



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Radim Pacík

**NÁVRH PASPORTIZACE DOPRAVNÍCH
TECHNOLOGIÍ ITS S VYUŽITÍM NÁSTROJŮ GIS**

Diplomová práce

2016



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. Radim Pacík

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – ID – Inženýrská informatika v dopravě a spojích

Název tématu (česky): **Návrh pasportizace dopravních technologií ITS
s využitím nástrojů GIS**

Název tématu (anglicky): Proposal Passportization of ITS Technologies with the Use
of GIS Tools

Zásady pro vypracování

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

- Analýza využívaných dopravních technologií ITS, jejich hierarchie a vazeb
- Analýza využívaných datových modelů (DATEX II)
- Volba rozlišovací úrovně a rozsahu analyzovaného prostředí
- Analýza zdrojů dat a jejich dostupnosti
- Návrh možností sběru dat a jejich ověření
- Návrh datové vrstvy s využitím GIS
- Sběr a zpracování dat ve vymezeném prostředí

Rozsah grafických prací: standardní

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A.; Spatial Databases with Application to GIS; ISBN: 978-1-55860-588-6; Elsevier; 2002 dokumentace datového formátu DATEX II

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Langr, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **31. července 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2016**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Radim Pacík
jméno a podpis studenta

V Praze dne2. června 2016

Prohlášení

Svým podpisem čestně prohlašuji, že 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) a zároveň také prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Dne:

Podpis studenta:

ABSTRAKT

Základní myšlenkou této magisterské práce je vymezení nejdůležitějších aplikací zejména z oblasti silniční dopravní telematiky, identifikace jejich klíčových vlastností či jiných charakteristik a zhodnocení možnosti realizace datové vrstvy těchto technologií, která by byla využitelná dalšími uživateli pomocí nástrojů GIS.

ABSTRACT

The basic idea of this master's thesis is the definition of the most important applications, especially from the area of road transport telematics, identifying their key properties or other characteristics and evaluate the possibility of implementing a data layer of these technologies which should be usable by other users using GIS tools.

Obsah

1. Seznam použitých zkratk	8
2. Úvod	9
3. Analýza využívaných dopravních technologií ITS, jejich hierarchie a vazeb	12
3.1. Architektura dopravní telematiky	13
4. Stanovení rozsahu analyzovaného prostředí	17
4.1. Úvod	17
4.2. Preference MHD	19
4.2.1. Pasportizace ITS technologií preference MHD	22
4.3. Zařízení pro provozní informace a proměnné dopravní značení	28
4.4. Liniové řízení provozu	33
4.5. Kamerové systémy	34
4.6. Meteorologické stanice	37
4.7. Elektronický výběr mýta	39
4.8. Systémy pro vážení za jízdy	41
4.9. Měření výšky vozidel	42
4.10. Dopravní uzly řízené SSZ	43
5. Geoinformační systém GIS	45
5.1. Návrh vlastní datové vrstvy GIS	53
5.2. Návrh pasportu dopravních technologií	54
5.2.1. Pasport bodových technologií vztažených ke svému umístění	54
5.2.2. Pasport bodových technologií s návazností na úsek	58
5.2.3. Pasport portálových (profilových) technologií	58
5.2.4. Pasport křižovatkových (uzlových) technologií	59
6. Analýza zdrojů dat a jejich dostupnosti	61
7. Návrh možnosti sběru dat a jejich ověření	63
7.1. Realizace a vyhodnocení sběru dat	64
8. Závěr	70
9. Seznam použité literatury	72

10. Seznam obrázků.....	73
11. Seznam tabulek.....	74

1. Seznam použitých zkratk

GIS	Geografický informační systém
ITS	Intelligent traffic system
ZPI	Zařízení pro provozní informace
PDZ	Proměnné dopravní značení
PIT	Proměnná informační tabule
SSZ	Světelné signalizační zařízení
SDDŘ	Strategické dopravní detektory řezové
SDDÚ	Strategické dopravní detektory úsekové
PČR	Policie České republiky
RZ	Registrační značka
ISVS	Informační systémy veřejné správy
IZS	Integrovaný záchranný systém
NDIC	Národní dopravně informační centrum
RDS	Radio Data System
TMC	Traffic Message Channel
MKS	Městský kamerový systém
TSK	Technická správa komunikací
OBU	On Board Unit
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
WIM	Weight in Motion
SOKP	Silniční okruh kolem Prahy
TKB	Tunelový komplex Blanka
HDŘÚ	Hlavní dopravní řídicí ústředna
DIC Praha	Dopravní informační centrum Praha
MHMP	Magistrát hlavního města Prahy
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic v ČR

2. Úvod

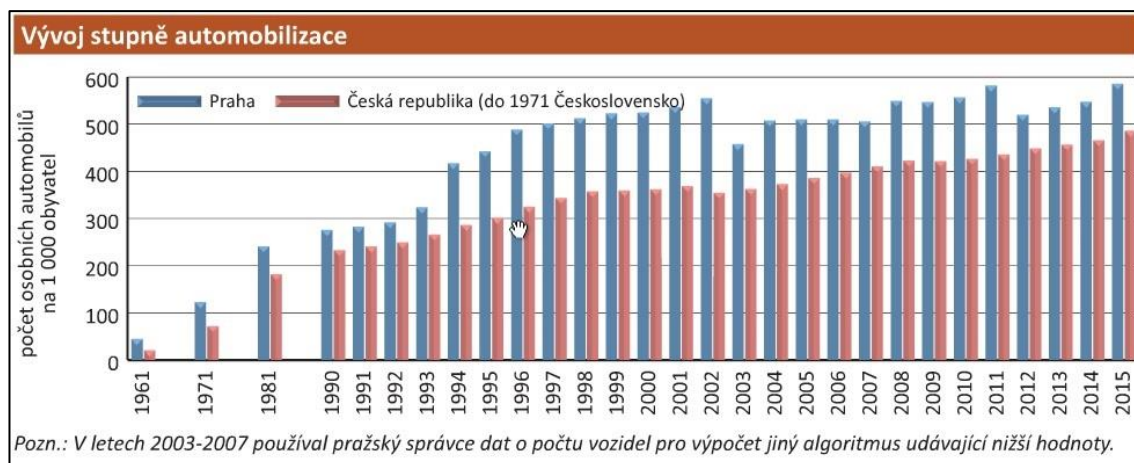
Během druhé poloviny 20. století došlo k prudkému rozvoji automobilismu, a to nejen v globálním měřítku, ale také v České republice. Vývoj tohoto trendu v tuzemsku asi zdaleka nejlépe reprezentují níže uvedené grafiky z tradiční ročenky TSK z roku 2015.

Stupně motorizace a automobilizace								
Rok	Praha				Česká republika (do roku 1971 Československo)			
	Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace		Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace	
	vozidel na 1 000 obyvatel	obyvatel na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyvatel na 1 os. aut.	vozidel na 1 000 obyvatel	obyvatel na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyvatel na 1 os. aut.
1961	92	10,8	45	22,4	97	10,4	21	47,1
1971	188	5,3	123	8,1	203	4,9	72	13,8
1981	310	3,2	241	4,2	335	3,0	182	5,5
1990	353	2,8	276	3,6	390	2,6	233	4,3
2000	632	1,6	525	1,9	510	2,0	362	2,8
2010	739	1,4	557	1,8	573	1,7	427	2,3
2012	670	1,5	520	1,9	613	1,6	449	2,2
2014	700	1,4	548	1,8	635	1,6	466	2,1
2015	743	1,3	584	1,7	662	1,5	486	2,1

Obrázek 1 Vývoj motorizace a automobilizace v ČR [8]

Jak je patrné z uvedené tabulky, uvádí se tento údaj vždy separátně pro Prahu a kompletní Českou republiku, resp. Československo. Je tak konáno zcela záměrně, neboť tyto údaje jsou poměrně rozdílné. Zatímco v posledních 15 letech se již posun ve stupni motorizace a automobilizace¹ posunuje spíše po desetínách, tak v období 60. až 90. let byl nárůst velmi výrazný. Pro ilustraci tohoto vývoje přikládám také reprezentaci těchto údajů formou sloupcového grafu. Tento graf opět zohledňuje rozdílnost stupně automobilismu samostatně pro Prahu a zbytek území (rozdílnost hodnot je v tomto grafu ještě lépe ilustrována).

¹ Zatímco do stupně motorizace jsou zahrnuta veškerá motorová vozidla včetně například motocyklů, stupeň automobilizace zohledňuje pouze veličinu osobních motorových vozidel.



Obrázek 2 Vývoj stupně automobilizace [8]

Samozřejmě v souvislosti s tímto rozvojem doznala pokroku také infrastruktura – například i dnes stále nejvýznamnější silniční tepna, dálnice D1 propojující Prahu a Brno, začala být budována v roce 1967. První úsek z Prahy do Mirošovic byl uveden do provozu od 4 roky později a o dalších 9 let byl zprovozněn celý úsek [1]. Nicméně uzpůsobovat rostoucímu automobilismu stavbu silniční sítě odpovídajícího rozsahu má svá omezení, ať již geografického, ekonomického či ekologického charakteru. A právě v tomto období vzniká zesílená potřeba dopravy již nejen pouze řídit a usměrňovat, ale zvyšovat její efektivitu či bezpečnost. Důsledkem této potřeby vznikají v polovině devadesátých let 20. století nové odborné pojmy jako telematika, teleinformatika, dopravní telematika a inteligentní dopravní systémy a služby. Základem všech těchto oblastí jsou dva základní obory – telekomunikace a informatika, které se díky stále rostoucímu vstupu PC technologií do oblasti telekomunikace postupně přibližovaly. Logicky tím vznikl nový obor s názvem telematika. Název oboru vznikl jednoduchým spojením názvů zkrácených názvů **telekomunikace** a **informatika** [2].

Dopravní telematika je systémově inženýrský obor integrující informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory souvisejících oborů, jako například ekonomiky, teorie dopravy, systémového inženýrství atd. takovým způsobem, aby pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení dopravních a přepravních procesů (došlo tedy ke zvýšení přepravních výkonů a efektivity dopravy, stoupla její bezpečnost, zvýšil se komfort přepravy apod.). Pojem ITS zahrnuje informační a telekomunikační podporu dopravního procesu.

Inteligentní dopravní služby tak lze rozdělit do několika oblastí:

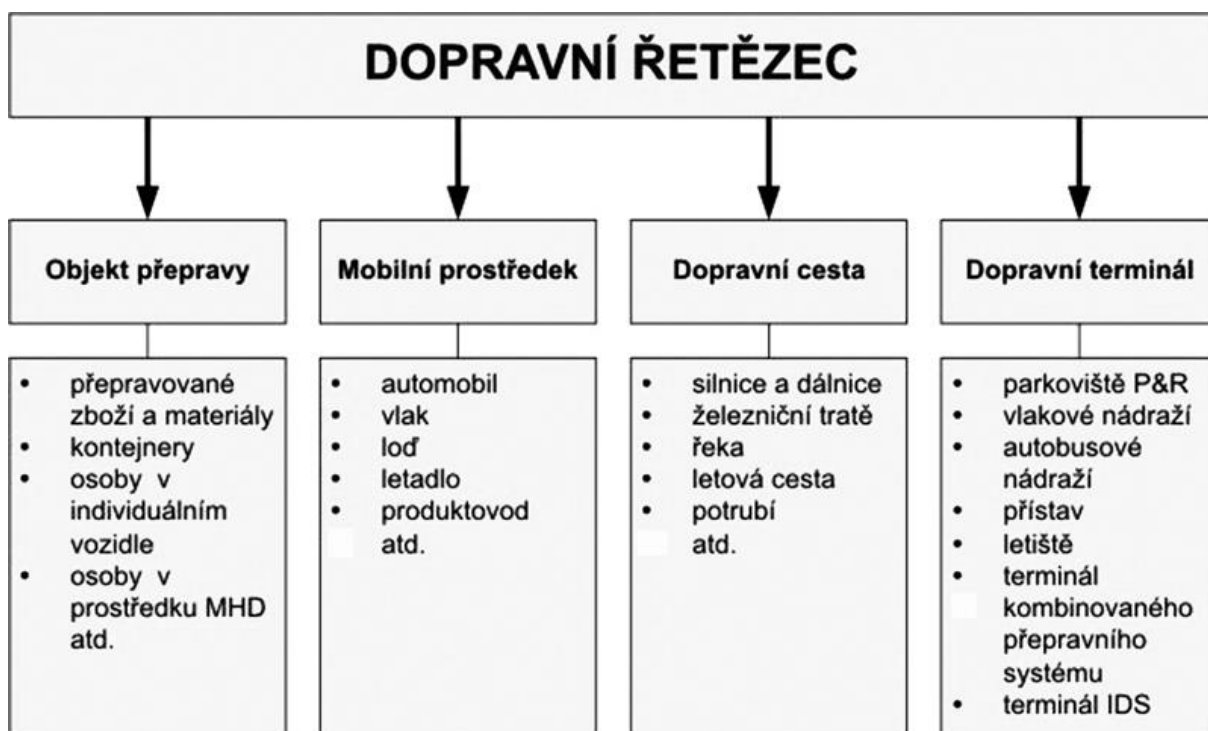
- služby pro cestující a řidiče (uživatelé),
- služby pro správce infrastruktury (správci dopravních cest, správci dopravních terminálů),
- služby pro provozovatele dopravy (spediční společnosti),
- služby pro veřejnou správu (napojení systémů dopravní telematiky na informační systémy veřejné správy – ISVS),
- služby pro bezpečnostní, záchranný a krizový systém (IZS).

Výsledkem koncepčního propojení jednotlivých subsystémů dopravní telematiky vzniká informační nadstavba nad dopravou [3]. Navzdory poměrně srozumitelnému rozdělení aplikací ITS do jednotlivých služeb, nelze tyto jednotlivé oblasti vnímat jako separátně oddělené a fungující zcela autonomně bez vzájemného propojení. V podstatě živý, stále se vyvíjející organismus silniční dopravy bez přestání generuje nespočet informací rozličného charakteru. Potřeba získávání těchto informací, jejich zpracování a následné vyhodnocování dala vzniknout řadě telematických aplikací, se kterými se okolo sebe dnes na silniční síti setkáváme. A jsme již jimi tak obklopeni, že nemusíme už ani vnímat jejich přítomnost a uvědomovat si jejich komplexnost a veškeré procesy a informační toky, které tyto aplikace skrývají. A právě tato myšlenka přináší závdavek k této diplomové práci – provést analýzu těch nejvýznamnějších aplikací z oblasti dopravní telematiky a navrhnout možnosti jejich pasportizace, která by umožnila je blíže specifikovat, geograficky spravovat místa a oblasti jejich použití a dala cestu k dalšímu popisu. Některé telematické aplikace jsou ovšem natolik specifického a komplexního charakteru, že nebudou do této práce zahrnuty (například tunelové systémy silniční dopravy). Proto tedy je práce věnována právě těm převážně základním aplikacím.

3. Analýza využívaných dopravních technologií ITS, jejich hierarchie a vazeb

Aby bylo možné definovat inteligentní dopravní systémy, resp. dopravní telematiku, je nutné znát základní definice a pojmy, a především popsat celý přepravně-dopravní řetězec.

Základní pojmy dopravního řetězce:



Obrázek 3 Schematická definice dopravního řetězce [4]

Objekt přepravy definuje souhrnný pohyb pro přepravované materiály, zboží a osoby. Podle charakteru objektu přepravy lze dělit dopravu na osobní a nákladní. Z hlediska telematiky, a pro další část řešení úkolu, je nutné zmínit se o tom, že přepravní jednotka může být vybavena globálním, lokálním i veřejným informačním systémem, který provádí nejen identifikaci druhu nákladu, směru přepravy, ale i určení reálné polohy nákladu atd. Přepravní jednotkou rozumíme samotný dopravní prostředek se zbožím (např. s obilím), surovinami (např. rudou) nebo přepravu ve speciálních přepravních systémech (kontejner, plovoucí kontejner, silniční nástavba).

Dopravní prostředek definuje dopravní element nebo komplet (vozidlo, loď, letadlo, vlak atd.), který se pohybuje po dopravní cestě. Podle charakteru dopravního prostředku a dopravní cesty dělíme dopravu na dopravu silniční, železniční, leteckou

a vodní. Dopravní prostředek též může obsahovat globální, lokální i veřejné systémy, které identifikují přesnou polohu, typ a další parametry konkrétního dopravního prostředku.

Dopravní cesta definuje prostor, ve kterém se pohybují dopravní jednotky nebo dopravní komplety. Dopravní cestu rozdělujeme dle druhů dopravy, případně podle dalších charakteristik dopravní cesty. Silniční dopravu lze dělit na dopravu v extravilánu (dálnice, silnice 1., 2. a 3. třídy) a v intravilánu (města, zastavěné obce). Železniční dopravu můžeme dělit na tratě celostátních koridorů a objízdných tras koridorů, které jsou z hlediska hustoty provozu definovány jako tratě typu A a B, a regionální (z hlediska hustoty provozu definovány jako tratě typu C, D a E). Leteckou dopravu lze dělit dle typu vzdušného prostoru, v němž je provozována, a vodní dopravu lze dělit dle povoleného ponoru vodní cesty podle klasifikačních tříd. Rozdělení dopravních cest hraje klíčovou roli ve výběru systémů dopravní telematiky, protože použitá technologie ITS musí být v souladu s charakteristikou dopravní cesty.

Dopravní terminál definuje prostor, kde dochází k nakládce, vykládce či překládce objektu přepravy, nebo ke změně druhu dopravy. Jako terminál lze považovat v individuální automobilové dopravě, např. parkoviště; ve veřejné dopravě osob lze pod terminál zahrnout např. nádraží. Typickým terminálem letecké dopravy je letiště, vodní dopravy přístav, železniční dopravy železniční stanice, překladiště ale i vlečka. [4]

3.1. Architektura dopravní telematiky

Samotný základ dopravního telematického systému je tvořen informačními technologiemi, které obsahují informace o jednotlivých prvcích dopravního řetězce (dopravní prostředek, přeprava zboží a osob apod.) a o uživatelích dopravy. Dopravní telematický systém umožňuje sběr, přenos, zpracování a výměnu dat a informací mezi různými uživateli dopravního řetězce a vytváří tzv. telematickou aplikaci.

Základní prostředky dopravního telematického systému lze rozdělit na:

1. Technické prostředky – akční prvky (světelná návěstidla, proměnné dopravní značky, informační tabule), senzory (dopravní detektory, videodetekční systémy, ekologický monitoring), komunikační infrastruktura (spojení krátkého dosahu DSRC, rozhlasové vysílání RDS-TMC, multimediální přenosy, GSM přenosy, digitální vysokofrekvenční přenosové sítě), informační technologie (HW, SW).

2. Prostředky řízení procesů – dopravní management měst (řízení sítí; individuální automobilová doprava, veřejná hromadná doprava), management silnic a dálnic (řízení linií), ekologický management (ekologické dopady dopravy).
3. Prostředky organizační podpory – pasportní systémy (digitalizace technické a stavební dokumentace, spojení informací o údržbě infrastruktury či nehodovosti s meteorologickými apod., řízení údržby a monitorování bezpečného provozu apod.). – Ekonomické systémy (systémy správců dopravních cest, dopravců a dalších organizací zabezpečující údržbu a řízení silničního provozu).

