové přesnosti jako dnes a počet měřících zařízení byl značně omezen. Příklad této měřící techniky je na následujícím obrázku č. 12.



Obr. 12 – Měřící technika používaná pro zjišťování GPS poloh zastávek v době vzniku MPV, foto: autor

3.2.1 Způsoby zaměření polohy zastávkových sloupků

Existuje mnoho možností, jak lze změřit polohu zastávkových sloupků. Jednotlivé metody se navzájem značně liší v časové a finanční náročnosti měření, ale i ve výsledné přesnosti zaměření. Příklad metod, které lze použít pro získání souřadnic zastávkových sloupků:

- Ruční přijímač GPS – v tomto případě je nutné, aby měřitel byl vybaven zařízením, které je schopné přijímat GPS signál. Měřitel musí být fyzicky přítomen na každé zaměřované zastávce. Při samotném určování polohy se měřitel s GPS přijímačem postaví do požadované polohy (v tomto případě okraj vozovky v úrovni zastávkového sloupku) a provede zaměření polohy. Tato metoda je časově a finančně velmi náročná, protože nutnost přítomnosti měřitele na každé zastávce je podmíněna přesuny po změření polohy na další místa, které jsou nejčastěji prováděny osobními vozidly. Pouze v případě často obsluhovaných zastávek (např. na území Prahy) je možné použít prostředky veřejné hromadné dopravy. V regionu, kde je dopravní obslužnost výrazně nižší, je použití VHD pro přesuny prakticky nepoužitelné. Příklad ručního GPS přijímače je na obrázku č. 13.



Obr. 13 – Ruční GPS přijímač, který lze použít pro zjištění GPS souřadnic polohy, foto: autor

- Geodetická GPS – jedná se o velice přesný GPS přijímač, který je schopen dosáhnout přesnosti až v řádu milimetrů. Další výhodou tohoto přístroje je, že měření je prakticky nezávislé na denní době a na aktuálním počasí. Celé zařízení je poměrně drahé a rozměrné, proto v případě jeho použití při zaměřování poloh zastávek je nutné využití osobního vozidla. Zaměření je realizováno umístěním přístroje do požadované polohy (v tomto případě okraj vozovky v úrovni zastávkového sloupku) a zaznamenáváním GPS poloh po určitou dobu. Následně dojde k výpočtu průměru z naměřených hodnot a je získána výsledná poloha. Celé měření je proto finančně i časově velmi náročné, ale je dosaženo nejvyšší možné přesnosti. Geodetická GPS je na následujícím obrázku č 14.



Obr. 14 – Geodetická GPS SHT ProMark 500 v poloze pro měření, foto: autor

- Ruční zaměření z mapy – při tomto způsobu měření je nutná znalost přibližné polohy zastávek. V kombinaci s kvalitní ortofotomapou současných webových serverů (např. <http://www.mapy.cz>, <https://maps.google.cz>) a při využití moderních aplikací (např. Google Street View) lze stanovit přibližnou GPS polohu zastávkového sloupku. Jedná se o zcela nejjednodušší a nejméně náročný způsob, který je možné použít v každém počasí a z jakéhokoli místa bez nutnosti fyzické přítomnosti měřitele na zaměřované poloze. Přesnost této metody je však horší, protože se do výsledné polohy dostává vliv nepřesnosti měřitele.

3.2.2 Problémy spojené se zaměřováním polohy zastávek

Pokud budou při uvedení systému pro sledování vozidel do provozu všechny zastávky sebelépe přesně zaměřeny, ještě to samo o sobě nepřinese bezchybné a bezproblémové fungování tohoto systému. V rámci výluk a přestaveb pozemních komunikací a jejich přilehlého okolí dochází často k dočasným nebo dokonce i trvalým přemístěním poloh zastávek. Někdy jsou tyto přesuny pouze v rámci několika metrů, jindy se jedná i o stovky metrů. Takové změny už mají samozřejmě vliv na správné fungování automatického vyhodnocování odjezdů ze zastávek. Postupem času došlo u několika zastávek k takovýmto fyzickým přemístěním, aniž by tato skutečnost byla upravena v databázi souřadnic systému MPV a v modemech vozidel. V důsledku toho dochází na těchto přemístěných zastávkách k chybnému vyhodnocování časů odjezdů ze zastávek.

Při pozdější změně polohy zastávky mohou nastat dvě základní situace, kdy může dojít k fyzickému posunutí polohy zastávky:

- Za zaměřenou polohu – jedná se o horší případ, vozidlo projíždí zaměřenou polohou ještě před skutečným obslužením zastávky, dochází k předčasnému přiřazení zprávy k zastávce a vozidlo je nesprávně vyhodnoceno jako předjeté a řidič může být postihován za předjetí (systém vyhodnotí, že vozidlo obsloužilo zastávku dříve než mělo, což v tomto případě není pravda).
- Před zaměřenou polohu – méně závažné, vozidlo projíždí zaměřenou oblastí již po obslužení zastávky a vozidlo je nesprávně vyhodnoceno jako zpožděné. Zvyšuje se nepřesnost přiřazení zprávy obslužení zastávky v rozsahu několika desítek sekund, přičemž se tak uměle vytváří zpoždění, které ale není postihováno.

3.3 Stanovení okrajových podmínek

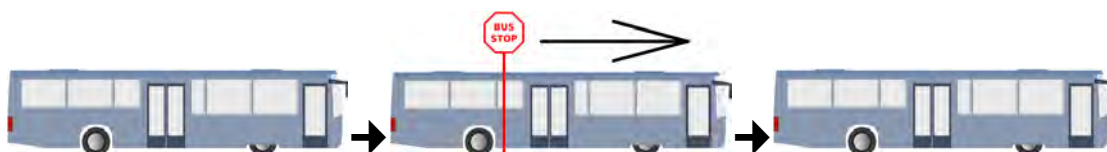
Pro vyhodnocování přesnosti přiřazování lokalizačních zpráv ke skutečným časům odjezdů ze zastávek byly stanoveny tyto toleranční meze:

- Pro předjetí – jedná se o minusovou hodnotu rozdílu „čas MPV – čas skutečný“, kdy je vozidlo zachyceno systémem dříve, než zastávku skutečně obslouží. Je tolerována hodnota maximálně -9 s od skutečně změřeného času pouze při průjezdu zastávkou bez zastavení. Tato tolerance počítá s možnými problémy při určování správného času projetí kolem zastávky při vyšších rychlostech. Při klasickém obslužení zastávky, tedy při zastavení vozidla v zastávce, není předjetí přípustné.
- Pro zpoždění – jedná se o plusovou hodnotu rozdílu „čas MPV – čas skutečný“, kdy je vozidlo systémem zachyceno později, když už příslušnou zastávku skutečně obsloužilo. Je tolerována hodnota maximálně +20 s od skutečně změřeného času při všech typech obslužení zastávky. Tolerance počítá s určitou časovou prodlevou při odesílání zprávy a s tím související nepřesností.

3.4 Typy obsluhy zastávek

Pro potřeby provedeného průzkumu byly stanoveny a rozlišovány tyto základní možné typy obsluhy zastávek:

- Projetí zastávky bez zastavení – typické obslužení zastávek na znamení, které jsou méně frekventované a zastavuje se na nich pouze na žádost cestujícího ve vozidle nebo při přítomnosti osob na nástupní hraně. Situace je ilustrována na obrázku č. 15.



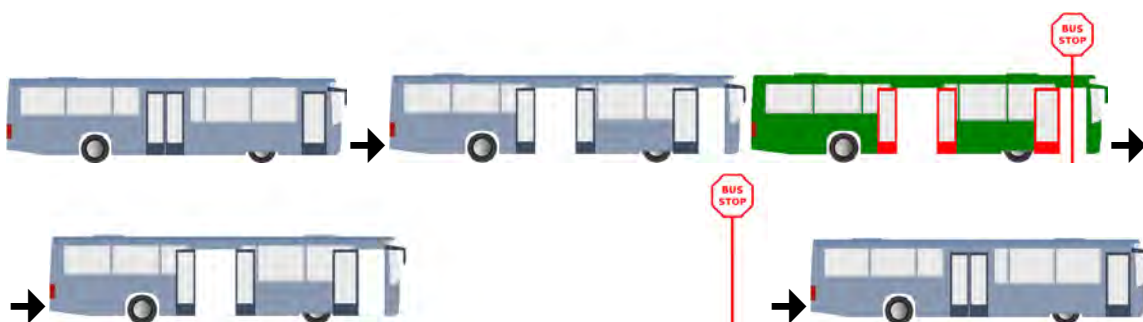
Obr. 15 – Schéma projetí zastávky bez zastavení

- Příjezd a odjezd od sloupku – standardní obsluha většiny zastávek, kdy vozidlo zastaví přední částí v úrovni sloupku. Obrázek č. 16 názorně zobrazuje tuto situaci.



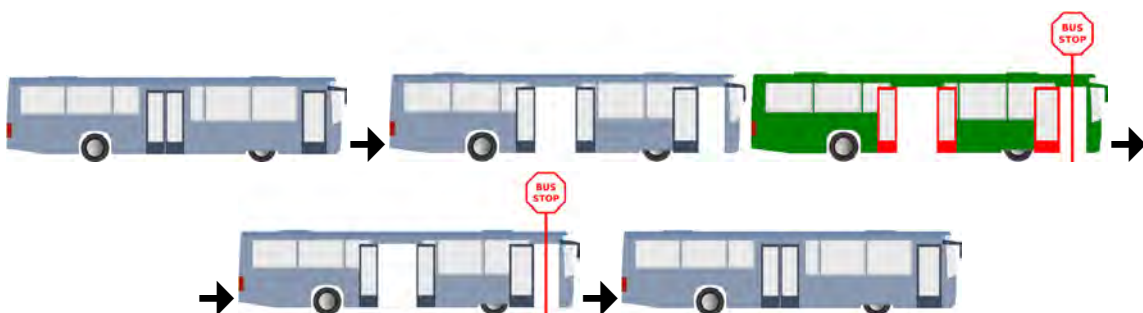
Obr. 16 – Schéma příjezdu a odjezdu od sloupku

- Příjezd a odjezd z druhé pozice – tato situace nastává především u zastávek, které jsou obsluhovány více autobusovými linkami, kdy u sloupku již stojí vozidlo nebo nějaká jiná překážka bránící příjezdu dalšího vozidla k úrovni sloupku. Vozidlo, které zastaví v zastávce jako druhé, potom už nepopojíždí ke sloupku, ale rovnou odjíždí z pozice, ve které zastavilo. Tento způsob obsluhy zastávky je na obrázku č. 17.



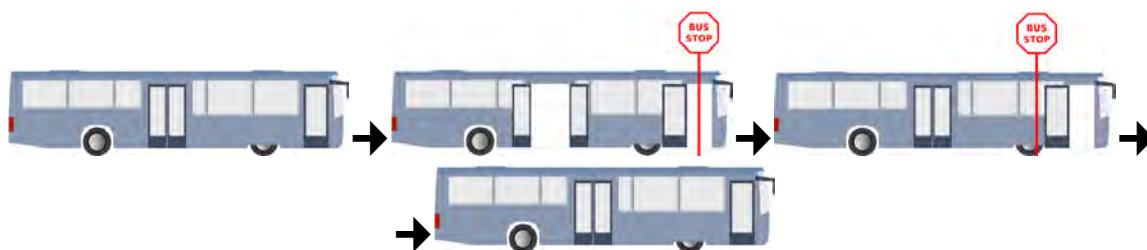
Obr. 17 – Schéma příjezdu a odjezdu z druhé pozice

- Příjezd na druhou pozici, odjezd od sloupku – tato situace nastává především u zastávek, které jsou obsluhovány více autobusovými linkami, kdy u sloupku již stojí vozidlo nebo nějaká jiná překážka bránící příjezdu dalšího vozidla k úrovni sloupku. Vozidlo, které zastaví v zastávce jako druhé, potom ještě po uvolnění prostoru před ním popojede k úrovni sloupku a následně odjíždí z pozice v úrovni sloupku. Na následujícím obrázku č. 18 je celá situace přehledně zobrazena.



Obr. 18 – Schéma příjezdu na druhou pozici a odjezdu od sloupku

- Dodatečné zastavení dohánějícímu – pokud řidič v konkrétní situaci uzná za vhodné, po rozjezdu vozu ještě jednou zastaví cestujícímu, který nestihl řádný odjezd autobusu. Situace je na obrázku č. 19.



Obr. 19 – Schéma dodatečného zastavení dohánějícímu

- Jiný případ – specifická situace, kterou nelze zařadit ani do jedné z výše uvedených kategorií.

4 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE – PRŮZKUM

Od poloviny roku 2012 je v provozu koordinační dispečink PID. Jedním z jeho hlavních úkolů je kontrola a vyhodnocování aktuálního provozu na autobusových linkách PID. K tomu je využíván právě automatizovaný sledovací systém PID – MPV a to je další důvod, proč je nutné zajistit co nejpřesnější údaje o aktuální poloze vozidel a časů obsluhy zastávek. Systém MPV je částečně automatizovaný a nejen, že přijímá a zpracovává zprávy o poloze z vozidel, ale také zasílá zprávy řidičům autobusů o čekacích dobách při vzájemných návaznostech autobusů a vlaků či autobusů mezi sebou, aby nedocházelo k ujždění návazných spojů. Tato zpráva se zobrazí řidiči přímo na odbavovacím zařízení. Na základě údajů ze systému MPV mají dispečeré možnost posílat zprávy také manuálně, jejichž prostřednictvím informují řidiče o nestandardních stavech či událostech (např. že řidič je předjetý, mohou pozdržet autobus nad rámec čekací doby při přestupních vazbách atd.), čímž se zlepšuje pravidelnost provozu a kvalita dopravy. Mimo jiné i z těchto důvodů je velmi důležité zajistit vysokou přesnost výstupů ze systému MPV.

Bylo nutné prověřit, zda automatické přiřazování časů odjezdů ze zastávek systémem MPV dosahuje akceptovatelné tolerance od skutečných časů odjezdů ze zastávek a je možné ho použít pro kontrolu dodržování jízdních řádů řidiči autobusů. Z tohoto důvodu byl proveden průzkum, jehož cílem bylo poskytnout informace, jak přesně jsou tyto časy určovány.

4.1 Přípravná fáze průzkumu

Při počáteční přípravě průzkumu bylo nejprve potřeba navrhnout způsob, jakým bude vlastní měření probíhat a jaké parametry budou měřeny. První navržený formulář byl jednoduchý a zapisovalo se do něj pouze datum, evidenční číslo autobusu a časy skutečných odjezdů ze zastávek spolu s doplněním, zda se v příslušné zastávce zastavovalo nebo byla daná zastávka projeta bez zastavení. Pro tato měření byly použity rádiem řízené hodinky Casio WAVE CEPTOR WV 58D-1A, které jsou v pravidelných intervalech synchronizovány pomocí radiového signálu a dosahují dostatečné přesnosti pro měření. Aby byla zlepšena správnost měření, byl čas na hodinkách porovnáván s časem v autobuse (na zobrazovači času a tarifního pásma, který je synchronizován pomocí signálu GPS). Namátkově byla prováděna ještě také dodatečná kontrola s časem v metru a v ručním přijímači GPS. Po několika zkušebních měřeních byla pro další měření pro zjednodušení ponechána pouze kontrola mezi časem na hodinkách a časem v autobuse, protože přesnost porovnání hodin s metrem a GPS byla v dostatečné toleranci. Následně byly porovnány skutečně změřené časy s časy přiřazenými systémem MPV. Ukázka původní podoby formuláře je v následující tabulce č. 1.

NÁZEV ZASTÁVKY	odjezd (průjezd)	
DATUM - ev. č. autobusu		
Sázava, aut. st.	:	:
.....	
Praha, Háje	:	:
SYNCHRONIZACE ČASU		
autobus - hodinky	:	:
metro (Háje) - hodinky	:	:
GPS - hodinky	:	:

Tab. 1 – Ukázka formuláře použitého pro přípravnou fázi průzkumu

Po praktických zkušenostech z testovacích jízd byl formulář pro průzkum výrazně upraven a rozšířen o další možnosti obsluhy zastávek, které jsou podrobně rozepsány v kapitole 3.4. Výsledná podoba formuláře (v tabulce č. 2) již zůstala po dobu celého průzkumu nezměněna.

Záznam o průběhu jízdy autobusu										
Linka/pořadí:	Evidenční číslo vozu:				Obsloužení zastávky					
Datum:	Měřil:				Projetí zastávky bez zastavení	Příjezd a odjezd od sloupku	Příjezd a odjezd z 2. pozice	Příjezd na 2. pozici, odjezd od sloupku	Dodatečné zastavení dobehajícím	Jiný případ (nutno specifikovat)
Čas v autobusu:	Čas na hodinkách:									
Název zastávky	Čas odjezdu podle JŘ	Čas odjezdu skutečný			A	B	C	D	E	F
		hod	min	s						

Tab. 2 – Ukázka upraveného formuláře, který byl použit pro průzkum

4.2 1. fáze průzkumu

Nyní už byly jasně stanoveny požadované údaje potřebné pro následnou analýzu a bylo možné vyslat pracovníky na několik předem vybraných autobusových linek, kde byla zahájena první fáze průzkumu. Nejdůležitějším kritériem při výběru zkoumaných linek byla rozmanitost trasy a krajiny, kterou tyto autobusové linky projíždějí. Bylo nutné zvolit linky procházející lesy, městskou zástavbou, rozlehlými otevřenými prostory (louky, pole), aby bylo podchyceno co nejvíce podmínek a okolností, které mohou mít případný vliv na příjem GPS signálu sledovaného vozidla.

