

Metodika pro zavádění systému
preference ve VD s využitím
technologie TYFLOSET

METODIKA
uplatnění výsledků výzkumů

2013

Metodika pro zavádění systému preferencí ve VD s využitím technologie TYFLOSET

2013

Výstup řešení projektu:	TELEMATICKÉ SYSTÉMY VE VEŘEJNÉ DOPRAVĚ
ID projektu:	TA01030263
Zpracovatel:	Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (CDV)
Odpovědný řešitel:	Ing. Bohuslav Dokoupil (bohoslav.dokoupil@cdv.cz), CDV v.v.i.
Autor metodiky:	Ing. Martin Bambušek (martin.bambusek@cdv.cz), CDV v.v.i.
Oponenti:	Milan Benda (benda.milan@magistrat.liberec.cz), SML Liberec Ludvík Lavička (lavicka@dpmlj.cz), DPMLJ

OBSAH

1.	ÚVOD	5
1.1.	PREFERENCE VEŘEJNÉ DOPRAVY	6
1.2.	DOPADY PREFERENCE MHD	7
2.	CÍL METODIKY	9
3.	SYSTÉM PREFERENCE VEŘEJNÉ DOPRAVY - TECHNOLOGIE TYFLOSET	10
4.	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	12
4.1.	PŘEDBĚŽNÉ PŘIHLÁŠENÍ	13
4.2.	HLÁŠENÍ O UZAVŘENÍ DVEŘÍ (PRŮBĚŽNÉ PŘIHLÁŠENÍ).....	14
4.3.	HLAVNÍ PŘIHLÁŠENÍ.....	15
4.4.	ODHLÁŠENÍ	15
4.5.	SHRNUTÍ	15
5.	ARCHITEKTURA SYSTÉMU	16
5.1.	DODATEČNÉ TECHNICKÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA.....	16
5.2.	STÁVAJÍCÍ TECHNICKÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA	16
5.3.	ZÁKLADNÍ FUNKCE	18
5.4.	SPECIFIKACE KOMPONENT.....	19
5.4.1.	Palubní počítač DT 02.....	19
5.4.2.	Sběrnice IBIS	21
5.4.3.	Digitální hlásič ICU	21
5.4.4.	Povelový přijímač PPN 24A.....	22
5.4.5.	Povelový vysílač typu PV 24	23
5.4.6.	GPS přijímač	25
5.4.7.	Rádiový datový modul RDM 01	26
5.4.8.	Vozidlová radiostanice RDST / ovládací skříňka	27
5.5.	DODATEČNÉ PROGRAMOVÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA	28
5.5.1.	Komunikační protokol GPS - RDM 01	28
5.5.2.	Komunikační protokol DT02 - RDM 01	29
5.5.3.	Návrh komunikačního protokolu povelového vysílače PV 24.....	32
5.6.	STACIONÁRNÍ ČÁST SYSTÉMU PREFERENCE.....	34
5.6.1.	Technické prostředky stacionární části.....	34
5.7.	PROGRAMOVÉ PROSTŘEDKY STACIONÁRNÍ ČÁSTI.....	37
5.7.1.	Návrh zprávy pro modul přizpůsobení k řadiči světelné signalizace	37
6.	PŘÍKLAD IMPLEMENTACE SYSTÉMU	38
6.1.	VÝBĚR VHODNÉHO MÍSTA	38
6.2.	KRITÉRIA VÝBĚRU MÍSTA	39
6.3.	KŘÍŽOVATKY PRO PILOTNÍ TEST	39
6.3.1.	Jablonecká - na bídě	39
6.3.2.	Hodkovická – Milady Horákové	40
6.4.	DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ	41
6.4.1.	situování detekčních bodů přihlášení a odhlášení vozidla	42
6.4.2.	Zpracování dopravně inženýrského řešení vybraných křižovatek.....	42
6.4.3.	Situační schéma SSZ LB.02.....	44
6.4.4.	Situační schéma SSZ LB.03.....	45
6.5.	VYUŽITÍ ÚDAJŮ Z AKTIVNÍ DETEKCE.....	46
7.	ZÁVĚR	47

SEZNAM ZKRATEK

VD	VEŘEJNÁ DOPRAVA
OIS	ODBAVOVACÍ A INFORMAČNÍ SYSTÉM
SSZ	SVĚTELNÉ SIGNALIZAČNÍ ZAŘÍZENÍ – SLOUŽÍ K ŘÍZENÍ KŘIŽOVATEK POMOCÍ SVĚTELNÝCH SIGNÁLŮ
IAD	INDIVIDUÁLNÍ AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA
IS	INFORMAČNÍ SYSTÉMY
MHD	MĚSTSKÁ HROMADNÁ DOPRAVA
DPmLJ	DOPRAVNÍ PODNIK MĚST LIBERCE A JABLONCE NAD NISOU, A. S.
PV	POVELOVÝ VYSÍLAČ
PP	POVELOVÝ PŘIJÍMAČ
GPS	GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GLOBÁLNÍ SYSTÉM PRO ZJIŠŤOVÁNÍ POLOHY). ZJIŠŤOVÁNÍ POLOHY VOZIDEL POMOCÍ SATELITŮ.
ZS	ZÁCHRANNÝ SYSTÉM
JŘ	JÍZDNÍ ŘÁD
GPRS	GENERAL PACKET RADIO SERVICES – TECHNOLOGIE PAKETOVÉHO PŘENOSU DAT
RIS	ŘÍDÍCÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM
RDM	RÁDIOVÝ DATOVÝ MODUL
IPIS	INTEGROVANÝ PALUBNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM
BER	BIT ERROR RATE (MÍRA KVALITY TELEKOMUNIKAČNÍHO KANÁLU)

1. ÚVOD

Porovnáme-li nežádoucí aspekty plynoucí z jednotlivých módů dopravy, jako jsou emise, hluk a energetická náročnost, dojdeme vždy k závěru, že veřejná doprava je v tomto směru nejpříznivější. Výhod plynoucích z upřednostňování veřejné dopravy (VD) před dopravou individuální (IAD) je hned několik:

- nízká míra znečištění životního prostředí (emise, hluk),
- energeticky efektivnější doprava,
- dostupnost VD všem lidem,
- pro přepravu stejného množství lidí potřebuje VD méně prostoru,
- ekonomické, sociální, urbanistické přínosy.

Z výše uvedených důvodů je jasné, že je velmi žádoucí preferovat takové způsoby dopravy, které jsou maximálně efektivní a nenesou velké množství negativních dopadů na životní prostředí a zdraví člověka. Z toho plyne jednoznačný poznatek, že pro společnost jako celek, je výhodné co nejširší využívání městské hromadné dopravy (MHD) na úkor IAD.

Vysoká intenzita provozu IAD ve městech je zapříčiněna především její velmi nízkou efektivitou. Při srovnání průměrné obsazenosti vozidla IAD a průměrné obsazenosti vozidel MHD v době dopravní špičky vychází na jednu tramvajovou soupravu 96,6 osobních motorových vozidel.

Tento fakt si lze také představit jako tzv. „začarovaný kruh městské dopravy“. Více vozidel IAD ve městech zapříčiňuje větší míru kongescí, následkem tohoto jevu je menší atraktivita MHD pro cestující a v konečném důsledku ještě větší nárůst počtu vozidel IAD.

Potřeba preference některých vozidel (MHD, ZS - záchranný systém) se tedy v dnešní době stává aktuální zejména ve městech s přetíženou komunikační sítí, kde dochází k častým dopravním zácpám (kongescím).

1.1. PREFERENCE VEŘEJNÉ DOPRAVY

Podzemní doprava (metro), železniční doprava, lanovky, lodní doprava, to je výčet módů veřejné dopravy, jež jsou oproti tramvajové, a autobusové dopravě značně zvýhodněny.

Autobusová a tramvajová doprava je totiž ovlivňována několika vnějšími vlivy (propustnost křižovatek, dopravní zácpy, nehody, havárie, atd.), což má za následek mnoho negativních dopadů:

- klesající kvalita služeb VD,
- klesající rychlost přepravy,
- nedodržování jízdního řádu (JŘ),
- odklon lidí od MHD k IAD.

Pro eliminaci těchto negativních dopadů je tedy žádoucí veřejnou dopravu upřednostňovat před dopravou individuální, pomocí různých dopravních a stavebních opatření.

Preference veřejné dopravy je tedy velmi široký pojem, jež si můžeme vyložit jako soubor veškerých opatření vedoucích k upřednostňování a podporování veřejné dopravy (VD). Mezi nejčastější způsoby preference řadíme dynamické řízení světelných signalizačních zařízení (SSZ), vyhrazené jízdní pruhy pro vozidla městské hromadné dopravy (MHD), stavební úpravy v rámci dopravní infrastruktury (podélné prahy, zóny s omezením vjezdu, segregace tratí,...), legislativní zvýhodňování určitých vozidel při průjezdu dopravní sítě a další opatření jako například optimalizace dopravy (projektování linek, optimalizace jízdních řádů).

Aplikace preferenčních nástrojů (opatření) umožňuje mj.:

- zlepšení průjezdnosti a plynulosti problémových úseků,
- redukce velkých zpoždění v nejzatíženějších úsecích,
- zlepšení podmínek dopravy pro cestující,
- zvýšení atraktivity MHD,
- zkrácení jízdní doby,
- snížení energetické náročnosti,
- snížení počtu dopravních nehod,

- zvýšení bezpečností dopravy,
- snížení finanční náročnosti.

Preference veřejné dopravy, která zajistí pravidelnost a větší rychlost provozu těchto vozidel, je významným motivačním faktorem působící na uživatele ve prospěch širšího využití VD.

Díky implementaci preferenčních řešení veřejné dopravy lze následně v dopravě zaznamenat mnoho přínosů jak pro cestující, dopravce, tak také pro všechny ostatní motoristy.

Hlavním argumentem pro zavádění preferenčních opatření pro vozy MHD je fakt, že není možné v městských podmínkách uspokojit většinu dopravních potřeb pouze IAD a proto je MHD veřejnou službou strategického významu, která je pro život města nezastupitelná.

1.2. DOPADY PREFERENCE MHD

Upřednostňování veřejné dopravy má významný vliv na mnoho sledovaných faktorů, z nichž některé jsou hlavní rozhodovací kritéria při výběru módu dopravy cestujícím. Při hledání efektů preference, je nutné rozlišovat, zda se zavedené preferenční opatření vztahují k autobusové, nebo tramvajové dopravě, nebo zda na efekty pohlížíme z hlediska cestujícího nebo z hlediska dopadů na životní prostředí.

Efekty preference tramvají:

- zvýšení plynulosti,
- pravidelné intervaly průjezdů zastávkami jednotlivých vozidel,
- zvýšení bezpečnosti – snížení agresivity řidičů,
- zvýšení přesnosti provozu v souladu s JŘ,
- úspora elektrické energie.

Efekty preference autobusů:

- stejné jako u předchozího bodu,
- zkrácení jízdní doby – úspory v počtu vypravovaných vozů za směnu.

Efekty preference z hlediska životního prostředí:

- snížení negativních vlivů dopravy na ŽP,
 - nehodovost,
 - emise,
 - vibrace,
 - hluk.