Dopravně-telematický systém účelně propojuje výše uvedené prostředky. Celý dopravní telematický systém slouží uživatelům dopravy, zvyšuje jejich bezpečnost, informovanost, efektivitu a produktivitu dopravy a minimalizuje dopady dopravy na životní prostředí. Tvorba architektury telematiky je metodika, jak z požadavků uživatelů, dopravní politiky atd. získat funkční koncepci výstavby dopravně-telematických aplikací, umístěných v různých vrstvách dopravně telematického systému.

Architekturu dopravního telematického systému je možno dělit na:

Referenční – identifikuje základní aktéry a procesy v dopravním systému, důležité subsystémy, specifikuje základní cílové charakteristiky systému a jeho vztahy s okolím.

Funkční – definuje jednotlivé funkce prvků, modulů a subsystémů systému včetně vazeb mezi nimi a tím umožňuje vytvářet aplikace.

Informační – definuje principy tvorby struktury příslušného informačního subsystému, včetně požadavků na alokaci, kódování a přenos informace.

Fyzickou – definuje fyzická zařízení, která vykonávají jednotlivé funkce tak, aby byla zajištěna funkčnost aplikací, tj. přiřazení jednotlivých prvků, modulů a subsystémů definovaných ve funkční architektuře relevantním fyzickým zařízením.

Komunikační – popisuje přenos informace v systému v relaci s fyzickou architekturou.

Organizační – stanoví zásady tvorby struktury a přiřazení funkcí jednotlivým úrovním managementu.

Architektura dopravní telematiky může být definována na úrovni:

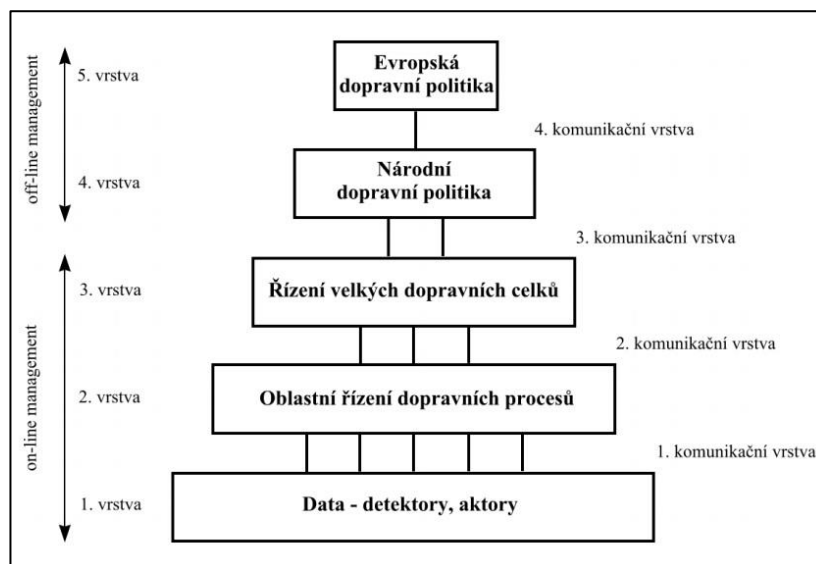
Globální – jejím cílem je sjednotit přístupy v celosvětovém měřítku.

Evropské – jejím cílem je vytvoření metodiky pro národní architektury s ohledem na evropskou dopravní politiku a prognózu vývoje dopravy v EU.

Národní – jejím cílem je dosažení interoperability systémů dopravní telematiky na národní úrovni s ohledem na národní dopravní politiku a národní specifika.

Lokální – jejím cílem je dosažení úplné interoperability na úrovni implementace (lokální úroveň vyžaduje definici protokolů, pilotní ověření atd.).

Hierarchická struktura dopravního telematického systému



Obrázek 4 Rozvrstvení jednotlivých aplikací dopravní telematiky [4]

První vrstva – reprezentuje nejnižší úroveň a tvoří ji detektory a akční členy. V této vrstvě dochází ke sběru dat statických i dynamických o dopravní cestě, dopravních prostředcích a dopravních terminálech.

Druhá vrstva – charakterizuje operativní řízení menších úseků dopravních cest, jednotlivých terminálů a mobilních prostředků. Do této vrstvy patří oblastní ústředny velkých měst, ústředny tunelů a řízení pomocí dispečinků (MHD, TAXI apod.).

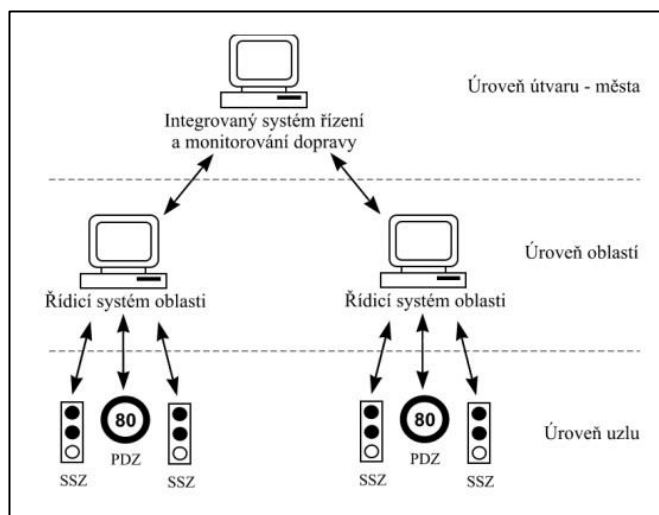
Třetí vrstva – zahrnuje celou dopravní síť velkých měst a celků, a především integruje řídicí systémy druhé vrstvy a vytváří centrální řízení (centrální dispečink města).

Čtvrtá vrstva – určuje dopravní politiku na úrovni státu, což je například tvorba fondu dopravy, financování dopravní infrastruktury, výběr dálničních poplatků apod. Tato vrstva se zabývá také informačními systémy v regionech a v jejich návaznostech, jako je digitální mapa cest, informování o uzavírkách v jednotlivých regionech apod.

Pátá vrstva – poslední je na úrovni kontinentu a dopravní politiky jako velkého celku. Dochází zde k rozdělování dotací do jednotlivých regionů či států na úrovni celokontinentálního měřítko.

Každou vrstvu je možné rozdělit na uživatele a infrastrukturu. Největší nároky na bezpečnost, spolehlivost a dostupnost přenosu informací jsou kladeny na komunikační prostředí mezi první a druhou vrstvou, kde se přenáší nejvíce dat. Postupem do vyšších vrstev objem dat i požadavky na přenos klesají a je možné využít služby i telekomunikačních provozovatelů.

Příklad telematické architektury města:



Obrázek 5 Architektura městského telematického systému [4]

Jak je patrné z uvedeného schématu, architektura řízení města má obvykle třívrstvou strukturu. Na nejnižší úrovni, tedy uzlu, jsou prvky, které přímo zasahují do řízení dopravy. [4]

Základními prvky dopravního uzlu (křižovatky) jsou: dopravní řadič, signalizační zařízení, dopravní detektory. Vozidla MHD využívají dopravní telematiku při aplikaci preference MHD (aktivní, pasivní). Informační systémy využívají proměnných informačních tabulí. Dále se setkáváme s tunelovými technologiemi, elektronickým výběrem mýta, se systémy pro statickou dopravu atd. Postupně se od samotného uzlu dostáváme na aplikace vztahované pro linii či oblast a počet telematických aplikací významně roste. Proto je nutné přejít k další kapitole, a to k soupisu základních telematických technologií a stanovení rozsahu analyzovaného prostředí.

4. Stanovení rozsahu analyzovaného prostředí

4.1. Úvod

Výše uvedená třetí kapitola neposkytuje komplexní zhodnocení problematiky oblasti ITS, nicméně to vzhledem k účelu této studijní práce ani není primárním účelem. Pravou podstatou textu je usnadnění uvědomění, ať již pro zhotovitele práce nebo jejího čtenáře, jak obsáhlá a zároveň propojená oblast inteligentních dopravních technologiích je a jak nás v každodenním životě obklopuje, aniž bychom to na první pohled vnímali.

Aby bylo možné dodržet předpoklady pro správně provedenou pasportizaci inteligentních systémů, je potřeba stanovit jednotný pracovní postup a ten dodržovat po celou dobu zpracování práce. Jak již napovídá samotné slovní označení „inteligentní dopravní systémy“, je tato oblast skutečně rozsáhlým, stále se vyvíjejícím systémem. Proces pasportizace se tedy nevyhne aplikaci systémového přístupu. Systémový přístup spočívá v tom, že jevy vyskytující se při řešení vzniklých problémů je potřeba chápat komplexně se všemi souvislostmi.

Pro úplnost je potřeba doplnit pár základních definic z teorie systémů:

Systém je definován jako účelově uspořádaná množina prvků a množina vazeb mezi nimi, s dynamickým chováním, které společně určují vlastnosti celku.

Procesem dekompozice systému lze vyčlenit podsystém. **Podsystém** je podmnožina systémových prvků a vazeb, která je z nějakého důvodu vyčleněna ze systému a je chápána jako nový systém nebo jako prvek.

Prvek je část systému, které tvoří na dané rozlišovací úrovni dále nedělitelný celek, jehož strukturu nechceme, nebo již nemůžeme v rámci analýzy rozlišit.

Ovšem zcela zásadním pojmem pro tuto kapitolu a další pokračování práce je pojem **rozlišovací úroveň**. Rozlišovací úrovní se označuje stupeň podrobnosti zkoumání systému. Změnou rozlišovací úrovně se může dřívější prvek stát podsystémem, popřípadě i systémem a naopak. Závislost mezi stupněm dekompozice a úrovní rozlišovací úrovně je přímo úměrná – systém dekomponovaný na ty nejjednodušší prvky má vysokou rozlišovací úroveň. Při zvolení vysoké (podrobnější) rozlišovací úrovně, pak se prvky daného systému mohou stát samotnými systémy, a to z důvodu větší diferenciací prvků a vazeb mezi nimi. V opačném případě, tedy při volbě nízké rozlišovací úrovně se celý systém může stát prvkem systému definovaného na méně podrobné rozlišovací úrovni. Je tedy více než zřejmé, že procesu pasportizace musí předcházet správně nastavená rozlišovací úroveň, kterou bude komplexní oblast

inteligentních dopravních systémů podrobena analýze, aby bylo možné se dopracovat výsledku co možná nejvíce se přibližující optimálnímu stavu, tj. jednotlivé prvky systému budou popsány jednotně pomocí jasně definovaných charakteristik. Ty však by měly být zvoleny tak, aby bylo možné zajistit jejich pravidelnou validaci a představovaly pro uživatele podstatnou přínosnou informaci. Zvolení příliš rozsáhlé charakteristiky jednotlivých prvků systémů může vyústit v nemožnost tyto údaje identifikovat, či pravidelně kontrolovat jejich pravdivost, což ve výsledku může realizaci pasportizace neúměrně znesnadnit, či způsobit její postupné zanikání platnosti působením času.

Nosným bodem dalšího průběhu práce tedy nepochybně bude zorientování se v dopravních technologiích nacházejících se okolo nás v rámci silniční dopravní sítě a vytvoření jistého soupisu jednotlivých aplikací, které budou podléhat následné pasportizaci. V rámci silniční sítě se jedná především o telematické aplikace s provázaností na veřejnou dopravu (preferenční MHD), individuální automobilovou přepravu (zařízení pro provozní informace, proměnné dopravní značení atd.) nebo nákladní silniční dopravu (elektronický výběr mýta, vážení za jízdy). Samozřejmě všechny uvedené aplikace nejsou provázány pouze s koncovými účastníky silničního provozu, nýbrž také se správci komunikací, zřizovateli dopravy a ostatními institucemi zabývajícími se sledováním dopravních veličin, jejich zpracováním a následnému vyhodnocování pro účely dalšího plánování.

V zásadě můžeme tedy ucelený systém inteligentních dopravních systémů v rámci silniční dopravní sítě rozdělit do níže uvedených samostatných subsystémů, které budou jednotlivě podrobeny předběžné analýze, zda a případně v jakém rozsahu budou podrobeny pasportizaci.

- Preferenční MHD,
- zařízení pro provozní informace,
- proměnné dopravní značení,
- portály liniového řízení dopravy,
- dohledové kamery,
- mýtné brány,
- vysokorychlostní váhy,
- měření výšky vozidel,
- světelně řízené křižovatkové uzly.

4.2. Preference MHD

Veřejná doprava je po dopravě pěší a cyklistické nejpříznivějším druhem dopravy pro urbanizované oblasti po stránce emisní, hlukové, energetické, ekonomické, dopravní, urbanistické i sociální. Je tedy žádoucí, aby spolehlivá funkce a tím i atraktivita pro cestující byla podpořena organizací provozu v dopravním prostoru.

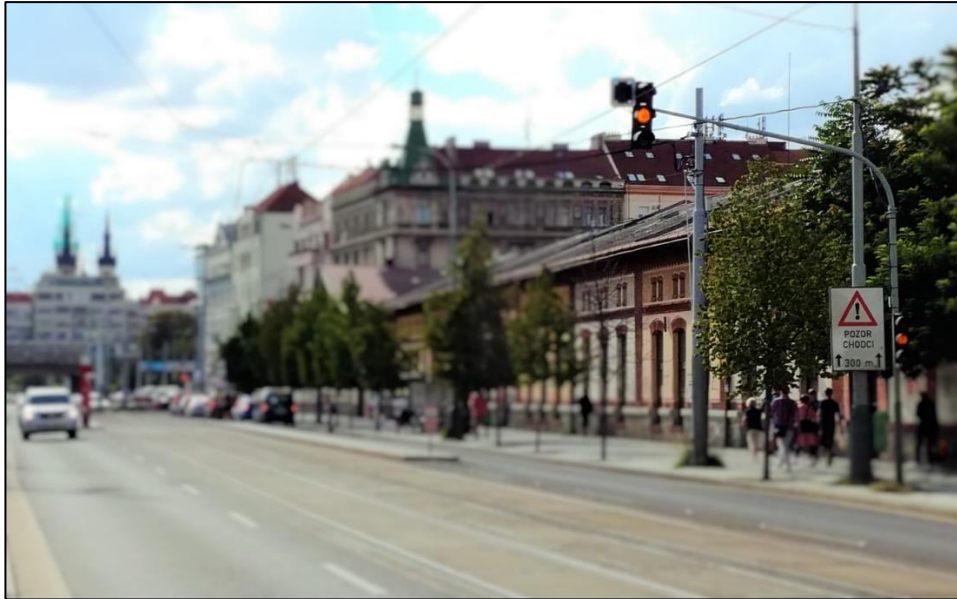
Obecně jsou vnějším působením ovlivňovány nejméně dopravní cesty subsystémů, které do kontaktu s ostatní dopravou přijdou nejméně. Konkrétně v Pražské integrované dopravě to jsou tedy obecně linky metra, lanovky, železnice a přívozů. Naopak linky tramvají a autobusů se musí potýkat s propustností křižovatek a komunikací a také zejména s vlivem dalších účastníků provozu. Pro minimalizaci dopadů provozu automobilové dopravy je aplikována řada mj. dopravních a stavebních opatření zajišťujících preferenci veřejné hromadné dopravy.

Pozitiva preference veřejné dopravy nejsou přínosem jen pro cestující (rychlá a spolehlivá přeprava), ale i pro samotné dopravce (nižší spotřeba pohonných hmot i opotřebením vozidel, bezproblémové dodržování zákonem stanovených bezpečnostních přestávek řidičů). S preferencí vozidel veřejné dopravy je nutné řešit i preferenci jejich uživatelů (např.: přístupy na zastávku, vhodná výška nástupišť).

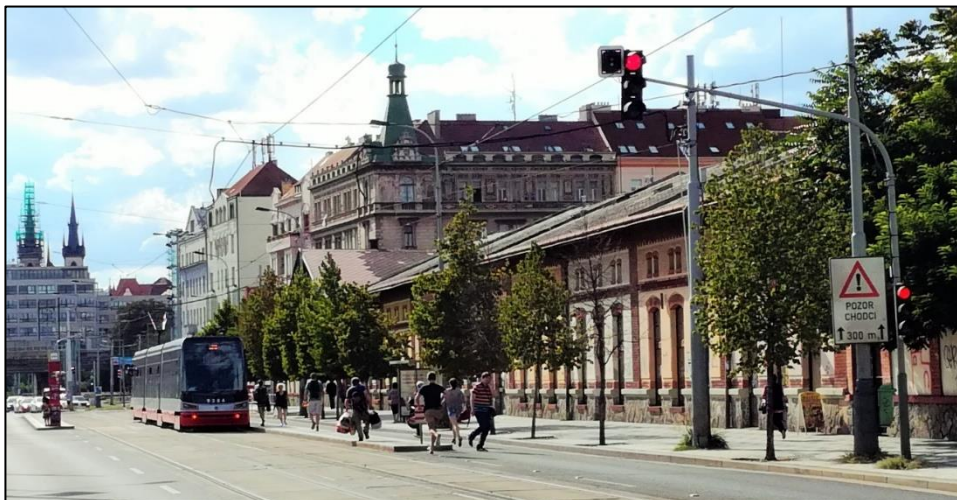
V následující části textu jsou popsány směry, které se přímým směrem přičiňují ke zkvalitnění dopravy MHD a jejímu zatraktivnění vůči cestujícím a které můžeme zároveň charakterizovat jako inteligentní. Nebude tedy zohledňována stránka legislativního charakteru či řešení spadající spíše do oblasti stavebního či dopravně-inženýrského.

Světelné signalizace

Režimem světelných signalizačních zařízení lze zajistit vysokou míru preference veřejné dopravy – především vozidel, ale také cestujících (před nástupem nebo po nástupu do vozidla). Preference je závislá na systému řízení SSZ, nejlepších výsledků dosahují SSZ využívající detekci vozidel a dynamické řízení pro absolutní preferenci vozidel veřejné dopravy. V křižovatkách či úsecích s komplikovanějším dopravním režimem bývá použita podmíněná preference, která výrazněji zohledňuje i ostatní provoz. V křižovatkách či úsecích s nadřazeným provozem ostatní dopravy bývá užit systém bez preference veřejné dopravy (např.: náměstí I. P. Pavlova). SSZ pro preferenci veřejné dopravy mohou být použita i v liniových úsecích jako tzv. světelné závory před křížením nebo spojováním proudů či vozidel jako ochrana prostoru zastávek.