První fáze průzkumu byla realizována ve dvou částech. První část byla měřena v období od 12.2.2013 do 14.2.2013 a jednalo se o měření na lince 332 (měřil Starec) a na lince 317 (měřil Rychlý). Druhá část, která pokračovala v období od 19.2.2013 do 21.2.2013, se soustředila na linky 310 + 308 (měřil Junek), linky 331 + 333 (měřil Starec) a linku 318 (měřil Rychlý).

Jak již bylo výše uvedeno, hlavním úkolem tohoto průzkumu bylo zaznamenávat skutečné časy odjezdů ze zastávek konkrétními spoji spolu s rozlišováním, o jaký typ obsluhy zastávky se jednalo. Současně s tím byla od průzkumu vyžadována i vysoká přesnost při stanovování časů odjezdů ze zastávky, proto měli pracovníci rádiem řízené hodinky, případně přesně seřízené klasické hodinky podle rádia.

4.3 2. fáze průzkumu

Druhá fáze průzkumu probíhala v období od 13.5.2013 do 16.5.2013 a byla soustředěna pouze na linky 317, 318 (měřil Krabec a Matura).

Před vysláním pracovníků do terénu již došlo k přeměření GPS poloh u problémových zastávek a údaje o jejich nové poloze byly úspěšně přeneseny také do systému MPV. Nejedná se však ještě o cílový stav, protože se nepodařilo přenést souřadnice nových poloh do modemů vozidel. Vozidla vysílala zprávy o své poloze stále ještě kolem starých poloh zastávek, nicméně i přesto došlo k drobnému zlepšení, protože systém porovnával zprávy odesílané sice už z neodpovídajících poloh, ale již s novými polohami zadanými v systému MPV a tím se automatické přiřazování časů odjezdů ze zastávek částečně zpřesnilo.

4.4 3. fáze průzkumu

Třetí fáze průzkumu byla realizována 29.8.2013. Jeden pracovník byl vyslán na linku 332 (měřil Starec), další dostal za úkol linku 318 (měřil Starec ml.) a jeden pracovník samozřejmě také na linku 317 (měřil Košatka). Pro kontrolu a další možná vzájemná porovnání výsledků byli vysláni další pracovníci na zastávku Mníšek p.Brdy,Pražská (v období od 7:30 do 10:30 měřil Ondrouch a od 13:00 do 16:30 měřila Cejzlarová) a na zastávku Dostihová (v období od 7:12 do 10:27 měřila Kauzálová a od 13:02 do 16:27 měřila Čadilová). Úkol těchto profilových průzkumů byl velice podobný průzkumu ve vozidlech. Měřitel stál na příslušné zastávce a zapisoval přesné časy a způsoby obsluhy této zastávky všech autobusů, které daným místem po dobu měření projely. Pro pracovníky provádějící profilové průzkumy se podařilo zajistit rádiem řízené hodinky. Při této fázi průzkumu byla už předpokládána správná funkčnost celého systému a byly očekávány dosud nejpřesnější výsledky.

5 VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU

Následovalo vytvoření základního souboru v programu Excel, kam bylo nutné veškerá získaná data přepsat, a který sloužil jako základní databáze pro většinu výpočtů. Jelikož se pracuje s velkými objemy dat, bylo důležité řádně promyslet a co nejlépe vyřešit zpracování dat tak, aby se co nejvíce údajů počítalo automaticky bez nutnosti ručních zásahů. Dalším požadavkem byla také možnost filtrování údajů podle určitých parametrů (např. podle čísla linky, měřitele, zastávky, způsobu obslužení zastávky atd.), aby bylo možné provádět vzájemná porovnání a ověřování.

Po dokončení základní podoby souboru bylo zahájeno přepisování dat z formulářů od pracovníků, kteří prováděli vlastní měření v terénu, do vytvořeného souboru. Ke každému spoji, ve kterém byl prováděn průzkum, bylo nutné dohledat odpovídající záznam z jízdy zaznamenaný v systému MPV. Následně byl pomocí jednoduchého vzorce vypočítán časový rozdíl mezi časem odjezdu ze zastávky přiřazeným systémem MPV a skutečným časem odjezdu ze zastávky, který zaznamenal měřitel jedoucí přímo v autobusu. Výsledné rozdíly časů podle MPV a časů skutečných byly vypočítány pro každou zastávku na spoji při každém jednotlivém průjezdu měřeného vozidla. Tento rozdíl byl klíčovou hodnotou pro následující postup, protože na základě toho byly vytipovány lokality s problémy, na které se soustředily další kroky průzkumu.

Některé získané údaje, které byly pro průzkum zbytečné nebo by způsobily neobjektivní zkreslení výsledků, byly odstraněny. Jedná se o konečné zastávky jednotlivých spojů (vždy první a poslední na každém spoji) a obslužení zastávek s příznakem „kopie“ (tj. přiřazení času obsluhy zastávky systémem MPV prostřednictvím odhadu z poslední zprávy, protože u vozidla došlo k výpadku vysílání lokalizačních zpráv). Po získání relevantních dat bylo možné zahájit vyhodnocování přesnosti přiřazování časů obsluhy zastávek.

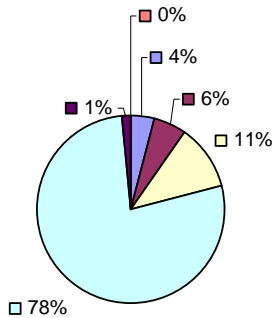
5.1 Vyhodnocení 1. fáze průzkumu

Z první fáze průzkumu jsou po vytřídění k dispozici údaje celkem ze 103 zastávek na 7 linkách (310, 317, 318, 331, 332, 333, 380) a zahrnují 1402 obslužení zastávek. Výsledky této počáteční fáze jsou přehledně zobrazeny v tabulce č. 3.

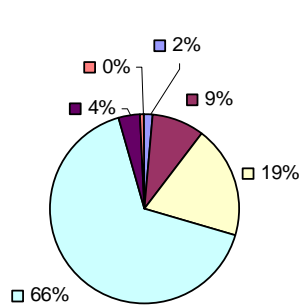
Rozdíl: čas přiřazený MPV - čas skutečný	Číslo linky							Celkem
	310	317	318	331	332	333	380	
menší než -60 s	3	4	2	0	0	0	0	9
-60 s až -21 s	4	20	10	5	7	3	3	52
-20 s až -1 s	8	38	12	9	6	9	13	95
0 s až 20 s	55	154	183	116	262	209	218	1197
21 s až 60 s	1	9	2	8	5	9	11	45
větší než 60 s	0	1	0	0	0	3	0	4
Počet relevantních obslužení zastávek celkem:								1402

Tab. 3 – Výsledky po první fázi průzkumu s číselným vyjádřením příslušnosti k jednotlivým intervalům

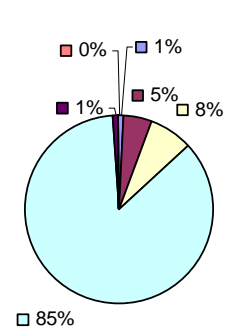
Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 310



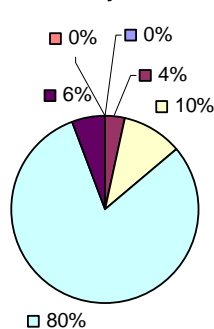
Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 317



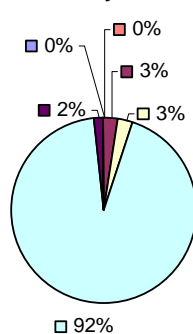
Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 318



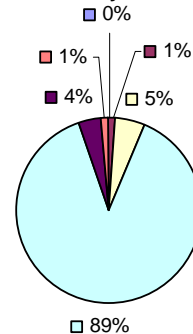
Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 331



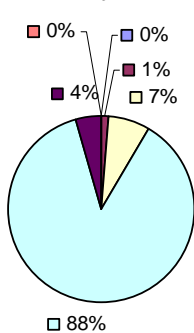
Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 332



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 333



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek linky 380

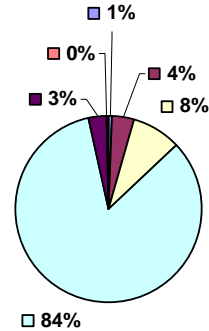


LEGENDA

**Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas
skutečně změřený**

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek celkem



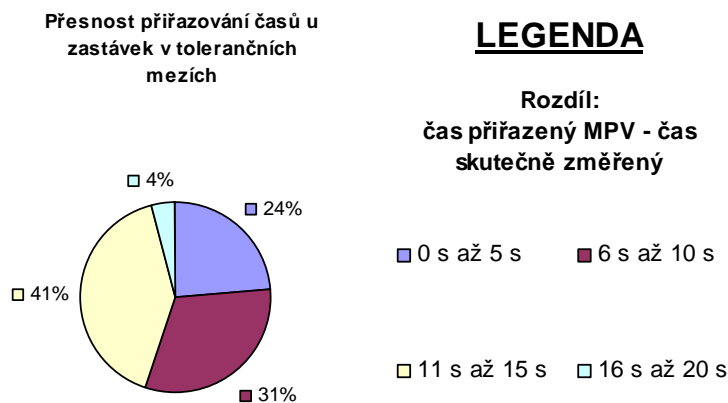
Graf 1 – Výsledky po první fázi průzkumu ve formě grafů s procentuálním vyjádřením přesnosti přiřazování časů odjezdů ze zastávek

Na základě výše uvedeného grafu č. 1 a tabulky č. 3 s výsledky lze usoudit, že přesnost přiřazování časů obsluhy zastávek je u různých linek rozdílná. Přesnost přiřazování tedy souvisí s rozdílnou trasou autobusových linek, potažmo i s jinými zastávkami, přes které tyto linky jezdí.

5.1.1 Zastávky se správným přiřazováním časů odjezdů

Nejprve příklad se zastávkami, kde byly po vyhodnocení první fáze průzkumu všechny výsledky ve stanovené toleranci v obou směrech. Jedná se o následující zastávky: Dolní Břežany, Na kopečku; Elišky Přemyslovny; Chrástany, Mezcestí; IKEM; Jílové u Prahy, Pražská; Jílové u Prahy, Radlík; Jílové u Prahy, rozc. Radlík; Jílové u Prahy, učiliště; K Chatám; Ke Březině; Loděnice, pod lanovkou; Loděnice; Malá Chuchle; Nučice, Pod vinicí;

Ohrobec,U Čisteckých; Okrouhlo; Psáry,Dolní Jirčany,cihelna; Psáry,Domov Laguna; Psáry,Štědřík; Rudná,Celní úřad; Rudná,Nerudova; Rudná,škola; Tachlovice,Jakubská náves; Tachlovice,Na vrškách; U Tří svatých; Vestec,Šátalka; Vráž,rozc.k žel.st.; Zvole,Jílovská. Následující graf č. 2 ukazuje, že u většiny odjezdů z vyjmenovaných zastávek nebyl rozdíl přiřazeného a skutečného času větší než 15 s.



Graf 2 – Přesnost přiřazení časů u zastávek, kde byly veškeré hodnoty ve stanovené toleranci

Na následujícím obrázku č. 20 je ukázka správného přiřazení času odjezdu u stejné zastávky při odlišném způsobu obsluhy. Pro ukázku byla vybrána zastávka „U Tří Svatých“ na lince 332. Fialově je zobrazena trasa autobusu a jednotlivé body s časovými údaji představují okamžiky, ve kterých byly zprávy o poloze z daných míst odeslány. Červeně orámovaná zpráva reprezentuje údaj, který systém MPV stanovil jako odjezd autobusu ze zastávky. V obou případech byla jako čas odjezdu přiřazena poslední zpráva z okruhu 60 m kolem zastávkového sloupku. Algoritmus vyhodnocování měl k dispozici zprávy bez vyznačení jejich typu, proto v druhém případě při zastavení u sloupku nemohl upřednostnit zprávu odeslanou při rozjezdu vozidla.



Obr. 20 – Ukázka správného přiřazení času odjezdu ze zastávky při odjezdu od sloupku a průjezdu

5.1.2 Zastávky s nesprávným přiřazováním časů odjezdů

Zastávky, u kterých byl v první fázi průzkumu zjištěn velký nesoulad nebo záporný rozdíl mezi hodnotou času odjezdu přiřazeného systémem MPV a skutečného času zjištěného při průzkumu, lze rozčlenit do následujících kategorií:

- Zastávky s přiřazováním časů v pořádku – čas obsluhy zastávky přiřazený systémem MPV je ve výše uvedené toleranci.
- Zastávky vykazující menší nepřesnosti – jednou nebo maximálně dvakrát překročené stanovené meze.
- Zastávky vykazující velké nepřesnosti (problémové zastávky) – více než dvakrát překročené stanovené meze, tyto případy jsou hlavním předmětem následné analýzy.

Po vyhodnocení první fáze průzkumu bylo zjištěno 25 zastávek vykazujících velké nepřesnosti, z nichž 13 jich bylo na lince 317. Všechny zastávky s velkými nepřesnostmi jsou přehledně uvedeny v následující tabulce č. 4.

Problémové zastávky	
Název zastávky	Zkoumané linky projíždějící přes zastávku
Depo Zličín	310, 380
Dobříš, Průmyslová zóna	317
Dobříš, žel.st.	317
Dolní Břežany, Zálepy	333
Dostihová	318
Jalodvorská	331, 333
Jíloviště, Cukrák	317, 318
Jíloviště, hl.sil.	317
Klínec, škola	317
Lahovice	317, 318
Libuš	331, 333
Lihovar	317, 318
Líšnice, hl.sil.	317
Mníšek p.Brdy, Kaple	317
Mníšek p.Brdy, Nad Špejcharem	317
Mníšek p.Brdy, náměstí	317
Mníšek p.Brdy, Pražská	317, 320, 321, 447, 448, 449, 488
Nučice, Prokopská náves	310
Okrouhlo, Zahofany	331
Psáry	332
Rudná, FIC	380
Sídliště Krč	331, 333
Trnová, rozcestí	317
U Včely	318
U Zvoničky	331, 333

Tab. 4 – Seznam problémových zastávek, které vyplynuly z první fáze průzkumu

Nejméně přesných výsledků (pouhých 68 % správně přiřazených časů odjezdů ze zastávek) a také nejvíce problémových zastávek bylo objeveno na lince 317, proto převážně na ni byly orientovány a cíleny další kroky této práce a průzkumu. Od 12.12.2004 linka 317 spojuje Prahu s Dobříší, předtím byla vedena pouze do Kytína. Ve své současné trase je od 1.9.2009 a od 9.12.2012 byla přidána další zastávka (Dobříš, Kostelíček). V Praze začíná na Smíchovském nádraží, odkud pokračuje po rychlostní silnici R4 do Mníšku pod Brdy, kde odbočí na komunikaci č. 11626, po které projede centrem Mníšku pod Brdy, a po ní je dále vedena podél rychlostní komunikace R4, na kterou se u Kytína opět napojí a pokračuje směrem na Voznici. Před Voznicí sjíždí na komunikaci č. 11628, aby bylo možné obsloužit tuto oblast. Po komunikaci č. 11628 pokračuje až k železniční stanici v Dobříši, kde přechází na komunikaci č. 114, po které pokračuje až do své cílové stanice Dobříš, nám. Při zpáteční cestě najíždí z náměstí na komunikaci č. 11417, po chvíli se napojí opět na komunikaci č. 114 a pokračuje po stejné trase směrem na Prahu. Linka 317 je dlouhá 41 km a v současné době má ve směru z Prahy 24 zastávek, ve směru do Prahy pak jen 22 zastávek (zastávky Lahovice a Mníšek p. Brdy, závod (hl.sil.) jsou pouze jednosměrné). Seznam zastávek linky je v tabulce č. 5.

Trasa linky 317 a seznam zastávek			
Směr z Prahy	km	Směr do Prahy	km
Smíchovské nádraží	0	Dobříš,nám.	0
Lihovar	1	Dobříš,Kostelíček	1
Lahovičky	7	Dobříš,žel.st.	2
Lahovice	8	Dobříš,Průmyslová zóna	3
Jíloviště,Cukrák	16	Dobříš,Kodetka	3
Jíloviště,hl.sil.	17	Voznice,polesí	5
Trnová,rozcestí	19	Voznice	6
Klínec,škola	20	Kytín,rozc.	10
Líšnice,hl.sil.	22	Mníšek p.Brdy,Kaple	10
Řitka,hl.sil.	23	Mníšek p.Brdy,U Šibence	12
Mníšek p. Brdy,závod (hl.sil.)	26	Mníšek p.Brdy,Nad Špejcharem	12
Mníšek p.Brdy,Pražská	27	Mníšek p.Brdy,náměstí	13
Mníšek p.Brdy,náměstí	27	Mníšek p.Brdy,Pražská	14
Mníšek p.Brdy,Nad Špejcharem	28	Řitka,hl.sil.	18
Mníšek p.Brdy,U Šibence	29	Líšnice,hl.sil.	19
Mníšek p.Brdy,Kaple	31	Klínec,škola	21
Kytín,rozc.	31	Trnová,rozcestí	22
Voznice	35	Jíloviště,hl.sil.	23
Voznice,polesí	36	Jíloviště,Cukrák	25
Dobříš,Kodetka	38	Lahovičky	34
Dobříš,Průmyslová zóna	38	Lihovar	40
Dobříš,žel.st.	39	Smíchovské nádraží	41
Dobříš,Kostelíček	40		
Dobříš,nám.	41		

Tab. 5 – Současná trasa linky 317 se seznamem zastávek

Následující tabulka č. 6 zobrazuje zjištěné časové rozdíly mezi časem přiřazeným MPV a časem skutečným v problémových zastávkách linky 317 při prvotním měření. Červeně podbarvené buňky znázorňují nevyhovující hodnoty předčasně stanoveného času odjezdu ze zastávky, modře podbarvené buňky potom hodnoty příliš pozdě stanoveného času odjezdu ze zastávky. Pro úplnost tato tabulka obsahuje i jinak již vyřazené chybějící údaje, které jsou fialově podbarvené, kdy vozidlo v oblasti nevyslalo zprávu (přiřazení s příznakem „kopie“) nebo se jedná o chybu měřitele (zapomněl zaznamenat čas při obslužení zastávky). Pro lepší přehlednost je tabulka č. 6 doplněná grafem č. 3.