Efekty preference z pohledu cestujících:

- psychologické dopady na cestujícího,
- pozitivní vliv na dělbu práce mezi MHD a IAD, přesun uživatelů od IAD k MHD, zvyšování komfortu přepravy v MHD.

2. CÍL METODIKY

Navržená metodika pro zavádění systému preference ve veřejné dopravě s využitím technologie TYFLOSET si klade za cíl osvětlit principy fungování tohoto systému a přinést jasný metodický postup pro implementaci tohoto systému do praxe.

Zabývá se detailním rozbořem komplexní architektury systému, vozidlovou i stacionární částí, programovými doplňky i postupy jak dosáhnout fungujícího řešení tohoto systému.

Stanovené cíle metodiky lze shrnout do následujících bodů:

- obecná charakteristika preference ve veřejné dopravě,
- analýza dopadů a pozitiv preference,
- návrh řešení systému preference pomocí technologie TYFLOSET,
- návrh architektury systému,
- návrh postupu implementace systému,
- uvedení příkladu řešení systému preference.

3. SYSTÉM PREFERENCE VEŘEJNÉ DOPRAVY - TECHNOLOGIE TYFLOSET

Systém povelových přijímačů a vysílačů vozidel veřejné dopravy jako součást palubních informačních systémů (IS) slouží primárně pro poskytování informací nevidomým, slabozrakým a dalším osobám se sníženou schopností pohybu a orientace. Tyto informace jsou poskytovány uživatelům v akustické podobě především na zastávkách městské hromadné dopravy (MHD). Technologii rádiových komunikačních zařízení povelové soupravy TYFLOSET lze však také výhodně využít i pro další dopravní aplikace, např. během jízdy vozidla, kdy zásadním přínosem je skutečnost, že systémem TYFLOSET v té či oné podobě je vybavena většina vozidel veřejné dopravy v České republice, a tak náklady na dovybavení vozidel nezbytnými dodatečnými technickými prostředky budou minimalizovány.

Vozidlová část systému TYFLOSET je navázána na palubní informační systém řízený řadičem sběrnice, buď palubním počítačem IS, nebo jiným typem řadiče, např. zařízením na výdej jízdenek cestujícím, který však plní základní funkce palubního počítače, který má ve své databázi informace o průběhu projížděné trasy získávané z dalších detekčních a lokalizačních systémů a informaci o dodržování jízdního řádu (JŘ), popř. o odchylkách od plánovaného JŘ.

Takto založený informační systém umožňuje vyhodnocovat okamžitou polohu vozidla včetně orientace před křižovatkami vybavenými světelným signalizačním zřízením (SSZ) a v závislosti na aktuální odchylce od jízdního řádu (JŘ) prostřednictvím rádiových technických prostředků systému TYFLOSET žádat o preferenci průjezdu křižovatkou. Tento systém umožní aktivní, podmíněnou, dopravně závislou preferenci veřejné dopravy s dynamickým řízením bez zásahu z řídící centrály (decentralizovaný systém) díky přímé komunikaci IS vozidla s řadičem SSZ.

Stěžejním důvodem využití systému TYFLOSET pro řešení otázek spojených s aktivní podmíněnou preferencí vozidel na křižovatkách se SSZ jsou nízké dodatečné náklady na vozidlovou výbavu a navržený systém preference se tak může stát pro dopravce a zřizovatele veřejné dopravy velmi přitažlivým.

Rozhodující komponenty vozidlové výbavy systému preference vozidel jako jsou palubní počítače (nebo obdobné řadiče informačního systému vozidla) s nezávislým jízdním

řádem a palubní systém lokalizace vozidla pomocí GPS jsou již v drtivé většině moderních vozidel veřejné dopravy osob přítomny a náklady na doplnění systému TYFLOSET povelovým vysílačem jsou v porovnání s jinými systémy a principy preference přijatelné.

4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Klíčovou úlohou pro umožnění preference vozidla MHD na křižovatkách je určení okamžité polohy vozidla s dostatečnou přesností a spolehlivostí. V našem případě bude pro určení okamžité polohy vozidla využit satelitní systém pro určování polohy GPS. Okamžitá poloha vozidla tak není vázána např. na kolejovou trasu nebo systém pevných majáků, a tedy je tato technologie vhodná i pro aktivní detekci polohy autobusů, kde se procesu detekce účastní i vozidlo.

Většina vozidel veřejné dopravy (VD) jsou standardně vybavena palubním odbavovacím a informačním systémem (OIS), napojeným na přijímač GPS a na vozidlovou sběrnici, která je řízena palubním počítačem. Palubní počítač má ve své databázi informaci o trase jízdy a informaci o jízdním řádu, tedy je schopen porovnávat momentální polohu vozidla ve vztahu k přepravním úkolům dle aktuálního času.

V první fázi projede vozidlo kolem daného polohového bodu, který je umístěn ve vzdálenosti cca 300 až 400 m od křižovatky. Zeměpisná poloha bodu je naprogramována do palubního počítače vozidla jako detekční bod. Průjezd vozidla tímto bodem je dán vyhodnocením souřadnic z přijímače systému GPS ve vozidle. Vzhledem k dostatečné vzdálenosti přihlašovacího bodu od křižovatky není určitá nepřesnost systému GPS rozhodující.

Zpoždění je primárně vyhodnoceno počítačem vozidla na základě porovnání času průjezdu detekčním bodem s jízdním řádem, který je v počítači implementován. Obdobně budou generovány i okamžiky dalšího přihlášení a odhlášení vozidla.

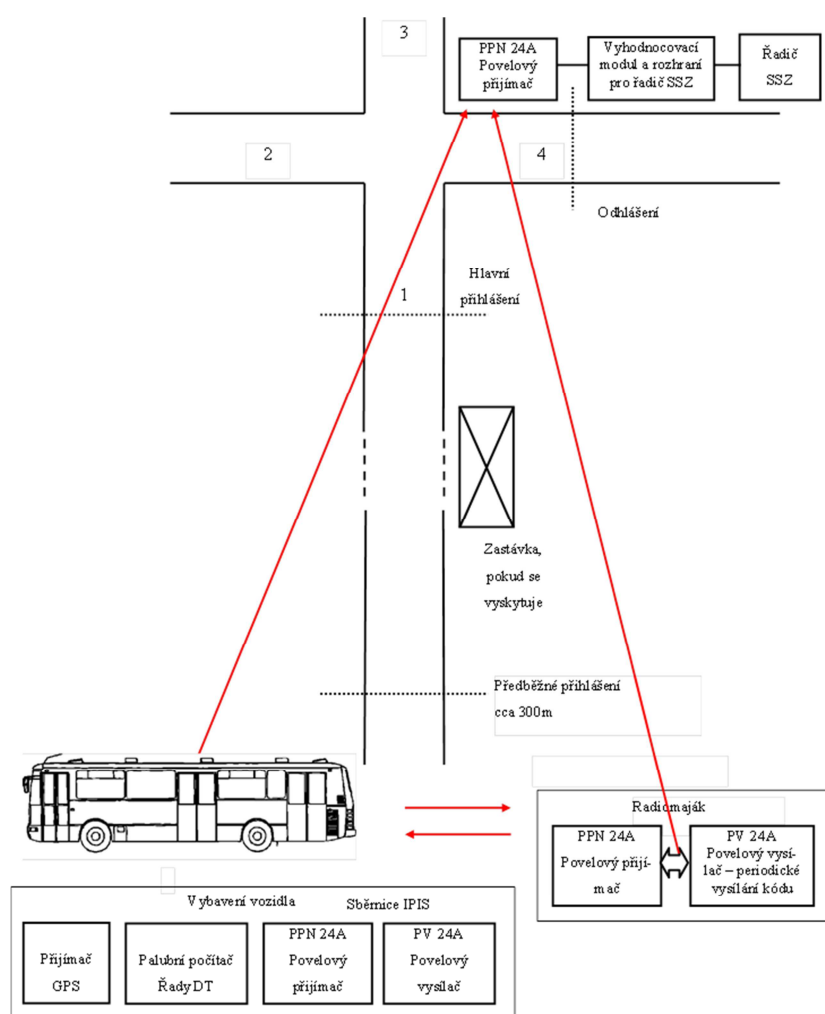
Pro úplný způsob přihlašování vozidel jsou požadovány následující druhy přihlášení a odhlášení vozidla:

- předběžné přihlášení;
- hlášení o uzavření dveří na zastávce (pokud je zastávka mezi majákem předběžného přihlášení a vlastní křižovatkou);
- hlavní přihlášení;
- odhlášení po průjezdu vozidla křižovatkou.

V případě jednodušších situací a křižovatek je možné předběžné přihlášení sloučit s hlášením o uzavření dveří v zastávce před křižovatkou.

Jednotlivá hlášení jsou předávána rádiovými palubními systémy využívající komunikaci na krátkou vzdálenost přijímačům těchto hlášení umístěným u zvolených křižovatek a následně předávána řadiči světelného signalizačního zařízení (SSZ), nejlépe retranslaci rádiovou cestou standardizovaným protokolem SSZ. Rádiový přenos informací nevyžaduje nákladnou montáž na křižovatce a umožňuje přenést z vozidla do řadiče světelné signalizace všechny potřebné informace.

Jednotlivá funkční zařízení systému a jejich komunikační vazby jsou znázorněny níže:



Obrázek 1: Blokové znázornění technických prostředků a komunikačních směrů pro zabezpečení preference veřejné dopravy osob na křižovatkách se světelnou signalizací

4.1. PŘEDBĚŽNÉ PŘIHLÁŠENÍ

V první fázi projede vozidlo kolem polohového majáku, který je umístěn ve vzdálenosti cca 300 m od křižovatk. Zeměpisná poloha majáku je naprogramována do palubního

počítače vozidla (dále PP) - jako tzv. bod detekce. Průjezd vozidla tímto bodem je dán vyhodnocením souřadnic z přijímače systému GPS ve vozidle. Zpoždění je primárně vyhodnoceno počítačem vozidla na základě porovnání času průjezdu detekčním bodem s jízdním řádem, který je nahrán do počítače. Vzhledem k tomu, že současně se zeměpisnými souřadnicemi generuje přijímač GPS i čas, tak frekvence příjmu dat z přijímače GPS (zpravidla 1 Hz) nemá podstatný vliv na přesnost časového údaje průjezdu bodem detekce. Přesnost detekce polohy vozidla pomocí systému GPS se pohybuje řádově v desítkách metrů i méně. Veškerá datová komunikace ve vozidle v daném případě probíhá na sběrnici IPIS.

Po detekci zpoždění iniciuje počítač přenos žádosti o preferenci k řadiči SSZ pomocí povelového vysílače PV24A pracujícího na frekvenci 86,79 MHz. Tato frekvence je vyhrazena pro systém TYFLOSET. Součástí žádosti je kód křižovatky, pro kterou je zpráva určena, kód detekčního bodu a identifikace vozidla, tak, aby dostal řadič SSZ informaci o směru průjezdu vozidla

Polohový radiomaják plní v systému dvě funkce:

- v případě husté městské zástavby s nespolehlivým nebo nemožným příjmem ze satelitů GPS určuje radiomaják polohu vozidla tak, že periodicky vysílá jedinečný kód na frekvenci 86,79 MHz pomocí vysílače PV24A. Tento kód je přijat povelovým přijímačem vozidla PPN24A. Při použití směrové antény u radiomajáku lze dosáhnout přesnosti detekce polohy vozidla pomocí radiomajáku cca 10 metrů.