Obrázek 6 Světelná závora v zastávce Pražský tržnice v režimu blikavá žlutá



Obrázek 7 Světelná závora po projetí tramvaje v režim Stůj

Z hlediska forem preference na SSZ pro MHD dělíme preferenci na dva základní druhy:

- absolutní preference – jedná se o situaci, kdy křižovatka řízená SSZ je vybavena mikroprocesorem řízení cyklu světelné křižovatky, který umožňuje změnit pořadí fází signalizačního cyklu křižovatky tak, aby vozidlo projelo tímto místem bez čekání. Jde tedy o okamžité přidělení signálu volno pro vozidlo městské hromadné dopravy kromě výjimečných situací (např. příjezd několika vozidel současně k SSZ), tento způsob je uplatňován zpravidla na jednoduchých křižovatkách a přechodech. Princip nejčastěji spočívá ve využití rádiových vln, které zabezpečí komunikaci mezi vozidlem MHD a přijímačem signálu, který se nachází ve stanovené vzdálenosti před křižovatkou řízenou SSZ a komunikuje s mikroprocesorovým řadičem křižovatky ve SSZ. Před příjezdem vozidla ke

křižovatce (vybavené SSZ) se na základě vyslaného signálu z vozidla MHD rozsvícena SSZ signál „Volno“, a to pro daný směr jízdy;

- podmíněná preference – na rozdíl od absolutní preference zde dochází k tomu, že je sice urychlen průjezd křižovatkou řízenou SSZ, ale vozidlo musí určitou dobu čekat. Principem je vložení nové fáze cyklu křižovatky, umožňující jízdu vozidla MHD, nebo posunutí fází tak, aby byla umožněna právě jízda vozidla MHD pro daný dopravní směr. Jde tedy o okamžité přednostní (nikoliv však okamžité) přidělení signálu volno pro vozidlo městské hromadné dopravy kromě výjimečných situací (např. příjezd několika vozidel současně k SSZ), vozidlo nemá zajištěn plynulý průjezd přes SSZ, ale dochází ke zkrácení doby pobytu před SSZ a snížení počtu zastavení před SSZ.

Kromě výše uvedeného rozdělení na absolutní a podmíněnou preferenci lze rozlišovat také rozdělení na:

- liniovou preferenci, do které můžeme zařadit prvky stavebního řešení (zvýšená či jinak oddělená tramvajová tělesa) či úpravy vedení cest dopravních prostředků zajištěných dopravním značením (svislým či vodorovným),
- bodovou (uzlovou), již náleží naopak dopravní prvky vztažené k jednotlivým dopravním uzlům, tedy křižovatkám na dopravních cestách linek MHD, ať se již jedná řešení systému přednosti na křižovatkách, vyloučení daných směrů či řešení světelného signalizačního zařízení. Stejně tak do této kategorie můžeme zařadit samotné zastávky MHD, jejichž návrh a umístění má v preferenci MHD také své opodstatnění.

Z hlediska použitých dopravních technologií, ať již na samotných vozidlech MHD, tak zařízeních v dopravní infrastruktuře můžeme rozlišovat následující neméně důležitý pohled na rozdělení způsobu řízení preference MHD a to na:

- aktivní – při kterém je v reálném čase ovlivňován průběh řízení SSZ podle aktuálních požadavků MHD. Podmínkou aktivní preference MHD je včasná a přesná detekce vozidel MHD bez ohledu na technologický způsob zpracování informace o detekci vozidla a přenosu této informace k řadiči MHD.
- pasivní – který využívá procesu optimalizace pevných signálních plánů podle předem zjištěného obvyklého chování vozidel MHD.

Podmínkou možnosti preference MHD je jejich detekce při příjezdu do oblasti vlivu SSZ (nejčastěji křižovatky). Pro detekci se podle místních podmínek a technického vývoje využívá celá řada technologií (trolejové kontakty, videodetekce, radiodetekce, indukční smyčky, aj.), u tramvajů v křižovatkách doplněných o požadovaný směr z dálkového

ovládání výhybek. Preferenční průjezd vozidla veřejné dopravy může být zajištěn vložením nebo prodloužením fáze pro jeho průjezd, což se může projevit zkrácením fází v jiných směrech nebo změnou pořadí jednotlivých fází SSZ.

Jak již bylo uvedeno, v rámci zpracování pasportizace inteligentních dopravních systémů nejsou do databáze zahrnuty prvky preference MHD, které ze své technologické podstaty jsou řešením spíše stavebním či dopravně-inženýrským (dopravní značení a další úpravy řízení a usměrňování dopravy). Nicméně z pasportizace technologií nelze v této fázi práce vyloučit zařízení preference MHD, která pomyslnou inteligenci dopravního systému vykazují a jsou tak neodmyslitelným prvkem celého telematického systému. Dalším důvodem je také skutečnost, že mnohá zařízení jsou sdílená jak pro využití v preferenci MHD, tak i pro ostatní telematické systémy individuální automobilové přepravy. Některá zařízení slouží výhradně k účelu preference MHD, nicméně jsou fyzicky umístěna společně s ostatními telematickými zařízeními na stejném místě (sloup veřejného osvětlení, výložník SSZ apod.). Aby tedy bylo jasně definováno, které prvky preference MHD je možné či nutné přejmout do navrhované pasportizace a které je vhodné přenechat k případné pasportizaci celistvého systému MHD, je nutné provést základní přehled o používaných inteligentních technologiích MHD a rozhodnout o jejich zahrnutí do pasportizace již nyní.

4.2.1. Pasportizace ITS technologií preference MHD

Řadiče

Řadič je elektrické zařízení, které řídí signální obrazy jednoho nebo více návěstidel SSZ. Hardware v poslední době instalovaných řadičů tvoří výkonné mikroprocesory, elektronické spínací prvky a přídavné obvody, které zahrnují ovládání, diagnostiku, napájení a detektory. Řadiče se vybavují podle složitosti dopravního uzlu tak, aby vyhověly požadavkům na počet signálních skupin, detektorů, programů, připojení do koordinace či na centrální úroveň, volitelný je přijímač DCF signálu nebo monitorovací pracoviště GSM. Jsou vybaveny pamětí pro evidenci nároků na všech detektorech.

Řadiče umožňující optimální preferenci tramvají jsou řadiče s volně programovatelnou logikou. Takové jsou od 90. let 20. století v Praze instalovány výhradně.

Dopravní řadič ve své podstatě „pouze“ zpracovává a vyhodnocuje informace získané dopravními detektory v daném uzlu nebo oblasti a na základě toho upravuje dopravní řízení uzlu. Nicméně zpracovává informace nejen z detektorů spadajících výhradně do detekce vozidel MHD, nýbrž pracuje s informacemi ze všech detektorů a zařízení v daném uzlu. Nelze jej tedy vztáhnout pouze pro systém preference MHD. Zařízení spadající do kategorie dopravní řadič tedy budou podléhat pasportizaci.

Detektory

Jak již bylo řečeno výše, dopravní detektory shromažďují informace o silničním provozu. V závislosti na charakteru získávaných informací se používají dané typy detektorů. Pro účely preference MHD se používají následující aplikace detektorů:

Trolejové detektory

Kategorie těchto detektorů slouží vzhledem ke svému umístění právě k detekci tramvají, případně trolejbusů. Používají se 4 různá provedení a to:

- pružinový trolejový kontakt, tzv. brnkačka,
- pryžový trolejový kontakt PTK1,
- dvojitá podélná pružina,
- infračervený trolejový detektor,
- indukční čidlo.

Trolejové kontaktní detektory se využívají pouze za účelem detekce trolejových vozidel MHD, z důvodu této výlučnosti použití nebudou do pasportizace zahrnuty.

Elektrické ovládání výhybek

Výstupy z elektrického ovládání výhybek, kdy je propojen řadič SSZ se skříní EOV, se používají pro směrovou detekci tramvají, tedy pro rozlišení směru jízdy tramvaje dle postavení výhybek, pro zařazení nároku tramvaje do příslušného směru. Užívají se společně s trolejovými kontakty nebo je možné trolejový kontakt vypustit a začátek nároku odvozovat začátkem zablokování výhybky do příslušného směru. Systém je ovládán dálkově z projíždějících tramvají pomocí rádiového přijímače umístěného v kolejišti, nebo u starších výhybek pomocí pracovního trolejového kontaktu.



Obrázek 8 EOV na Strossmayerově náměstí, Praha 7

Ačkoliv jsou tato zařízení často umísťována také na výložnicích SSZ, je jejich funkčnost a účel striktně provázán pouze s detekcí jízdy vozidel MHD, proto do této pasportizace nebudou zařízení tohoto typu zahrnována.

Vzdálená rádia

Vzdálené rádio se používá primárně pro směrovou detekci tramvajů, ale jeho využití je možné i na tratích, které se nevětví. Základní výhodou oproti směrové detekci z výstupů EOv je zjištění směru jízdy tramvaje na větší vzdálenost, což znamená větší předstih přihlášení tramvaje k SSZ s pozitivním dopadem na plynulost průjezdu křižovatkou. Přijímač registruje signál z tramvajů pro EOv, který je vysílán v příslušných úsecích obvykle na základě vyhlášení zastávek pro cestující. Přijímač se nachází v kolejišti obdobně jako přijímače pro EOv.

Zařízení tohoto typu je vztaženo čistě k preferenci MHD, proto nebude v této práci do pasportizace zahrnuto.



Obrázek 9 Aplikace vzdáleného rádia na Smetanově nábřeží v Praze

Kolejové obvody

Při použití tohoto zařízení se koleje rozdělí (tzn., odizolují pomocí tenkých izolačních vložek) na různé dlouhé úseky. Na jedné straně takového úseku se mezi kolejnice připojí zdroj elektrického proudu velmi malého napětí a na druhé straně se mezi kolejnice připojí citlivé relé. Když v úseku není vlak, relé je přitažené. Když do úseku vjede vlak, jeho nápravy udělají mezi kolejnicemi zkrat a relé odpadne. U tramvajů se zařízení používá velmi krátce, doposud se využívalo jen u železnice a u metra.

Vzhledem k prozatímnímu úzkému použití této technologie, ale zejména také z důvodu jejího výlučného použití pouze pro preferenci MHD či železniční dopravu, nebude tato technologie v rámci práce zahrnuta do pasportizace.

Kontaktní zámky

Slouží pro nouzové ruční nárokování signálu volno v místech, kde je tento signál zařazovaný do signálního programu pouze při nárocích tramvají (na výzvu tramvají) nebo jako náhradní způsob přihlášení při poruše jiných, především trolejových detektorů. Obvykle se jedná o malou skříňku umístěnou na sloupu pro SSZ, do které řidič tramvaje vsune čtyřhran a jeho pootočením aktivuje přihlášení do SSZ.

S přihlédnutím k provázanosti pouze se systémem preference MHD, nebude toto zařízení do pasportizace systémů v této práci zahrnuto.



Obrázek 10 Umístění kontaktního zámku na sloupu SSZ.

Indukční detektory

Tento nejrozšířenější druh detektorů se při preferenci MHD používá pro detekci autobusových linek. Technologický způsob detekce i provedení instalace do vozovky je identický jako pro detekci individuální automobilové dopravy. Tento druh detektoru však nedokáže rozpoznat bus MHD, proto jeho využití za účelem preference MHD dává smysl pouze v místech, kde je výskyt ostatních účastníků provozu vyloučen (vyhrazené jízdní pruhy).

Indukční dopravní detektor využívaný pro preferenci MHD je základním prvkem telematického systému řízení dopravy. V rámci práce budou indukční detektory do pasportizace zahrnuty, nicméně je potřeba dodat informaci, zda se jedná vzhledem k lokaci instalace o detektor primárně určený pouze k preferenci MHD.

Infračervené detektory

Stejně jako indukční smyčky nedokáže ani tento typ detektoru rozeznat typ vozidla. Výhodou tohoto typu zařízení je instalace bez nutnosti narušení vozovky, a tedy i snadnější údržba. Používá se v místech, kde je použití indukčních smyček komplikované nebo bylo rozhodnuto o jejich nahrazení právě touto technologií.

Infračervený detektor se využívá na infrastruktuře nejen k detekci vozidel MHD, nicméně stejně jako indukční smyčka nedokáže vozidlo MHD rozlišit. Zařízení tohoto typu budou do pasportizace zahrnuta, nicméně je nutné dodat informaci, zda je zařízení umístěno tak, že je výlučně určeno pro preferenci MHD.

Videodetekce

Zařízení tohoto typu se umísťují stejně jako infračervené detektory převážně na výložníky SSZ nebo sloupy veřejného osvětlení. Zatímco infradetektory reagují na pohyb ve vyzařovaném úhlu infračerveného čidla, videodetekce reaguje na změny v softwarově definovaných virtuálních smyčkách. Navíc umí vozidla také klasifikovat a rozpoznat tak vozidla podobná autobusu MHD. Vedlejším výstupem je umožnění videodohledu pro sledování provozu.

Zařízení videodetekce sloužící at' již k detekci vozidel v dopravních uzlech nebo ke klasickému dopravnímu dohledu budou do pasportizace technologií zahrnuta, neboť se nejedná o řešení s omezeným využitím pouze pro MHD.

Mikrovlnné radary

Toto kompaktní a výkonné zařízení se zpravidla umísťuje v blízkosti komunikace, zpravidla na sloup veřejného osvětlení a je schopno vyhodnocovat provoz souběžně pro oba směry dané komunikace. Variací poskytovaných dopravních informací dokáže nahradit několik indukčních smyček či dalších zařízení

Zařízení tohoto typu poskytují rozsáhlé telematické informace, proto budou podléhat pasportizaci v rámci této práce.

Datové zprávy

Umožňuje detekci vozidel, která jsou vybavena mobilním zařízením pro komunikaci s řadičem SSZ, navíc umožňuje jejich identifikaci. Z vozidla může být datová zpráva dopravována do řadiče SSZ různými cestami. Může se jednat o přímou cestu, tedy prostřednictvím radiosignálu z vozidla bezprostředně do řadiče. Zpráva může být také předána z vozidla na dispečerské pracoviště a odtud může být dále distribuována, případně s další informací, do řadiče SSZ prostřednictvím bezdrátové sítě.

Významný přínos tohoto způsobu detekce spočívá v možnostech pro preferenci vybraných vozidel, tedy především autobusů MHD, které lze jen velmi obtížně detekovat a zároveň rozlišovat pasivními způsoby detekce, jako jsou třeba indukční smyčky. V Praze se tento způsob detekce používá v kombinaci s lokalizací pomocí inframajáku, případně pomocí nastupující GPS.

Tato aplikace nachází využití pouze v rámci preference MHD, proto nebude její problematika a použití v této práci řešena.



Obrázek 11 Inframaják umístěný na sloupu veřejného osvětlení

Tlačítka

Chodecká tlačítka se zpravidla osazují na tytéž stožáry jako chodecká návěstidla (v místě přechodu pro chodce). Samotné tlačítko se nachází v malé skříňce společně se žárovkou světelného signálu "Čekej". Stisknutím tlačítka dává chodec výzvu řadiči pro zapnutí zelené pro chodce a červené pro vozidla.

Chodecká tlačítka (stejně jako chodecká návěstidla) budou podléhat pasportizaci v rámci této práce, neboť se jedná o řešení, které nacházíme téměř na každém dopravním uzlu a má přímý dopad na řízení dopravy v něm.



Obrázek 12 Tlačítko pro chodce umístěné na sloupu veřejného osvětlení

Ostatní výstroj

V rámci preference MHD se používají specifická návěstidla. Kromě již zmíněných výstupů z elektrického ovládání výhybek se účastníci provozu setkají také s návěstidly pro světelné signály tramvaje a také s výzvodými návěstidly pro tramvaje. [6]

Ačkoliv tato zařízení využívají pro svou instalaci sloupy VO či výložníky SSZ v dopravních uzlech, v nichž mají vozidla MHD nepopíratelný význam pro řízení daného uzlu a oblasti, nebudou tato zařízení podléhat pasportizaci v rámci této diplomové práce, neboť bude vhodnější zařadit je do komplexní pasportizace technologií a aplikací pro preferenci MHD.



Obrázek 13 Světelné a výzvodové návěstidlo tramvaje

Výše uvedené důkladné prozkoumání oblasti preference MHD umožnilo uvědomit si, o jak komplexní a zároveň specifickou oblast dopravní problematiky se jedná, přičemž návrh pasportu všech výše uvedených prvků z této oblasti by obsáhl na další samostatnou práci. Z tohoto důvodu tedy pro účely pasportu budeme zohledňovat pouze technologie a zařízení, která souvisí jak s dopravou MHD, tak také s ostatními účastníky silničního provozu či s řízením dopravy jako celku (tedy ne pouze vztažené na MHD). Do pasportu tedy budou z této oblasti zahrnuty tedy pouze dopravní řadiče a určité druhy dopravních detektorů

4.3. Zařízení pro provozní informace a proměnné dopravní značení

Zařízení pro provozní informace jsou nejrychlejším způsobem informování účastníků silničního provozu o nestandardních událostech (dopravní nehody, či jiné překážky provozu), které vzniknou na úsecích dálnic nebo rychlostních komunikacích. Bezprostředně po vzniku dopravní nehody putují prvotní informace většinou od

samotných účastníků nehody či přímých svědků této události na linky tísňového volání integrovaných záchranných systémů. Je nutné podotknout, že tyto prvotní informace mohou být zejména vzhledem ke stresu či jiným okolnostem, nepřesné, neúplné či jinak negativně zkreslené. Po přijetí této informace operačními a dispečerskými pracovišti IZS jsou na místo události vyslány příslušné záchranné složky pro záchranu životů, likvidaci škod, zajištění řízení provozu v místě události a vyšetření příčin události. Souběžně putuje informace automatickou nebo poloautomatickou formou na Národně dopravní informační centrum. V okamžiku výjezdu záchranných složek k události tak již mají operátoři NDIC základní informace o místě nehody, počtu účastníků nehody a dalších okolnostech. K vytvoření kompletní vypovídající informace jsou využívány informace nejen od řidičů (dopravních zpravodajů), ale zejména také z telematických systémů, kamer a ostatních detektorů dopravního proudu. Po vyhodnocení prvotních informací pocházejících z jednoho nebo více zdrojů je tato informace o události okamžitě publikována na proměnné informační tabule. Ve stejném okamžiku putuje tato informace automaticky na internetový informačně-dopravní portál www.dopravniinfo.cz a je dále distribuována prostřednictvím služby RDS-TMC přes datové rozhraní zdarma všem odběratelům z řad médií, telekomunikačních operátorů, provozovatelů dopravních informačních služeb, organizací a institucí veřejné správy, složkám IZS, subjektům krizového řízení atd. Od okamžiku vzniku události do okamžiku publikování první informace na ZPI i prostřednictvím dalších médií uplyne ve většině případů pouze několik minut. Přesto je nutné si uvědomit, že v době nutné pro zpracování a vyhodnocení samotné informace projede okolo dané ZPI v závislosti na stupni dopravní intenzity až několik desítek řidičů, kteří se o situaci nacházející se před nimi nemohou prostřednictvím žádné služby dozvědět. Po dojezdu záchranných složek na místo události dochází k rozhodnutí o dalším průběhu a poskytované informace slouží k zpřesnění prvotně podané informace. Následně jsou informace průběžně aktualizovány až do vyřešení problému a úplné obnovy provozu v plném rozsahu. [7]

Vymezení základních pojmů:

Proměnná svislá dopravní značka (PDZ) – dopravní značka pro zobrazení více významů, mezi nimiž je možné volit podle aktuální potřeby nebo zobrazit nulový stav.

Zařízení pro provozní informace (ZPI) – zařízení, které zobrazuje aktuální údaje, jejichž charakter má význam pro bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích.

Návěstní plocha – část PDZ/ZPI, na níž se zobrazuje dopravní značka nebo provozní informace.

Činná plocha – část návěstní plochy zobrazující dopravní značku nebo provozní informaci.

Optický prvek – předmět vyzařující nebo odrážející viditelné světlo nebo soubor předmětů na návěstní ploše PDZ/ZPI, který ve spojení s jinými optickými prvky vytváří dopravní značku nebo provozní informaci.

Rozdělení PDZ/ZPI

Rozdělení z hlediska provedení činné plochy a zobrazení významu

Zobrazení dopravní značky nebo informace na návěstní ploše PDZ/ZPI může být spojitě nebo nespojitě.