Název zastávky	Dobříš, Průmyslová zóna	Dobříš, žel. st.	Jíloviště, Cukrák	Jíloviště, hlavní silnice	Klíneč, škola	Lahovice	Lihovar	Líšnice, hl. sil.	Mníšek pod Brdý, kaple	Mníšek pod Brdý, nad Špejchartem	Mníšek pod Brdý, náměstí	Mníšek pod Brdý, Pražská	Trnová, rozcestí
Rozdíly: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s]	-13	13	15	3	8	-8	-13	11	-70	-12	16	-29	-26
	-36	-20	2	-18	22	1	9	11	-21	10	10	7	4
	-36	12	-36	3	8	4	30	-17	13	15	-59	-28	XXX
	18	18	-32	12	-36	XXX	13	11	12	13	13	4	XXX
	-32	7	XXX	13	-13	5	10	20	15	13	23	4	-19
	0	5	-119	15	-11	-11	12	13	12	12	21	-61	-17
	-12	3	14	0	28	jednosměrná zastávka	XXX	13	-18	7	7	14	XXX
	-16	-17	16	9	10		14	5	11	9	-43	28	11
	-11	6	13	2	-20		21	15	13	-16	-51	-17	4
	6	-23	-67	-17	10		-16	-9	-19	13	14	5	14
	-6	-14	-25	-12	-17		14	-23	14	-15	-49	-33	XXX
	-11	21	-36	4	7		13	10	13	16	13	7	XXX

Tab. 6 – Tabulka problémových zastávek na lince 317 spolu se všemi zjištěnými časovými rozdíly po první fázi průzkumu



Graf 3 – Původní stav úspěšnosti přiřazování časů odjezdů ze zastávek u problémových zastávek linky 317

5.2 Přeměrování souřadnic zastávek

Na základě analýzy výsledků z první fáze se dospělo k závěru, že problémy se týkají především minusových hodnot časových rozdílů (tj. systém MPV přiřazuje čas odjezdu ze zastávky dříve, než k němu skutečně došlo). Z toho je možné usuzovat, že tyto nedostatky mohou být způsobeny tím, že některé GPS polohy zastávek neodpovídají skutečnosti. Před započítáním dalších fází průzkumu bylo proto nutné zkontrolovat správnost souřadnic zastávek a to v obou směrech. K těmto odchylkám mohlo dojít špatným měřením při prvotním

zaměřování nebo fyzickým přemístěním zastávky v průběhu času, proto bylo nutné zjistit současnou skutečnou polohu zastávek. Z důvodu vyššího využití zapůjčené měřicí techniky a vhodné polohy dalších zastávek vůči naplánované trase měření byly při této příležitosti kompletně přeměřeny souřadnice zastávek také na linkách 318 a 446. Pro získání nových souřadnic zastávkových sloupků bylo použito následujících metod.

5.2.1 Měření geodetickou GPS (SHT ProMark 500)

Pro měření bylo použito služební vozidlo organizace ROPID, které se pohybovalo ve stejné trase jako příslušné měřené linky, zastavilo v blízkosti všech sloupků níže uvedených zastávek a pomocí geodetické GPS SHT ProMark 500, kterou zapůjčila FD ČVUT, byla vždy zaměřena GPS poloha zastávkových sloupků. Geodetická GPS byla upevněna na stativu a u každého zastávkového sloupku umístěna do požadované polohy (okraj vozovky v úrovni zastávkového sloupku – pokud to v dané situaci bylo možné). Následovalo vlastní zaměření polohy, které probíhalo za použití přístroje PDA, kam se dané souřadnice polohy z geodetické GPS bezdrátově přenášely. Při každém jednotlivém měření bylo zaznamenáváno 180 hodnot rychlostí 1 hodnota za 1 s. U každého zastávkového sloupku bylo tedy nutné strávit minimálně 3 minuty. Po získání všech 180 hodnot došlo k jejich zprůměrování a tím vznikla výsledná GPS poloha bodu. V místech s horším signálem, hustě zalesněných oblastech a tam, kde by mohlo mít vliv na výslednou přesnost zaměřené polohy rušení, bylo měření opakováno i několikrát a jako výsledná hodnota byla pro zvýšení přesnosti použita průměrná hodnota z dokončených měření (průměr z průměrů). Ukázka z měření je na obrázku č. 21



Obr. 21 – Ukázka z průběhu přeměřování souřadnic zastávkových sloupků, vlevo geodetická GPS v pozici pro měření, vpravo PDA ukládá a následně průměruje hodnoty z geodetické GPS, foto: autor

Tato metoda byla použita pro přeměřování následujících zastávek linky 317, 318 a 446: Baně, Dobříš, Kodetka; Dobříš, Kostelíček; Dobříš, nám.; Dobříš, Průmyslová zóna; Dobříš, žel.st.;

Elišky Přemyslovny; Jíloviště; Jíloviště,Cukrák; Jíloviště,hl.sil.; K Chatám; Klíнец,škola; Klíнец,u hřiště; Kytín,náves; Kytín,rozc.; Kytín,U Hřbitova; Líšnice; Líšnice,hl.sil.; Mníšek p.Brdy,závod (hl.sil.); Mníšek p.Brdy,Kaple; Mníšek p.Brdy,Nad Špejcharem; Mníšek p.Brdy,náměstí; Mníšek p.Brdy,Pražská; Mníšek p.Brdy,U Šibence; Na Drahách; Pod Zatačkou; Řitka; Řitka,hl.sil.; Trnová; Trnová,rozcestí; Trnová,škola; Voznice; Voznice,polesí; U Včely; Zbraslavské náměstí; Žabovřesky. Na obrázku č. 22 jsou pro ilustraci záběry z průběhu měření.



Obr. 22 – Přeměřování GPS poloh zastávkových sloupků, foto: autor

5.2.2 Ruční zaměření a vyčtení souřadnic z mapy

Tato metoda byla zvolena zejména z důvodu vysokého provozu a obratu cestujících pro zastávky na území Prahy. Dalším důvodem byla možnost porovnání této metody s mnohem náročnější metodou zaměřování pomocí geodetické GPS. Na základě satelitních snímků byla vytipována místa okraje komunikace v úrovni zastávkového sloupku, která odpovídají požadované poloze zastávkového sloupku. Výsledné souřadnice byly jednoduše získány kliknutím do uvažované oblasti.

Tento způsob přeměřování byl použit pro následující zastávky na lince 317, 318 a 446: Dostihová; Lahovice; Lahovičky; Lihovar; Malá Chuchle; Smíchovské nádraží.

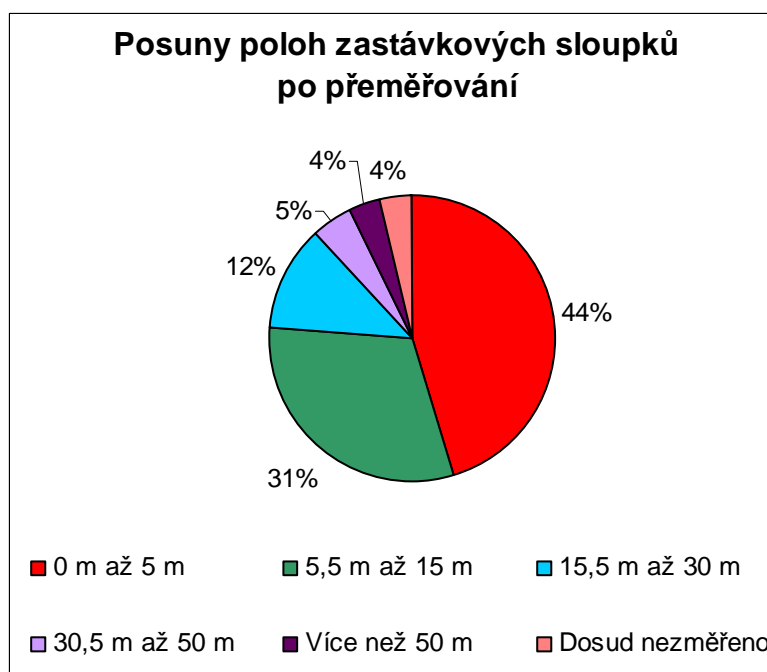
5.2.3 Úprava souřadnic zastávek v systému MPV

Aby bylo možné zkoumat změny při aplikaci nových souřadnic zastávek, bylo dalším úkolem nahradit původní souřadnice nově získanými.

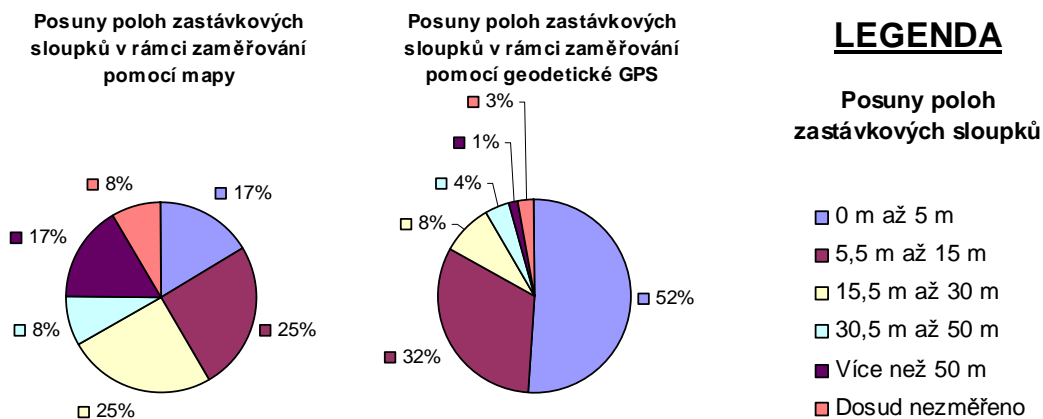
Výstup z geodetické GPS byl k dispozici ve formátu S-JTSK, body vyčtené z mapy byly k dispozici ve formátu WGS 84, avšak databáze ASW JŘ, ze které se data přenáší do systému MPV, má speciální zvláštní formát. Jednotlivé body reprezentující polohy zastávek mají prohozeny souřadnice X a Y a uvádí se s minusovým znaménkem. Nejprve bylo tedy nutné převést získaná data z obou měření do tohoto požadovaného formátu. Dále byl výsledný soubor s novými hodnotami souřadnic zastávek zaslán příslušným pracovníkům, kteří jsou k tomuto oprávnění, aby provedli změny v databázi.

Před započítáním druhé fáze průzkumu se podařilo nahradit souřadnice pouze v systému MPV. Nové polohy zastávkových sloupků se v systému MPV projeví s platností od 3.5.2013. Při nahrazování souřadnic v modemech došlo k technickým problémům a k jejich aktualizaci došlo až v pozdější fázi.

Veškeré změny v souřadnicích zastávkových sloupků, které byly provedeny v rámci přeměrování po první fázi průzkumu, jsou uvedeny v tabulkách v Příloze 1. Tabulky obsahují původní souřadnice, nově změřené souřadnice a dopočítaný rozdíl změny polohy zaokrouhlený na 0,5 m. Jak již bylo zmíněno, zaměrování probíhalo dvěma různými metodami – pomocí přesné geodetické GPS SHT ProMark 500 a ručním zaměřením z mapy. Následující graf č. 4 zobrazuje všechny posuny zastávkových sloupků a graf č. 5 potom posuny rozdělené podle metody zaměrování.

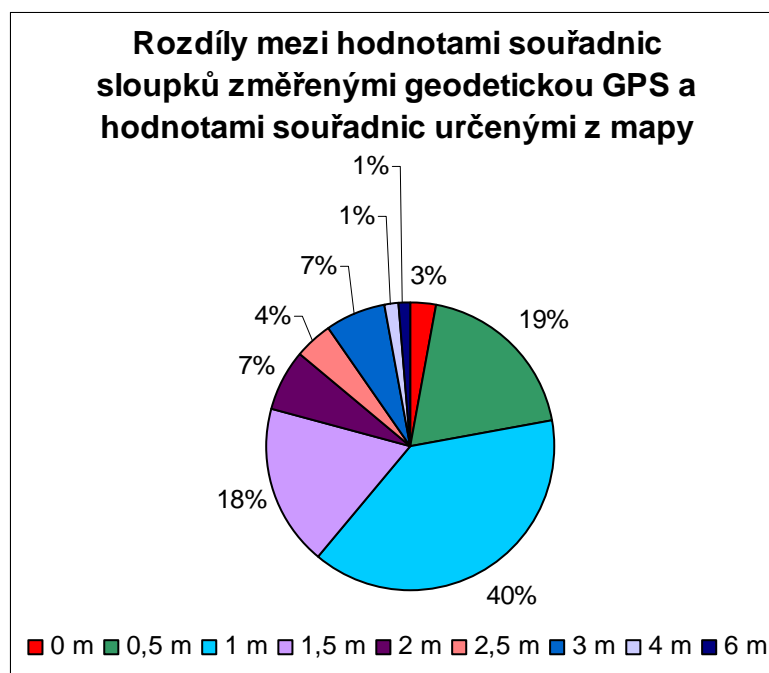


Graf 4 – Graf vyjadřující posuny poloh zastávkových sloupků po přeměrování



Graf 5 – Graf vyjadřující posuny poloh zastávkových sloupků dle použité metody zaměrování

Zda bude pro potřeby systému MPV dostatečné pouze samotné zaměření z mapy lze ověřit jednoduchým způsobem. Zastávkové sloupky, které byly zaměřeny geodetickou GPS, se pokusíme získat také z mapy a porovnáme vzájemný rozdíl vzdálenosti po použití obou metod. Pomocí geodetické GPS bylo přeměřováno celkem 72 zastávkových sloupků. Všechny tyto sloupky se autor práce pokusil co nejpřesněji zaměřit i z mapy. Bylo přitom využito mapových podkladů na www.mapy.cz a <https://maps.google.cz/> včetně aplikace Street View. V případě, že byla v aplikaci Street View k dispozici aktuální data o hledané lokalitě, byla zjištěna konkrétní poloha zastávkového sloupku a zároveň byly vytipovány nějaké záchytné prvky pro následnou lokalizaci na ortofotomapě (např. sloupy elektrického vedení, lampy pouličního osvětlení, křižovatky a výjezdy z pozemků, stromy, budovy, přístřešky, změny povrchů komunikací, vodorovné dopravní značení, kanály, lomy hran apod.). Podle těchto orientačních bodů potom byla snaha co nejpřesněji zjistit GPS souřadnice reprezentující polohu zastávkových sloupků. Odchytky vzdáleností mezi způsoby zaměření byly zaokrouhleny na 0,5 m. Na následujícím grafu č. 6 jsou vidět výsledky tohoto postupu.



Graf 6 – Rozdíly mezi hodnotami souřadnic sloupků změřenými geodetickou GPS a určenými z mapy

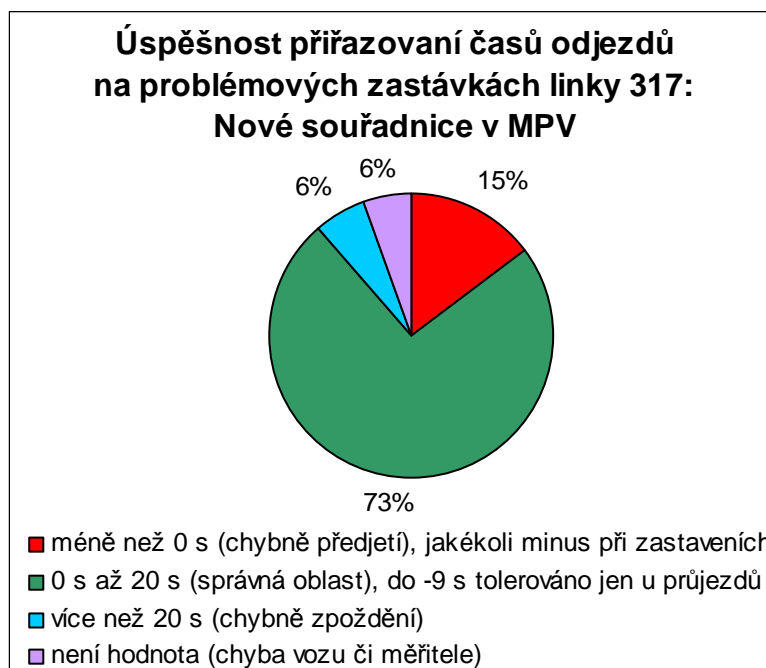
Při zaměřování výsledků z mapy se drtivá většina zastávkových sloupků udržela v toleranci do 3 m od hodnot zjištěných pomocí geodetické GPS, respektive pouze dva zastávkové sloupky z celkového počtu se dostaly za hranice této hodnoty. Jednalo se o případy, kdy nebyly v okolí zastávkového sloupku vhodné orientační body, s jejichž pomocí by šlo polohu sloupků přesněji určit. Typickou situací, při které vznikají tyto problémy, jsou zastávky umístěné v okolí velkých stromů nebo jiných překážek, které při pohledu shora (z ortofotomapy) zastiňují výhled a poloha sloupku musí být obtížně odhadována. Nic to však nemění na situaci, že zaměření z mapy přineslo překvapivě velmi vysoký úspěch, protože více než 50 % sloupků bylo zaměřeno s přesností do 1 m.