- přijímač radiomajáku PPN24A přijme na svém kmitočtu 86,79 MHz z vozidla žádost o preferenci a na volně dostupné frekvenci 433,95 MHz ji předá k řadiči SSZ. V případě spolehlivého přenosu žádosti přímo z vozidla (závisí na mnoha činitelích – místní zástavba, místní rušení,...) lze tuto funkci „jištění“ přenosu vyřadit z činnosti.

4.2. HLÁŠENÍ O UZAVŘENÍ DVEŘÍ (PRŮBĚŽNÉ PŘIHLÁŠENÍ)

Druhá fáze nastane, je-li před křižovatkou zastávka. Doba pobytu v zastávce není předem známa, proto je v tomto případě rozhodujícím faktorem pro vyslání zprávy řadiči světelné signalizace okamžik zavření dveří po ukončení nástupu cestujících. Jakmile tento okamžik nastane, je odvíšlána povelovým vysílačem zpráva o uzavření dveří. Pokud vozidlo neprojíždí zastávkou, lze tuto fázi nahradit virtuálním bodem detekce vloženým mezi body předběžného a hlavního přihlášení.

4.3. HLAVNÍ PŘIHLÁŠENÍ

Třetí fáze je hlavní přihlášení, které nastane v bezprostřední definované vzdálenosti od středu křižovatky. Detekce průjezdu tímto bodem detekce a činnost systému jsou analogické činnosti popsané v kapitole 6.3.1. s tím rozdílem, že v blízkosti křižovatky se předpokládá spolehlivý přenos zprávy pouze pomocí polohového vysílače PV24A, který je na takto krátkou vzdálenost dostatečně spolehlivý. Zpráva je formátována a modifikována stejně jako obě předchozí.

4.4. ODHLÁŠENÍ

Poslední fází je odhlášení, které opět musí iniciovat palubní počítač při průjezdu naprogramovaným bodem odhlášení.

4.5. SHRUTÍ

Takto koncipovaný systém aktivní detekce vozidel MHD, přijíždějících ke křižovatce, předává řadiči světelné signalizace dostatek údajů pro sofistikovaný způsob řízení světelné signalizace s preferencí městské hromadné dopravy. Jedná se zejména o dále uvedené údaje:

- počet a evidence zpožděných vozidel MHD blížících se ke křižovatce z jednotlivých směrů včetně údaje o směru jízdy za křižovatkou;
- údaje o dodržování jízdního řádu (velikosti zpoždění) blížících se a projíždějících vozidel;
- přesná doba odjezdu ze zastávky před křižovatkou;
- opuštění křižovatky jednotlivých evidovaných vozidel

Na základě výše uvedených údajů spolu s dalšími údaji, získanými např. z indukčních smyček, může řadič světelné signalizace lépe vyhodnotit situaci a stanovit příslušné pořadí průjezdů křižovatkou se světelnou signalizací, tj. prodloužení nebo zkrácení intervalů pro jízdu jednotlivými směry případně i změnu pořadí jednotlivých směrů.

Je evidentní, že zvýšené množství a kvalita dat předávaných z vozidel řadiči světelné signalizace si vyžádá nároky na dodatečné technické a programové vybavení ve vozidle i mimo ně.

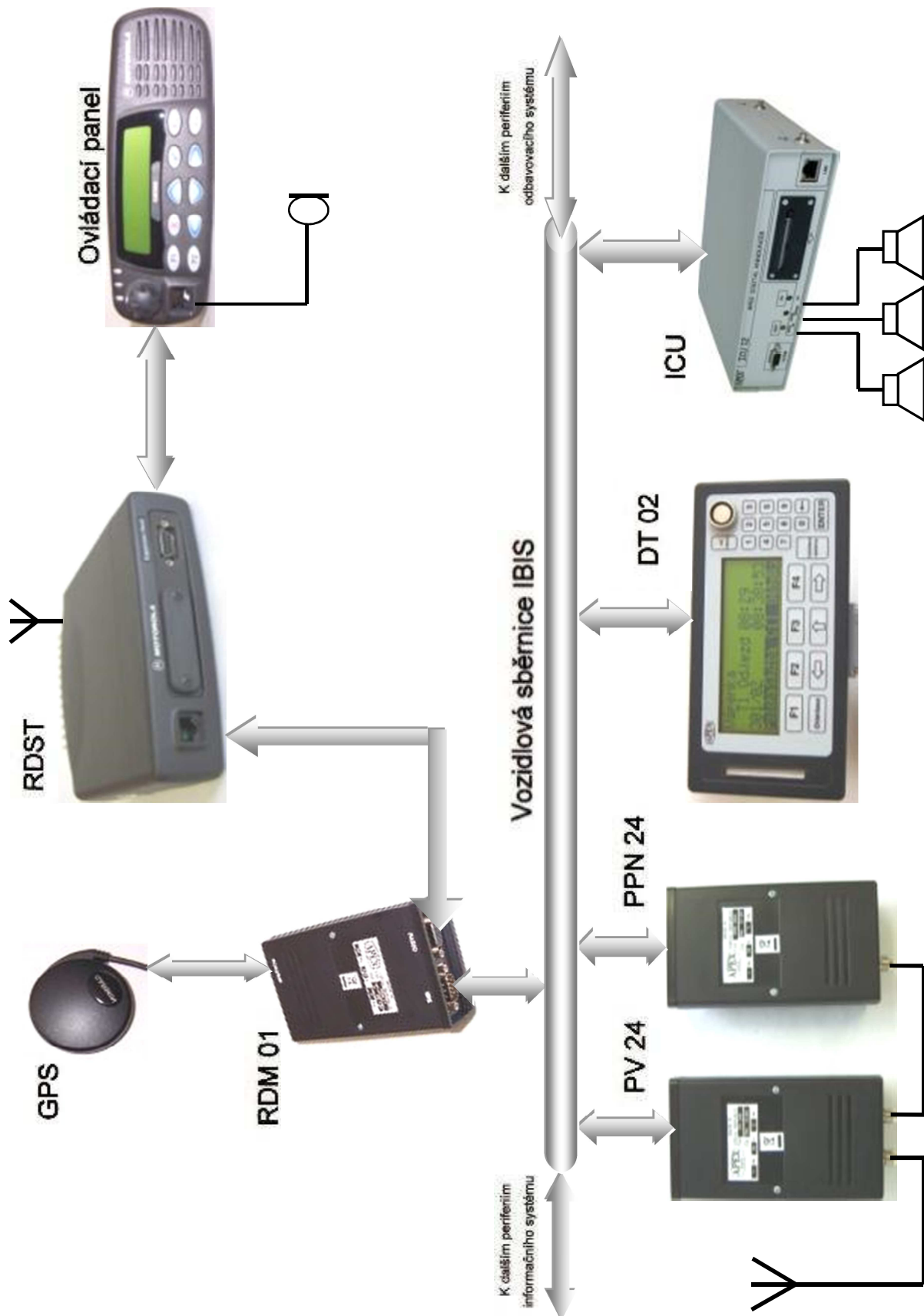
5. ARCHITEKTURA SYSTÉMU

5.1. DODATEČNÉ TECHNICKÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA

Pro aktivní preferenci autobusů je využit systém TYFLOSET. Vozidlová část tohoto systému se skládá z povelového přijímače PPN 24A, který je součástí systému TYFLOSET a povelového vysílače typu PV 24N, který je nutno do vozidel instalovat. Anténní systém pro povelový přijímač i vysílač je totožný.

5.2. STÁVAJÍCÍ TECHNICKÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA

Po osazení autobusů povelovým vysílačem bude vozidlová výbava informačního systému, účastníciho se nějakým způsobem řešení preference těchto vozidel na zvolených křižovatkách, plně připravena pro použití. Klíčová část vozidlové výbavy informačního systému je blokově zobrazena na Obrázek 2.



Obrázek 2: Blokové schéma informačního systému autobusů

5.3. ZÁKLADNÍ FUNKCE

Základní funkce jednotlivých zařízení ve spojitosti s preferencí vozidel jsou popsány dále:

- Palubní počítač DT 02

Palubní počítač DT 02 je hlavním zdrojem dat pro informační systém vozidla, mimo jiné i pro systém aktivní preference vozidel na křižovatkách, poskytuje data pro identifikaci vozidla, o odchylce od JŘ a informace o směru jízdy před a za křižovatkou. Palubní počítač je současně řadičem komunikační sběrnice.

- Sběrnice IBIS

Sběrnice IBIS je páteřní komunikační linka ve vozidle, jež spojuje řadič sběrnice (palubní počítač) se všemi dalšími komponenty informačního a odbavovacího systému, včetně rádiové povelové soupravy.

- Digitální hlásič ICU

Digitální hlásič ICU dle pokynů palubního počítače vyhlašuje na základě aktuální geografické polohy z GPS název aktuální a příští zastávky do vozidlových reproduktorů, do odposlechového reproduktoru řidiče a na vyžádání poskytuje rovněž informace cestujícím na zastávkách (nevidomým, apod.).

- Povelový přijímač PPN 24A

Povelový přijímač PPN 24A přijímá rádiové povelý od osobních vysílačů nevidomých a slabozrakých a předává tyto povelý palubnímu počítači. Rovněž může zachycovat rádiové povelý stacionárních povelových zařízení, např. na křižovatkách.

- Povelový vysílač PV 24

Povelový vysílač PV 24 reaguje na příkazy z palubního počítače po vozidlové sběrnici a vysílá potřebné informace (povelý, žádosti) rádiovou cestou do stacionárních povelových zařízení, např. do transceiverů (přijímač/vysílač) na křižovatkách u řadičů SSZ.

- GPS přijímač

GPS přijímač je zdrojem geografických dat informačního systému jak pro systém sledování pohybu vozidel a automatického hlášení zastávek, tak pro nalézání detekčních bodů systému preference na křižovatkách.

- Rádiový datový modul RDM 01

Rádiový datový modul RDM 01 zprostředkovává styk palubního počítače přes sběrnici IBIS a GPS přijímače přes rozhraní RS232 s vozidlovou radiostanicí, vytváří strukturu a obsah vysílaných zpráv, zajišťuje ovládání radiostanice pro přenos dat do dispečerských dohlížecích pracovních stanic

- Vozidlová radiostanice RDST

Vozidlová radiostanice RDST kromě hovorové komunikace mezi dispečinkem a řidičem vozidla zprostředkovává i datovou komunikaci pro systém sledování polohy a pohybu vozidel.

- Ovládací skříňka radiostanice

Ovládací skříňka radiostanice slouží jako vstup/výstup modulovaných elektromagnetických signálů pro zajištění hovorové komunikace mezi řidičem vozidla a dispečerem a jako monitor činnosti na aktuálním rádiovém kanále.