Při spojitěm zobrazení značky nebo informace je činná plocha jednoduší, je provedena celoplošně, bez přerušení, zpravidla je provedena z retroreflexní fólie. PDZ/ZPI se spojitěm zobrazením se podobají stálým SDZ, rozdíl je však v tom, že elektromechanickými prostředky mohou PDZ/ZPI zobrazovat různé dopravní značky nebo informace. Změna značky nebo informace se provádí výměnou ploch nebo jejich částí.

Při nespojitěm zobrazení značky nebo informace je činná plocha vytvořena z bodů nebo plošek, opticky odlišných (barvou, jasně nebo obojím) od návěstní plochy. Návěstní plocha obsahuje optické prvky, které mají alespoň dva stavy, tj. jeden nebo více stavů, kdy prvky jsou odlišné od návěstní plochy a jeden stav, kdy prvek je opticky shodný s návěstní plochou. Změna značky nebo informace se provádí změnou konfigurace opticky odlišných prvků. Za technologie s nespojitěm zobrazením se považují:

- bistabilní elementy,
- světlovody,
- LED,
- LCD.

Barevné provedení činné plochy PDZ s nespojitěm zobrazením může být základní nebo inverzní. Základní provedení barevných ploch PDZ odpovídá stálým dopravním značkám, tedy vzorům ve vyhlášce č. 30/2001 Sb. Inverzní provedení je takové, kdy podklad činné plochy PDZ (neboli návěstní plocha) je tmavý a nápisy, symboly a ohraničení světlé. Příkazové PDZ a červené plochy všech PDZ musí mít stejné barevné provedení jako stálé SDZ.

Rozdělení z hlediska způsobu změny činné plochy

Změna se může provádět mechanicky nebo opticky. Mechanicky se změna provádí pomocí jedné nebo více pohyblivých částí, na které nebo kterých je činná plocha

zobrazena. Pohyblivé části jsou na návěštní ploše pokryty retroreflexní úpravou a změna se provádí:

- otáčením části štítu nebo celého štítu značky,
- otáčením žaluzií nebo hranolů,
- sklápěním lamel nebo klapkek.

Pohyblivou částí je průsvitný materiál a změna se provádí:

- převíjením průsvitné fólie,
- výměnou průsvitných desek,
- pomocí bistabilních magnetických elementů.

Opticky se změna činné plochy provádí pomocí svítících či nesvítících optických prvků, které lze vytvořit např. pomocí světlovodů, LED diod, tekutých krystalů apod.

U PDZ/ZPI se spojitým zobrazením značky nebo informace lze změnu provádět mechanicky, kdy pohyblivé části jsou pokryty retroreflexní úpravou nebo jsou z průsvitného materiálu. U PDZ/ZPI s nespojitým zobrazením lze změnu provádět mechanicky pomocí bistabilních magnetických elementů, ale zejména opticky.

Tato telematická zařízení publikují informace o aktuální dopravní situaci řidičům přímo na pozemní komunikaci, čímž, zejména díky vlastnosti poskytovat tyto informace automatizovaně, poskytuje vůbec nejrychleji zveřejněnou informaci o kritické události. Proměnná tabule zobrazuje text v rozsahu 3 řádků po 15 znacích. Samotný text pak obsahuje informaci o staničení místa nebo úseku události, typ události a informaci o rozsahu omezení nebo konkrétním opatření. Některé publikované textové informace na ZPI se doplňují jedním z osmi piktogramů PDZ (7 druhů dopravního značení, 1 varianta bez symbolu PDZ). [8]



Publikované texty na ZPI lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- předem plánované události (uzavírka, práce oprav a údržby, stavební práce),
- nepředvídatelné situace (nehoda, překážka provozu, odstavené vozidlo atd.),
- vliv povětrnostních podmínek (vítr, snížená viditelnost, srážky, sjízdnost),
- zvýšené intenzity provozu (silný provoz, tvorba kolon).

Na některých tabulích jsou v klidových situacích publikovány odhady dojezdových časů do vzdálených cílů (travel time). Tento odhad vzniká výpočtem podle určeného modelu

a aktuálních dopravních dat. Z logiky věci se travel time může v závislosti na vývoji skutečné dopravní situace a možném vzniku nepředvídatelných omezujících událostí v průběhu cesty měnit. Kromě ZPI a PDZ jsou dálnice a silnice osazovány samostatnými PDZ s automatickým upozorněním např. na náledí. Instalují se také digitální teploměry a další telematická zařízení [7]

Na území hlavního města Prahy se nachází v současné době 72 ZPI (od roku 2013 bylo k dispozici 58 portálů ZPI, nicméně se spuštěním TKB přibýlo dalších 14 informačních tabulí), které spravuje TSK.

Zařízení pro provozní informace (ZPI)			
Číslo ZPI	Lokalita	Číslo ZPI	Lokalita
ZPI-001	Městský okruh 2,5 km směr západ	ZPI-612	Patočkova 1
ZPI-002	Městský okruh 2,5 km směr východ	ZPI-621	Evropská 1
ZPI-011	Štěrboholská radiála 1	ZPI-622	Evropská 2
ZPI-012	Štěrboholská radiála 2	ZPI-623	Podbabská
ZPI-021	Černokostelecká	ZPI-624	Svatovítská (při TKB)
ZPI-022	Vinohradská	ZPI-631	Patočkova 2
ZPI-121	Hlávkův most	ZPI-632	Milady Horákové 1 (při TKB)
ZPI-122	Wilsonova 1	ZPI-701	Městský okruh 22,5 km směr východ
ZPI-123	Wilsonova 2	ZPI-702	Městský okruh 22,5 km směr západ
ZPI-131	Na Františku	ZPI-721	Partyzánská (při TKB)
ZPI-321	Jana Želivského	ZPI-731	Korunovační
ZPI-401	Městský okruh 8,0 km směr západ	ZPI-732	Milady Horákové 3 (při TKB)
ZPI-402	Městský okruh 8,5 km směr východ	ZPI-733	Milady Horákové 2 (při TKB)
ZPI-411	5. května 1	ZPI-734	Pod Lisem (při TKB)
ZPI-412	Spořilovská	ZPI-811	Cínovecká (zobrazována schémata)
ZPI-421	Videňská	ZPI-812	Liberecká
ZPI-423	Modřanská 1	ZPI-813	V Holešovičkách (zobrazována schémata)
ZPI-431	5. května 2	ZPI-821	Rohanské nábřeží
ZPI-432	5. května 3	ZPI-831	Nad Šutkou
ZPI-433	Modřanská 3	ZPI-911	Vysočanská radiála
ZPI-434	Modřanská 2	ZPI-921	Mladoboleslavská
ZPI-501	Městský okruh 11,0 km směr sever	ZPI-922	Chlumecká 1
ZPI-502	Městský okruh 11,5 km směr jih	ZPI-923	Chlumecká 2
ZPI-503	Městský okruh 12,0 km směr sever	ZPI-924	Poděbradská
ZPI-511	Strakonická 1	ZPI-925	Českokobrodská 2
ZPI-512	Strakonická 2 (zobrazována schémata)	ZPI-926	Českokobrodská 1
ZPI-513	Rozvadovská spojka 1	ZPI-931	Kbelská
ZPI-514	Rozvadovská spojka 2	ZPI-932	Průmyslová 1
ZPI-521	K Bamandovu	ZPI-933	Průmyslová 2
ZPI-522	Radlická	ZPI-BR1	MO 16,9 V – Brusnický tunel směr východ
ZPI-523	Vrchlického	ZPI-BR6	MO 17,5 Z – Brusnický tunel směr západ
ZPI-531	Strakonická 3	ZPI-BU2	MO 21,9 Z – Bubenečský tunel směr západ
ZPI-532	Hořejší nábřeží	ZPI-BU3	MO 19,5 V – Bubenečský tunel směr východ
ZPI-533	Dienzenhoferovy sady	ZPI-DE2	MO 18,9 Z – Dejvický tunel směr západ
ZPI-601	MÚK Malovanka	ZPI-DE7	MO 18,5 V – Dejvický tunel směr východ
ZPI-611	Karlovarská	tun. ZPI 1	Strahovský tunel

Obrázek 14 Pasportizace zařízení ZPI vedená TSK [9]

Jak vyplývá z výše uvedeného tabulkového soupisu pasportu zařízení ZPI, TSK udává k základní identifikaci ZPI v daném bodě pouze dva identifikátory – číslo ZPI a lokalitu. Číslo ZPI je vytvořeno podle následujícího klíče: První část odpovídá názvu technologie, tedy ZPI. Za pomlčkou následuje trojčíslí, přičemž první číslice udává označení městské části, ve které se dané ZPI nachází. Tento předpoklad neplatí pouze pro ZPI umístěné na SOKP – zde první silnice odpovídá označení silnice, tedy D0. Druhý identifikátor lokalita udává, na které ulici se dané zařízení nachází, případně je doplněna směrovost či staničení.

4.4. Liniové řízení provozu

Liniové řízení provozu (mnohdy označováno také zkratkou RLTC, odvozeno z anglického názvu Road Line Traffic Control) je telematický systém, který je tvořen portály s proměnnými dopravními značkami nad vozovkou nebo vedle vozovky. Součástí systému jsou i detektory sledující charakteristiky dopravního proudu jako jsou například hustota provozu, jeho intenzita nebo průměrná rychlost. Portály jsou od sebe vzdáleny cca 1 000 – 1 500 metrů.

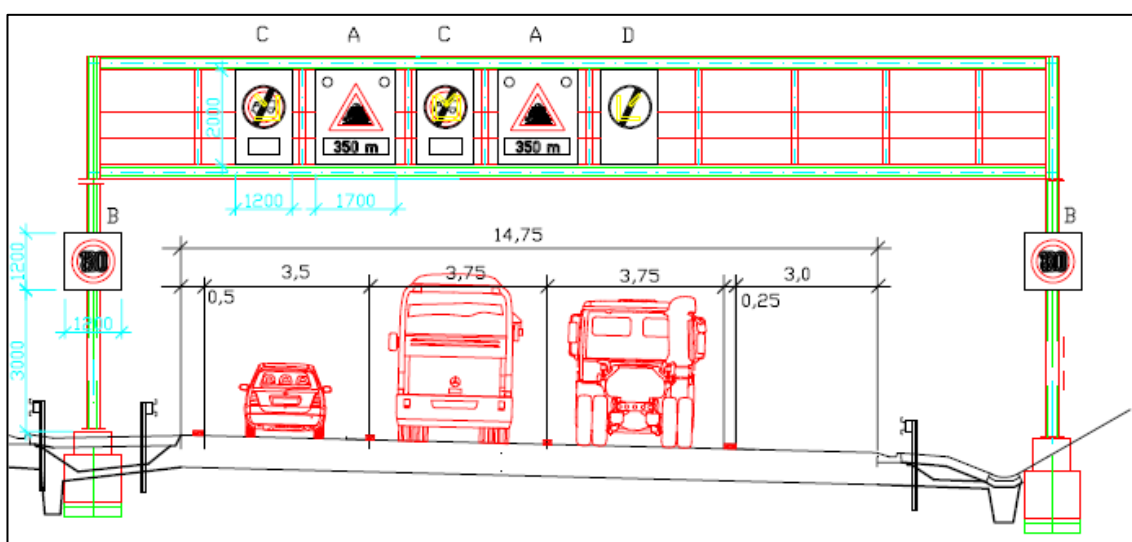
Systém liniového řízení automaticky podle aktuálního stavu postupně snižuje rychlosti nebo mění organizaci provozu v jízdnicích tak, aby jízda proudu vozidel byla vždy co nejplynulejší a bezpečná. Platí, že při snížené rychlosti mohou vozidla jet s bezpečnými menšími rozestupy a že dopravní proud je více harmonizován. To ve svém důsledku znamená, že vozidel projede v daném úseku více, rychleji a plynuleji navzdory nižší rychlosti. Liniové řízení provozu zvyšuje plynulost a snižuje pravděpodobnost tvorby kolon a jejich rozsahu.

Pokud všichni řidiči dodržují předepsanou rychlost podle proměnného dopravního značení s přiměřenými bezpečnými rozestupy od ostatních vozidel a dbají na plynulou jízdu s maximální koncentrací (tedy bez zbytečného zastavování, zpomalování, snahy o předjíždění apod.), pak všichni tento úsek projedou rychleji a plynuleji. Pokud však jeden řidič zbytečně sníží plynulost jízdy nebo dokonce zastaví, musí všichni ostatní účastníci provozu zastavit za ním. Opakovaný rozjezd všech trvá podstatně déle než průběžná plynulá jízda. Všechny řidiče v koloně zbytečně zdržuje také prohlížení nehody nebo jiné zajímavosti např. v opačném směru dálnice.

V souladu s výše uvedenými informacemi tedy můžeme jako hlavní benefity tohoto systému uvést:

- zvýšení kapacity komunikace,
- snížení rizika dopravní nehody,
- eliminace rizika druhotné nehody,
- zkrácení jízdních časů a zvýšení plynulosti provozu,
- snížení negativních vlivů dopravy na životní prostředí.

Z tohoto důvodu se také portály RLTC budují v úsecích, kde dochází pravidelně ke zvýšeným intenzitám provozu a tvorbě kolon. Liniové řízení na SOKP v Praze obsahuje celkem 34 portálů, z toho 16 portálů ve směru na Plzeň a 18 portálů ve směru na Brno [10].



Obrázek 15 Schéma portálu RLTC [11]

Na výše uvedeném obrázku je názorně popsán portál liniového řízení dopravy, konkrétně pro třípruhovou komunikaci.

PDZ typu A zobrazuje varovné značky případně doplněné o žlutý blikavý světelný signál typu S7. PDZ typu B zobrazuje omezení povolené rychlosti vozidel. PDZ typu C udává zákaz jízdy nákladních vozidel v daném pruhu, světelnou šipku nebo konec všech zákazů. PDZ typu D zobrazuje světelnou šipku anebo konec všech zákazů. Portál LŘD aplikovaný na vozovce o dvou jízdních pružích nedoznává výrazných změn – pouze přichází o jedno PDZ typu A a C.

4.5. Kamerové systémy

Kamerové systémy jsou určeny především pro správu a údržbu komunikací, pro sledování intenzit provozu, pro dohled nad provozem, sledování a vyhodnocování

meteorologické situace, stavu povrchu vozovky nebo aktuální sjízdnosti komunikací. Umožnění sledování obrazových informací široké veřejnosti je pochopitelně vedlejším produktem prioritního určení těchto technologií.

Kamery umístěné na dálnicích a rychlostních komunikacích jsou integrovány do jednotného systému videoinformací. Obrazové informace využívají pracovníci NDIC, PČR, Hasičského a záchranného sboru ČR, zdravotnické záchranné služby, správců komunikací a dalších uživatelů, např. z řad sdělovacích médií (rozhlas a televize). Statické obrazové výstupy jsou publikovány také na internetu na dopravním portálu www.dopravniinfo.cz.

Z hlediska trvanlivosti použití jsou používány výhradně dva typy kamer:

- pevné – umístěné na stabilních stanovištích jsou ve většině případů otočné s transfokací obrazu; poskytují také spojitě video,
- mobilní – umísťují se na přechodnou dobu v úsecích komunikací s déletrvajícím omezením provozu nebo v kritických lokalitách z hlediska nehodovosti, tvorby dopravních kongescí atd. Spíše se jedná o přenos statických obrázků přes telekomunikační sítě v pravidelně nastaveném časovém intervalu [7]

Počet kamerových systémů na tuzemských dálnicích a rychlostních komunikacích stoupá v rámci výstavby nové silniční sítě, ale také v rámci zkvalitňování a rekonstrukcí stávající infrastruktury.

Kromě kamerových systémů primárně určených pro dohled nad silniční dopravou vzniká u každého významnějšího města požadavek na vznik dohledového kamerového systému z důvodu nutnosti zajištění veřejného pořádku a odhalování pouliční kriminality.

Například hlavní město Praha buduje svůj městský kamerový systém postupně již od roku 1998. Pro monitoring dopravní situace na území Prahy je nyní určeno 455 kamer. O monitoring dopravy v TKB a návazných SSZ se stará 390 kamer. Systém Městského kamerového systému určený k monitoringu bezpečnostní situace čítá na 924 kamer (ve správě Odboru krizového řízení MHMP). A pro úplnost doplním také četnost kamer ve správě DP hl. m. Prahy, které dohlíží na situaci v prostorech metra – 1200 kamerových zařízení. Centrem kamerového dohledového systému je HDRÚ umístěná v objektu Centrálního dispečinku MHD v ulici Na Bojišti na Praze 2. Hlavními uživateli jsou dispečeri HDRÚ a DIC Praha. Celkem je v systému televizního dohledu dostupných 845 kamer jak z dohledových systémů TSK, tak z kamerového dohledu TKB.

Základní dělení dopravních kamerových systémů

- Dopravní dohledové kamery se nachází převážně na sloupech veřejného osvětlení, konstrukcích SSZ, budovách apod. Správcem těchto zařízení je TSK a slouží především pracovníkům dopravních dispečinků, ale také samotným řidičům prostřednictvím webového portálu kamery.praha.eu. Přináší možnost sledování intenzit provozu a případnou detekci nestandardností typu kongescí, dopravních nehod apod.
- Úsekové měření rychlosti – pro kontrolu rychlosti v úsecích silniční sítě se používají dvě dopravní kamery v definované vzdálenosti. Pro účely sledování je ještě nastavena povolená rychlost v daném úseku. Sledován může být jeden dopravní pruh. Při záměru sledovat více jízdních pruhů, je potřeba použít více dopravních kamer. Opět na webovém portále kamery.praha.eu mají řidiči přístup k informacím, které dopravní úseky jsou monitorovány a lze dohledat informaci o začátku a konci měřeného úseku. Toto řešení se používá především na rovných přehledných komunikacích, které svádí k rychlejší jízdě a porušování předepsané rychlosti. Ve většině případů se tato měření aplikují na takových komunikacích v obydlené zástavce, kde rychlejší jízda ohrožuje bezpečnost chodců anebo slouží ke snížení hladiny hluku.