5.3 Vyhodnocení 2. fáze průzkumu

Po přeměření souřadnic zastávkových sloupků a jejich přenesení do systému MPV byla provedena další fáze průzkumu. Jak bylo předpokládáno, v tabulce č. 7 je vidět mírné zlepšení situace a obsahuje pro úplnost opět i vyřazená přiřazení. Pro zpřehlednění výsledků stejnou situaci ilustruje i graf č. 7.

Název zastávky	Dobříš, Průmyslová zóna	Dobříš, žel. st.	Jíloviště, Cukrák	Jíloviště, hlavní silnice	Klínec, škola	Lahovice	Lihovar	Lišnice, hl. sil.	Mnišek pod Brdy, Kaple	Mnišek pod Brdy, nad Špejcharem	Mnišek pod Brdy, náměstí	Mnišek pod Brdy, Pražská	Trnová, rozcestí
Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s]	-8	8	-18	-11	-19	-1	11	21	15	-16	13	-20	-13
	3	22	4	-1	10	6	XXX	5	-17	14	7	-1	2
	XXX	4	5	3	-20	0	6	11	4	11	15	5	-3
	11	7	9	5	11	XXX	12	14	6	16	XXX	-26	-8
	2	26	5	9	13	jednosměrná zastávka	10	6	12	12	12	2	5
	3	8	5	11	11		XXX	13	14	13	31	4	-2
	9	4	2	3	4		3	3	43	3	2	5	5

Tab. 7 – Tabulka problémových zastávek na lince 317 spolu se všemi zjištěnými časovými rozdíly po druhé fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV)



Graf 7 – Úspěšnost přiřazování časů u problémových zastávek linky 317 po druhé fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV)

5.3.1 Úprava souřadnic zastávek v modemech

Nové souřadnice poloh zastávek se do modemů podařilo přenést 21.5.2013. Nyní již byly správné souřadnice zastávkových sloupků v systému MPV i v modemech vozidel a další fáze průzkumu mohly následovat.

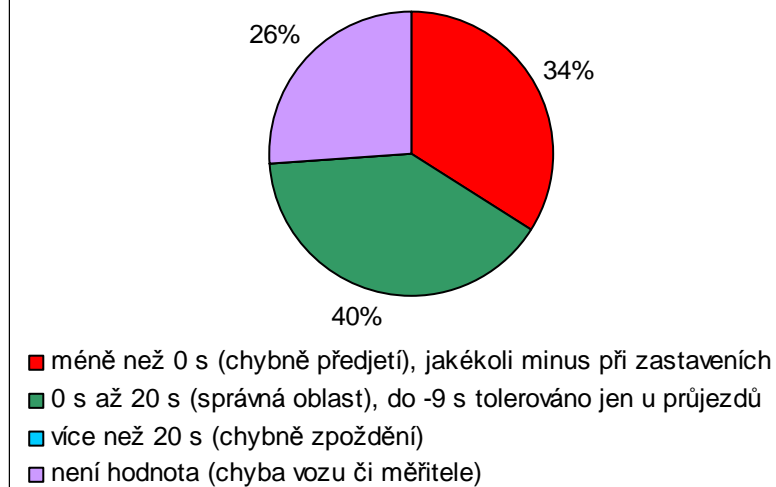
5.4 Vyhodnocení 3. fáze průzkumu

Nyní byla očekávána dosud největší přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek a nejmenší rozdíly mezi časy přiřazenými systémem MPV a skutečně zjištěnými. Skutečnost však byla značně odlišná, neboť při vozovém průzkumu bylo dosaženo mnohem horších výsledků než v první fázi průzkumu. Zároveň také vzrostl počet chybějících hodnot, za které ale nemohl měřitel, protože všechny tyto chybějící hodnoty jsou přiřazení s příznakem „kopie“. Opět všechny výsledky jsou přehledně zobrazeny v tabulce č. 8 a grafu č. 8.

Název zastávky	Dobříš, Průmyslová zóna	Dobříš, žel. st.	Jíloviště, Cukrák	Jíloviště, hlavní silnice	Klínec, škola	Lahovice	Lihovar	Líšnice, hl. sil.	Mníšek pod Brdy, kaple	Mníšek pod Brdy, nad Špejcharem	Mníšek pod Brdy, náměstí	Mníšek pod Brdy, Pražská	Trnová, rozcestí
Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s]	XXX	XXX	-49	-6	XXX	-1	15	8	XXX	-4	-77	7	XXX
	-15	5	-33	9	13	XXX	6	7	XXX	7	-93	-26	XXX
	XXX	XXX	15	-11	XXX	jednosměrná zastávka	-32	5	XXX	14	XXX	9	-2
	-15	-44	-11	7	12		-12	7	1	-10	-13	-66	1

Tab. 8 – Tabulka problémových zastávek na lince 317 spolu se všemi zjištěnými časovými rozdíly po třetí fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV a změně souřadnic v modemech)

**Úspěšnost přiřazování časů odjezdů
na problémových zastávkách linky 317:
Nové souřadnice v MPV i v RCA**



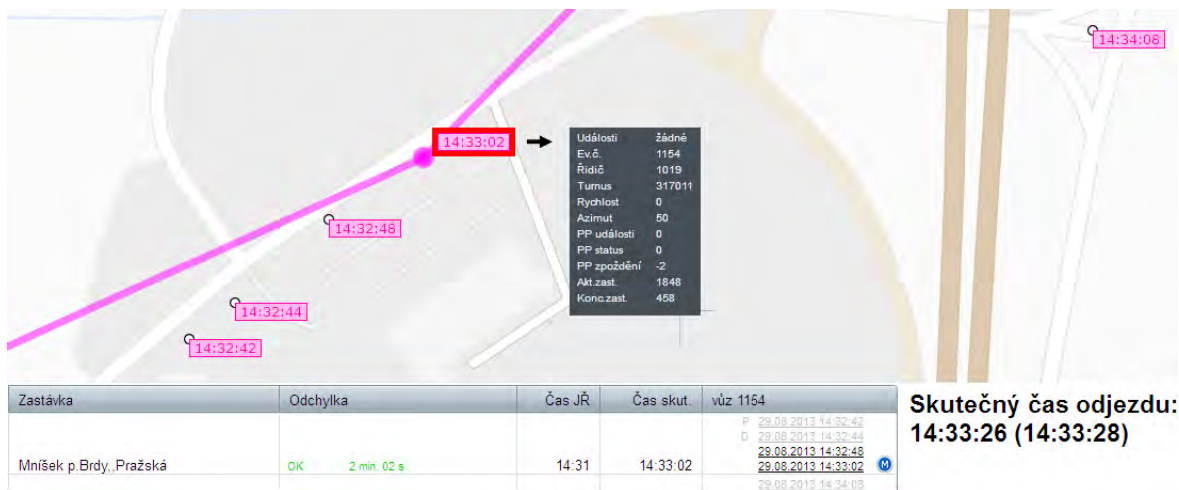
Graf 8 – Úspěšnost přiřazování časů odjezdů u problémových zastávek linky 317 po třetí fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV a změně souřadnic v modemech)

Jelikož měření na celé lince 317 bylo v rámci třetí fáze průzkumu prováděno pouze v jednom vozidle v jeden den (celkem 4 jízdy na lince: 2x do Dobříše, 2x do Prahy), bylo třeba ověřit, zda pracovník přítomný v autobuse měl správně nastavený čas na hodinkách. Následující tabulka č. 9 porovnává výsledky získané od pracovníka na profilovém průzkumu (Cejzlarová) a pracovníka přímo ve vozidle (Koшатka). K dispozici jsou pouze 3 hodnoty, protože poslední průjezd zastávkou v rámci vozového průzkumu byl realizován už v době ukončení profilového průzkumu.

Měřil(a)	Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s] zastávka: Mníšek p.Brďy,Pražská										
	Cejzlarová (profilový průzkum)	10	8	9	10	-24	10	8	9	8	10
Košatka (vozový průzkum)	7	-	-	-	-26	-	-	8	-	-	-
Rozdíl (absolutní hodnota)	3	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-

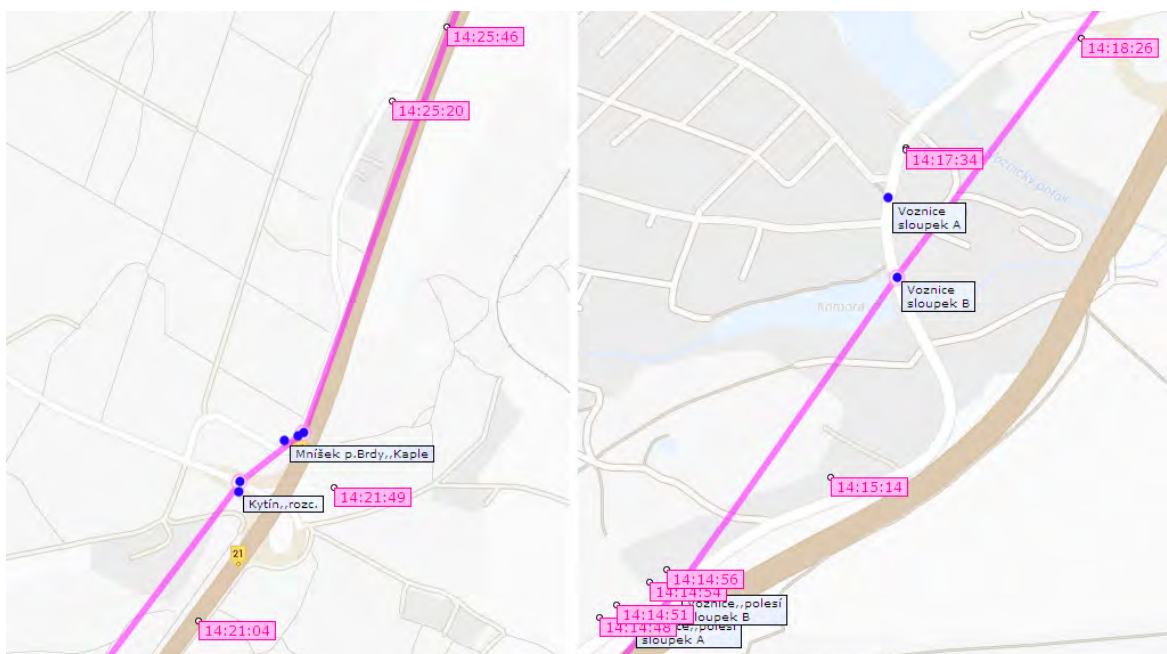
Tab. 9 – Tabulka porovnání výsledků vozového a profilového průzkumu v zastávce Mníšek p.Brďy,Pražská

Z výše uvedené tabulky č. 9 vyplývá, že oba měřitelé dosáhli u totožných odjezdů ze zastávek velmi podobných výsledků, protože rozdíl mezi jejich zaznamenanými časy byl nejvíce 3 s a dá se tedy usuzovat, že čas měřitele ve vozidle byl v pořádku. Jedno přiřazení dokonce nesprávně stanovilo čas odjezdu ze zastávky o téměř 30 s dříve než ve skutečnosti. Tato situace je zachycena na následujícím obrázku č. 23.



Obr. 23 – Výpadek vysílání z vozidla

Na obrázku č. 23 je vidět, že vozidlo v průběhu trasy nevysílalo, jak mělo. Dlouhá prodleva mezi zprávami odeslanými v čase 14:33:02 a v 14:34:08 by vůbec neměla být. Výpadek může být dán špatným nastavením parametrů modemu vozidla, chybějícími souřadnicemi některých zastávek v modemu, nesprávnou funkcí GPS nebo kombinací více faktorů. Závada na GPS se zdá být velmi pravděpodobná, protože například lokalizační zprávy odeslané v období 14:32:42 – 14:32:48 jsou na mapě zobrazené mimo komunikaci a na ostatních částech spoje bylo vysílání také nestandardní, jak dokládá další obrázek č. 24. Vozidlo v některých zastávkách nevysílalo ani jedinou polohovou zprávu, což mělo za důsledek velké množství přiřazení časů odjezdů s příznakem „kopie“.



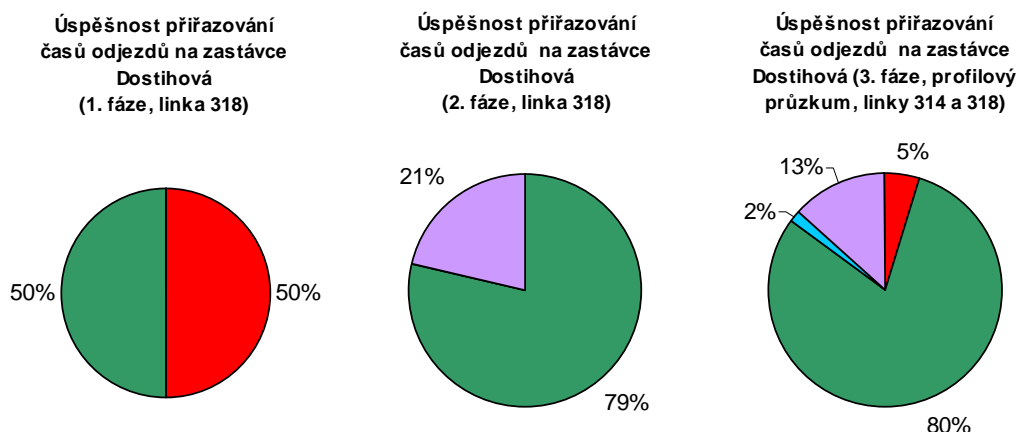
Obr. 24 – Nesprávné vysílání lokalizačních zpráv z vozidla evidenčního čísla 1154

Pro kontrolu je možné provést ještě porovnání přiřazování na zastávce Dostihová v průběhu celého průzkumu. Ve třetí fázi průzkumu došlo opět k namátkové kontrole, kdy byly porovnány změřené hodnoty vozového a profilového průzkumu při stejných průjezdech. Zjištěný

rozdíl mezi měřiteli byl nejvíce 2 s, takže čas obou se dá považovat za správně seřazený. Následující tabulka č. 10 a graf č. 9 obsahuje zjištěné výsledky.

Fáze	Linka	Směr	Měřil(a)	Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s] zastávka: Dostihová								
				-17	-26	-22	-22	-24	-19	-17	-21	-26
1.	318	Do Prahy	Rychlý	-17	-26	-22	-22	-24	-19	-17	-21	-26
		Z Prahy		5	18	3	-1	-1	4	15	4	17
2.	318	Do Prahy	Krabec/Matura	2	2	6	10	15	2	XXX		
		Z Prahy		11	13	XXX	12	14	13	XXX		
3. (profil)	314, 318	Do Prahy	Kauzálová	12	2	3	3	XXX	1	10	XXX	7
				3	6	11	4	XXX	2	4		
		Z Prahy		5	2	2	8	7	1	1	5	5
				2	6	14	1	4				
3. (profil)	314, 318	Do Prahy	Čadilová	8	-25	0	XXX	-16	XXX	1	4	XXX
				2	5	XXX	1	2	6			
		Z Prahy		-15	14	3	14	9	7	11	18	7
				XXX	6	6	21	1	4			

Tab. 10 – Tabulka úspěšnosti přiřazování časů odjezdů v zastávce Dostihová ve všech třech fázích průzkumu



LEGENDA

- méně než 0 s (chybně předjetí), jakékoli minus při zastaveních
- 0 s až 20 s (správná oblast), do -9 s tolerováno jen u průjezdů
- více než 20 s (chybně zpoždění)
- není hodnota (chyba vozu či měřitele)

Graf 9 – Úspěšnost přiřazování časů odjezdů v zastávce Dostihová ve všech třech fázích průzkumu

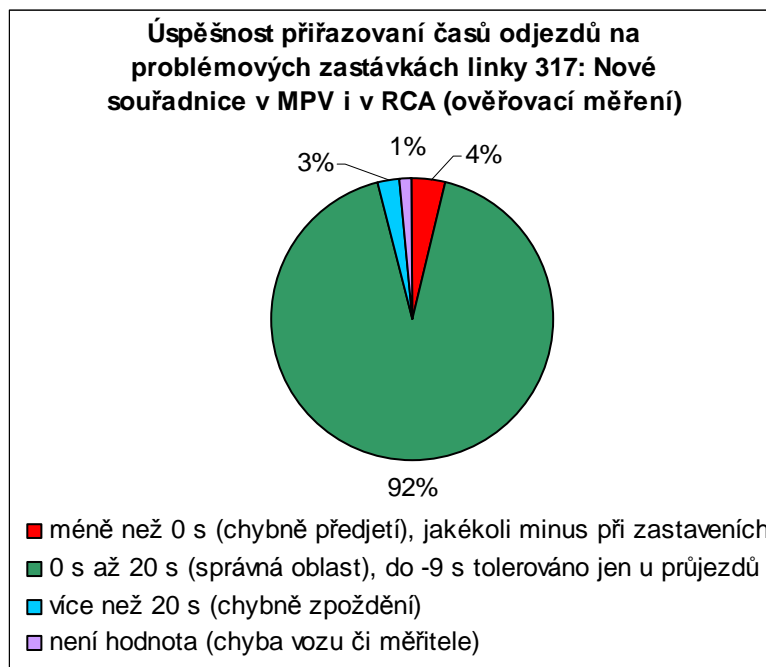
Pro zastávku Dostihová jsou zjištěné výsledky výrazně pozitivnější než u linky 317, v první fázi byla úspěšnost přiřazení pouhých 50 % (z celkem 18 měřených odjezdů). Druhá fáze přinesla výrazné zlepšení situace na 79 % (z celkem 14 měřených odjezdů). Při třetí fázi průzkumu bylo dosaženo přesnosti 80 % (z celkem 60 měřených odjezdů).