5.4. SPECIFIKACE KOMPONENT

5.4.1. PALUBNÍ POČÍTAČ DT 02

Palubní počítač DT 02 je mikropočítačem řízené zařízení vybavené klávesnicí a LCD zobrazovačem, které je určeno pro styk obsluhy s palubním řídícím, informačním a odbavovacím systémem v prostředcích MHD nebo ve vlakových informačních systémech.

Počítač je vybaven sběrnici IPIS (IBIS) pro řízení podřízených zařízení informačního a odbavovacího systému, RS232 a RS422(485) pro zařízení, kde je rychlost přenosu sběrnice IPIS nedostačující (řízení palubní radiostanice a přenos dat jejím prostřednictvím aj.).

Pro snímání stavů okolí je počítač vybaven osmi číslicovými vstupy, pro snímání ujeté vzdálenosti pak jedním vstupem pro odometr. Čítač vnitřního odometru je zálohován baterií a je autonomní, takže jeho činnost nezatěžuje výkonově hlavní procesor počítače. Pro vykonávání akcí hardwarového charakteru je počítač vybaven čtyřmi výstupy typu otevřený kolektor s přepětovou ochranou a proudovou zatížitelností 0.5 A.

Palubní počítač plní zejména tyto funkce:

- rozhraní pro styk uživatele se systémem
- rozhraní pro styk uživatele s rádiovou sítí

- rozhraní pro aktivaci systému na vozidle – imobilizér
- rozhraní rozpoznání oprávněného uživatele a pro vkládání dat do systému prostřednictvím dotykové paměti

Počítač je vybaven rozhraními a programovým vybavením, nezbytným pro funkci řadiče sběrnice. V případě napojení na rádiovou síť umožňuje předávání provozních dat a textových zpráv z řídicího centra a jejich zobrazení na zobrazovači a řízení radiostanice, včleněné do radiové sítě. Radiostanici počítač řídí přes radiokomunikační adaptér řady RCA, který zpravidla zajišťuje řízení přenosového protokolu svými prostředky). To umožňuje efektivně využívat při velkém počtu dopravních prostředků zpravidla poměrně malou přenosovou kapacitu radiové sítě (zpravidla je to dáno malým počtem přidělených kanálů).

Kapacita paměti Flash programu	4 MB
Rozhraní	IBIS
Digitální vstupy	8 x 1 bit, odometr
Digitální výstup	4 x 1 bit (0,5 A)
Pracovní napětí	16 až 32 V
Odebíraný proud	350 mA
Životnost baterie RTC	1 rok
Doba uchování uložených dat	min. 10 let
Teplotní rozsah	-20°C až +60 °C
Hmotnost	1,3 Kg
Rozměry	224 x 112 x 58 mm



Obrázek 3: Palubní počítač DT 02

5.4.2. SBĚRNICE IBIS

Slouží k datové komunikaci mezi palubním počítačem a ostatním zařízením. Stala se standardem pro Evropskou veřejnou dopravu, česká verze protokolu nese označení IPIS.

Sběrnice je relativně pomalá, avšak umožňuje spojení palubního počítače s vizuálními tably, pokladnou, označovači jízdenek, ukazateli času a pásma, digitálním hlásičem, jednoduchou radiostanicí atd..

5.4.3. DIGITÁLNÍ HLÁSIČ ICU

Digitální hlásič je mikropočítačem řízené zařízení pro vyhlašování různých hlášení, názvů zastávek a informací o stavu zařízení s digitálním záznamem zvuku. Hlásič je přednostně určen pro hromadné použití v prostředcích hromadné dopravy, čemuž odpovídá jeho konstrukce, mechanická a klimatická odolnost a spolehlivost.



Obrázek 4: Digitální hlásič ICU 08

Hlavní funkcí hlásiče je prostřednictvím vozidlové reproduktorové soustavy informovat cestující ve voze, případně pomocí vnějšího reproduktoru cestující na zastávce. Služební informace pro řidiče (stav vozidlové výbavy) a komunikace s dispečerem pomocí palubní radiostanice mohou být vyhlašovány příposlechovým reproduktorem.

Kromě toho má řidič možnost předat hlášení prostřednictvím mikrofону. V případě napojení na řídicí systém umožňuje reprodukci hlášení z dispečerského centra.

Nastavení elektroakustických parametrů hlásiče (hlasitosti v různých módech činnosti, filtrace a zisky jednotlivých vstupů) je digitální, může být ovládáno pomocí palubního počítače.

Hlásič pracuje v módu periferního zařízení sběrnice IPIS, řízeného palubním počítačem. Hlásič má ve své paměti digitalizovaná hlášení a tabulky přístupu k nim, jejich sestavování a řízení hlášení v reálném čase je ve spolupráci s palubním počítačem.

Hlásič může také pracovat ve stereofonním režimu ve funkci tzv. MP3 přehrávače s výstupem pro reproduktory a výkonem až 2 x 15W.

Technická specifikace:

Kódování záznamu	MPEG vrstva 2 a 3
Maximální bit. rychlost záznamu	256 kbit/s
Doporučený vzorkovací kmitočet	48kS/s
Velikost paměti	32Mbyte
Napájení z palubní sítě	24 V (17 V - 31 V)
Rozměry	230 x 57 x 142 mm
Přenášené kmitočtové pásmo	20 - 20000 Hz
Výstupní výkon	20 W / 8 Ω
Rozhraní pro připojení sběrnice	IPIS
Hmotnost	1,2 kg

5.4.4. POVELOVÝ PŘIJÍMAČ PPN 24A

Přijímač PPN 24A je určen k vestavění do dopravních prostředků (případně jiných zařízení) s možností napájení 24V (18 až 30V), které jsou vybaveny systémem se sběrníci IPIS.

Přijímač je vybaven sběrníci IPIS, po které komunikuje s řídicím systémem a předává mu informace o přijatých příkazy a informace o datu a přesném centrálním čase. Pomocí přijímače také může revizor dopravního podniku zablokovat označovače jízdenek při kontrole ap.

Přijímač je chráněn proti napěťovým špičkám jak na napájení, tak i na sběrnici. Napájení pro přijímač, rozhraní sběrnice IPIS a kontakty relé jsou vyvedeny na devítipólový pravoúhlý konektor CANNON 9.



Obrázek 5: Povelový přijímač PPN 24A

Technická specifikace:

Přijímaný kmitočet	86,790 MHz
Vstupní impedance	50 Ω
Anténa	drátová nebo spirálová
Citlivost	0,3 μ V
Napájecí napětí	18 - 33 V
Proudový odběr	typ. 7 mA
Rozsah pracovních teplot	-20 °C až +60°C
Rozměry	34 x 82 x140 mm
Váha	cca 170 g
Mechanické upevnění	WAGO příchýtkami na DIN lištu
Vstup	vř TNC konektor
Napájení, sběrnice IPIS, relé	CANNON 9-kolík

5.4.5. POVELOVÝ VYSÍLAČ TYPU PV 24

Povelový vysílač (PV) pro dopravní prostředky je mikropočítačem řízené rádiové zařízení určené pro vysílání zakódovaných povelů na základě inicializace z palubního informačního systému. Povelový vysílač lze použít především jako součást integrovaných palubních informačních a odbavovacích systémů vozidel MHD. K tomuto účelu je vybaven systémovou sběrnicí, která umožňuje komunikaci s palubním počítačem informačního systému vozidla.



Obrázek 6: Povelový vysílač PV 24N

Na základě povelů na sběrnici připraví mikropočítačový řadič v PV rádiový povel, který je na základě dalšího požadavku odvysílán. Povelový vysílač vysílá rádiový signál s kmitočtovou modulací FSK na frekvenci 86,79 MHz. Hlavní funkcí povelového vysílače je na vyžádání, např. při dosažení bodu detekce, při výjezdu ze zastávky před křižovatkou nebo po průjezdu křižovatkou (předběžné a hlavní přihlášení a odhlášení vozidla), vyslat soubor dat do stacionárního přijímače systému TYFLOSET, který je připojen přes modul přizpůsobení do řadiče světelného signalizačního zařízení. Těmito daty jsou evidenční číslo vozidla, nastavená služba, linka, odchylka od JŘ a požadavek na řadič SSZ, především směr přiblížení ke křižovatce a směr výjezdu z křižovatky.

Technická specifikace:

Napájecí napětí	palubní síť 24V (16.8-33V)
Vysílaný kmitočet	86,790 MHz
Vstupní impedance	50 Ω
Anténa	86,790 MHz
Kmitočtová modulace	FSK
Max. kmitočtový zdvih	4,5 kHz
Přenosová rychlost	512 bit/s
Vysílaný výkon	min 100 mW
Potlačení 2. a 3. harm. kmit.	min. 50 dB
Zabezpečení rádiového přenosu	kontrolní součet a opakování
Délka zprávy	podle typu zprávy-zpravidla 8 byte

Odrušení	splňuje požadavky ČSN 342825
Rozhraní	sériové obousměrné podle doporučení IPIS
Hmotnost	250 g
Odolnost proti vibracím	v souladu s ČSN 341510 a ČSN 362255
Rozsah pracovních teplot	od - 20°C do + 60°C

5.4.6. GPS PŘIJÍMAČ

Přijímač družicové navigace GPS je zařízení, které přijímá signály služby SPS (Standard Positioning Service) z družic pasivního dálkoměrného systému GPS (Global Positioning System). Pokud je zajištěna viditelnost alespoň části oblohy, je přijímač schopen v reálném čase udávat polohové souřadnice (zeměpisnou šířku, délku a nadmořskou výšku) své aktuální polohy. Dále dává datum a světový čas, rychlost a azimut pohybu a odhad přesnosti vypočítané polohy. Přesnost určení polohy u služby SPS závisí na umělém znepřesnění provozovatelem systému – SA (Selective Availability).



Obrázek 7: GPS Přijímač

Přijímač je integrován se všesměrovou anténou do společného pouzdra, jehož provedení umožňuje trvalé venkovní umístění. Napájen je stabilizovaným napětím 5V. K obousměrné komunikaci s řídícím systémem podle protokolu NMEA 0183 ver. 2.3 slouží kanál RS-232. Komunikační rychlost je volitelná v rozsahu 600 až 19200 Bd. Další kanál RS-232 je k dispozici pro připojení volitelného přijímače diferenčních korekcí (DGPS) podle standardu RTCM ver. 2.0.

Technická specifikace:

Napájení z externího zdroje	4 - 5,5 V (odběr 60mA)
-----------------------------	------------------------

Citlivost	min -165dBW
Rozměry	61 x 19,5 mm
Hmotnost	120 g
Operační teplota	-30°C až +60°C
Počet sledovaných družic	max 12
Interval mezi daty	1 sekunda
Vyhledávací doby	15 sekund při znalosti všech dat
	45 sekund při neznalosti efemerid
	5 minut při znalosti almanachu
	5 minut po resetu
Přesnost určení rychlosti	0,05 m/s

5.4.7. RÁDIOVÝ DATOVÝ MODUL RDM 01

Rádiový datový modul RDM 01 je mikropočítačem řízené zařízení zprostředkovávající styk palubního počítače přes sběrnici IBIS a GPS přijímače přes rozhraní RS232 s vozidlovou radiostanicí. Modul RDM vytváří strukturu a obsah vysílaných zpráv o poloze a pohybu na základě informací předaných palubním počítačem a přijímačem GPS, vytváří a udržuje synchronizaci systému sledování a zajišťuje ovládání radiostanice pro přenos dat systému sledování vozidel (nastavení požadovaného datového kanálu radiostanice dle typu vozidla a jeho evidenčního čísla, klíčování vysílače radiostanice a generování modulačního datového signálu). Rádiový datový modul dále poskytuje geografické údaje o poloze vozidla palubnímu počítači pro další využití těchto dat v systému automatického vyhlašování zastávek na trase a pro stanovení detekčních bodů pro systém preference vozidel MHD na vybraných křižovatkách.