Úsekové měření rychlosti (ÚMR)			
Pořadí	Lokalita	Pořadí	Lokalita
1	5. května – směr do centra	24	Strakonická – směr do centra
2	Bělohorská – směr z centra	25	tunel Mrázovka – směr Barrandovský most
3	Cínovecká – směr Holešovice	26	tunel Mrázovka – směr Strahovský tunel
4	Dobříšská – směr Barrandovský most	27	Ústecká – směr z centra
5	Dobříšská – směr tunel Mrázovka	28	V Holešovičkách – směr z centra
6	Dobříšská – spojené úseky 5 a 23	29	U Vršovického hřbitova – směr Vršovice
7	Evropská – směr do centra	30	Libocká (u Šebestiánské) – směr Evropská
8	Horoměřická – směr do centra	31	Libocká (u Šebestiánské) – směr Vypich
9	Horoměřická – směr Horoměřice	32	Průmyslová (V chaloupkách) – směr sever
10	Jižní spojka 1 – u Vrbovy ulice, směr Krč	33	Průmyslová (V chaloupkách) – směr jih
11	Jižní spojka 2 – úsek 5. května – Chodovská	34	K Barrandovu (Barrandovská) – směr z centra
12	Jižní spojka 3 – Průmyslová – lanový most	35	K Barrandovu (Geologická) – směr do centra
13	Jižní spojka 4 – spojené úseky 10 a 11	36	Brusnický tunel – směr Troja
14	Jižní spojka 5 – Spořilovská – 5. května	37	Brusnický tunel – směr Strahov
15	Lipská – směr R7	38	Dejvický tunel – směr Troja
16	Lipská – směr Pražský okruh	39	Dejvický tunel – směr Strahov
17	Patočkova – směr do centra	40	Bubenečský tunel – směr Troja
18	Poděbradská – směr do centra	41	Bubenečský tunel – směr Strahov
19	Poděbradská – směr z centra	42	Újezd, Novosibřinská – směr centrum
20	Podolské nábřeží – směr do centra	43	Českobrodská x Jana Karafiáta – směr centrum
21	Spořilovská – směr do centra	44	Českobrodská x Dolnopočernická – směr centrum
22	Strahovský tunel – směr Mrázovka	45	Českobrodská x Dolnopočernická – směr Úvaly
23	Strahovský tunel – směr Patočkova		

Obrázek 16 Aktuální pasport úsekového měření na území Prahy [8]

- Okamžité měření rychlosti – vůbec první aplikace okamžitého měření rychlosti za pomoci dopravní kamery a detekčních smyček bylo realizováno v Praze v roce 2010. K 31. 12. 2015 je toto měření prováděno již na 22 lokalitách

Měření okamžité rychlosti vozidel			
Pořadí	Lokalita	Pořadí	Lokalita
1	Horoměřická (u ul. V Šáreckém údolí, z centra)	12	Průmyslová (V chaloupkách) – směr sever
2	Horoměřická (u ul. V Šáreckém údolí, do centra)	13	Průmyslová (V chaloupkách) – směr jih
3	K Barrandovu (na křižovatce s Lamačovou)	14	K Barrandovu (Barrandovská) – směr z centra
4	Legerova (na křižovatce s Rumunskou)	15	K Barrandovu (Geologická) – směr do centra
5	Sokolská (na křižovatce s Ječnou)	16	Libocká (u Šebestiánské) – směr Evropská
6	Strakonická (u ulice K zahradám, do centra)	17	Libocká (u Šebestiánské) – směr Vypich
7	Střešovická (u zast. Ořechovka, do centra)	18	Modřanská (V náklích) – směr do centra
8	U vršovického hřbitova – směr Eden	19	Modřanská (V náklích) – směr z centra
9	Na okraji (mezi ulicemi Křenova a Čilova)	20	Zálesí – (Nad lesním divadlem) – směr západ
10	Na dlouhém lánu (u ulice K lánu)	21	Zálesí – (Nad lesním divadlem) – směr východ
11	Šantrochova (u ulice Čilova)	22	Újezd, Novosibřinská – směr do centra

Obrázek 17 Aktuální pasport okamžitého měření rychlosti na území Prahy [8]

- Sledování průjezdu na červenou – slouží k odhalování a postihování závažného, bohužel často praktikovaného, chování řidičů. Detekční kamera bývá zpravidla umístována několik metrů před samotnou křižovatkou, aby ve svém sledovaném poli snímala informaci o signálu zobrazovaném na SSZ a také identifikovala značku RZ vozidla projíždějícího křižovatkou. V porovnání s četností dohledových kamer nebo zařízení na měření úsekové rychlosti se nachází těchto systémů v Praze výrazně menší množství (konkrétně 15). Stejně jako u předchozích druhů kamer mají uživatelé možnost si dohledat takto kontrolované dopravní uzly na dopravním portále kamery.praha.eu.

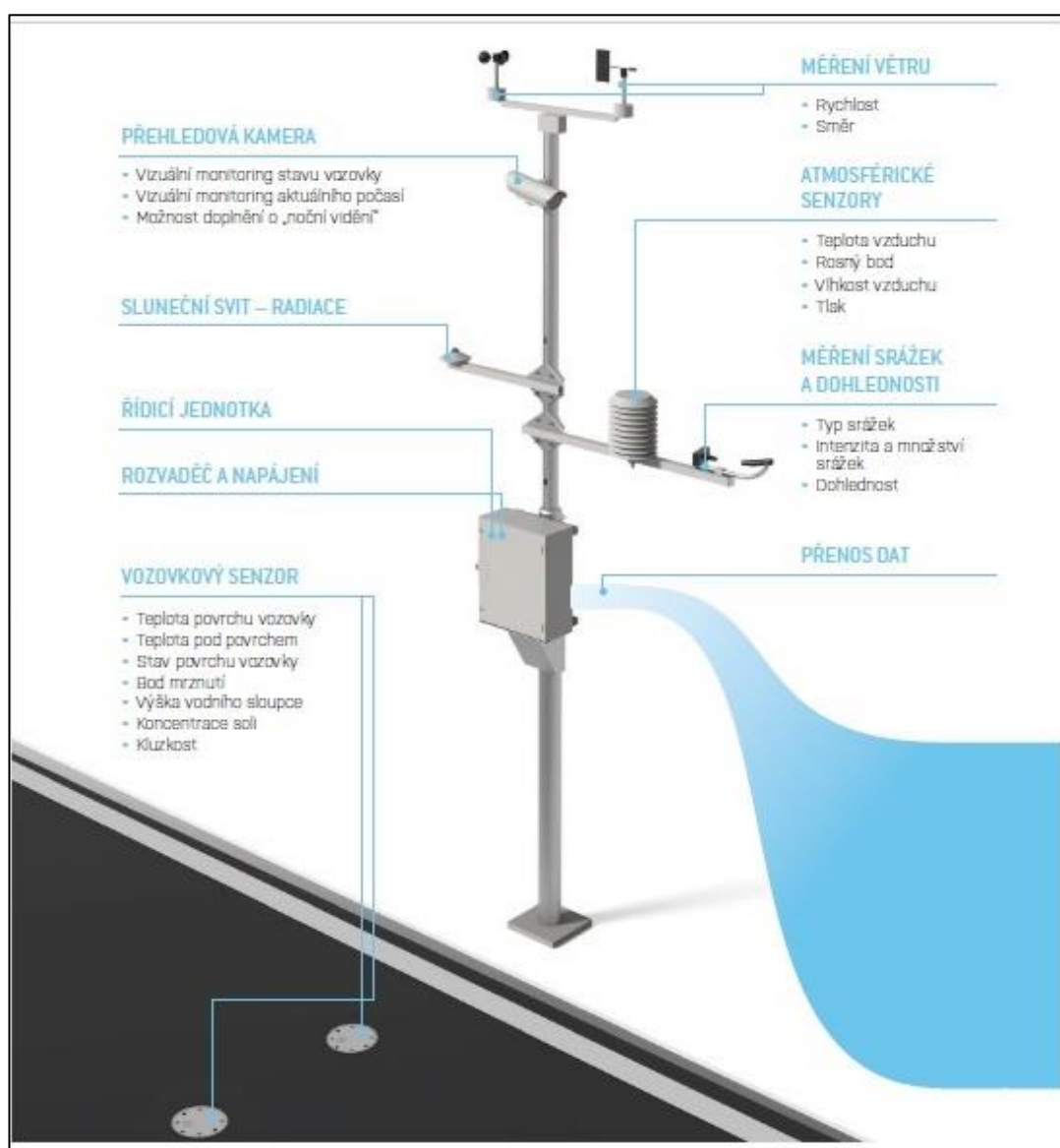
Křižovatky se systémem dokumentace jízd na červenou			
Číslo SSZ	Lokalita	Číslo SSZ	Lokalita
0.612a	Černokostecká – Průmyslová	5.529	Plzeňská – Jeremiášova
2.029	náměstí I. P. Pavlova – Sokolská	5.569	K Barrandovu – Lamačova
2.069	Legerova – Rumunská	5.974	K Barrandovu – Ke Smíchovu
4.409	Chodovská – U plynárny	6.122	Bělohorská – Kukulova
4.449	Chilská – Opatovská	8.278	Střelničná – Ďáblická
4.450	Generála Šišky – Československého exilu	9.223	Poděbradská – Kbelská
5.018	Jiráskův most – Janáčkovo nábřeží	9.297	Kolbenova – Kbelská
5.499	K Barrandovu – K Holyni	-	Čs. armády – přechod (přednost chodců)

Obrázek 18 Aktuální pasport křižovatek v Praze se sledováním průjezdu na červenou [8]

4.6. Meteorologické stanice

Z pohledu laika je měření a zpracování meteorologických dat druhotnou dopravně-správní aktivitou. Není to však tak úplně pravda. Přesné a zejména včasné informace o aktuálním stavu meteorologické situace má významný přínos nejen pro účastníky

silničního provozu, ale především pro správu a údržbu silnic. Současné moderní meteorologické stanice mohou poskytovat včasná varování před nebezpečnými jevy na vozovce a v jejím blízkém okolí jako jsou např. námraza, led, mlha, silný vítr a mokřý nebo sněhem pokrytý povrch vozovky. Díky těmto informacím tak má například zimní údržba silnic umožněn vzdálený dohled nad silniční sítí. Kromě výše uvedené diagnostiky stavu vozovky pochopitelně detekuje také základní meteo informace, jako např. teplotu a vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru či dohlednost. Z tohoto důvodu se také meteostanice instalují převážně na významnější komunikace, zejména tedy dálnice, rychlostní silnice či silnice první třídy. Samotné zařízení je kvůli požadavku na měření rozličných veličin poměrně komplexní a nelze jej u vozovky přehlédnout.

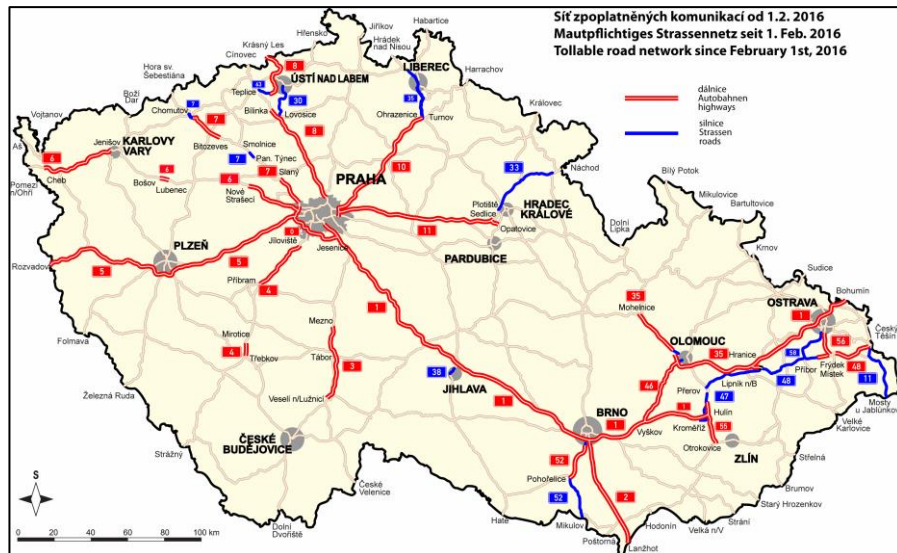


Obrázek 19 Schéma meteostanice [11]

4.7. Elektronický výběr mýta

Elektronické mýto je specializovaným telematickým systémem pro sledování a vyhodnocování provozu na úsecích sítě pozemních komunikací, které podléhají výkonovému zpoplatnění pro vozidla určitého typu. Systém elektronického mýtného byl v tuzemsku spuštěn k 1. lednu 2007 a nejprve byl zaměřen pouze na vozidla s hmotností vyšší než 12 tun. Od roku 2010 byla mýtná povinnost rozšířena na všechna vozidla s hmotností nad 3,5 tuny. Od září roku 2011 pak byla zřízena zvýhodněná kategorie pro autobusy. V současné době se sazba mýtného odvíjí nejen od počtu náprav vozidla a druhu silniční komunikace. Zohledňuje se také plnění emisní norma ale také doba období, ve kterém silnici zpoplatněnou silnici užívá. Pro pátek od 15 do 20 hodin je stanovena dražší sazba mýtného. Obecně tak nejdražší mýtné zaplatí v tuto dobu nákladní vozidlo o 4 a více nápravách plnící normu nižší než EURO III – konkrétně se jedná o 11,76 Kč/km. Naopak nejlevnější je sazba pro autobusy plnící EURO VI – ti zaplatí 0,80 Kč/km nebo 2 nápravová vozidla plnící EURO VI, která využijí silnici I. třídy – zde je poplatek 0,79 Kč/km (ceník platný od 1. ledna 2015). V současné době podléhá tomuto zpoplatnění více než 1 400 km silniční sítě. Vozidla nespádající do výkonnostního zpoplatnění využívají stále časově předplacených kuponů. Jak vyplývá z tiskové zprávy Ředitelství silnic a dálnic, bylo za prvních devět let (2007–2015) provozování systému elektronického mýta vybráno od dopravců již přes 67 mld. korun. Převážná většina (konkrétně 89 %) transakcí pochází od těžkých kamionů nad 12 tun, jedním procentem se podílí autobusy a zbývající část doplňují lehká nákladní vozidla nad 3,5 tuny. Kromě primárního účelu zpoplatnění silniční a dálniční sítě přináší statistiky o výběru mýtného také jeden zajímavý ukazatel, a to ukazatel o stavu tuzemské či evropské ekonomiky. Tento ukazatel, který se dá odvodit od počtu zaznamenaných transakcí, stále roste již od roku 2012.

Provozovatelem mýtného systému je Ředitelství silnic a dálnic ČR, na dodržování mýtné povinnosti dohlíží celníci Generálního ředitelství cel. Technický provoz mýta mýtného systému pro stát zajišťuje smluvně společnost Kapsch. Podle nezávislého auditu se účinnost mýta pohybuje okolo 99,55 %. [12]



Obrázek 20 Aktuálně zpoplatněná silniční síť (Zdroj: mytocz.eu)

Aktuálně používaný systém je založen na mikrovlnné komunikaci mezi mýtnými branami a palubní OBU jednotkou umístěnou v každém vozidle podléhajícímu systému mýta. Systém elektronického mýta se skládá z několika částí, které provádějí zaúčtování mýtných transakcí a identifikaci vozidel, u kterých se mýtné nezaúčtovalo.

Obecná architektura mýtného systému v ČR je tedy následující:

- mýtná stanice – je vystavena na zpoplatněné silniční síti a je vybavena anténami umožňujícími komunikaci mezi mýtnou stanicí a palubní jednotkou OBU. Mýtné je automaticky načteno (a odečteno z kreditu předplacené OBU), o čemž je řidič informován prostřednictvím pípnutí jednotky právě v momentě průjezdu pod mýtnou branou,
- kontrolní stanice – jsou vybaveny zařízením, které automaticky několika cestami kontroluje, zda je vozidlo vybaveno palubní jednotkou OBU, zda jednotka přísluší danému vozidlu, zda je nastavena správně a zda je v případě předplacené pre-pay OBU dostatečně nabita kreditem. Pokud je zaznamenána nesrovnalost, zjištěné informace včetně pořízené fotografie daného vozidla jsou odeslány do kontrolního centra systému elektronického mýtného. Personál centra ověří záznam nesrovnalosti a potvrzené přestupky ihned zasílá mobilním kontrolám, které vozidlo zastaví a zjednájí nápravu,



Obrázek 21 Portál mýtné kontrolní brány

- přenosná kontrolní zařízení – ta doplňují síť pevných kontrolních stanic a jsou periodicky přesouvána na potřebné úseky zpoplatněných komunikací,
- mobilní kontrola – doplňuje síť pevných a přenosných kontrolních zařízení. Kontrolu tohoto druhu provádí zpravidla příslušníci Celní správy ČR ve vozidlech, která jsou speciálně upravena právě pro provádění kontrol tohoto typu, a to takovým kontrolním zařízením a terminálem, které třídí a zobrazuje aktuální i historické přestupky potvrzené kontrolním centrem systému elektronického mýtného. Takto vybavené vozidlo dokáže komunikovat s OBU jednotkou bez ohledu na to, zda je vozidlo podrobené kontrole stojící či v pohybu (tedy i v dálniční rychlosti), a proto mobilní hlídka je schopna provádět kontrolu jak na odstavných parkovištích a čerpacích stanicích jízdou podél vozidel podléhajících mýtnému systému, tak i způsobem, že kontrolní vozidlo zastaví u nájezdu či sjezdu na měřenou komunikaci a kontroluje projíždějící vozidla. [13]

4.8. Systémy pro vážení za jízdy

V souvislosti se stále rostoucí intenzitou provozu nákladních vozidel stoupá přímo úměrně také objem převezeného materiálu po silniční síti. Samozřejmě ruku v ruce s používáním silniční sítě jde také její opotřebovávání, které je intenzivní právě u zmíněné nákladní přepravy. Opotřebovávání asfaltového povrchu vlivem přepravy je tedy jedním z příčin nutnosti vybírání elektronického mýtného. Prostředky vybrané systémem mýta putují do SFDI, která finance spravuje a rozhoduje o jejich použití. Nicméně systém elektronického mýta a stanovení sazby je založen na kategorii vozidla určené podle plněné emisní normy a počtu náprav vozidla. Systém je schopen identifikovat vozidlo, které má nesprávně v OBU navolenu svoji kategorii. Nedokáže již však identifikovat vozidla, která mají na životnost povrchu vozovky devastující vliv – přetížená vozidla. Silniční dopravce vedou k přetěžování svých vozidel následující faktory: snaha ušetřit náklady a také čas. A právě pro odhalování takto přetížených

vozidel je určen systém vážení vozidel za jízdy, někdy označovaný také jako WIM (původ v anglickém názvu Weight in Motion). Pokud pomineme řešení vozidel, při kterém jsou vozidla mobilními hlídkami stahována na odstavná parkoviště a podrobena měření na mobilní verzi váhového měřiče, můžeme se setkat v praxi v zásadě se dvěma způsoby kontroly a případné penalizace přetížených vozidel.

Automatické pokutování – toto řešení umožňuje přesně určit váhu vozidla za jízdy (i za dálničního tempa) a současném snímání a rozpoznávání RZ vozidla. Přesnost takového měřicího zařízení tedy musí být vysoká, aby nedocházelo k neoprávněnému pokutování vozidel. Pokročilá zařízení či komplexnější konfigurace měřicího stanoviště tak kromě celkové váhy vozidla identifikovat i další důležitá data o vozidle jako např.: počet a zatížení jednotlivých náprav či samotných kol, kategorii vozidla, stanovení jeho rozměrů apod.

Metoda předselekcce – tento způsob se oproti předchozí metodě výrazně liší. Nejprve je vozidlo podrobena základnímu měření během jízdy a prostřednictvím videodetekce je sejmuta jeho RZ. Pokud řídicí jednotka předselekcčního měření identifikuje vozidlo jako přetížené, zobrazí na následující ZPI RZ předmětného vozidla a vyzve jej k odstavení vozidla na příslušném parkovišti, kde je již vozidlo podrobena další kontrole a přestupek je případně řešen ihned na místě. [14]

Na rozdíl od inteligentních technologií uvedených výše je četnost systémů pro vážení za jízdy významně nižší a na našem území se nachází výhradně na nejdůležitějších tazích silniční sítě, jako jsou například dálnice D1, D5, D2, D8, R46 či D0. Na území Prahy se těchto zařízení nachází momentálně 7.