Jestliže u zastávky Dostihová přinesly úpravy souřadnic výrazné zlepšení situace, bylo nutné zjistit, proč se situace u linky 317 naopak takto výrazně zhoršila. Proto byla naplánována další ověřovací fáze průzkumu na lince 317, která probíhala ve více různých vozidlech, aby byl eliminován vliv konkrétního vozidla.

Ověřovací fáze byla měřena autorem práce dne 2.4.2013 ve vozech evidenčních čísel 1100, 1101 a 1104. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce č. 11 a grafu č. 10.

Název zastávky	Dobříš, Průmyslová zóna	Dobříš, žel. st.	Jíloviště, Cukrák	Jíloviště, hlavní silnice	Klínec, škola	Lahovice	Lihovar	Líšnice, hl. sil.	Mníšek pod Brdy, kaple	Mníšek pod Brdy, nad Špejcharem	Mníšek pod Brdy, náměstí	Mníšek pod Brdy, Pražská	Trnová, rozcestí
Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s]	3	8	5	-3	4	4	4	11	15	4	8	5	-2
	XXX	9	6	-5	7	-5	6	5	14	15	10	7	0
	-51	3	10	6	6	3	6	10	8	5	4	4	-2
	12	8	8	6	11	jednosměrná zastávka	14	5	2	7	5	4	0
	9	3	10	4	4		25	2	-34	5	4	6	2
	-6	6	10	19	15		7	3	9	14	9	7	24

Tab. 11 – Tabulka problémových zastávek na lince 317 spolu se všemi zjištěnými časovými rozdíly po třetí fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV a změně souřadnic v modemech), ověřovací měření

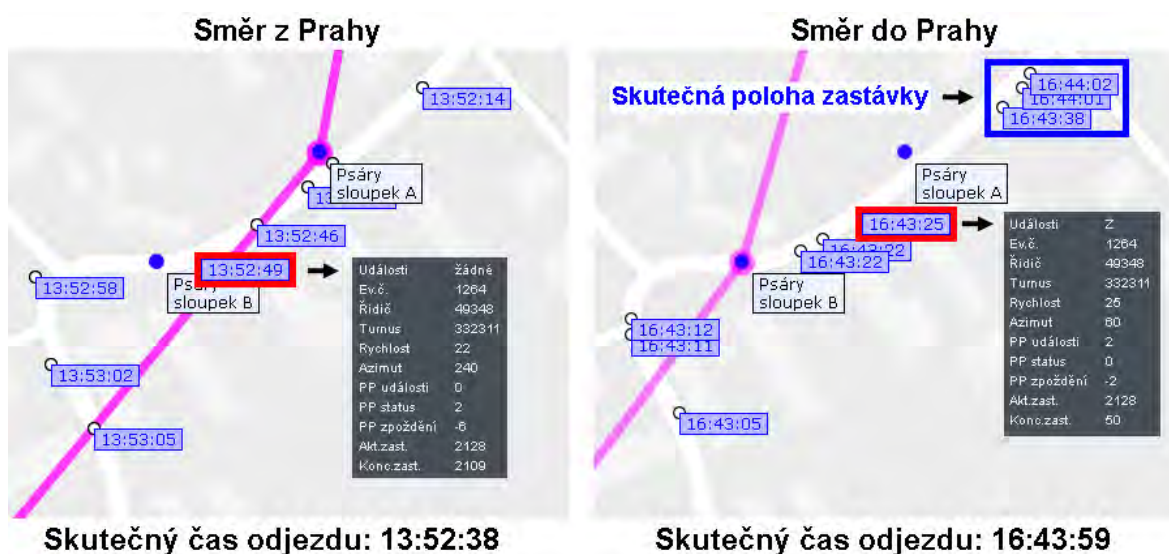


Graf 10 – Úspěšnost přiřazování časů odjezdů u problémových zastávek linky 317 po třetí fázi průzkumu (po úpravě souřadnic poloh zastávek v systému MPV a změně souřadnic v modemech), ověřovací měření

Výsledky ověřovací fáze konečně přinesly velice příznivý a očekávaný výsledek, protože pouhých 8 % přiřazení bylo mimo stanovené tolerance.

5.5 Vliv přesnosti zaměření zastávek na přiřazování časů odjezdů

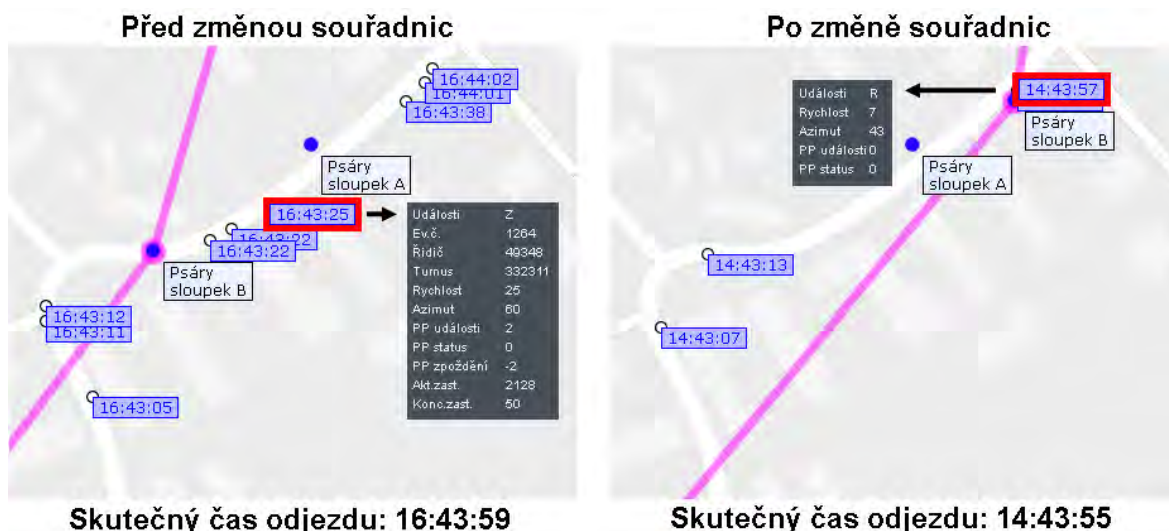
Většina zastávek, s výjimkou jednosměrných, má dva nebo i více zastávkových sloupků, proto bylo dobré nebrat zastávky jako jeden celek, ale rozdělit vyhodnocování přesnosti po jednotlivých zastávkových sloupcích. Dobrým příkladem, který potvrdil existenci špatně zaměřených zastávkových sloupků, jsou Psáry, kde bylo zjištěno, že zastávkový sloupek ve směru z Prahy byl v pořádku a ve směru do Prahy zaměření neodpovídalo skutečnosti. Ve směru z Prahy systém MPV vyhodnocoval odjezdy ve stanovené toleranci, ale ve směru do Prahy docházelo k vyhodnocování vozidel jako předjetých. Situace je dobře patrná z obrázku č. 25.



Obr. 25 – Ukázka správného (směr z Prahy) a špatného (směr do Prahy) přiřazení času odjezdu ze zastávky při zastavení u sloupku

Na výše uvedeném obrázku č. 25 je ve směru z Prahy vidět správné přiřazení odjezdu ze zastávky (vlevo) a ve směru do Prahy nesprávně stanovené předjetí (vpravo). Příčinou této chyby je právě špatně zaměřená poloha zastávkového sloupku. Měřitel, který prováděl průzkum ve vozidle, stanovil čas odjezdu na 16:43:59, ale systém MPV přiřadil za čas odjezdu 16:43:25, což je poslední zpráva z okruhu 60 m od zaměřené polohy. Skutečná poloha zastávkového sloupku se bude nacházet v oblasti vyznačené modrým obdélníkem, odkud přišly zprávy o rozjezdu vozidla (zprávy typu R se posílají při překročení stanovené rychlosti). Tato poloha i časově odpovídá hodnotě změřené při průzkumu.

Po zjištění tohoto problému byly z mapy zaměřeny nové souřadnice polohy zastávkového sloupku v Psárech ve směru do Prahy. Sloupek byl posunut o vzdušnou vzdálenost cca 101,5 m. Jak se přesnost přiřazování změnila po této úpravě ukazuje následující obrázek č. 26.



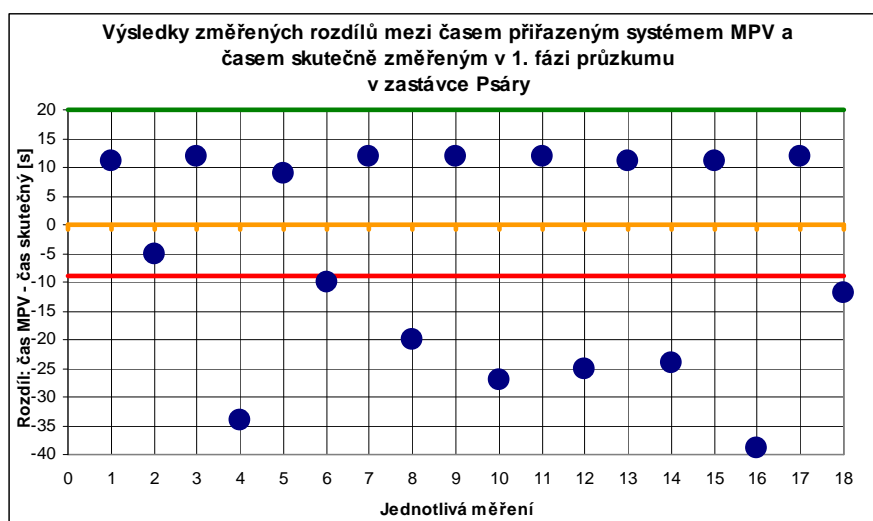
Obr. 26 – Ukázka původního nesprávného přiřazení časů odjezdu (vlevo) a správného přiřazení (vpravo)

Na základě vyhodnocení dalšího kontrolního měření, které bylo provedeno v rámci 3. fáze průzkumu, došlo k výraznému zlepšení situace a nyní jsou k zastávce již přiřazovány správné časy, jak také dokládá následující tabulka č. 12. Při 3. fázi obsluhovalo zastávku vozidlo s modemem, ve kterém byly nastaveny krátké intervaly vysílání zpráv, proto došlo ke zpřesnění i u druhého sloupku (ve směru z Prahy), který ale nebyl v období průběhu průzkumu přemístěn.

Přesnost přiřazení časů odjezdů ze zastávky Psáry										
Fáze	Směr	Rozdíl: čas přiřazený MPV – čas skutečně změřený [s]								
1.	Do Prahy	-5	-34	-10	-20	-27	-25	-24	-39	-12
	Z Prahy	11	12	9	12	12	12	11	11	12
3.	Do Prahy	2	3	1						
	Z Prahy	3	2	1						

Tab. 12 – Přesnost přiřazení časů odjezdů v zastávce Psáry v rámci 1. a 3. fáze průzkumu

Jak dokládá i následující graf č. 11, minusových hodnot bylo dosahováno pouze v jednom směru, z toho plynulo podezření na špatně zaměřený sloupek.



Graf 11 – Přesnost přiřazení časů odjezdů v zastávce Psáry v rámci 1. fáze průzkumu

Pro přehlednost následuje přesnost přiřazování časů odjezdů ze všech zastávkových sloupků, u kterých došlo během průzkumu k jakýmkoli polohovým změnám. Na grafu č. 12 je porovnáván původní stav (fáze 1) a cílový stav (fáze 3 – mimo zjištěné chybné hodnoty při špatném vysílání na lince 317).

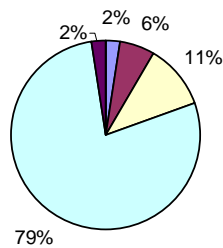


Graf 12 – Přesnost přiřazování časů odjezdu u všech zastávkových sloupků, kde došlo k posunu polohy

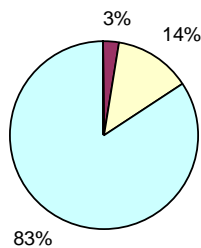
V předchozím příkladech bylo dokázáno, že přesnějším zaměřením zastávkových sloupků lze výrazně zlepšit přesnost určování časů odjezdů ze zastávek. Jedním z úkolů této práce je stanovit, jaká přesnost zaměření zastávkových sloupků je dostatečná pro správnou funkci systému automatického určování odjezdů ze zastávek a jaké z toho vyplývají požadavky na přesnost určování polohy zastávek. Bude vycházeno z dosud zjištěných výsledků přesnosti přiřazování a z provedeného přeměrování souřadnic zastávkových sloupků pomocí geodetické GPS a určování souřadnic z mapy. Vždy bude porovnáván původní stav, kdy byly souřadnice nepřesně v systému MPV a i v modemech se stavem cílovým, tedy se správnými souřadnicemi v systému MPV a v modemech. Aby nedošlo ke zbytečnému zkreslení výsledků, budou vynechána data z druhé fáze, kdy byly správné souřadnice pouze v systému MPV a také měření ve třetí fázi, kde bylo zaznamenáno špatné vysílání z celé linky 317. Zastávkové sloupky, u nichž došlo v rámci průzkumu ke změně GPS souřadnic, byly pro lepší přehlednost roztříděny do tří kategorií podle vzdušné vzdálenosti mezi jejich původní a nově zaměřenou polohou.

Nejprve se soustředíme na zastávkové sloupky, kde byla posunuta poloha o 5 m a méně. Tato situace je na grafu č. 13.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek před posuny poloh zastávkových sloupků o méně než 5 m



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek po posunech poloh zastávkových sloupků o méně než 5 m



LEGENDA

Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

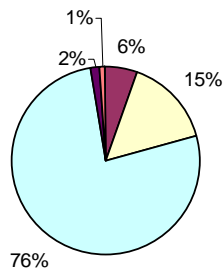
- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 13 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u zastávkových sloupků s posunem poloh o méně než 5 m

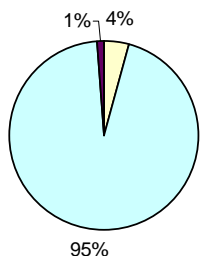
Rozdíl v přesnosti přiřazování časů odjezdů ze zastávek před a po posunutí poloh zastávkových sloupků je zanedbatelný (pouhé 4 %). Z toho plyne, že odchylka zaměření do 5 m od správné polohy zastávkového sloupku nehraje významnou roli pro zvýšení přesnosti přiřazování časů odjezdů ze zastávky.

Druhou kategorií jsou zastávkové sloupky, u kterých došlo k posunu polohy o vzdušnou vzdálenost v rozsahu od 5,5 m do 15 m. Výsledky jsou na grafu č. 14.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek před posuny poloh zastávkových sloupků o 5,5 m až 15 m



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek po posunech poloh zastávkových sloupků o 5,5 m až 15 m



LEGENDA

Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

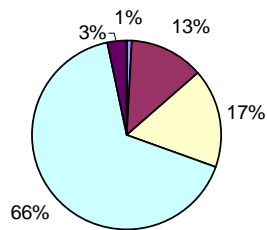
- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 14 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u zastávkových sloupků s posunem poloh o 5,5 m až 15 m

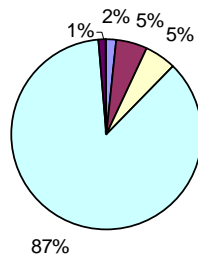
Tady už je situace zcela odlišná, posunutím poloh sloupků o 5,5 m až 15 m došlo ke zpřesnění přiřazování časů odjezdu o 19 %. Tento rozdíl už je značný a někde v tomto intervalu bude hledána cílová hodnota požadované přesnosti zaměření.

Pro úplnost jsou v grafu č. 15 uvedeny ještě i zbývající zastávkové sloupky, kde byla posunuta poloha o více než 15,5 m oproti původní.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek před posuny poloh zastávkových sloupků o více než 15,5 m



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek po posunech poloh zastávkových sloupků o více než 15,5 m



LEGENDA

**Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas
skutečně změřený**

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 15 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u zastávkových sloupků s posunem poloh o více než 15,5 m

S rostoucí vzdáleností posunutí polohy zastávkového sloupku klesá i přesnost původního přiřazování, v tomto případě klesla na 66 %. Při posunech poloh o více než 15,5 m bylo zjištěno následné zvýšení přesnosti o 21 %.

Nyní je potřeba stanovit hodnotu přesnosti zaměřování zastávkových sloupků, která je požadována pro správnou funkci systému přiřazování zpráv odjezdů ze zastávek. Tato hodnota bude hledána v intervalu posunutí o 5,5 m až 10 m, protože už tady došlo k výraznějšímu zvýšení přesnosti po změně souřadnic. Zastávkové sloupky byly v tomto intervalu posunuty o hodnoty: 5,5 m, 6 m, 6,5 m, 7 m, 7,5 m, 9 m, 9,5 m, 10 m, 10,5 m, 11 m – hledaná hodnota bude jednou z nich. Následující tabulka č. 13 přehledně zobrazuje změny v přesnosti přiřazování zpráv po posunu souřadnic zastávkových sloupků.