Rádiový datový modul RDM 01 má tři systémové devíti-pólové konektory. Vepředu je dvojice konektorů - pro připojení ke sběrnici IBIS (konektor CAN 9V) a pro připojení k radiostanici MOTOROLA GM 360 (CAN 9Z). V zadní části modulu RDM je konektor pro připojení GPS přijímače (CAN 9Z). Tento konektor (po odpojení GPS) slouží rovněž pro eventuální připojení speciálního programátoru, jímž lze měnit vnitřní obslužný software rádiového modulu.



Obrázek 8: Rádiový datový modul RDM 01

5.4.8. VOZIDLOVÁ RADIOSTANICE RDST / OVLÁDACÍ SKŘÍŇKA

Ovládací skříňka radiostanice Motorola GM360 lze dle potřeby snadno programovat v terénu a přidat nebo odebrat jednotlivé funkce. Hlavní funkce této radiostanice jsou: signalizace, tísňová volání, externí alarm, megafon, datové přenosy, tónová volba, atd.



Obrázek 9: Ovládací skříňka radiostanice



Obrázek 10: Vozidlová radiostanice Motorola

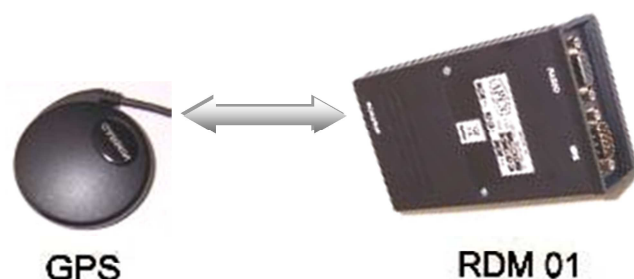
5.5. DODATEČNÉ PROGRAMOVÉ PROSTŘEDKY VOZIDLA

V následující kapitole je uveden přehled stávajících či navrhovaných komunikačních protokolů mezi relevantními zařízeními informačního systému vozidel, které mají podstatný vliv na chování systému preference vozidel.

5.5.1. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL GPS - RDM 01

Komunikační protokol mezi přijímačem GPS a rádiovým datovým modulem RDM je standartní, pro úplnost je zde uveden jeho tvar. Z přijímače GPS signálu jsou v informačním systému vozidla získávána především data o aktuální geografické poloze vozidla a informace o aktuálním čase. Dále mohou být využita data o rychlosti a směru vozidla, avšak pro pilotní projekt řešení preference autobusů DPmLJ se s jejich využitím zatím neuvažuje.

- přijímač GPS předává údaje protokolem NMEA
- fyzická vrstva - rozhraní RS 232
- parametry: 4,8 kbit/s, 8 bit, 1 Stop bit, bez parity
- logická vrstva - využívá se věta \$GPRMC, periodičita 1 sekunda



Obrázek 11: Komunikace mezi GPS modulem a RDM

V další tabulce je uveden příklad následující věty GPRMC:

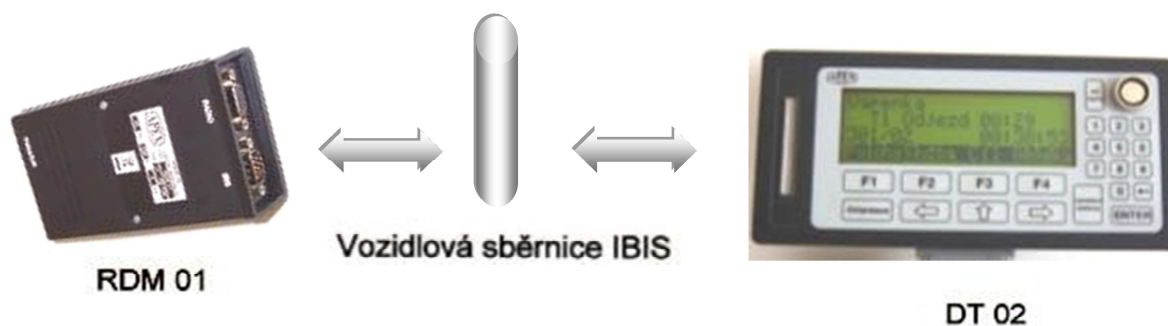
\$GPRMC,111621,A,5001.6578,N,01425.7811,E,003.2,039.7,010498,001.3,E*7DCR

Část věty:	Význam jednotlivých částí věty:
\$GPRMC	Typ věty protokolu MNEA
111621	UTC čas - oproti CET posunutý zpět o hodinu nebo o dvě (Letní čas)
A	Platnost dat: A - platná , V - neplatná
5001.6578	Zeměpisná šířka 50°01' 6578 deseti tisícín minuty (rozlišení - cca 18,5 cm)
N	Označení severní šířky

01425.7811	Zeměpisná délka 014°25'7811 deseti tisícín minuty (rozlišení cca 12 cm)
E	Označení východní délky
003.2	Rychlost pohybu v uzlech
039.7	Azimut
010412	Datum - 1.dubna 2012
001.3.E	Magnetická variace (ve stupních) E - východní
*7D	Kontrolní součet
CR	Ukončení zprávy

5.5.2. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL DT02 - RDM 01

V tabulkách této kapitoly jsou uvedeny příklady komunikace mezi palubním počítačem a rádiovým modulem. Řadičem a iniciátorem komunikace je palubní počítač, který posílá do RDM informace pro dispečerský systém sledování vozidel, rádiový modul posílá informace o aktuální poloze vozidla pro další zpracování v systému automatického hlášení zastávek a systému řešení preference na křižovatkách.



Obrázek 12: Komunikace mezi RDM a palubním počítačem DT 02

Výtah z doporučení IPIS:

- Odtržené a tučně vytištěné znaky představují odpovídající znaky Standardu ISO 646 (ASCII)
- $Z_1Z_2Z_n$ jsou dekadická čísla, $H_1H_2H_n$ jsou hexadecimální čísla

Zpráva číslo	Kódování	Určeno pro zařízení	Obsah zprávy	Vysílací kritéria	Počet zpráv za min.	Odpověď číslo	Pozn. číslo
450	<u>r</u> SZ Z 0	RDM	Požadavek na stavové hlášení kód stisknuté klávesy dotaz za stav	cyklicky	60	550 557	2)
451A	<u>r</u> AZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ A Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆	RDM	Režim jízdy a číslo poslední vyhlášené zastávky jízda po standardní lince číslo poslední vyhlášené zast. odchylka od JŘ v minutách Z ₅ <5 předjetí Z ₅ Z ₆ =0-48, 49=předjetí>48 min. Z ₅ >4 zpoždění Z ₅ Z ₆ =50-98,99=zpožd.>48 min.	cyklicky a při změně	6 a při změně po vyhlášení příští zastávky	550 557	3)
451B	<u>r</u> BZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ B Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆	RDM	Režim jízdy a číslo poslední vyhlášené zastávky příjezd a stání na konečné číslo konečné zastávky odchylka od JŘ v minutách Z ₅ <5 předjetí Z ₅ Z ₆ =0-48, 49=předjetí>48 min. Z ₅ >4 zpoždění Z ₅ Z ₆ =50-98,99=zpožd.>48 min.	cyklicky a při změně	6 při změně po vyhlášení konečné při stání na konečné	550 557	4)
451C	<u>r</u> CZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ C Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆	RDM	Režim jízdy a číslo cíle změna cíle číslo konečné ve směru jízdy Z ₅ Z ₆ =00	při inicializaci při změně linky a při dojezdu na konečnou		550 557	5), 8)
453	<u>r</u> NZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅	RDM	Vozidlová adresa evidenční číslo vozidla číslo vozony	při inicializaci		550 557	6)
454	<u>r</u> LZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅	RDM	Provozní adresa číslo služby aktuální linka	při inicializaci a při změně		550 557	7), 8)

Formáty odpovědí:

Zpráva číslo	Kódování	Vysílá zařízení	Obsah zprávy	Vysílací kritéria	Počet zpráv za min.	Odpověď na výzvu	Pozn. číslo
550	<u>r</u> SZ ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ Z ₇ Z ₁ Z ₂ = 00 1000000 9500000	RDM	Potvrzení a stavové hlášení bezchybný stav, není požadavek, = zkrácená odpověď rS00 porucha žádost o vozidlovou a provozní adresu a číslo cíle			450, 451A, 451B, 451C, 453, 454	1)

557	<u>rSG</u> Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ Z ₇ Z ₈ Z ₁ Z ₂ Z ₃ Z ₄ Z ₅ Z ₆ Z ₇ Z ₈	RDM	Relativní geografická poloha Relativní zeměpisná šířka od desítek minut po setiny minuty Relativní zeměpisná délka od desítek minut po setiny minuty			450, 451A, 451B, 451C, 453, 454	9)
-----	--	-----	--	--	--	---	----

Poznámky k tabulce IPIS:

1) Odpověď rS9500000 se bude vysílat po zapnutí napájení tak dlouho, dokud DT 02 nepošle poslední ze tří nastavovacích zpráv 453, 454 a 451C. Podmínkou pro ukončení vysílání těchto odpovědí je tedy přijetí všech tří zpráv nezávisle na pořadí. Dále se vysílá odpověď rS00 a po příjmu validních geografických dat pak zpráva 557 (rSG...).

2) Zpráva 450 (rS0) palubního počítače nemá jiný význam, než pro cyklické obvolávání RDM.

3) Zpráva o vyhlášené zastávce 451A (rA...) se posílá při změně (mezi vyhlášením zastávky a vyhlášením příští zastávky) a dále se může vysílat cyklicky do další zastávky.

4) Zpráva o vyhlášené konečné 451B (rB...) se vysílá po vyhlášení konečné zastávky ("Konečná zastávka, prosím vystupte") a opět se může vysílat po dobu stání na konečné, dokud se nevyhlásí nástupní konečná jako nová zastávka (zprávou rA...).

5) Zpráva o cíli - konečné ve směru jízdy - 451C (rC...) se vysílá při zapnutí napájení (viz poz.1) a při dojezdu na konečnou po zprávě 451B. Zde je důležité, aby nejprve byla odeslána zpráva rB ... , a pak teprve rC....

6) Zpráva 453 (rN...) se vysílá po zapnutí napájení (viz1) a dále při změně pomocí servisního čipu. Může se vysílat i při nastavení nové linky (služby).

7) Zpráva 454 (rL...) se vysílá po zapnutí napájení (viz1) a dále vždy při nastavení nové služby.

8) Nastavení nové služby je vždy povinně doprovázeno odvysíláním zpráv rL... a rC..., nepovinně pak zprávou rN...