Zařízení pro vysokorychlostní vážení nákladních vozidel (WIM)	
Ulice (úsek)	Ulice (úsek)
Cínovecká (před Kosteleckou, do centra)	Strakonická (Výpadová – Dostihová, do centra)
Karlovarská (před Drnovskou, do centra)	Štěrboholská rad. (Nedokončená – Průmyslová, do centra)
K Barrandovu (před Ke Smíchovu, do centra)	Rozvadovská spojka (před Řevnickou, do centra)
Kbelská (před Proseckou, směr Průmyslová)	

Obrázek 22 Aktuální pasport WIM v Praze [8]

4.9. Měření výšky vozidel

Aplikace inteligentního měření výšky vozidel za jízdy má vždy opodstatnění v nutnosti včasné detekce a zastavení vozidla, které nesplňuje předepsanou výšku v daném úseku. S omezeným výškovým průjezdem se setkáváme prakticky všude – snížené vjezdy do garáží, omezení vlivem trolejového vedení vozidel MHD, podjezdy pod mostními konstrukcemi, tunelové portály. Ačkoliv jsou řidiči o omezeném vjezdu včas informováni prostřednictvím svislého dopravního značení, je aplikováno také detekování

překročené povolené výšky vozidla. Zvýšená pozornost odhalení nadměrného vozidla je zcela na místě. Dopravní nehody vzniklé vjezdem nadměrného vozidla do místa s omezeným vjezdovým profilem, bývají velmi vážné. Aplikace měření výšky vozidel bývá, zejména na dálničních tazích ve velké míře spřažena s blížícím se tunelem. V dostatečné vzdálenosti před tunelem je umístěna brána oznamující zákaz vjezdu vozidel překračujících určitou hodnotu výšky. Takováto brána bývá osazena seshora spuštěnými jemnými řetízky, které sahají právě do hodnoty povolené výšky. Pokud by řidič vozidla přehlédl dopravní značení, je na svůj nadměrný náklad upozorněn právě kontaktem s těmito řetízky. Kromě toho jsou na takovéto bráně umístěny dopravní detektory. Zpravidla se jedná o aplikaci infračervených zářičů a detekci přerušení paprsku. Přerušení paprsku je vyhodnoceno jako průjezd nadměrného vozidla. Tato skutečnost je předávána dál a spolu se zobrazenou RZ vozidla je vzápětí prostřednictvím ZPI řidič vyzván k zastavení vozidla na určeném místě.



Obrázek 23 Portál pro měření výšky vozidel

4.10. Dopravní uzly řízené SSZ

Vrátíme-li se zpět k architektuře městského telematického systému, konkrétně na úroveň uzlu, zjistíme, jak rozsáhlou řadu telematických aplikací můžeme nalézt soustředěnou v jednom bodě silniční sítě, zejména jedná-li se o dopravně významnou křižovatku. V dnešní době si lze již jen stěží představit silniční dopravu ve významných aglomeracích bez světelně řízených křižovatek. Světelně řízená křižovatka s optimalizovaným inteligentním řízením má nepopiratelný přínos pro zvýšení propustnosti, bezpečnosti a také plynulosti silniční sítě v dané oblasti. Nicméně pro dosažení možnosti optimalizovaného řízení dopravního uzlu je potřeba mít o dopravě v něm co nejpresnější informace. A právě z tohoto důvodu se setkáváme v dopravním

uzlu s vysokou koncentrací telematických aplikací, počínaje širokou škálou dopravních detektorů, dopravními řadiči, ale také s různými typy akčních členů, které v důsledku všech informačních procesů ve finále dopravní proud řídí.

Dopravní detektory neboli senzory používané v silniční dopravě jsou technická zařízení sledující aktuální dopravní situaci v daném místě. Jejich prostřednictvím lze zajistit dynamické řízení dopravy, strategické řízení dopravy a získat potřebné dopravní informace. Tato zařízení slouží především k získání informací o přítomnosti vozidel či chodců v daných detekčních zónách v prostoru křižovatek řízených světelným signalizačním zařízením či na přechodech pro chodce. V rámci dopravního uzlu se můžeme setkat s různými druhy dopravních detektorů. Je to způsobeno tím, že každá technologie detektorů přináší ze své technologické podstaty jisté výhody použití. Každá technologie má však také svá omezení, a proto se v dopravním uzlu můžeme setkat s indukčními smyčkami, videodetekcí, mikrovlnnými, infračervenými, ultrazvukovými detektory, výzvoými tlačítkovými detektory apod. Veškerá data získaná křižovatkovými detektory putují do dopravního řadiče, který se logicky v dopravním uzlu nachází také. Po zpracování těchto informací dochází k přenosu informací do akčních členů křižovatky, tedy SSZ. Navíc je důležité připomenout, že ne všechny senzory umístěné v bezprostřední blízkosti dopravního uzlu se podílí na sběru dat a jejich předávání do řadiče. Řada senzorů zde může plnit například funkci dohledu, například detekování jízdy na červenou.

5. Geoinformační systém GIS

Pomyslným stěžejním bodem této závěrečné je nalézt vhodný způsob zápisu získaných poznatků o umístění inteligentních dopravních technologiích v terénu využitím nástrojů GIS. Je tedy nasnadě si nejprve formou krátké kapitoly shrnout klíčové otázky ohledně této oblasti, aby následný návrh datové struktury vytvořený pomocí těchto nástrojů byl zřetelný i čtenáři doposud neznalému této problematice.

Co je to GIS?

Samotná zkratka GIS značí **geografický informační systém**.

Jakýkoliv informační systém můžeme chápat jakožto množinu procesů, jejichž primárním cílem je zpracování surových dat, aby ve výsledku vytvořily zřetelně interpretovatelnou informaci s jasným přínosem pro možnost rozhodování koncového uživatele systému. Jedná se tedy o komplexní řetězec kroků od prvotního pozorování a shromažďování dat, až po jejich zpracování, prezentaci a následné analýzy. GIS je tedy jistou specifickou odnoží informačních systémů, která se primárně zabývá geograficky vztaženými daty, stejně jako daty neprostorovými a zahrnuje operace, které podporují prostorové analýzy. Společným cílem systémů GIS tak bývá podpora rozhodovacích procesů při správě území, zdrojů, dopravy, odpadů a dalších prostorově rozmístěných entit. Spojení mezi jednotlivými prvky systému vytváří geografie – tj. umístění, blízkost, prostorové rozdělení apod.

Z jistého úhlu pohledu může být GIS vnímán jako systém stávající se z hardwaru, softwaru a daných procedur navržený takovým způsobem, aby podporoval získávání, manipulaci, správu, analýzy, modelování a zobrazování prostorově vztažených dat pro řešení komplexních a správních problémů.

Obecnou definici můžeme tedy formulovat do následujícího znění: Geografický informační systém (GIS) je informační systém aplikovaný na geografická data. Je to souhrn postupů zahrnující vstup dat, údržbu, analýzy a pořizování výstupu.²

Jako základní komponenty každého GIS systému můžeme vnímat:

- veškeré hardware vybavení,
- odpovídající software – GIS software a databáze,
- data,
- soubor metod pro nakládání s daty,
- správci a uživatelé systému.

² V odborné literatuře se můžeme setkat ještě s alternativními definicemi od J. K. Dueckera či S. Aronoffa.

Obecný význam GIS

Technologie GIS je základním nástrojem pro jakékoliv geografické analýzy. Poskytuje možnost hledání řešení dlouhodobých problémů i problémů jiných oborů pracujících s prostorovými daty. To je umožněno právě díky integraci prostorových informací s jinými třídami informací do jednoho celistvého systému. Díky možnosti transformace map a dalších kategoriích prostorových informací do digitální podoby umožňuje GIS zpracovávat a prezentovat geografické poznatky novými způsoby. Dalším přínosem GISu je možnost propojování aktivit založených na geografické blízkosti, což v řadě případů přináší možnost nového propojení určitých jevů, které jsou daty popsány.

Oblasti uplatnění

Různorodost uplatnění GIS je v současné době poměrně široká, neboť své již nepopíratelné postavení zaujímá nejen v subjektech státní správy a samosprávy, nýbrž také v soukromých podnikatelských subjektech. Vyjmenovat tak lze v zásadě následující oblasti:

- státní správa a samospráva,
- územní rozhodování a regionální rozvoj – územní plánování, územní analytické podklady, koncepce strategického rozvoje,
- krizové řízení – management složek IZS ČR při krizových situacích, krizové plány,
- evidence majetku, parcel a nemovitostí,
- specializované státní instituce – modelování přírodních i socioekonomických jevů,
- cestovní ruch,
- řízení energetických a vodohospodářských soustav,
- správa inženýrských sítí,
- navigační systémy a podklady,
- kartografie – mapové výstupy,
- architektura, stavebnictví

Geografická data pro GIS

Kdybychom se snažili zmapovat globální geografickou proměnlivost reálného světa, získali bychom (pokud by se k takovému výsledku vůbec podařilo dospět) nekonečně obsáhlou databázi, která by však jistě vykazovala extrémní nároky na svoji vlastní udržitelnost ve smyslu verifikace a pravidelné aktualizace dat. Vstupní data systémů GIS je tak nutné redukovat na konečnou a zejména spravovatelnou velikost. Právě užitím konverze reálného světa do diskretních objektů získáváme datový model. Veškerá

modelování v GIS se v zásadě neliší od modelování ostatních informačních systémů. Datový model informačního systému sestává z objektů a vzájemných relací mezi nimi. Datový model GIS pak dále vymezuje speciální prostorové objekty a speciální prostorové relace. Tyto objekty a relace jsou následně zobecňovány a standardizovány pomocí předem stanovených tříd prostorových objektů a relací. Všechna vstupní data pro geografické informační systémy lze typizovat do dvou základních rozdělení: vektorová a rastrová. Vektorová data uchovávají informace o jednotlivých objektech formou bodů, linií a polygonů. Objekty jsou dále sdružovány do vrstev podle určité tematické souvislosti (vodstvo, lesy, budovy, památné stromy). Tyto datové vrstvy propojujeme s atributy objektů – jedná se o popisnou složku dat, která se společně s polohopisnou složkou (zakódovaná geometrie objektů) ukládá do geodatabáze.

U rastrových formátů je nositelem informace naopak pixel – může reprezentovat tedy celý objekt, nebo jeho část, nebo je do pixelu sdruženo více objektů, které ovšem již dále nemůžeme rozpoznat. Toto významně souvisí s hodnotou pixelové velikosti, která udává prostorové rozlišení rastru. Například ortofoto pořízené z leteckého snímkování může mít pixelovou velikost 10 cm (objekty o velikosti 10 cm² zabírá v rastru právě jeden pixel).

Výhodou vektorových dat je především jejich přesnost a návaznost na atributy objektů. Rastrová data jsou naproti tomu vhodnější pro zpracování složitějších analytických výpočtů a modelů. Vektorový model využívá pro vymezení lokalizace diskrétní bodové nebo liniové elementy – úsečky. Diskrétní objekty vektorového datového modelu tedy vznikají spojováním úseček. Na rozdíl od rastrového datového modelu nemusí model vektorový pokrývat celé území. V přeneseném znění tedy lze tvrdit, že rastrový model zobrazuje vše, co se vyskytuje kdekoli. Ovšem vektorový model naopak zobrazuje konkrétní umístění daného objektu.

Popisují-li rastrový a vektorový model stejné shodné území v porovnatelné přesnosti, obsahuje rastrový model řádově více základních jednotek než model vektorový.

Pro úplnost ještě uvádím **porovnání výhod a nevýhod** rastrových a vektorových modelů.

Rastrový model – mezi jeho výhody patří zejména jednoduchá datová struktura, možnost zachycení dat s proměnlivou prostorovou složkou a možnost automatického provedení vzorkování. Mezi nevýhody lze zařadit obtížnou reprezentaci topologických vlastností, možný neestetický výstup reprezentovaných dat a nemožnost libovolného zvětšování obrazu.

Vektorový model – výhodami tohoto modelu jsou zejména kompaktní datová struktura, výhodné uchovávání topologických vlastností a vysoce estetický výstup dat. Naráží však

na nevýhody složitější datové struktury a obtížnou reprezentací dat s proměnlivou prostorovou složkou.

Volba datového modelu

Proces volby datového modelu prostorových dat a datového modelu dat popisných se odvíjí na základě následujících požadavků na možnosti implementace GIS:

- stupeň integrace – datový model GIS se musí přizpůsobit okolí, pokud je komponentou širšího informačního systému,
- základní architektura informačního systému – zohledňování vlastností centralizovaných a distribuovaných systémů,
- cena pořízení a následné správy dat – náklady ve složitějších systémech jsou pochopitelně výraznější,
- dostupné softwarové vybavení,
- kvalifikace obsluhujících pracovníků,
- historické přístupy v dané oblasti.

Při hledání odpovědi na volbu mezi rastrovým a vektorovým modelem tedy není kladena otázka „který je lepší“, nýbrž „za jakých podmínek je který výhodnější“. Při této volbě dochází ke zohlednění následujících čtyř oblastí:

1. Přesnost souřadnic – u rastru je apelováno na přesné pořízení vstupních dat, vektorová data takový požadavek na přesnost nemají, neboť u nich závisí spíše na metodě reprezentace souřadnic a na velikosti zobrazovaného území. Vysoká přesnost vektorových dat se tak uplatňuje spíše při zpracování dat z geodetických měření a při tvorbě map.
2. Výpočetní rychlost – rastrová data mohou být velmi rychle zpracována při odpovědích na většinu analytických dotazů včetně překryvů, blízkosti. Ve vektorových systémech je pro stejné odpovědi vyžadována větší výpočetní kapacita, neboť dochází k řešení komplexních geometrických problémů jako výpočet polohy a průsečíku dvou úseček,
3. Požadavky na paměť – rastrová data mají výraznější požadavky na paměť, proto se využívá jejich komprimace několika způsoby, přičemž stupeň komprese závisí na prostorové proměnlivosti dat. U vektorových dat jsou nároky na paměť malé, odvíjí se zejména od složitosti objektů a přesnosti souřadnic.
4. Charakteristika modelovaného jevu – rastrovou reprezentaci dat používáme v případech, kdy není předem známá variabilita jevu. Jedná se tedy typicky o reprezentaci dat satelitních nebo leteckých snímků a ze skenování. Vektorová reprezentace poskytuje lepší možnosti, pokud se prostorová variabilita liší

v různých oblastech území. Typickým zdrojem vektorových dat jsou geodetická měření.

Konkrétní zdroje vstupních dat pro GIS systémy jsou:

- data leteckého snímkování (rastr),
- družicové snímky dálkového snímkování země (rastr),
- geodetická a GPS měření (bodové pole – vektor),
- laserové skenování (bodové pole – vektor),
- naskenované podklady (analogové mapy – rastr),
- databáze s prostorovými daty a atributy jednotlivých objektů (vektor),
- stereofotogrammetrie – stereoskopické dvojice leteckých snímků – pro digitální model terénu – rastr i vektor). [15]

Typy GIS úloh

Aplikace GIS popsané výše jsou obvykle velmi komplexními složitými problémy, které se obvykle rozpadají na drobnější úkoly. Prvním krokem při zpracovávání konkrétního úkolu je pořízení a uložení dat (rastrových i vektorových) do databáze. Následuje kontrola jejich správnosti, případná editace (vlastností a geometrie) nebo transformace do jednotného souřadnicového systému. V další fázi se konkrétní datové sady podrobují analýze ve snaze získat požadovaný výsledek, který je následně prezentován například prostřednictvím webové mapové aplikace nebo tištěné mapy. Analýza dat se provádí nejčastěji s využitím GIS softwaru, kterému se pokládají různě složité prostorové dotazy.

A. Jednoduché dotazy:

- určení vlastností daného objektu – výměra parcely, název ulice, typ vegetace,
- výběr prvků podle vlastností – vyhledej křižovatky s více než 4 rameny,
- výběr prvků podle polohy – vyhledej strategické detektory na území Prahy,
- výběr prvků kombinací podmínek – vyhledej kamerové systémy, které jsou umístěny na portálech mýtného systému.

B. Složitější dotazy:

- topografické funkce,
- hledání optimální trasy z bodu A do bodu B.

C. Komplexní analýzy:

- vymezení parkovacích lokalit pro dopravu spádových oblastí,
- bezbariérové stanice MHD s návazností na pozemní dopravu
- analýza dostupnosti centra Prahy prostředky PID,
- odhadování škod způsobených povodněmi.

Přehled funkcí GIS

Z hlediska obecného pojetí je GIS informačním systémem, v jehož datovém modelu se vyskytují prostorové (topologické nebo geometrické) objekty (entity). Prostorovou vlastnost objektu deklaruje formálně architekt informačního systému v rámci návrhu jeho datového modelu. Na GIS lze stejně jako na jakýkoliv jiný informační systém nahlížet z několika pohledů:

- uživatelský pohled vyjádřený požadovaným datovým obsahem a požadavky na činnost systému,
- návrhářský pohled (pohled architekta systému) specifikovaný v návrhu systému, v jeho datovém modelu a funkcích systému – procesech probíhajících nad daty,
- provozní pohled – zde se zohledňuje HW a SW prostředí, ve kterém se systém provozuje, personální zajištění provozu a správy systému apod...

Zatímco uživatelský pohled se projevuje až ve stanovování daných dotazů na specifický systém GIS, je potřeba se nyní zaměřit na pohled návrháře systému.

Obsah GIS je určen datovým modelem GIS a jeho jednotlivými funkcemi (procesy). Základní funkce GIS můžeme shrnout do 4 stěžejních oblastí: vstup geograficky vztahených dat, jejich management (správu), analýzu dat a následný výstup.

Za geograficky vztahená data lze považovat data mající dvě složky:

- fyzikální nebo klasifikační složku obsahující neprostorová, popisná, atributová, předmětná data,
- prostorovou (lokalizační složku) obsahující prostorová data.

Společné procesy v projektech GIS

Výše uvedené rozdělení základních funkcí GIS je jenom jedním z možných pohledů na funkce GIS. Dekompozicí procesů v návrzích GIS můžeme dospět k procesům, které jsou společné většině GIS:

- (jednorázový) vstup dat,
- aktualizace dat,
- výměna dat,
- distribuce dat,
- odvození dat,
- dotazy a analýzy,
- vytváření map,
- ostatní výstupy,
- evidence provozu IS pomocí metainformačního systému.

Vstup dat

Pomocí jednorázového vstupu lze efektivně získat velké množství dat. Před samotným pořízením je vhodné zohlednit charakteristiku úlohy a podle toho zvolit metodu pořizování dat ve smyslu stanovení požadavků na přesnost, rychlost, aktuálnost, ale také například cenu, a následně aplikovat nejvýhodnější variantu. Jednorázový vstup velkého množství dat je stěžejním bodem pro jakoukoliv navazující činnost při návrhu GIS, proto je potřeba tomuto kroku věnovat adekvátní pozornost a řešit tento krok jako samostatný projekt. Vhodné je například nejprve provést sběr dat v omezeném prostředí pomocí stanovené metodiky a následně data vyhodnotit. Na základě vyhodnocení takto získaných dat z pilotního území se rozhoduje, zda zvolená metodika sběru dat je aplikovatelná, v opačném případě se pilotní sběr opakuje za použití upravené metodiky. Projekty vstupu dat často patří mezi časově i finančně nejnáročnější části budování GIS.