Rozdíl: čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený [s], podíl hodnot v rozsahu 0 - 20 s z celkového počtu				
Posun sloupku o	5,5 m - 6,5 m	7 m - 7,5 m	9 m - 9,5 m	10 m - 11 m
Fáze 1	83%	89%	50%	71%
Fáze 3	91%	89%	98%	94%
Zvýšení přesnosti o	8%	0%	48%	23%

Tab. 13 – Zvýšení přesnosti přiřazování časů odjezdů po posunu souřadnic sloupků o 5,5 m až 11 m

Podle výsledků z tabulky č. 13 lze usuzovat, že hledanou limitní hodnotou bude posun o 9 m. Od této hodnoty výše už je rozdíl v přesnosti značný. Z tohoto zjištění vyplývá, že požadavky na přesnost zaměření zastávkových sloupků nejsou příliš vysoké a určitě není nutné využívat pro jejich získávání geodetickou GPS.

Návrh řešení problému:

Díky průzkumu bylo zjištěno, že dochází k fyzickým přesunům zastávkových sloupků, aniž by byla provedena následná změna souřadnic v systému pro sledování vozidel a v modemech vozidel, což způsobuje velké nepřesnosti při automatickém přiřazování časů odjezdů ze zastávek. Vyplývá z toho, že pro správné fungování systému MPV je nutné zkontrolovat GPS polohy všech zastávkových sloupků, dále je velmi důležité věnovat zvýšenou pozornost GPS

souřadnicím zastávkových sloupků a udržovat je v aktuálním stavu. Bylo by také vhodné zavést kontrolní systém, který by monitoroval místa zastavování vozidel a upozorňoval na případné nesrovnalosti, že vozidla zastavují mimo zaměřené sloupky v databázi. Systém by neprováděl žádné korekce souřadnic, pouze by zasílal upozornění příslušným pracovníkům, kteří by danou situaci prověřili. Mimo kontroly správné polohy zastávkových sloupků by to přineslo další výhody, např. by bylo možné zjistit, na kterých křižovatkách či jiných místech se autobusy zdržují a na základě toho by mohla být realizována následná opatření.

5.6 Další možné vlivy na přesnost přiřazování časů

Na základě výstupů z první fáze průzkumu se jako nejpravděpodobnější a hlavní příčina nepřesného přiřazování časů obsluhy zastávek jevila nesprávně zaměřená poloha zastávek.

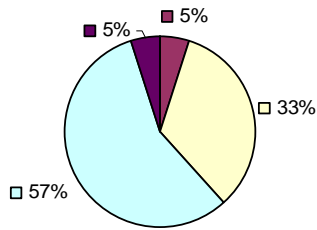
V průběhu jednotlivých fází průzkumu a po naměření dalších hodnot, byly objeveny ještě jiné faktory, které mohou mít značný vliv na přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek, proto je třeba věnovat jim zvýšenou pozornost. Při použití naměřených hodnot z jednotlivých fází průzkumu je možné filtrovat hodnoty podle konkrétních faktorů, provést vzájemná porovnání a posoudit jejich možné vlivy.

5.6.1 Ověření vlivu měřitelů

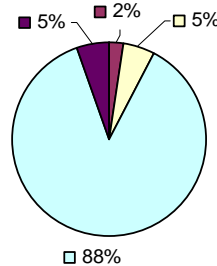
Prvním faktorem, který mohl mít významný vliv na konečné výsledky, jsou samotní pracovníci, kteří prováděli zapisování skutečných časů obsluhy zastávek. Každý měřitel, který se průzkumu zúčastnil, byl důkladně seznámen s průzkumem a detailně instruován o svých úkolech při měření. Důraz byl kladen zejména na nutnost zapisování časů s přesností na sekundy, potažmo i s nutností mít přesně seřízené hodinky ideálně v den průzkumu podle rádia (pokud pro něj v danou dobu nebyly k dispozici rádiem řízené hodinky).

Pro vzájemné porovnání podle jednotlivých pracovníků je možné použít pouze období druhé fáze průzkumu. V tomto období byl průzkum specializován do oblasti, kde došlo k přeměrování GPS poloh zastávek. Jednalo se o linky 317 a 318, kam byli vysláni pracovníci Krabec a Matura. Výsledky jsou v grafu č. 16.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Krabce (2. fáze, linka 317)



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Maturoy (2. fáze, linka 317)



LEGENDA

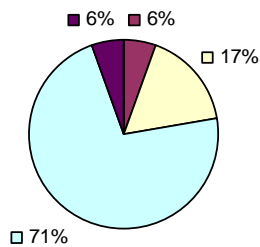
Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

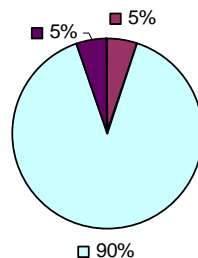
Graf 16 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 317 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu

Pracovníci byli na stejné lince za stejných podmínek, protože se pro oba podařilo zajistit rádiem řízené hodinky a jejich výsledky by tedy měly být velice podobné. Rozdíl v přesnosti je však značný. Každý z nich zkoumal trasu v jiný den, takže ve dvou případech měřili ve vozech stejného evidenčního čísla. Jedná se o vozy 1102 a 1157, následující grafy č. 17 a 18 zobrazují výsledky měření z těchto vozů.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Krabce (2. fáze, linka 317, vůz 1102)



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Maturoy (2. fáze, linka 317, vůz 1102)



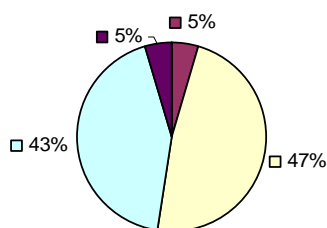
LEGENDA

Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

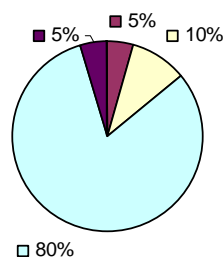
- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 17 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 317 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu ve vozidle s evidenčním číslem 1102

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Krabce (2. fáze, linka 317, vůz 1157)



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Maturoy (2. fáze, linka 317, vůz 1157)



LEGENDA

Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 18 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 317 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu ve vozidle s evidenčním číslem 1157

Z výše uvedených grafů č. 17 a 18 vyplývá, že rozdíl v přesnosti obou měřitelů je značný, ačkoli měli k průzkumu stejné podmínky (tedy alespoň podmínky, které bylo možné ovlivnit). Nejhorší situace je u vozu evidenčního čísla 1157, kde je rozdíl v přesném přiřazení 37 %. Abychom se přesvědčili o možném vlivu měřitele, provedeme ještě vzájemné porovnání na lince 318, kterou oba také měřili. Výsledky jsou zobrazeny v grafu č. 19.



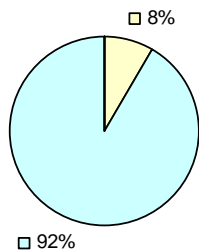
Graf 19 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 318 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu

Při provedení stejného porovnání také u linky 318 jsou konečné výsledky lepší, což dokládají výše uvedené grafy. Oba pracovníci během průzkumu narazili opět na vozidla, která měli společná. Provedme proto porovnání ještě po jednotlivých vozech, která jsou v grafech č. 20 a 21.

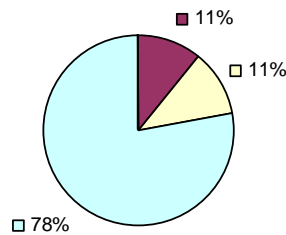


Graf 20 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 318 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu ve vozidle s evidenčním číslem 1144

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Krabce (2. fáze, linka 318, vůz 1151)



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u měřitele Matury (2. fáze, linka 318, vůz 1151)



LEGENDA

Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

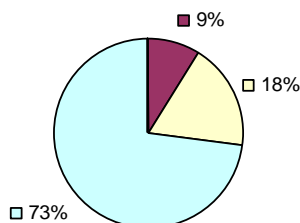
Graf 21 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u linky 318 měřené Krabcem a Maturou při druhé fázi průzkumu ve vozidle s evidenčním číslem 1151

Na základě provedených analýz při vzájemných porovnáních lze usoudit, že vliv měřitele neměl výrazný vliv na přesnost měření. Hlavním zdrojem nepřesností a nesprávných přiřazování časů odjezdů po přeměření zastávek budou výpadky vysílání lokalizačních zpráv z vozidel, které byly objeveny např. u vozu s evidenčním číslem 1154. V následující kapitole se proto soustředíme na možný vliv samotných vozidel.

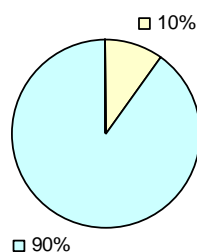
5.6.2 Ověření vlivu vozidel (modemů)

Velké podezření na ovlivnění přesnosti přiřazování časů přešlo na vliv jednotlivých vozidel, potažmo modemů v nich instalovaných. Nejprve provedeme porovnání jednoho vozu při použití na stejné lince v rámci dvou různých fází průzkumu. Konkrétně se jedná o vozidlo s evidenčním číslem 1147 na lince 318, vozidlo sem bylo vysláno v rámci druhé a třetí fáze průzkumu. Toto porovnání je v grafu č. 22.

Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u vozu 1147 (2. fáze, linka 318)



Přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek u vozu 1147 (3. fáze, linka 318)



LEGENDA

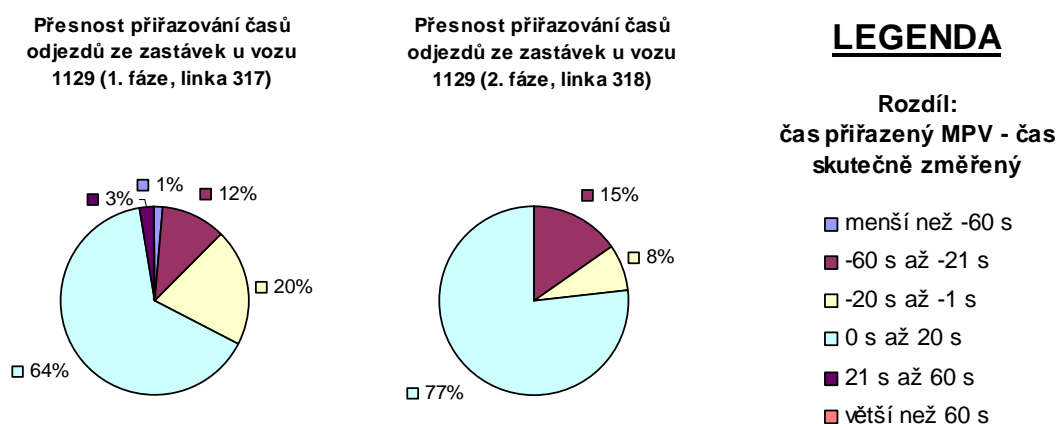
Rozdíl:
čas přiřazený MPV - čas skutečně změřený

- menší než -60 s
- -60 s až -21 s
- -20 s až -1 s
- 0 s až 20 s
- 21 s až 60 s
- větší než 60 s

Graf 22 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u vozidla evidenčního čísla 1147 ve druhé a třetí fázi průzkumu

Srovnávací graf č. 22 u vozu evidenčního čísla 1147 prokázal zvýšení přesnosti po uplatnění změn souřadnic v modemech.

Dále provedeme porovnání při použití stejného vozu na dvou různých linkách v rámci dvou různých fází průzkumu. Tentokrát se jedná o vůz evidenčního čísla 1129, který byl v první fázi použit na lince 317, ve druhé fázi pak na lince 318. Tuto situaci ilustruje graf č. 23.



Graf 23 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u vozidla evidenčního čísla 1129 v první a druhé fázi průzkumu

Na výše uvedeném grafu č. 23 při nasazení vozu 1129 z první a druhé fáze průzkumu je vidět mírné zlepšení situace. Pro připomenutí v této fázi došlo pouze k aktualizaci souřadnic v systému MPV, takže bylo očekáváno jen drobné zlepšení.

Na závěr provedeme opět porovnání při použití stejného vozu na stejné lince v rámci dvou různých fázích průzkumu. Nyní se soustředíme na linku 317 a vůz evidenčního čísla 1154, který zde byl nasazen při první a třetí fázi průzkumu. Zjištěné výsledky jsou v grafu č. 24.



Graf 24 – Přesnost přiřazování časů odjezdů u vozidla evidenčního čísla 1154 v první a třetí fázi průzkumu

Protože se jednalo o porovnání první a třetí fáze průzkumu, bylo v tomto případě očekáváno výrazné zlepšení, ale opak byl pravdou. Došlo ještě ke zhoršení původních výsledků. Všechna předchozí porovnání napříč jednotlivými fázemi průzkumu přinesla zlepšení výsledků. Bylo jasné, že správné zaměření zastávek mělo za důsledek zlepšení původní situace. Příčinou této nepříznivé situace s vozem evidenčního čísla 1154 může být chyba na tomto konkrétním vozidle způsobená špatným nastavením či špatnou funkčností modemu. Další

možností vysvětlující tyto skutečnosti může být například částečný výpadek příjmu GPS signálu. Kvůli tomuto výpadku vysílání může potom dojít k neoprávněnému vyhodnocení předčasného odjezdu ze zastávky. V rámci vyhodnocení průzkumu byla několikrát zjištěna situace, že vozidlo při příjezdu do zastávky vyšle zprávu, ale potom už z prostoru zastávky neodešle nic. Systém tedy na základě této jediné obdržené zprávy přiřadí čas jejího odeslání jako čas odjezdu ze zastávky, čímž vznikne nesprávně stanovené předjetí vozidla.

Návrh řešení problému:

Pro správnou funkčnost automatického přiřazování časů odjezdů je velmi důležité zajistit správné vysílání zpráv z vozidel. Samozřejmě k částečným výpadekům vysílání může dojít kdykoli a není to možné předvídat. Ať už je příčinou výpadku vysílání vozidla cokoliv, je nutné zajistit, aby si s tímto problémem systém dokázal poradit. Řešením by mohl být nějaký program implementovaný v systému MPV, který bude kontrolovat, zda modem vysílá podle nastavených parametrů. Pokud by byla splněna nastavená podmínka pro odeslání lokalizační zprávy a nedošlo by k jejímu odeslání, zpráva/zprávy z prostoru zastávky by byly ignorovány a čas odjezdu ze zastávky by se dopočítal z předchozích hodnot (přiřazení s příznakem „kopie“). Byla by zvýšena kontrola nad vysíláním modemů a při výpadech vysílání by byly odeslány informace příslušným pracovníkům k prověření.

5.6.3 Neodesílání příznaků u lokalizačních zpráv

Každá lokalizační zpráva z vozidla byla vždy odeslána z nějakého důvodu, přesněji řečeno po splnění některé z předem stanovených podmínek. Pro odesílání zpráv je v celém spektru sledovaných vozidel používáno více typů modemů od různých dodavatelů. Některé modemy nebyly schopné přenášet spolu se zprávami i jejich příznaky. Aby bylo možné toto splnit, bylo nutné provést úpravy v samotném modemu. Na základě požadavku začali jednotliví dodavatelé pracovat na zprovoznění této funkcionality. Příznaky jsou pro správnou funkčnost algoritmu přiřazování časů odjezdů poměrně důležité, pokud příznaky nejsou známy, nemůže algoritmus preferovat zprávy, které lépe charakterizují odjezd ze zastávky a za odjezd ze zastávky je automaticky stanoven čas odeslání poslední zprávy z oblasti zastávkového sloupku. Na následujícím obrázku č. 27 je uveden příklad, který tento problém přehledně ilustruje. Jsou zde zobrazeny seznamy zpráv, které přišly ze stejného vozidla s evidenčním číslem 1264. Vlevo je seznam z 19.2.2013, kdy ještě u tohoto vozidla zcela nefungovalo odesílání příznaků u lokalizačních zpráv. Vpravo je seznam z 21.4.2014, u kterého má každá zpráva uveden příznak. Z tohoto příkladu je velmi dobře vidět, jak se změnil přístup ke zprávám s příznaky, díky kterým si algoritmus začal podle stanovených podmínek ze zpráv vybírat a nebral vždy jen tu poslední přichozí zprávu z vymezeného okruhu.

Jen některé zprávy přišly s příznakem

19.02.2013 13:43:18	
19.02.2013 13:44:17	
19.02.2013 13:44:21	
19.02.2013 13:44:28	
P 19.02.2013 13:44:29	
19.02.2013 13:44:49	
19.02.2013 13:44:55	M
19.02.2013 13:45:01	
P 19.02.2013 13:46:03	
19.02.2013 13:46:10	
19.02.2013 13:46:20	
19.02.2013 13:46:39	
19.02.2013 13:46:43	
19.02.2013 13:46:47	M
19.02.2013 13:46:56	
19.02.2013 13:47:01	
19.02.2013 13:47:05	
19.02.2013 13:47:58	
19.02.2013 13:48:03	
19.02.2013 13:48:08	
P 19.02.2013 13:48:20	
19.02.2013 13:48:28	
19.02.2013 13:48:35	M
19.02.2013 13:48:40	
19.02.2013 13:50:40	
19.02.2013 13:52:55	
19.02.2013 13:53:02	
19.02.2013 13:53:06	
19.02.2013 13:53:18	
P 19.02.2013 13:53:19	
19.02.2013 13:53:36	
19.02.2013 13:53:37	M

Každá zpráva přišla s příznakem

Z 21.04.2014 07:48:17	
D 21.04.2014 07:48:34	
P 21.04.2014 07:48:42	
PZ 21.04.2014 07:48:45	
D 21.04.2014 07:48:56	
D 21.04.2014 07:48:57	
R 21.04.2014 07:49:04	
Z 21.04.2014 07:49:31	
Z 21.04.2014 07:49:33	M
P 21.04.2014 07:49:52	
D 21.04.2014 07:50:08	
D 21.04.2014 07:50:09	
R 21.04.2014 07:50:17	
R 21.04.2014 07:50:47	
Z 21.04.2014 07:50:52	M
P 21.04.2014 07:51:05	
D 21.04.2014 07:51:26	
Z 21.04.2014 07:51:27	
D 21.04.2014 07:51:41	
D 21.04.2014 07:51:43	
R 21.04.2014 07:51:52	
R 21.04.2014 07:52:33	
Z 21.04.2014 07:52:36	
Z 21.04.2014 07:52:39	
P 21.04.2014 07:52:39	M
D 21.04.2014 07:53:17	
D 21.04.2014 07:53:20	
R 21.04.2014 07:53:26	
R 21.04.2014 07:53:40	
Z 21.04.2014 07:53:47	M

Obr. 27 – Ukázka vysílání zpráv z vozidla s evidenčním číslem 1264, vlevo přišlo minimum zpráv s příznakem (19.2.2013), vpravo přišly všechny zprávy s příznakem (21.4.2014)

Návrh řešení problému:

Některé modemy ještě i v průběhu průzkumu neposílaly ke všem lokalizačním zprávám příznaky, ale tento problém je už v řešení a situace se neustále zlepšuje. Pokud by se nepodařilo zajistit odesílání příznaků zpráv z modemů od všech dodavatelů, bylo by nejlepším řešením nahradit tyto modemy novými, které budou fungovat podle nastavených požadavků.