9) Odpověď 557 (rSG...), tedy relativní geografické poloha je po synchronizaci přijímače GPS s dostatečným počtem družic posílána jako odpověď na každou zprávu od řadiče. Relativní poloha neposkytuje údaj v úhlových stupních, protože provozovatel městské dopravy obsluhuje pouze geograficky omezené území, kterému zle přiřadit údaj ve stupních v nadřazených výpočetních procedurách.

5.5.3. NÁVRH KOMUNIKAČNÍHO PROTOKOLU POVELOVÉHO VYSÍLAČE PV 24

Jedná se o novou zprávu palubního počítače DT 02 určenou pro povelový vysílač, který na základě příkazu odvysílá rádiovou cestou informace pro následné zpracování v řadiči SSZ.

Palubní počítač na základě porovnání aktuální geografické polohy nebo polohy obsluhované zastávky s polohou detekčního bodu určí okamžik shody a předá pro PV informace k odvysílání do stacionární části systému preference vozidel a pro další zpracování v řadiči SSZ.

Součástí vyslané zprávy je kromě identifikačních údajů vozidla především požadavek na podmíněné uvolnění potřebného směru jízdy (tj. informace 'odkud' - 'kam') a aktuální odchylka od JŘ (při zpoždění > 0).

Výtah z doporučení IPIS

- Održené a tučně vytištěné znaky představují odpovídající znaky Standardu ISO 646 (ASCII)
- $Z_1Z_2Z_n$ jsou dekadická čísla, $H_1H_2H_n$ jsou hexadecimální čísla

Zpráva číslo	Kódování	Určeno pro zařízení	Obsah zprávy	Vysílací kriteria	Počet zpráv za min.	Odpověď číslo	Pozn číslo
0850	gS	PV	dotaz na stav	cyklicky	6	185	
0855	gTPSZ $Z_1Z_2 \dots Z_{15}$	PV	informace pro povelový vysílač - zápis evid. údajů vozidla typ vozidla 1 = autobus 2 = tramvaj 3 = trolejbus přihlášení/odhlášení 1 = předběžné přihlášení 2 = hlavní přihlášení 3 = odhlášení evidenční číslo vozidla číslo služby číslo kmenové linky předjetí (0)/zpoždění (1) odchylka od JŘ (v min.) směr příjezdu do křižovatky (0-9) směr výjezdu z křižovatky 1 = vlevo 2 = rovně 3 = vpravo	při dosažení polohy (GPS, zastávka,...)	-	185	

Formáty odpovědí:

Zpráva číslo	Kódování	Vysílá zařízení	Obsah zprávy	Vysílací kriteria	Počet zpráv za min.	Odpověď na výzvu	Pozn. číslo
185	<u>qSZ</u> Z 0 1 2 3	povelový vysílač	potvrzení a stavové hlášení stav bezchybný stav zpráva byla odvysílána chybná data žádost o data			850, 855	1) 2)

Poznámky k tabulce IPIS:

1) Po resetu je vysílána na dotaz na stav qS žádost o data qS3, které je ukončena po příjmu první zprávy 855 (qT....); pak je odpověď qS1

2) Odpověď qS1 je odvysílána po rádiovém odvysílání identifikace do systému evidence, ale význam pro palubní počítač je stejný jako qS0, pak se opět vysílá qS3

5.6. STACIONÁRNÍ ČÁST SYSTÉMU PREFERENCE

Řadič světelného signalizačního zařízení musí být vybaven přijímačem a dekodérem, který bude přijímat informace vysílané z vozidel. V sekundových intervalech bude tyto informace dekódovat a přenášet je okamžitě jako detektorové vstupy do řídicí logiky řadiče SSZ.

Řadič světelného signalizačního zařízení vyžaduje doplnění těmito dále uvedenými technickými a programovými prostředky:

- povelový přijímač (resp. Přijímač řídicích povelů) s rozhraním pro připojení k obvodům řadiče SSZ
- modul přizpůsobení k obvodům řadiče
- doplnění a úprava programového vybavení řadiče SSZ o podporu komunikace s povelovým přijímačem

5.6.1. TECHNICKÉ PROSTŘEDKY STACIONÁRNÍ ČÁSTI

5.6.1.1. PŘIJÍMAČ ŘÍDICÍCH POVELŮ PRP 1

Přijímač řídicích povelů stacionární části systému preference vozidel je obdobou vozidlového přijímače PPN 24A. Místo systémového rozhraní IBIS je však přijímač vybaven sériovým rozhraním RS 485 pro komunikaci s modulem přizpůsobení. Jednotka přijímače je vybavena rádiovým povelovým přijímačem, který přijímá rádiové signály s povely vysílanými povelovým vysílačem z autobusů.

Detekovaný signál dekóduje mikropočítač, který zároveň zajišťuje připojení na sériovou sběrnici. Rádiové povely jsou transformovány na zprávy potřebné pro modul přizpůsobení k řadiči SSZ.

Technická specifikace:

Přijímaný kmitočet:	86 790 MHz
Přijímaná modulace:	FSK
Kmitočtový zdvih:	+ - 3,4 kHz (max. 5kHz)
Vstupní impedance:	50 Ω
Anténa:	spirálová nebo drátová

Citlivost:	0,3μV (BER=10 ⁻³)
Pracovní napětí:	12 V
Proudový odběr:	Typ. 12 mA
Vstup:	Vf TNC konektor, napájení
Výstup:	RS 485: vodič A, B



Obrázek 13: Přijímač řídících povelů stacionární části PRP 1

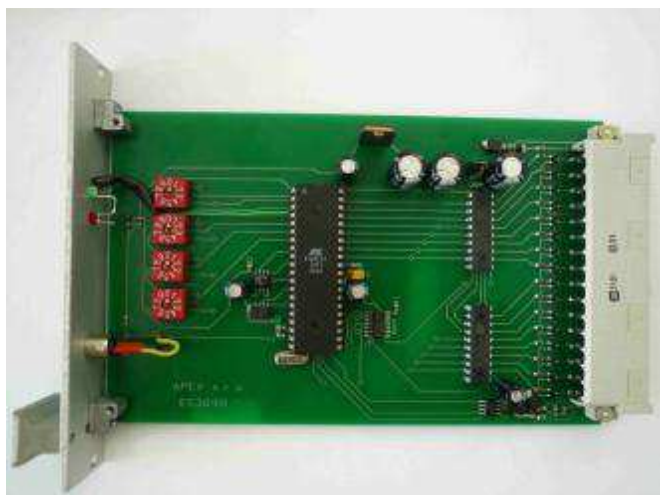
5.6.1.2. MODUL PŘIZPŮSOBENÍ K OBVODŮM ŘADIČE SSZ, TYP UMHD-1

Zásuvný modul UMHD-1 slouží v řadiči křižovatek k upřednostňování dopravních prostředků MHD. K stacionární části povelové soupravy je připojen sériovým rozhraním RS 485, k řadiči SSZ na křižovatce je připojen řadou otevřených kolektorů, na kterých modul přizpůsobení simuluje funkci indukčních smyček pod vozovkou, což lze přirovnat k jízdě vozidla po vyhrazeném jízdním pruhu.

Pro každý směr na křižovatce jsou v modulu přizpůsobení obecně vyhrazeny tři výstupy:

- předběžné přihlášení,
- hlavní přihlášení,
- odhlášení vozidla.

Modul UMHD-1 je navržen pro umístění do skříně RACK o výšce 3U a základní rozměry desky plošných spojů jsou proto 100 x 160 mm.

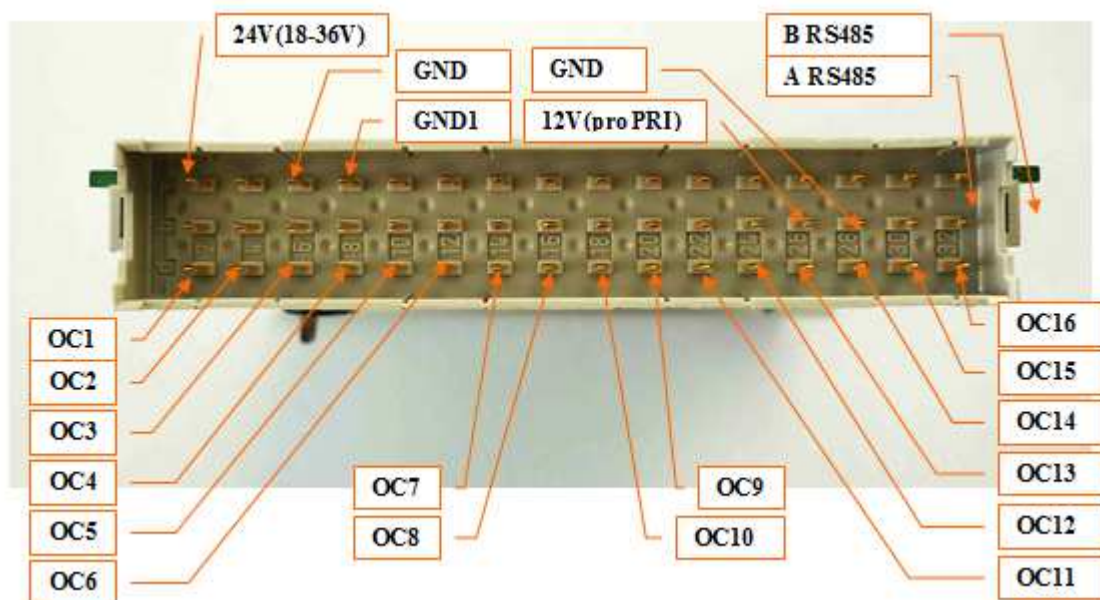


Obrázek 14: Zásuvný modul přizpůsobení UMHD-1

Stav zařízení indikují dvě LED diody (zelená a červená) umístěné na předním panelu, který má rozměr 25,2 mm x 128,5 mm.

Na desce modulu přizpůsobení je možné pomocí kódovacích přepínačů nastavit čtyřmístnou adresu křižovatky 0000 až 9999.

Do řadiče křižovatek je modul připojen přes 48 pinový konektor Harting DIN 41612 – Type F 09061487901. (Obrázek 15)



Obrázek 15: Konektor 48-pin Harting

Modul je napájen zdrojem +24 V (18 až 36 V) a spolupracuje s řadičem křižovatek pomocí šestnácti výstupů typu otevřený kolektor (OC1 až OC16). Emitory výstupních tranzistorů jsou propojeny a vyvedeny na svorku GND1. Tato svorka je spojena tenkým (snadno porušitelným) plošným spojem se zemí GND. Na konektor je vyvedeno též napájení

12 V pro externí povelový přijímač PRP. Tento přijímač, jak již bylo uvedeno, posílá do modulu UMHD-1 informace z dopravních prostředků pomocí sběrnice RS485.

5.7. PROGRAMOVÉ PROSTŘEDKY STACIONÁRNÍ ČÁSTI

5.7.1. NÁVRH ZPRÁVY PRO MODUL PŘIZPŮSOBNÍ K ŘADIČI SVĚTELNÉ SIGNALIZACE

Zpráva, předávající informace mezi stacionárním povelovým přijímačem a modulem přizpůsobení k řadiči SSZ je obdobou zprávy vysílané z vozidla povelovým vysílačem PV. Zpráva je předávána po sériovém rozhraní typu RS 485 rychlostí 1200 bit/s. Každá zpráva bude mít délku 8 znaků.