Aktualizace dat

V zásadě se aplikují pro tento úkon dvě metody. Data se aktualizují v rámci jednoho celistvého úkonu, anebo se exportují do okolí systému a vrátí se změněná s časovým odstupem.

Výměna dat

Kromě příjmu nových dat je nutné také často nahrazovat data současná, a to jak mezi komponentami jednoho systému, tak mezi systémem a jeho okolím. Jako klasický příklad si lze představit výměnu dat mezi různými organizačními stupni uživatele GIS. Výměna dat sestává z dílčích kroků: exportování dat ze systému a jejich následná úprava mimo systém. Následně se upravená data importují zpět do systému. Výměna dat se shoduje s procesem aktualizace, nicméně změna dat probíhá výhradně externě.

Distribuce dat

Data každého informačního systému jsou velmi hodnotnou položkou, proto také v GIS se zohledňují možnosti užití dat mimo „domovský“ systém. Distribuce dat je tedy jednou z nejméně sledovaných funkcí GIS. Samotná distribuce se skládá z následujících kroků: Získání požadavků na data, provedení výstupu digitálních dat externím uživateli. Takto poskytnutá data se zaevidují a případně vyúčtují externímu subjektu. Jako poslední krok se provede analýza těchto požadavků na poskytnutí dat a odhaduje se další vývoj v jejich pohledávání a distribuování.

Odvození dat

Jelikož při odvození geografických dat se postupuje podle kartografických zákonitostí a při odvození dochází k zásahům operátora, je odvození dat vymezeno jako

samostatná funkce. Při procesu odvození dat je nutné dbát na kontext objektů, se kterými se v průběhu procesu manipuluje. Právě z tohoto důvodu je tento úkon z velké části vykonáván operátorem. Významným problémem je také aktualizace odvozených dat, která se řeší dvěma možnými způsoby: novým odvozením dat nebo promítnutím změn v originálních datech do odvozených dat.

Dotazy a analýzy

Základním uživatelským požadavkem na GIS je poskytování odpovědí na dotazy nad geografickými daty. Některé z těchto dotazů jsou standardní a známé, lze tedy odpovědi na tyto dotazy připravit již během návrhu. Nicméně na některé dotazy se jednoduše připravit předem nelze. Kvalita návrhu informačního systému se projevuje právě ve schopnosti systému odpovídat na tyto nepřipravené dotazy. Aby bylo možné na některé dotazy odpovídat, je často nutný vznik nových tříd objektů odvozením nebo analytickým výpočtem z jiných tříd. Typickými dotazy nad prostorovými daty jsou:

- jaké objekty se nachází ve vymezením prostředí,
- kde se nalézají objekty se zadanými vlastnostmi,
- jaké jsou vztahy zadaných objektů k okolí.

Vytváření map

Vytvořením mapy vznikají obvykle nová data v datovém modelu, kterým je reprezentována realita v mapě. Nicméně ideálního stavu, tedy shodné reprezentace objektů reality GIS i digitální mapy nelze dosáhnout, a to zejména z následujících důvodů: rozdílnost dílčích určení vizualizace dat či funkcí, obtížná použitelnost datového modelu v mapě pro další analytické funkce GIS apod.

Vytváření map z GIS se tedy skládá s následujících kroků:

- odvození grafické podoby prostorových objektů včetně jejich tematizace,
- řešení kolizí mezi objekty datového modelu reality v mapě,
- aktualizace mapy podle změn v originálních datech.

Ostatní výstupy

Kromě vytváření map využívá GIS i ostatních standardních formátů výstupů, grafy, tabulky apod.

Evidence provozu IS pomocí metainformačního systému

Provoz jakéhokoliv rozsáhlého systému se neobejde bez evidence provozu. Tato činnost je podporována protokolováním práce systému a směřuje k vyhodnocování činností

prováděných v systému a k podpoře řízení provozu. Systém, který pracuje s informacemi o jiném informačním systému, se často nazývá metainformační systém.

[16]

5.1. Návrh vlastní datové vrstvy GIS

Díky veškerému dosavadnímu postupu této práce lze konečně přejít k využití uvedených informací při návrhu datové vrstvy umožňující provedení uceleného pasportu inteligentních dopravních technologií s návazností na již existující databázi dopravních senzorů a aktorů. Z hlediska pasportu tedy nebudou zohledňovány parametry samotných zařízení ve smyslu uvedení výrobce zařízení, fyzikálního principu jeho činnosti a dalšího bližšího popisu. Všechna zařízení prochází při zanesení do databáze dopravních technologií rozsáhlým popisem, který ve výsledku přiřazuje každému druhu zařízení unikátní označení – ID. Účelem této práce tedy jednoznačně není dublovat funkcionalitu této databáze a stanovovat obdobný proces popisu jednotlivých zařízení, nýbrž by mohla fungovat jako její geografická nástavba, přičemž by se mohla konkrétním ID databáze přiřazovat již pouze geografická popisná data, která nejsou nebo nemohou být k zařízením vedena v databázi.

V uvedené databázi je možno provádět kategorizaci například právě na základě obecných parametrů daného zařízení. Oproti tomu při návrhu pasportu těchto technologií bude postupováno postupem odlišným, tedy rozdělením technologií podle svého geografického aspektu. Tímto rozdělením bude dojít k vytvoření jednotlivých datových vrstev, s nimiž bude následně možné pracovat za účelem přípravy systému na uživatelské dotazy. Využitím soupisu rozsahu analyzovaného prostředí zpracovaného v kapitole 4 a postupným přiřazováním popisných dat bude docíleno, s ohledem na další možnost rozšiřování aplikace, optimální rozlišovací úroveň. Zjednodušeným výkladem tedy bude stanoveno, jak podrobný popis daného zařízení je stále relevantní pro koncového uživatele, ale také zda případně příliš rozsáhlá struktura modelu je spravovatelná správcem systému. Na základě poznatků získaných obecnou kapitolou o systému GIS se zdá vhodnější pro pasportizaci inteligentních dopravních technologií užít vektorového datového modelu. Volba této varianty je vhodná zejména vzhledem k nižším požadavkům vektorového modelu na geografickou přesnost dat, vyšší kompaktnost datové vrstvy, ale zejména proto, že jednotlivé technologie můžeme jednoznačně popsat právě pomocí bodů či úseček, což právě lépe umožňuje vektorový datový model.

5.2. Návrh pasportu dopravních technologií

Během procesu pasportizace bude projevna snaha obsáhnout co největší rozpětí používaných technologií, a přitom nalézt způsob, jak je z hlediska pasportu co nejlépe geograficky popsat, přičemž tento popis musí umožňovat průběžný vývoj datové vrstvy. Musí tedy vykazovat jistou formu jednoduchosti. Struktura bude proto volena tak, aby bylo možné implementovat do vrstev dodatečně další jednotlivá zařízení bez nutnosti upravovat prvotní strukturu.

Pasport do jednotlivých datových vrstev bude mít následující podobu:

- technologie vztažené pouze na své umístění,
- bodové technologie s návazností na úsek,
- portálové (profilové) technologie,
- křižovatkové (uzlové) technologie.

5.2.1. Pasport bodových technologií vztažených ke svému umístění

Nejprve podrobím návrhu pasportu technologie, které jsou svou funkcí a dopadem na dopravní proud vztaženy pouze ke svému umístění. Z hlediska své architektury samozřejmě mohou spolupracovat s radiči či ústřednami umístěnými v jiném bodě či lokalitě, nicméně to v této fázi nebude zohledňováno (je možné řešit návazně vytvořením nové vrstvy pro ústředny, dispečinky apod. a vytvořením relací k daným entitám).

Z hlediska samotné instalace se jedná o zařízení buďto umístěná samostatně mimo vozovku nebo jsou umístěná na výložníku nad vozovkou anebo jsou umístěna přímo ve vozovce (intrusivní detektory) nebo na ní. Použití tohoto rozdělení se jeví se jako prospěšné, neboť například při instalaci na výložníku portálu je zřejmá možná kombinace s ostatními zařízeními. Mnoho technologií může být v terénu umístěno jak samostatně, tak může být umístěno na portále spolu s dalšími technologiemi (např. dohledové dopravní kamery), nicméně se stále jedná o totožné zařízení. Což je další pádný důvod, proč je nutné způsob instalace rozlišovat.

Před návrhem struktury, která bude stanovovat rozsah evidovaných údajů, je nutné si nejprve stanovit rozsah zařízení, která do této vrstvy budou spadat a také jednoznačně určit parametry, které budou o jednotlivých zařízeních zaznamenávány v rámci procesu pasportizace a která naopak z ní mohou být vyjmuta, neboť budou reprezentována popisem již unikátního zařízení, které bude k záznamu přiřazeno z databáze dopravních detektorů.

Je patrné, že byt' jsou zařízení podléhající pasportu sdružena do menších celků na základě rozsahu své instalace a rozsahu ovlivňovaného dopravního prostředí, mohou nás z hlediska pasportního popisu zajímat u jednotlivých zařízení specifické parametry, které naopak u jiné technologie nemusí být platné, relevantní nebo identifikovatelné.

Proto nejprve pro každou oblast budou stanoveny body společných charakteristik, které budou společné pro všechna zařízení z dané struktury a následně pro každé zařízení bude doplněn případně doplňkový popis spolu s případnými omezeními.

Soupis společných identifikátorů

Jakožto stěžejní bod celého geografického pasportu je pochopitelně určení polohy daného zařízení v prostoru. Od požadavku na přesnost určení polohy zařízení se může lišit podoba vstupu tohoto údaje, a tedy i způsob jeho identifikace. V zásadě tedy je možné stanovit dva možné druhy **identifikátorů polohy**:

- geografická data,
- silniční data.

Geografickými daty rozumíme standardní zeměpisné souřadnice GPS ve formátu zeměpisná šířka a délka. Vstup pomocí geografických dat umožňuje přesnější lokalizaci do mapového podkladu, vyžaduje ale pochopitelně tomu odpovídající techniku a způsob měření, aby bylo možné tento údaj získat.

Silniční data lze chápat jakožto údaje vztažené k popisu dané silniční komunikace, které převezmeme k přibližné lokalizaci zařízení v terénu. Kromě daného označení komunikace je nutné doplnit ještě údaj o staničení, na kterém je technologie umístěna. Popis tedy může nabývat podoby: D0-44.5 km, I/12-13 km, I/32-16 km. Tento popis lze použít, pokud není apelováno na zcela přesnou lokalizaci zařízení. Zaznamenávání tímto způsobem přináší také odlišné možnosti sběru dat – extrapolace z mapových podkladů, soupis zařízení během reálné jízdy apod.

Výše uvedeným způsobem jsme si stanovili možnosti identifikace zařízení v terénu, nicméně je potřeba zanést ještě druhý podstatný popisný údaj, a to **směrovost**. Je totiž potřeba být schopen rozlišit, ve kterém směru se daná technologie nachází. Jako nejjednodušší se jeví použití pomocí označení obce, do které buďto daná komunikace směřuje nebo označení obce, kterou v daném směru komunikace v bezprostřední blízkosti míjí. Například pro dálnici D1 lze tak rozlišovat směrovost Praha/Brno, pro silnici I/2 lze rozlišit Pardubice/Praha. V zásadě se nemusí jednat vždy o označení významného celku vymezujícího začátek a konec komunikace, spíše je nutné vždy uvést identifikátor jednoznačně určující směr komunikace v daném místě.

Třetím a pro posledním společným identifikátorem je určení způsobu instalace, který bude nabývat třech různých hodnot:

- 1) mimo vozovku nebo v její bezprostřední blízkosti,
- 2) na povrchu vozovky nebo v její konstrukci,
- 3) na pevné konstrukci nad vozovkou.

Uvedené číslování možností umístění lze použít jakožto označení identifikátoru.

Tímto byl stanoven možný hromadný popis technologií, nyní postupně projdu jednotlivé technologie, navrhnu případné další identifikátory a uvedu příklad možného označení pro konkrétní příklad.

Proměnné dopravní značení / Proměnné informační tabule

Z hlediska pasportizace můžeme oba druhy zařízení považovat jako technologie v jednom bodě a rozlišit je pouze upřesněním způsobu umístění. Při pohledu na působení těchto zařízení na dopravní proud lze tvrdit, že se vztahují k danému bodu, a nikoliv k nějaké oblasti nebo úseku. Ač samozřejmě lze pomocí PDZ/ZPI informovat řidiče například o možnosti kolony v následujícím úseku určité délky, nejedná se o polohopisný údaj, nýbrž o možnost aplikace technologie vyplývající z její charakteristiky.

Nejprve uvedu nejjednodušší případ, tedy variantu pouze jedné technologie umístěné v jednom bodě. Zde můžeme zařadit informační **meteorologické tabule** poskytující například údaje o teplotě okolního vzduchu a povrchu vozovky. Setkat se s nimi můžeme zejména na komunikacích vyššího významu (tedy dálnice a rychlostní komunikace). Zpravidla se vždy jedná o samostatně umístěné ZPI, jehož účelem je pouze poskytovat řidičům informace o teplotě v daném místě umístění.

Příklad označení meteorologické tabule umístěné na silnici první třídy mimo vozovku ve směru na Turnov: I/10-22.5 km; směr Turnov; umístění 1.

Další technologií vztaženou k jednomu bodu je **proměnné dopravní značení** umístěné vedle vozovky. Můžeme se setkat také s PDZ, jež může fungovat jako součást úsekových celků, jakožto vážení za jízdy nebo měření výšky vozidel. Nicméně vhodnější bude evidovat všechna PDZ samostatně a propojovat je případně s dalšími entitami systému pomocí relací. Takového zařízení lze popsat pomocí společných identifikátorů a není potřeba jej dále rozvíjet, neboť další informace vyplynou z popisu zařízení přiděleného z databáze detektorů.

Telefonní SOS hlásky

Tato zařízení sloužící pro možnost přivolání asistenční služby, záchranných složek v případě nehody či oznamování výjimečných situací jsou na tuzemských silnicích instalována pouze na rychlostních komunikacích a dálnicích, nicméně jedná se o poměrně hustou síť. Jsou zpravidla instalována samostatně vedle vozovky tak, aby byla snadno přístupná řidičům. Jedná se o jednoduché zařízení, které můžeme jednoznačně popsat pomocí společných identifikátorů bez nutnosti zavedení dalšího klíče.

Kamerové systémy

Jako každé jiné zařízení je potřeba zaručit jednoznačnou identifikovatelnost pomocí předem definovaného klíče. V případě pasportizace v rámci extravilánu lze vystačit s popisem pomocí silničních dat, nicméně v rámci kvůli přesnosti popisu bude lépe užít metodu měření a zaznamenávání pomocí zeměpisných souřadnic. Pokud by se na dané ulici nebo dopravním uzlu nacházelo více zařízení stejného typu a shodoval se záznam o poloze s jiným záznamem, bylo by nutné použít rozlišení pomocí číslování záznamů.

Charakteristika vztahená k účelu použití kamery:

- dopravní dohledové kamery – zde je přínosné mít k dispozici informaci, zda kamera je statická nebo otočná, zda přenášený obraz je barevný nebo černobílý anebo zda je obraz přenášen spojitě, anebo formou statického obrazu v předem definovaném časovém intervalu,
- úsekové měření rychlosti – zde je vhodné udávat informaci o délce měřeného úseku, omezené maximální rychlosti v něm a také o počtu sledovaných dopravních pruhů,
- okamžité měření rychlosti – vhodné doplnění informace o povolené maximální rychlosti
- jízda na červenou – vhodné doplnění informace o počtu sledovaných jízdních pruhů.

V této datové vrstvě budou evidovány pouze kamery určené k dopravnímu dohledu a okamžitému měření rychlosti. Kamerové systémy pro úsekové měření a detekci jízdy na červenou budou zaneseny vzhledem k svému charakteru v příslušných vrstvách.

Společným dodatečným identifikátorem okamžitého měření rychlosti a dohledové dopravní kamery by mohl být počet jízdních pruhů, který je v daném směru podroben záznamu.

Dopravní detektory

Do této datové vrstvy budou vztaženy dopravní detektory umístěné na silniční síti. Stejně jako u PDZ se i tady setkáme s případy, kdy je detektor součástí systému spadajícího do jiné vrstvy (liniové řízení dopravy, vážení za jízdy apod.), nicméně toto lze následně řešit vytvořením relace mezi jednotlivými prvky. Kromě toho zde budou spadat strategické detektory vyhodnocující dopravní proud (různé možnosti instalace).

Takto umístěný detektor můžeme popsat pomocí základních společných identifikátorů, jelikož jeho další vlastnosti a funkce budou získány z ID detektoru přiděleného z databáze.

5.2.2. Pasport bodových technologií s návazností na úsek

Další skupinou inteligentních technologií jsou systémy, které již nelze vztáhnout pouze k jednomu bodu, nýbrž je lépe je evidovat jako vícebodové nebo oblastní. Můžete tedy vyjmenovat **úsekové měření rychlosti a vážení vozidel za jízdy**.

Obě tyto aplikace jsou blíže popsány v kapitole 4.5 resp. 4.8. Úsekové měření rychlosti je oproti WIM poněkud jednodušším celkem, neboť se v zjednodušeném pohledu jedná o dvojí aplikaci dopravní kamery, která má mezi sebou pevnou relaci v podobě stanovení začátku a konce měřeného úseku. Oproti tomu je WIM poněkud komplexnějším systémem, neboť využívá rozsáhlejší škálu zařízení (kamerová identifikace, vozovkové detektory, eventuálně PDZ), případně odstavnou plochu pro kontrolní převážení nebo postihování řidiče (záleží na metodě provedení WIM). U úsekového měření je zřejmé, že začátek úseku bude tvořen prvním bodem měření a konec úseku druhým bodem měření. U WIM je potřeba ve stanovení úseku jeho pasportu postupovat odlišně. Jako začátek úseku měření můžeme stanovit bod, kde je vozidlo podrobeno prvnímu vážení a identifikaci kamerou. Jako konečný bod můžeme vnímat PDZ, která vozidlo směřuje na odstavné parkoviště k řešení přestupku. Pro popis úsekových technologií lze použít stejnou strukturu společného popisu, jako u předchozí oblasti (způsob zaznamenání lokalizace místa, určení směrovosti, určení instalace), nicméně je vhodné zaznamenat geografický údaj jednak o začátku, ale i o konci měřeného úseku. Doplňkovým údajem pro úsekové měření rychlosti by pak mohla být hodnota maximální povolené rychlosti v daném úseku.

5.2.3. Pasport portálových (profilových) technologií

Jako třetí skupinu inteligentních technologií můžeme vnímat zařízení, která jsou umístěna na portálech, tedy poskytují informace (nebo je naopak shromažďují) v rámci

celého jízdního profilu (buďto v jednom nebo obou směrech zároveň. V zásadě se můžeme setkat v praxi se třemi druhy portálů:

- portály mýtného systému,
- portály liniového řízení dopravy,
- ostatní portály.

Kromě hromadných identifikátorů (lokality, směr, instalace) je vhodné u portálových technologií vždy zaznamenávat také počet jízdních pruhů v daném bodě komunikace. Získáme tak lepší představu o počtu jednotlivých senzorů a aktorů, které jsou na daném portále umístěny.