5.6.4 Ověření algoritmu výběru zpráv

Určit, která lokalizační zpráva doručená z vozidla nejlépe odpovídá skutečné hodnotě odjezdu ze zastávky, není zcela jednoduché. Je nutné prověřit algoritmus přiřazování časů odjezdů ze zastávek, zda pracuje správně a jeho výsledky odpovídají realitě.

Princip upřednostňování zpráv typu R (rozjezd) je ukázán na následujícím obrázku č. 28. Pokud vše funguje správně, spolu se zprávami chodí také jejich příznaky a pokud jsou splněny další podmínky v algoritmu, poslední zpráva typu R z oblasti zastávky je upřednostněna a čas jejího odeslání je považován za čas odjezdu ze zastávky. Jak je vidět, z prostoru zastávky „Psáry,Dolní Jirčany“ byly odeslány celkem tři lokalizační zprávy, z nichž první dvě byly typu R,

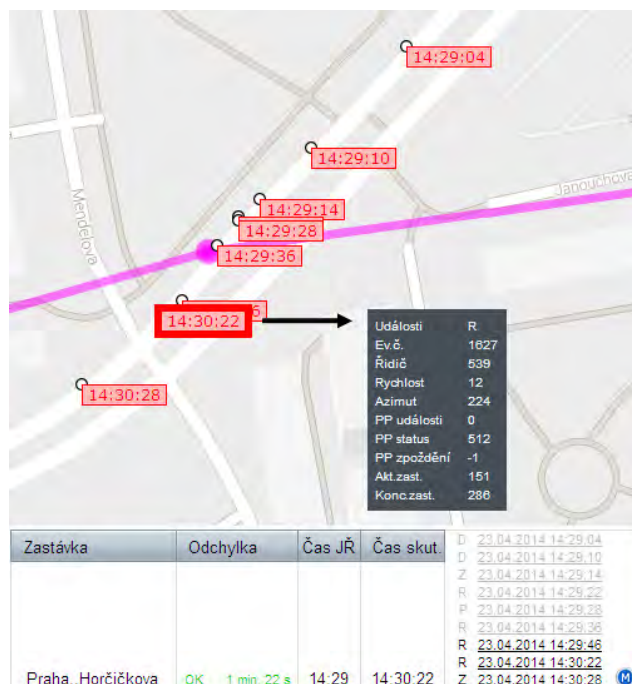
třetí přišla bez příznaku. Algoritmus správně vyhodnotil situaci a neoznačil poslední příchozí zprávu jako odjezd, dal přednost zprávě typu R.



Skutečný čas odjezdu 15:58:22

Obr. 28 – Ukázka upřednostnění zprávy typu R (rozjezd)

Upřednostňování posledních zpráv typu R z oblasti zastávkového sloupku nemusí ve všech případech znamenat vhodné řešení. Například na dalším obrázku č. 29 je situace, kdy se v okruhu 60 m kolem zastávkového sloupku nachází světelně řízená křižovatka. Podle nastavených pravidel algoritmus správně vybere poslední zprávu typu R z oblasti zastávkového sloupku a označí ji jako odjezd ze zastávky, nejedná se však o skutečný odjezd ze zastávky, ale jen rozjezd po rozsvícení zelené na SSZ. Odjezd ze zastávky měl být zaznamenán již dávno předtím.



Obr. 29 – Ukázka nevhodného výběru zprávy typu R (rozjezd)

Návrh řešení problému:

Z předchozích ukázek je vidět, že vymyslet algoritmus, který bude optimálně pracovat ve všech možných situacích, je velice složité. Je zde mnoho faktorů, které jdou proti sobě a pokud dojde k nápravě jednoho problému, může tím vzniknout další problém někde jinde. Možné řešení výše zmíněného problému s výběrem zprávy typu R u křižovatky se SSZ se nabízí změna podmínky výběru zpráv typu R. Za čas odjezdu by nebyla uvažována poslední příchozí zpráva typu R z okruhu zastávkového sloupku, ale zprávu typu R, která byla odeslána nejbližší zastávkovému sloupku. Tato změna by ale mohla způsobit zase jiné problémy např. při kolísání GPS polohy v městském prostředí, protože by mohla být vybrána nesprávná zpráva.

6 ZÁVĚR

Hlavním úkolem této práce byla analýza systému automatického vyhodnocování dat z autobusů PID s ohledem na vliv přesnosti zaměření polohy zastávek na automatické přiřazování časů odjezdů ze zastávek.

Pro zjištění současného stavu fungování systému autor práce zorganizoval průzkum na několika autobusových linkách, které ho se i osobně zúčastnil, za účelem prověření, jak se výsledky získávané systémem liší od reality. Na základě prvních výsledků z průzkumu bylo potvrzeno, že polohy některých zastávkových sloupků, prostřednictvím kterých dochází k automatickému přiřazování časů odjezdů ze zastávek, neodpovídají skutečným polohám a vznikají tak nepřesnosti, které mají vliv na hodnocení dopravců, ZIS a další komponenty systému MPV. Autor práce proto navrhl metody pro určování souřadnic zastávkových sloupků, které by bylo možné použít pro potřeby systému MPV a zorganizoval přeměrování všech zastávkových sloupků na lince 317, protože zde byly při průzkumu zjištěny největší nesrovnalosti a na tomto měření se sám aktivně podílel. Byla zvolena časově i finančně náročná, ale velmi přesná metoda určování polohy pomocí geodetické GPS a jednodušší metoda určování souřadnic z mapy. Na základě vzájemného porovnání obou metod bylo jednoznačně potvrzeno, že přesnost určování souřadnic z mapy je pro potřeby systému MPV dostatečná.

Po přeměření souřadnic zastávkových sloupků a jejich aktualizaci ve všech komponentech systému MPV následovaly další fáze průzkumu, jejichž cílem bylo zjištění, jaký vliv měly provedené změny. Skutečně došlo k výraznému zlepšení situace a systém začal v místech nově určených souřadnic zastávkových sloupků pracovat přesněji. Při analýze výsledků byly ale zjištěny další zcela jiné vlivy, které mohou za určitých okolností nepříznivě ovlivňovat přesnost přiřazování časů odjezdů ze zastávek:

- Vliv vozidel (modemů) – pro správné fungování systému automatického vyhodnocování časů odjezdů ze zastávek je nutné zajistit kontinuální a správné vysílání lokalizačních zpráv z vozidel podle nastavených pravidel a v případě výpadků tato přiřazení vyřadit ze statistik a upozornit obsluhu systému MPV.
- Příznaky u lokalizačních zpráv – aby mohl algoritmus výběru zpráv správně rozhodovat, která zpráva nejlépe odpovídá odjezdu ze zastávky, je nutné zajistit, aby modemy spolu se zprávami odesílaly také i jejich příznaky (tj. důvody, proč byly zprávy odeslány – která nastavená podmínka byla splněna).
- Algoritmus výběru zpráv – snaha o to, aby algoritmus výběru zpráv pracoval optimálně a vybíral zprávy, které nejlépe odpovídají skutečnému okamžiku odjezdu vozidla ze zastávky. Na druhou stranu je potřeba zajistit, aby univerzálně a flexibilně reagoval na odlišnosti při všech možných způsobech obsluhy zastávek.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČÁBELKA, Miroslav. *Úvod do GPS [online]*. Praha, 29.4.2008 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z: https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps/at_download/file
- [2] DRÁPAL, Filip; MALÍK, Petr. *ČasoPID únor 2014*. Praha: ROPID, únor 2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://www.ropid.cz/data/Galleries/193/d2020_1_DL_Casopid_02_2014.pdf
- [3] EXNER, Oskar. *Dispečink ROPID sleduje zpoždění i kvalitu*. In: PRAHA.EU. *Portál hlavního města Prahy* [online]. 27.6.2012 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/home/doprava_v_praze/mhd/dispecink_ropid_sleduje_zpozdeni_i.html
- [4] Geodetické centrum s.r.o., Pardubice. *Geodetické GPS* [online]. 2010 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.gnss-gps.cz/>
- [5] CHAPS spol. s r.o., *MPV Monitorování provozu vozidel verze 1.2*. Brno, 15.8.2013 [cit. 2014-04-05].
- [6] KADAVÝ, Oldřich; FRANC, Stanislav. *Sledování vozidel v reálném čase a využití pro informování cestujících* [prezentace]. Lázně Bohdaneč, 16.5.2011 [cit. 2014-01-25].
- [7] *Obrázek autobusové zastávky*. In: Publicdomainvectors.org [online]. Publicdomainvectors.org 2013 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: http://www.publicdomainvectors.org/download.php?file=thilakarathna_Bus_Halt.svg
- [8] *Obrázek autobusu*. In: Publicdomainvectors.org [online]. Publicdomainvectors.org 2013 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.publicdomainvectors.org/download.php?file=1316527530.svg>
- [9] ROPID. *Informační zpravodaj číslo 01/2013*. Praha, 4.1.2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://www.ropid.cz/data/Galleries/56/d1788_1_Info_PID_2013-01.pdf
- [10] ŠIMŮNEK, Jan. *Použití GNSS ve veřejné dopravě* [prezentace]. Praha, 23.1.2013 [cit. 2013-10-10].
- [11] ŠIMŮNEK, Jan. *Telematika v Pražské integrované dopravě* [prezentace]. Praha, 15.11.2012 [cit. 2013-10-15].

Seznam příloh

Příloha 1: GPS souřadnice přeměřovaných zastávek

Příloha 2: Podrobné grafy z průzkumu

Příloha 1:
GPS souřadnice přeměřovaných zastávek

**Původní a nově získané souřadnice zastávek a jejich posunutí po
přeměrování geodetickou GPS SHT ProMark 500 – strana 1/2**

Číslo zastávky/ číslo sloupku	Název zastávky	Původní souřadnice zastávek (WGS 84)		Nové souřadnice zastávek (WGS 84)		Posun [m]
14/2	Baně	49,95267	14,37951	49,95278	14,37920	25
578/1	Pod Zatačkou	49,95590	14,38152	49,95604	14,38154	15,5
578/2	Pod Zatačkou	49,95592	14,38168	49,95597	14,38163	6,5
802/1	U Včely	49,96844	14,38771	49,96841	14,38762	7
802/2	U Včely	49,96928	14,38890	49,96925	14,38886	4,5
814/1	Elišky Přemyslovny	49,97490	14,39319	49,97494	14,39311	7
902/3	Zbraslavské náměstí	49,97637	14,39348	49,97616	14,39338	24,5
902/4	Zbraslavské náměstí	49,97640	14,39388	49,97640	14,39380	6
917/1	Žabovřesky	49,96466	14,38292	49,96483	14,38316	25,5
917/2	Žabovřesky	49,96534	14,38404	49,96543	14,38409	11
1039/1	Na Drahách	49,95913	14,38270	49,95915	14,38269	2
1039/2	Na Drahách	49,95855	14,38324	49,95894	14,38291	50
1701/1	K Chatám	49,94814	14,37536	49,94812	14,37535	2
1701/2	K Chatám	49,94780	14,37525	49,94774	14,37524	7
1702/1	Jíloviště,Cukrák	49,93514	14,35703	49,93512	14,35709	4,5
1702/2	Jíloviště,Cukrák	49,93461	14,35672	49,93458	14,35674	3,5
1703/1	Jíloviště,hl.sil.	49,92906	14,34244	49,92903	14,34244	4
1703/2	Jíloviště,hl.sil.	49,92878	14,34245	49,92878	14,34247	1,5
1704/1	Trnová,rozcestí	49,92001	14,33626	49,92001	14,33627	0,5
1704/2	Trnová,rozcestí	49,92144	14,33624	49,92142	14,33625	2
1704/3	Trnová,rozcestí	49,92182	14,33628	49,92181	14,33626	1,5
1704/4	Trnová,rozcestí	49,92159	14,33661	49,92160	14,33642	13,5
1705/1	Klínec,škola	49,90593	14,33150	49,90586	14,33141	10
1705/2	Klínec,škola	49,90590	14,33197	49,90595	14,33208	9
1706/1	Líšnice,hl.sil.	49,89797	14,31892	49,89791	14,31882	9,5
1706/2	Líšnice,hl.sil.	49,89773	14,31912	49,89775	14,31919	5,5
1707/1	Řitka,hl.sil.	49,89323	14,30472	49,89325	14,30476	3
1707/2	Řitka,hl.sil.	49,89320	14,30552	49,89320	14,30557	4
1707/3	Řitka,hl.sil.	49,89298	14,30513	49,89298	14,30514	1
1707/4	Řitka,hl.sil.	49,89273	14,30449	49,89270	14,30451	4
1708/1	Mníšek p, Brdy,závod (hl.sil.)	49,87207	14,26968	49,87203	14,26966	4,5
1709/1	Mníšek p,Brdy,náměstí	49,86646	14,26185	49,86647	14,26179	4,5
1709/2	Mníšek p,Brdy,náměstí	49,86647	14,26126	49,86649	14,26128	2,5
1710/1	Mníšek p,Brdy,Nad Špejcharem	49,86068	14,25749	49,86066	14,25745	3,5
1710/2	Mníšek p,Brdy,Nad Špejcharem	49,86081	14,25758	49,86082	14,25760	2
1711/1	Mníšek p,Brdy,U Šibence	49,85626	14,25522	49,85624	14,25522	2
1711/2	Mníšek p,Brdy,U Šibence	49,85515	14,25477	49,85510	14,25479	6
1712/1	Mníšek p,Brdy,Kaple	49,84098	14,24665	49,84099	14,24667	1,5
1712/2	Mníšek p,Brdy,Kaple	49,84101	14,24681	49,84107	14,24689	9

**Původní a nově získané souřadnice zastávek a jejich posunutí po
přeměrování geodetickou GPS SHT ProMark 500 – strana 2/2**