Jednotlivé znaky se vysílají asynchronně s jedním start bitem, sedmi významovými bity, jedním bitem sude parity a dvěma stop bity.

Formát zprávy je na následujícím schématu Obrázek 16:

Formát zprávy pro řadič světelné signalizace

STX	TYPV	TYPZ	DIR1	DIR2	GRAF	ETX	CHS
-----	------	------	------	------	------	-----	-----

Legenda ke schématu:

STX = 02h

ETX = 03h

CHS = kontrolní součet

DIR1 = směr příjezdu do křižovatky 0-9

TYPV = typ vozidla

A = autobus

E = tramvaj

T = trolejbus

DIR2 = směr výjezdu z křižovatky

0 = přímo

1 = vlevo

2 = vpravo

TYPZ = typ zprávy

P = předběžné přihlášení

D = zavření dveří na zastávce

H = hlavní přihlášení

O = odhlášení

GRAF = dodržení jízdního řádu

P = jízda v předjetí

N = jízda podle grafikonu

Z = jízda se zpožděním

Obrázek 16: Formát zprávy pro řadič světelné signalizace

Zpráva je univerzální a údaje, které typy zpráv se budou vysílat, musí být součástí datových struktur (jízdního řádu) uložených v paměti palubního počítače.

Navržená zpráva splňuje základní požadavky aktivní preference vozidel. Rozšíření zprávy o další informace nepovažujeme za vhodné, protože se z hlediska rádiového spojení pracuje s náhodným přístupem, a je proto žádoucí, aby zpráva byla co nejkratší a aby nebyl použitý rádiový kanál na delší dobu obsazován.

6. PŘÍKLAD IMPLEMENTACE SYSTÉMU

6.1. VÝBĚR VHODNÉHO MÍSTA

Se záměrem realizace tohoto pilotního projektu jsme oslovili několik dopravců v Čechách a na Moravě, z nichž jsme po úvaze jako nejvhodnější subjekt zvolili Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce (DPmLJ) a to z několika důvodů. Jednak vozidla DPmLJ jsou již vybavena potřebnými komponenty pro realizaci tohoto úkolu, dále jsme získali i příslib dodavatelů vozidlové výbavy odbavovacího a informačního systému (OIS), firem Buse, Mikroelektronika a Apex aktivně se účastnit tohoto pilotního testu. Tato podpora dodavatelů komponent vozidlové výbavy OIS je pro náš účel rozhodující, neboť jsme nebyli schopni samostatně zpracovat nezbytné SW úpravy již instalovaných vozidlových zařízení.

V neposlední řadě jsme se v Liberci setkali i s významnou podporou vedení dopravního podniku (Ludvík Lavička – provozně technický ředitel) a představitelů dopravního odboru magistrátu města Liberce (Ing. Pavel Rychetský – vedoucí odboru dopravy), což je jedna z podstatných podmínek pro úspěšnou realizaci našeho záměru.

Jako pilotní projekt byla vybrána realizace aktivní preference vozidel na bázi rádiových přenosů na krátkou vzdálenost. Tato komunikační zařízení, např. komunikátory Wi-Fi nebo rádiová povalová zařízení, jsou již ve vozidlech DPmLJ v rámci předchozích dodávek OIS přítomna. Stejně tak lokalizace vozidel pomocí systému GPS je v DPmLJ plně funkční a je aktivně využívána, doposud například k bezobslužnému hlášení zastávek cestujícím nebo pro dispečerské sledování polohy pohybu vozidel a upřesňování příjezdu vozidel do vybraných zastávek DPmLJ vybavených vizuálním informačním systémem pro cestující.

Zástupci DPmLJ a dopravního odboru magistrátu města Liberce byly pro realizaci pilotního projektu vybrány jako nejvhodnější dvě křižovatky:

- křižovatka u zastávky Textilana – autobusová linka 21 ve směru do centra
- křižovatka na Poštovním náměstí – autobusová linka 24 v obou směrech.

Zástupci magistrátu doporučili CDV zadat zpracování konkrétního dopravního řešení projektantům Ing. Markovi a Ing. Adámkovi, kteří jsou obeznámeni s dopravní situací v městě Liberci.

6.2. KRITÉRIA VÝBĚRU MÍSTA

Volba provozovatele MHD, na jehož území je zamýšleno provedení pilotního testu řešení preference VD by měla zohledňovat tyto kritéria:

- Velikost území obsluhovaného MHD
- Velikost vozového parku
- Vozidlová výbava IS vozidel
- Přístup vedení dopravního podniku k otázce řešení preference

6.3. KŘÍŽOVATKY PRO PILOTNÍ TEST

V průběhu roku 2012 byly spolu s představiteli DPMLJ a Magistrátu města Liberce definitivně vybrány pro realizaci pilotního projektu dvě křižovatky:

- Křižovatka „u Textilany“ ulic Jablonecká - Na Bídě (identifikace SSZ LB.03) ve směru do centra, tj. z ulice Dvorská po výjezdu ze zastávky Vojtěšská vpravo do ulice Jablonecká.
- Křižovatka M. Horákové - Hodkovická (SSZ LB.02) na Poštovním náměstí v obou směrech, tj. ve směru z centra z ulice M.Horákové vpravo do ulice Hodkovická a dále vlevo do ulice Vesecká do zastávky Rochlice a ve směru do centra po výjezdu ze zastávky Rochlice v ulici Vesecká vpravo přes ulici Hodkovická a dále vlevo na ulici M. Horákové.

6.3.1. JABLONECKÁ - NA BÍDĚ

U zastávky Textilana vjíždí autobusová linka 21 z ulice Dvorská na frekventovanou ulici Jabloneckou a dále odbočuje vlevo na ulici Na Bídě. Vzhledem k dosavadnímu upřednostnění dopravního toku po ulici Jablonecká dochází k dlouhým čekacím dobám autobusů linky 21 před křižovatkou a často tak dochází ke zpoždění. Z tohoto důvodu je proto plánovaná jízdní doba mezi zastávkami Vojtěšská a Fügnerova zbytečně dlouhá.



Obrázek 17: Křižovatka u zastávky Textilana s vyznačením trasy linky 21



Obrázek 18: 3D pohled na křižovatku Jablonecká / Na Bídě

6.3.2. HODKOVICKÁ – MILADY HORÁKOVÉ

Mezi zastávkami Rochlice a Mostecká vjíždí linka 24 na Poštovním náměstí při cestě do centra z ulice Vesecká na ulici Dr. Milady Horákové (a zpět v opačném směru jízdy). Hlavní dopravní tok individuální automobilové dopravy však směřuje mezi ulicemi Dr. Milady Horákové a ulicí Vratislavická. Dosavadní upřednostnění dopravního toku stávajícím SSZ mezi těmito ulicemi dochází k dlouhým čekacím dobám autobusů linky 24 před křižovatkou Poštovní náměstí. Situace je tak stejná jako u křižovatky Textilana, avšak zde v obou směrech.



Obrázek 19: Křižovatka poštovní náměstí s vyznačením trasy linky 24



Obrázek 20: 3D pohled na křižovatku Poštovní náměstí / Milady Horákové

6.4. DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ

Pro každé světelné signalizační zařízení, resp. pro každou pomocí SSZ řízenou křižovatku, kde má být zavedena preference vozidel MHD pomocí aktivní detekce, musí být přepracováno dopravní řešení tak, aby řídicí logika v řadiči byla schopna na přihlašování a odhlašování vozidel MHD potřebným způsobem reagovat. Návrh dopravního řešení pak slouží jako podklad pro úpravu řešení jednotlivých dopravních fází řadiče SSZ.

Součástí dopravního řešení s preferencí vozidel je vždy návrh vhodného umístění detekčních bodů, které rozhodují o okamžicích detekce vozidel, jež žádají o preferenci.

6.4.1. SITUOVÁNÍ DETEKČNÍCH BODŮ PŘIHLÁŠENÍ A ODHLÁŠENÍ VOZIDLA

Podmínkou účinné preference je dostatečný časový předstih nároků vozidel MHD před příjezdem ke stop-čáře, aby řadič stačil na nároky vhodně zareagovat. Optimální časový předstih přihlášení před průjezdem stop-čárou je cca 30 sekund. Z toho vyplývá nutnost definovat body přihlášení ve větších vzdálenostech před stop-čárami, na volné trase 100 - 300 metrů před křižovatkami. Pokud je v prostoru před křižovatkou umístěna zastávka, potřebného časového předstihu nároku se může dosáhnout pobytem vozidla na zastávce, takže bod přihlášení může být situován před vjezdem do zastávky.

Body odhlášení se situují do prostoru za stop-čárami ve směru jízdy. Optimální z hlediska všech účastníků provozu na křižovatce je, aby se vozidlo MHD odhlásilo v okamžiku, kdy čelo vozu projíždí stop-čárou. Protože však přesnost detekce polohy vozidel pomocí přijímačů GPS není vždy zcela jednoznačná (nepřesnost v řádu jednotek metrů je systémová a v případě zhoršených příjmových podmínek může být nepřesnost i v řádu desítek metrů), jsou detekční body situovány mírně dále od stop-čáry.

Z hlediska technického vybavení vozidla a řadiče světelné signalizace je pak jediný požadavek na umístění detekčního místa. Toto místo musí být umístěno tak, aby mezi vozidlem a řadičem světelné signalizace bylo možné rádiové spojení.

6.4.2. ZPRACOVÁNÍ DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÉHO ŘEŠENÍ VYBRANÝCH KŘIŽOVATEK

Zpracování dopravně inženýrských řešení pro obě zvolené křižovatky, bylo zadáno renomované projekční kanceláři, která je se situací jednotlivých křižovatek v Liberci detailně obeznámena, která má oprávnění takovéto řešení předkládat a která se těší důvěře Dopravního odboru magistrátu města Liberce.

Projekt dopravního řešení s aktivní preferencí autobusů DPmLJ byl zadán projekční kanceláři DIP Marek a vlastní řešení bylo vypracováno projektanty Ing. Markem a Ing. Adámkem.

Dopravní řešení projekční kanceláře stručně charakterizuje současný stav SSZ na obou křižovatkách, uvádí situační schéma a konstatuje, že stávající návrh organizace dopravy a dopravní značení se v souvislosti s aktivní preferencí autobusů MHD nemění a žádné stavební úpravy nejsou požadovány. Předkládané dopravní řešení stanovuje požadavky na změny, resp. doplňky ve výstroji a vybavení jednotlivých SSZ a popisuje způsob řízení SSZ, resp. jednotlivých časových fází řízení SSZ a řízení jednotlivých jízdních směrů. Podrobný

algoritmus řízení je zpracován formou fázových schémat a vývojových diagramů základní řídicí logiky a řídicí logiky s detekcí MHD.