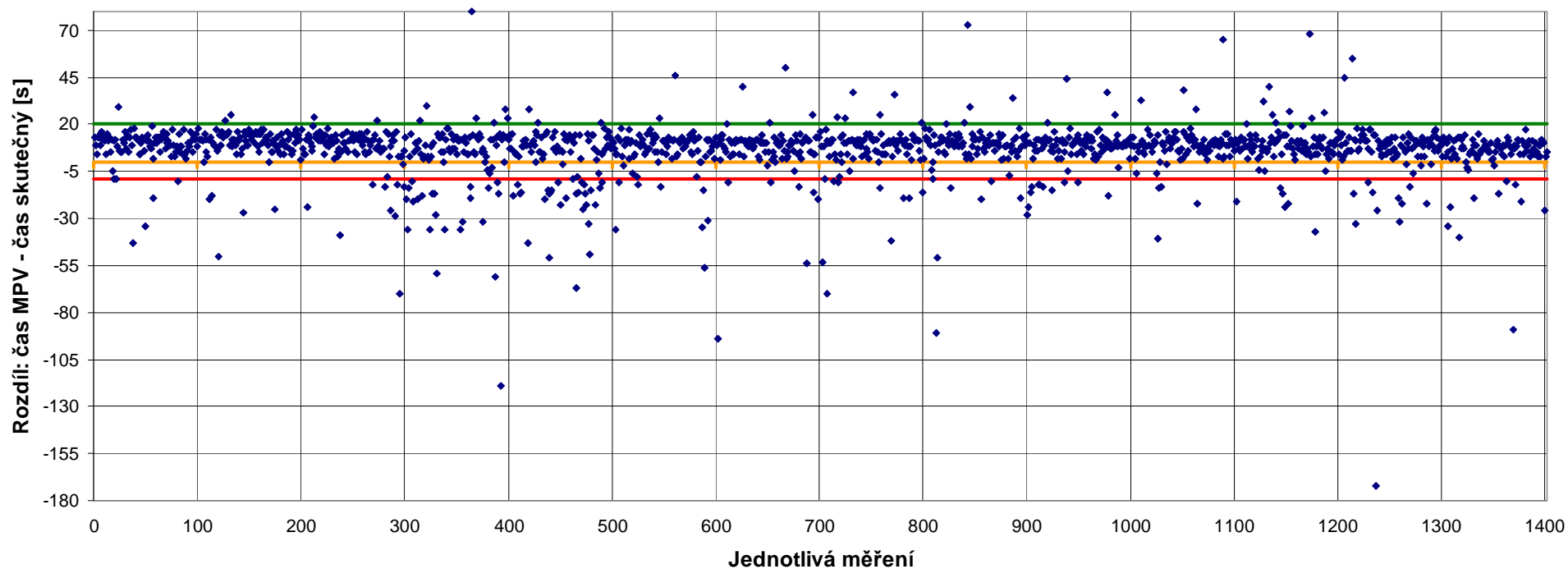
Číslo zastávky/ číslo sloupku	Název zastávky	Původní souřadnice zastávek (WGS 84)		Nové souřadnice zastávek (WGS 84)		Posun [m]
1712/3	Mníšek p,Brdy,Kaple	49,84095	14,24623	49,84088	14,24617	9
1713/1	Kytín,U Hřbitova	49,84724	14,22539	49,84726	14,22542	3
1713/2	Kytín,U Hřbitova	49,84746	14,22477	49,84746	14,22478	1
1714/1	Kytín,náves	49,85015	14,21854	49,84999	14,21848	18,5
1719/1	Trnová,škola	49,91687	14,34859	49,91686	14,34863	3
1719/2	Trnová,škola	49,91682	14,34863	49,91700	14,34847	23,5
1720/1	Trnová	49,91526	14,35760	49,91520	14,35765	7
1721/1	Klínec,u hřiště	49,90527	14,33595	49,90528	14,33596	2
1721/2	Klínec,u hřiště	49,90504	14,33611	49,90504	14,33614	2
1731/1	Líšnice	49,88951	14,32173	49,88951	14,32176	2
1731/2	Líšnice	49,88936	14,32190	49,88947	14,32199	14
1732/1	Řitka	49,89465	14,29885	49,89468	14,29890	4,5
1732/2	Řitka	49,89476	14,29823	49,89478	14,29824	2,5
1739/1	Jíloviště	49,92776	14,34206	49,92777	14,34220	10
1739/2	Jíloviště	49,92789	14,34348	49,92788	14,34393	32,5
1843/1	Dobříš,Průmyslová zóna	49,79558	14,19106	49,79424	14,18963	181
1843/2	Dobříš,Průmyslová zóna	49,79561	14,19142	49,79584	14,19183	38,5
1848/1	Mníšek p,Brdy,Pražská	49,86803	14,26641	49,86809	14,26650	9
1848/2	Mníšek p,Brdy,Pražská	49,86808	14,26729	49,86814	14,26695	25
1849/1	Kytín,rozc.	49,83965	14,24440	49,83964	14,24442	2
1849/2	Kytín,rozc.	49,83988	14,24453	49,83987	14,24449	3
1850/1	Dobříš,žel.st.	49,78918	14,18433	49,78915	14,18433	3
1850/2	Dobříš,žel.st.	49,78949	14,18476	49,78949	14,18483	5
1851/1	Dobříš,nám.	49,78150	14,17066	49,78146	14,17054	10
1851/2	Dobříš,nám.	49,78150	14,17066	49,78146	14,17054	10
1977/1	Dobříš,Kodetka	49,79904	14,19586	49,79901	14,19582	4
1977/2	Dobříš,Kodetka	49,79852	14,19565	49,79850	14,19563	2,5
2191/1	Voznice	49,81717	14,21678	49,81717	14,21680	1,5
2191/2	Voznice	49,81621	14,21701	49,81621	14,21698	2
2549/1	Voznice,polesí	49,81208	14,21190	49,81212	14,21198	7,5
2549/2	Voznice,polesí	49,81239	14,21277	49,81240	14,21284	5,5
4157/1	Dobříš,Kostelíček	X	X	49,78373	14,18138	X
4157/2	Dobříš,Kostelíček	X	X	49,78396	14,18167	X

Původní a nově získané souřadnice zastávek a jejich posunutí po přeměňování z mapy

Číslo zastávky/ číslo sloupku	Název zastávky	Původní souřadnice zastávek (WGS 84)		Nové souřadnice zastávek (WGS 84)		Posun [m]
102/1	Dostihová	50,01244	14,39386	50,01253	14,39391	10,5
102/2	Dostihová	50,01228	14,39471	50,01295	14,39433	79
315/1	Lahovice	49,98951	14,39866	49,98987	14,39870	40
315/2	Lahovice	49,98742	14,39831	49,98643	14,39771	118,5
317/1	Lahovičky	50,00000	14,39565	50,00006	14,39568	7,5
317/2	Lahovičky	50,00032	14,39590	50,00028	14,39592	4,5
337/3	Lihovar	50,05039	14,40998	50,05028	14,41014	16
337/4	Lihovar	50,05059	14,40998	50,05081	14,40995	24,5
355/2	Malá Chuchle	50,02519	14,39495	50,02517	14,39499	3,5
458/7	Smíchovské nádraží	50,06146	14,40895	50,06138	14,40906	12
458/12	Smíchovské nádraží	50,05967	14,40942	50,05953	14,40941	16
458/13	Smíchovské nádraží	X	X	50,06184	14,40940	X

Příloha 2:
Podrobné grafy z průzkumu

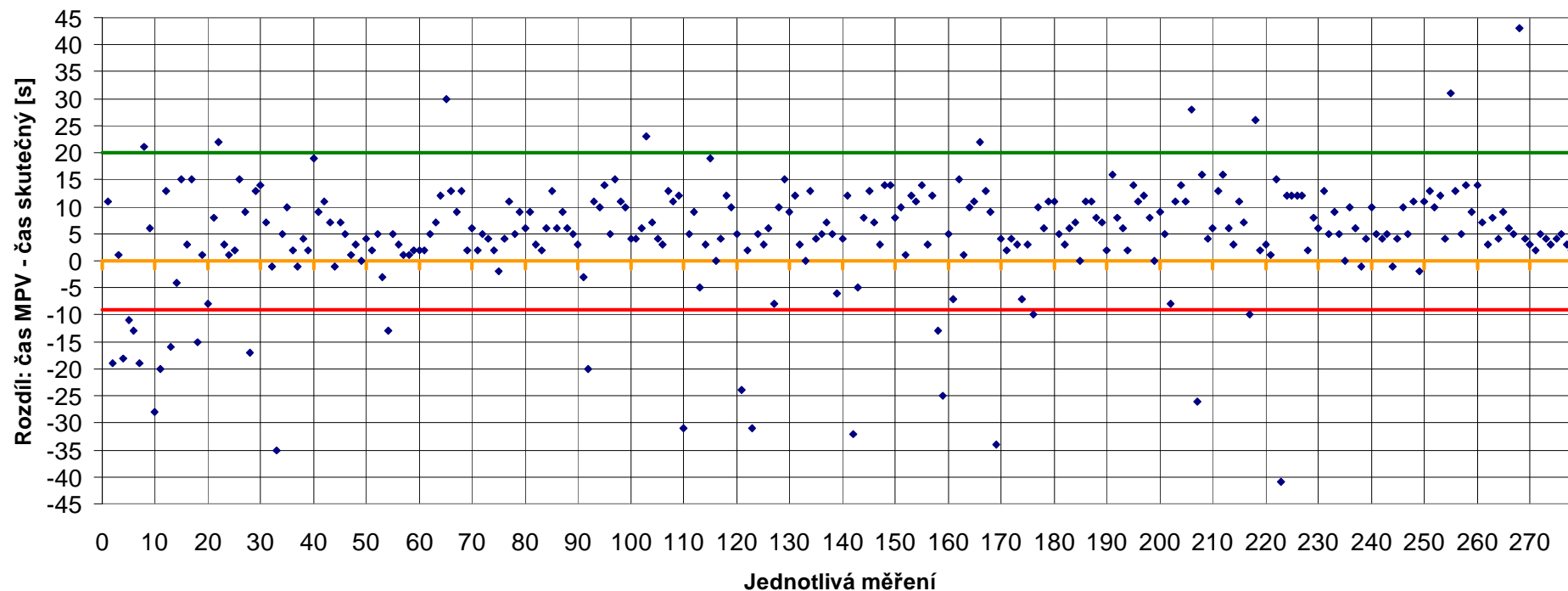
Výsledky všech změřených rozdílů mezi časem přiřazeným systémem MPV a časem skutečně změřeným v 1. fázi průzkumu



V grafu jsou obsaženy všechny změřené rozdíly času přiřazeného MPV a času skutečně změřeného v rámci 1. fáze průzkumu. Oranžová úsečka označuje shodu (totožný čas odjezdu stanovený systémem MPV i měřitelem), zelená úsečka vyznačuje maximální kladnou hodnotu a červená úsečka maximální zápornou hodnotu (platí pouze pro průjezdy zastávkami), které jsou ještě tolerovány jako správné stanovení času odjezdu ze zastávky.

V první fázi průzkumu bylo objeveno mnoho záporných i kladných rozdílů mimo tolerance (tj. odjezdy ze zastávek byly nesprávně vyhodnoceny jako předčasné resp. zpožděné).

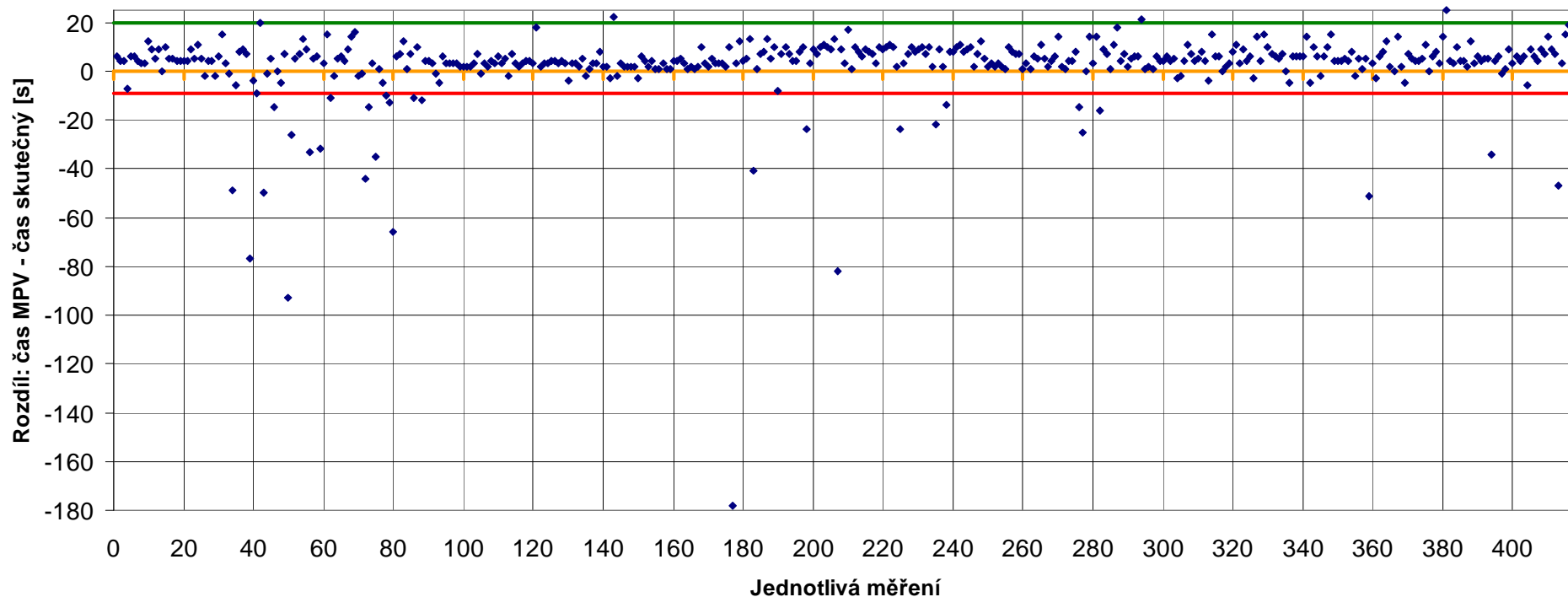
Výsledky všech změřených rozdílů mezi časem přiřazeným systémem MPV a časem skutečně změřeným ve 2. fázi průzkumu



V grafu jsou obsaženy všechny změřené rozdíly času přiřazeného MPV a času skutečně změřeného v rámci 2. fáze průzkumu. Oranžová úsečka označuje shodu (totožný čas odjezdu stanovený systémem MPV i měřitelem), zelená úsečka vyznačuje maximální kladnou hodnotu a červená úsečka maximální zápornou hodnotu (platí pouze pro průjezdy zastávkami), které jsou ještě tolerovány jako správné stanovení času odjezdu ze zastávky.

V druhé fázi průzkumu došlo k mírnému zlepšení situace (tj. snížil se počet nesprávně stanovených odjezdů ze zastávek mimo tolerance).

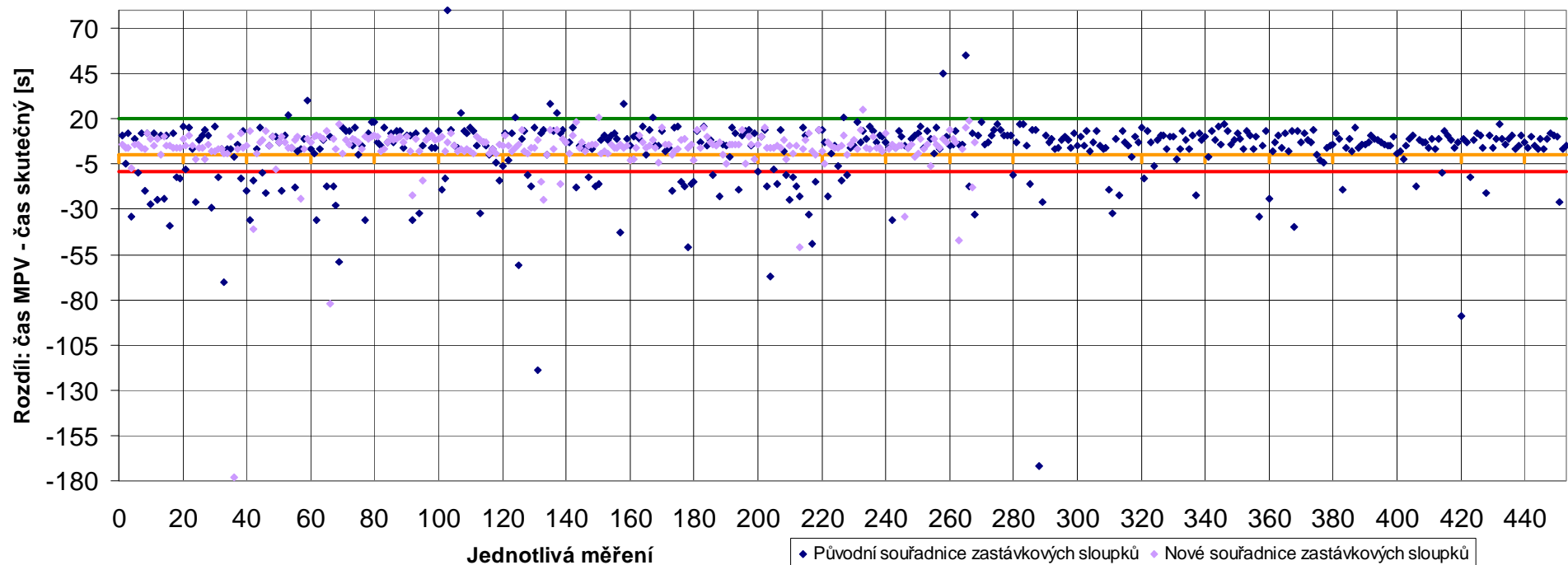
Výsledky všech změřených rozdílů mezi časem přiřazeným systémem MPV a časem skutečně změřeným ve 3. fázi průzkumu



V grafu jsou obsaženy všechny změřené rozdíly času přiřazeného MPV a času skutečně změřeného v rámci 3. fáze průzkumu. Oranžová úsečka označuje shodu (totožný čas odjezdu stanovený systémem MPV i měřitelem), zelená úsečka vyznačuje maximální kladnou hodnotu a červená úsečka maximální zápornou hodnotu (platí pouze pro průjezdy zastávkami), které jsou ještě tolerovány jako správné stanovení času odjezdu ze zastávky.

Ve třetí fázi průzkumu byl objeven další problém způsobený výpadky vysílání modemu vozidla, což mělo za následek špatné vyhodnocování odjezdů ze zastávek, a proto je mnoho hodnot rozdílů časů mimo stanovené tolerance. Z grafu lze také vyčíst, že zjištěné časové rozdíly se blíží k hodnotě 0 (došlo k zpřesnění časů přiřazování).

Výsledky všech změřených rozdílů mezi časem přiřazeným systémem MPV a časem skutečně změřeným v 1. a 3. fázi průzkumu na zastávkách, jejichž GPS souřadnice byly změněny



V grafu jsou obsaženy všechny změřené rozdíly času přiřazeného MPV a času skutečně změřeného v rámci 1. a 3. fáze průzkumu na zastávkách, kde došlo ke změnám souřadnic. Oranžová úsečka označuje shodu (totožný čas odjezdu stanovený systémem MPV i měřitelem), zelená úsečka vyznačuje maximální kladnou hodnotu a červená úsečka maximální zápornou hodnotu (platí pouze pro průjezdy zastávkami), které jsou ještě tolerovány jako správné stanovení času odjezdu ze zastávky. Modré body označují výsledky získané v první fázi, fialové body potom výsledky ze třetí fáze průzkumu.

Při vzájemném porovnání první a třetí fáze průzkumu je vidět poměrně velké zlepšení, protože výsledky třetí fáze se začaly více vyskytovat v tolerované oblasti.