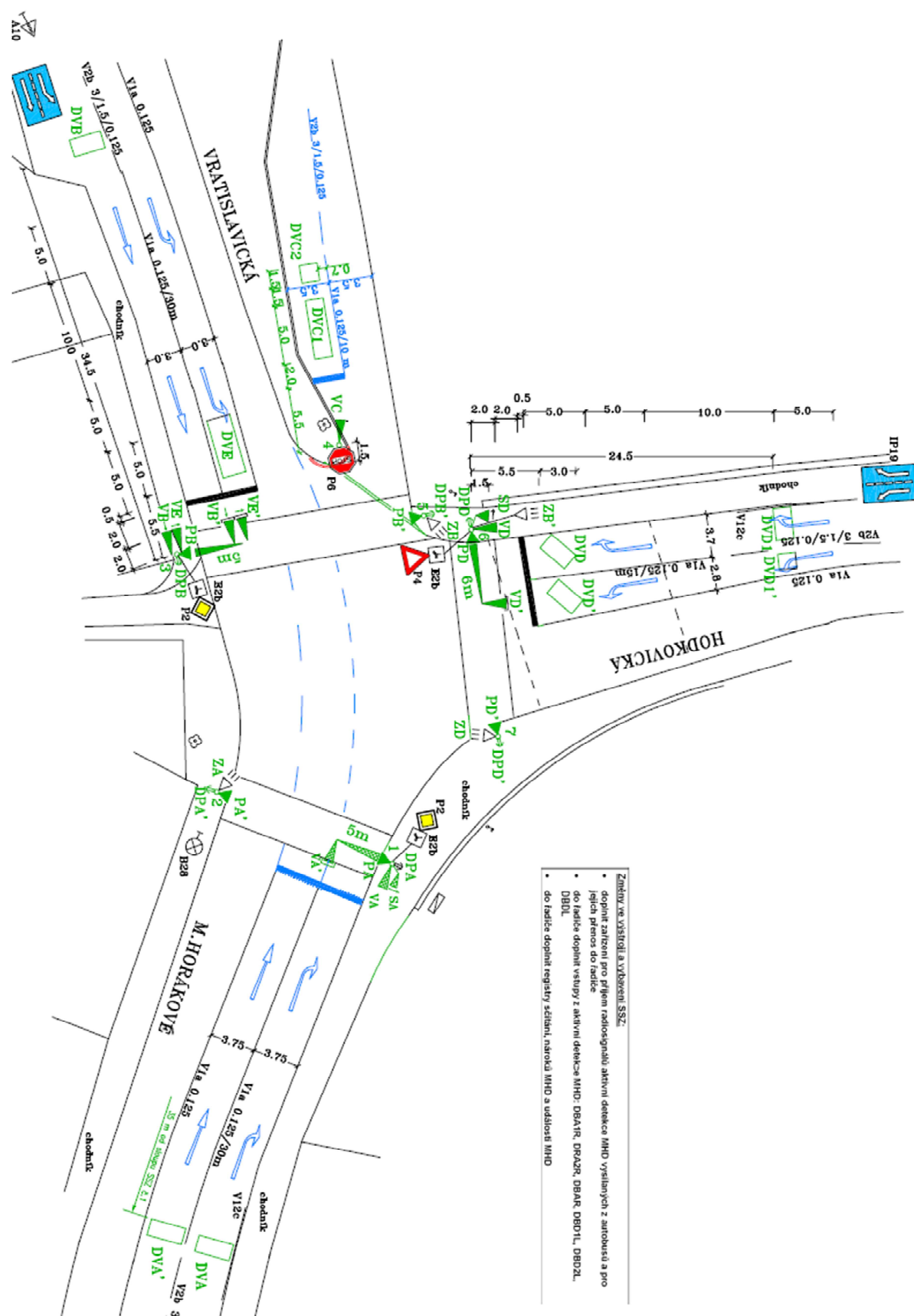
Takto zpracované podrobné dopravní řešení je podkladem pro dodavatele SSZ a pro programování funkcí řadičů SSZ dodavatelem. V případě města Liberce je dodavatelem obou SSZ společnost SWARCO Traffic CZ, s.r.o.

Z důvodu rozsáhlosti předkládaných dopravních řešení pro obě křižovatky nejsou následující zprávy součástí tohoto dokumentu.

- SSZ LB.02 Liberec M. Horákové – Hodkovická
 - Průvodní zpráva
 - Dopravně inženýrské podklady
 - Podrobný situační plán křižovatky

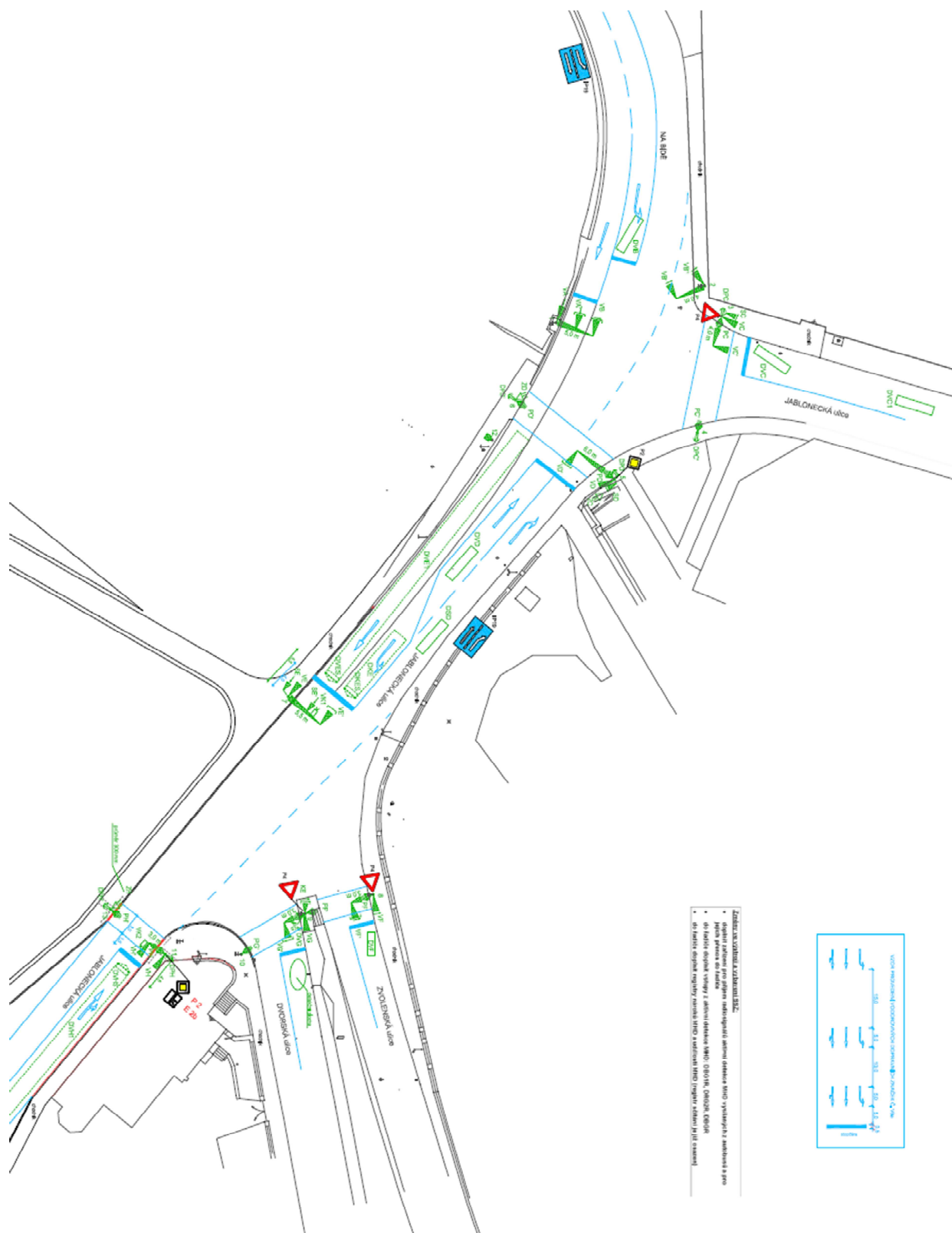
- SSZ LB.03 Liberec Jablonecká na Bídě
 - Průvodní zpráva
 - Dopravně inženýrské podklady
 - Podrobný situační plán křižovatky

6.4.3. SITUAČNÍ SCHÉMA SSZ LB.02



Obrázek 21: Situační schéma křižovatky – M. Horákové / Hodkovická

6.4.4. SITUAČNÍ SCHÉMA SSZ LB.03



Obrázek 22: Situační schéma křižovatky – Jablonecké / Na Bídě

6.5. VYUŽITÍ ÚDAJŮ Z AKTIVNÍ DETEKCE

Je žádoucí, aby bylo možné získávat údaje z aktivní detekce a preference autobusů na zvolených křižovatkách. Data ze sčítacích registrů řadičů SSZ lze nadále využívat pro další účely, například ke kontrole funkceschopnosti a spolehlivosti detekce, k doladování dopravních řešení SSZ za účelem optimalizace preference i optimalizace světelného řízení jednotlivých směrů pro ostatní účastníky provozu, k úpravám jízdních řádů, apod.

Z tohoto důvodu dopravní řešení projekční kanceláře DIP Marek obsahuje návrh na zřízení registru sčítání v řadiči SSZ. Do registru se budou zapisovat počty nároků na všech zadaných detektorech vozidel. Speciálním sčítacím registrem bude registr nároků MHD včetně nároků z aktivní detekce autobusů a registr událostí, tj. registr řešení řadičem SSZ dle zpracovaných vývojových diagramů.

Konkrétní řešení registrů sčítání je podrobně popsáno v projektu dopravního řešení obou křižovatek.

7. ZÁVĚR

Tato metodika se podrobně věnuje problematice preference veřejné dopravy. Zejména zde popisuje inovativní přístup řešení preference VD s využitím technologie povelových přijímačů a vysílačů systému TYFLOSET (systém pro navigování slabozrakých a nevidomých občanů).

Tento způsob využití systému TYFLOSET pro potřeby VD byl vyvinut a pilotně otestován v rámci projektu č. TA01030263 – Telematické systémy ve veřejné dopravě, financovaného Technologickou agenturou České republiky.

Úvodní teoretická část pojednává obecně o problematice preference vozidel veřejné dopravy a dopadů tohoto způsobu řízení dopravy na životní prostředí a ostatní módy dopravy.

V další kapitole jsou shrnuty jednotlivé cíle a popis této metodiky. Hlavním cílem této metodiky je přiblížit principy fungování systému preference vozidel veřejné dopravy a na příkladu implementace demonstrovat správný postup zavedení systému.

Následující kapitoly se věnují samotnému principu fungování systému TYFLOSET a popisu technického řešení využití této technologie pro potřeby preference vozidel.

Pátá kapitola detailně popisuje veškeré komponenty systému, které dohromady tvoří komplexní architekturu systému preference. Všechny tyto komponenty jsou zde detailně specifikovány, je zde charakterizována jejich funkcionalita, SW nadstavba i HW požadavky.

V závěrečné kapitole je uveden postup jednotlivých kroků, které je nutné při procesu implementace systému provést, aby byla zajištěna správná funkce a přidaná hodnota systému preference. Jsou zde uvedeny konkrétní kroky, které předcházely zavedení systému na 2 zvolených křižovatkách v rámci DPMLaJ, kde byl systém pilotně otestován.