Portál mýtného systému se nachází na všech úsecích podléhajících výkonovému zpoplatnění. Konstrukčně překlenuje zpravidla celý profil vozovky (sleduje tedy oba jízdní směry v jednom bodě a jeho výstroj se liší podle druhu – mýtná stanice zajišťuje komunikaci mezi portálem a OBU jednotkou, kontrolní stanice je doplněna o zařízení umožňující identifikaci vozidla podezřelého z porušení plnění své povinnosti zpoplatnění.

Jako doplňkový identifikátor navrhuji rozlišování mýtné (1) a kontrolní brány (2).

Příklad popisu kontrolní brány sledující dopravní proud v daném směru nad třemi pruhů:

D0-19 km; směr D5, umístění 3, počet pruhů 3, druh 2.

Portály liniového řízení dopravy zpravidla překlenují profil vozovky pouze v jednom směru a jsou tvořena především pomocí PDZ (počet je adekvátní počtu pruhů v profilu). Popis daného portálu tedy můžeme provést pomocí základní struktury, přičemž případná další zařízení můžeme propojit s portálem pomocí relací.

Do skupiny **ostatní portály** budeme řadit veškeré ostatní portálové konstrukce, které jsou umístěny nad vozovkou (portál návěstního dopravního značení) a mohou být využity k umístění dalších technologií (kamerový dohledový systém, meteostanice) nebo se jedná o portály, které kombinují více technologií najednou (kombinace PDZ a PIT).

5.2.4. Pasport křižovatkových (uzlových) technologií

Značná koncentrace dopravních technologií se nachází v prostoru dopravního uzlu, přičemž s rostoucí složitostí křižovatky roste také rozsah umístěných dopravních technologií. Nicméně se v zjednodušeném pohledu jedná o stále stejnou strukturu návazných technologií a rozsah pasportu křižovatky se odvíjí zejména od počtu ramen křižovatky a jízdních pruhů. Z určitého pohledu se mohou křižovatkové technologie zdát shodnými s bodovými technologiemi vztaženými ke svému místu. Nicméně opak je

pravdou. Světelně řízené dopravní uzly jsou velmi komplexní problematikou, kterou je nasnadě si zjednodušit právě vymezením ucelené kategorie. Křižovatka totiž není jenom pomyslný jeden bod, kde se protínají jízdní směry, nýbrž je potřeba zohlednit vše v jejích ramenech, a to nejen v místě vjezdu do křižovatky, ale také v dostatečné vzdálenosti před ní (obsazenostní, prodlužovací detektory). A z pohledu řízení dopravy ve městech jsou světelné křižovatky navzájem propojeny do uceleně řízených propojených oblastí. A právě proto je vhodné si pro dopravní uzly vymezit samostatnou kategorii.

Při pasportizaci dopravního uzlu bude vhodné postupovat ve dvou krocích, tedy nejprve jednoznačné určení lokace dopravního uzlu a následně jeho postupný popis napříč jednotlivými rameny. V prvním samotném kroku tedy dopravní uzel lokalizujeme pomocí jednoho ze způsobů, který je použit i u ostatních technologií, tedy možnost popisu geografickými daty anebo daty silničními. Samozřejmě u dopravních uzlů bude mít silniční popis odlišnou podobu a bude nabývat například podob: Praha 4: Na Slupi x Svobodova. Doplnujícím identifikátorem bude počet ramen, které do křižovatky vstupují. Tímto způsobem máme jednoznačně identifikovanou křižovatku, na jejíž jednotlivá ramena můžeme následovně aplikovat pasport jednotlivých jízdních pruhů.

Jednotlivá ramena křižovatky je nutné jednoznačně rozlišit pomocí názvu ulice a identifikace směru daného ramene, např.: Na Slupi, směr Karlovo náměstí. Dalším parametrem vhodným k zaznamenání je počet ramen na vjezdu do křižovatky.

K takto identifikovaným ramenům lze pak následně přiřazovat již jednotlivé aplikace dopravních senzorů a aktorů, jež však nemusíme dále rozvíjet, neboť veškeré podstatné informace o jednotlivém zařízení je sděleno v charakterizaci zařízení v databázi. Zde již tedy dochází „pouze“ k přiřazování ID záznamů k jednotlivým zařízením v ramenech křižovatky.

6. Analýza zdrojů dat a jejich dostupnosti

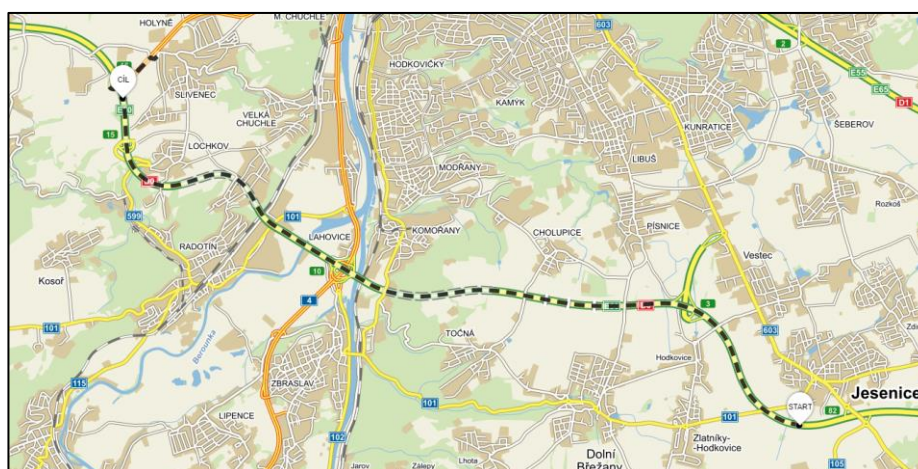
Veškerá telematická zařízení umístěná v silniční síti je možné popsat z různých pohledů. Každé takové zařízení má svého dodavatele, svého vlastníka, svého provozovatele či správce. Jako demonstraci můžeme opět použít hlavní město Prahu. Významnými dodavateli jednotlivých technologií jsou například společnosti Eltodo a.s. či AŽD Praha s.r.o. Vlastníkem následně může být buďto samotný MHMP či jednotlivé městské části. Co se týče správce těchto technologií, tak v této pozici na komunikacích spadajících pod Prahu figuruje TSK, v případě SOKP má na starosti správu ŘSD. Každý z těchto subjektů si jistě za účelem svých potřeb vede pasportizaci jednotlivých zařízení. Nicméně jelikož se povětšinou jedná o údaje interního charakteru, nelze si představit, že by veškeré informace poskytoval veřejné sféře k volnému nakládání. Povětšinou určitou míru pasportizace zveřejňují tyto subjekty v tiskových zprávách a pravidelných ročenkách. Samozřejmě však dochází k uveřejnění pouze základních bodů, přičemž kompletní pasport doznává jistě vyššího stupně složitosti. V rámci zpracování této práce jsem se opakovaně pokusil prolomit toto jisté informační embargo a prostřednictvím zástupců některých subjektů se dostat k detailněji zpracovanému pasportu, nicméně jsem se nesešel s úspěchem ani u MHMP, TSK, ŘSD, ani společnosti CROSS Zlín, která je významným dodavatelem telematických řešení v tuzemsku i v zahraničí. Možnost získání představy, jak rozsáhlý a detailní pasport technologií tyto subjekty spravují, by jistě byla značně nápomocná při tvorbě pasportu této práce, nicméně se toto bohužel nezdařilo a při stanovování základních požadavků na tvorbu pasportu jsem se opíral pouze o vlastní invenci a tiskové či výroční zprávy jednotlivých subjektů.

Analýza zdrojů dat a jejich dostupnosti nebyla důležitá pouze za účelem získání představy, do jaké hloubky a podrobnosti by měla vznikající pasportizace šahat. Je významná zejména pro případ, že by na základě připravené struktury pasportu vznikla zmíněná datová vrstva. Aby taková datová struktura byla stálé kvality a měla vypovídající hodnotu, je potřeba mít k dispozici kvalitní zdroj ověřených dat. Takovýto zdroj není bezpodmínečně nutný nejen pro samotný vznik struktury, ale zejména pro zaručení její invariantnosti v čase. Tedy garance, že data budou spravována na pravidelné bázi a pokud v reálném prostředí dojde ke změně některého ze subjektů podléhajících pasportizaci, bude možné tuto změnu zohlednit také v této datové struktuře. Buďto jsou možnosti propojení těchto pasportů, tedy že pokud by zdroj dat provedl změnu ve svém pasportu, projevila by se tato změna také v této datové vrstvě. Jako druhá varianta se nabízí dokládání všech změn v pasportu poskytovatele dat na pravidelné bázi, aby bylo možné je alespoň manuálně dodatečně zaznamenat do této vrstvy. Samotný vznik datové struktury je možné uskutečnit získáním rozsáhlého sběru dat v dostatečně

rozsáhlé oblasti. Nicméně při absenci ověřeného zdroje verifikovaných dat vznikají dvě podstatná úskalí. A to že neexistuje možnost ověření takto manuálně získaných dat (a tedy již od prvopočátku se v datové vrstvě mohou vyskytovat nepřesnosti) a také že působením času nebude bez realizace pravidelných rozsáhlých dopravních průzkumů možné zaručit časovou platnost údajů datové struktury. Je tedy zcela patrné, že bez získání poskytovatele validních dat se při tvorbě a správě datové struktury, pokud má nést určitou vypovídající hodnotu, nemohu jednoduše obejít. Pro praktické ověření nastolených tezí v rámci této práce byl zorganizován dopravní průzkum ve vymezené oblasti, na jehož základě bylo ověřeno, do jaké míry byla navržená podrobnost datové struktury přínosná, ale také, zda jsou určité charakteristické znaky inteligentních technologií vůbec zjištělné pomocí vlastního měření a zaznamenávání v terénu.

7. Návrh možnosti sběru dat a jejich ověření

V důsledku nezdaru předchozí kapitoly ve smyslu zajištění ověřeného poskytovatele dopravních dat jsem musel zvážit jiné alternativy získání potřebných dat pro ověření navržené struktury pasportu. Jednou z variant bylo vycházet z dat, která jsou veřejně dostupná prostřednictvím informačních webových portálů, které byly uvedeny již v dřívějším průběhu této práce. Nicméně tento záměr byl, dalo by se říct ihned v zárodku, shledán jako nedostatečný pro účely této práce. Ani za pomoci kombinace různých webových portálů není možné získat dostatek informací, aby bylo možné naplnit předpoklady pro pasport jednotlivých telematických aplikací, který byl navržen v kapitole 5. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl přistoupit k realizaci vlastního ručního sběru dat a podrobení pasportu data shromážděná tímto způsobem, přičemž data získaná prostřednictvím zmíněných webových portálů budou použita alespoň k částečné verifikaci zjištěných údajů, případně k doplnění charakteristik, které průběh průzkumu neumožnil získat. Vzhledem k různorodosti dopravních technologií, které jsou na základě kapitoly 4 určeny k pasportu, bylo nutné zvolit vhodnou oblast či část silniční sítě, aby veškeré (nebo alespoň významný část) technologie se v dané oblasti nacházely a byly zde případně zastoupeny i opakovaně. Samozřejmě s ohledem na technologie elektronického výběru mýta či liniového řízení dopravy bylo již od začátku nevyhnutelné, aby se sběr dat konal kdekoliv jinde, než na rychlostní komunikaci či dálnici. Po zmapování vhodných variant jednotlivých dálničních úseků v okolí jsem zvolil část SOKP, a to zcela záměrně, neboť vzhledem k tomu, že se jedná o novou moderní dopravní stavbu, je možné zde zmapovat téměř všechny telematické aplikace nastolené v kapitole 4. Sběru dat a následné pasportizaci tedy bude podroben úsek dálnice D0 v úseku od Jesenice u Prahy (od počátku staničení 0,0 km) po exit č. 16, tedy sjezd na Barrandov a Slivenec. Pochopitelně tento úsek bude zmapován v obou směrech.



Obrázek 24 Část dálnice D0 podrobená sběru dat

Pochopitelně ani na tak dlouhém poměrně novém moderním úseku dálnice není možné zmapovat veškeré technologie. Je to zcela pochopitelné, neboť se na takové komunikaci ani vyskytovat nemohou. Stejně jako nenalezneme portál elektronického výběru mýta v zastavěné oblasti, tak bychom těžce hledali na dálniční síti světelně řízenou křižovatku.

Po pečlivém zvážení všech možných variant ručního sběru dat bylo přistoupeno k realizaci kamerového záznamu jízdy v daných úsecích prostřednictvím vysokorychlostní snímkovací kamery a následného manuálního zpracování získaného záznamu. Tato varianta sběru dat byla zvolena nejen s ohledem patrně nejvyšší bezpečnosti sběru dat, tak také s ohledem na nejnižší ovlivnění ostatních účastníků provozu tímto sběrem.

7.1. Realizace a vyhodnocení sběru dat

Průběh pořízení kamerových záznamů proběhl zcela bez potíží a nevyskytly se žádné nestandardnosti. Nicméně je třeba uvést, že určování staničení u většiny zařízení bylo tvořeno přibližným odhadem, který byl vždy vztažen k odhadované uražené vzdálenosti od posledního označení staničení (značeno vždy po půl kilometru). Druhou alternativou ke zpřesnění údajů byla jejich zpětná kontrola s údaji uvedenými o zařízení na dostupných webových portálech. Na tomto portálu jsou totiž zaznamenána kamerová stanoviště a polohy ZPI zcela přesně (nicméně jsem se setkal také s případem, kdy na jednom místě byly umístěny dvě technologie a na webu dopravniinfo.cz k nim byla vedena různá staničení). Ovšem polohy mýtných portálů, portálů liniového řízení dopravy či brány pro měření výšky vozidel jsou stanoveny odhadem, neboť se je nepodařilo verifikovat pomocí jiných zdrojů. Možnost stanovit přesnou polohu každého ze zařízení by bylo možné patrně pouze zastavením u každého z nich a zaznamenání přesných GPS souřadnic, které by se následně převedly případně na staničení. Hodí se ovšem podotknout, že v měřítku, ve kterém se na dálniční síti pohybujeme, nemusí být bezpodmínečně přesné udání lokace nevyhnutelně nutné. Jednotlivé technologie nejsou na sebe tak výrazně vrstveny a nevyskytují se v takových shlucích, jako v případě silnic intravilánu a dopravními aplikacemi používanými v této oblasti. Ačkoliv na SOKP sloužilo k extrapolaci polohy pouze dopravní značení v úsecích po 500 metrech, případně staničení uvedené na SOS hláskách, standardní silniční síť v zastavěné oblasti již staničení není uváděno vůbec. A toto bylo pouze jeden z důvodů, proč bylo již po pořízení prvních kamerových záznamů z ulice K Barrandovu zcela patrné, že pokud má být sběr dat v zastavěné oblasti vyhotoven správně a co nejvíce se přibližující reálnému stavu, bude potřeba zvolit odlišnou metodu sběru a vyhodnocování dat, konkrétně manuálního soupisu technologií přímo v daném bodě či oblasti. V níže uvedených tabulkách jsou zaznamenány jednotlivé telematické aplikace, které se nachází na

zvoleném úseku. Opět připomínám, že zde nejsou uvedeny jakékoliv technologie nacházející se na začátku či uvnitř tunelových tubusů. Jednak z důvodu vyjmutí tunelových komplexů z pasportizace, ale také z důvodu zcela nepoužitelného videozáznamu v těchto místech (přesvícený záznam zejména na konci, a naopak velmi tmavý záznam na začátku tubusu).

Tabulka 1 Pasport portálů RLTC

ID zařízení	Lokace [km]	Směr	Počet jízdních pruhů	Další implementovaná zařízení
LŘD – D001	1,010	Plzeň	2	Ne
LŘD – D002	1,800	Plzeň	2	Ne
LŘD – D003	2,700	Plzeň	2	Ne
LŘD – D004	4,300	Plzeň	2	Ne
LŘD – D005	5,450	Plzeň	2	Ne
LŘD – D006	6,400	Plzeň	2	DK – D002
LŘD – D007	6,700	Plzeň	2	Ne
LŘD – D008	6,870	Plzeň	2	ZPI
LŘD – D009	9,700	Plzeň	2	DK – D004
LŘD – D010	10,600	Plzeň	3	DK – D005
LŘD – D011	10,978	Plzeň	3	DK – D006
LŘD – D012	11,500	Plzeň	3	DK – D007
LŘD – D013	11,700	Plzeň	3	DK – D008
LŘD – D014	13,615	Plzeň	3	Ne
LŘD – D015	15,800	Brno	3	Ne
LŘD – D016	14,500	Brno	3	DK – D011
LŘD – D017	14,000	Brno	3	Ne
LŘD – D018	13,850	Brno	3	Ne
LŘD – D019	13,615	Brno	3	ZPI – D013
LŘD – D020	11,600	Brno	3	Ne

LŘD – D021	9,900	Brno	2	Ne
LŘD – D022	9,700	Brno	2	Ne
LŘD – D023	9,400	Brno	2	Ne
LŘD – D024	6,850	Brno	2	Ne
LŘD – D025	6,300	Brno	2	Ne
LŘD – D026	4,350	Brno	2	Ne
LŘD – D027	2,750	Brno	2	Ne
LŘD – D028	1,700	Brno	2	DK – D013
LŘD – D029	0,500	Brno	2	DK – D014

Za účelem pasportizace portálů RLTC byla jednotlivá zařízení značena podle následujícího klíče: První tři znaky identifikují tuto aplikaci, tedy liniové řízení dopravy. První dvě cifry za pomlčkou označují danou komunikaci, třetí a čtvrtá pozice je vyhrazena k číslování záznamů spadajících do této kategorie. Dále byla poloha zařízení určována na základě stanovení staničení a dopravního směru. Zaznamenáván byl také počet sledovaných jízdních pruhů. Neuváděl jsem však umístění, které je z podstaty RLTC zcela zřejmé. Sledováním poslední charakteristiky jsem docílil odhalení dalších telematických aplikací, které využily konstrukci portálu RLTC ke své instalaci – povětšinou se jednalo o dopravní dohledové kamery.

Tabulka 2 Pasport portálů elektronického mýtného systému

ID zařízení	Staničení [km]	Směr	Druh zařízení	Počet jízdních pruhů	Další implementovaná zařízení
EMS – D001	2,850	Plzeň	Mýtná	2	Ne
EMS – D002	4,050	Plzeň	Kontrolní	2	Ne
EMS – D003	6,600	Plzeň	Kontrolní	2	Ne
EMS – D004	13,800	Plzeň	Mýtná	3	Ne
EMS – D005	15,400	Plzeň	Mýtná	3	Ne
EMS – D006	2,850	Brno	Kontrolní	2	Ne
EMS – D007	4,050	Brno	Kontrolní	2	Ne

EMS – D008	6,600	Brno	Kontrolní	2	Ne
EMS – D009	13,800	Brno	Mýtná	3	Ne
EMS – D010	15,400	Brno	Mýtná	3	Ne

Při pasportizaci elektronického mýtného systému byl použit stejný klíč jako v případě RLTC. Jako potřebné jsem vyhodnotil rozlišovat jednoduché mýtné stanice od sofistikovaných kontrolních bran. Paradoxně u záznamu EMS – D0001 byla mýtná brána v jednom směru doplněna o laserové detektory. Dále mě zajímalo, zda stejně jako portály RLTC jsou i konstrukce EMS využívány pro umístění dalších technologií. Získaný vzorek dat je velmi malý na to, aby bylo možné tvrdit, že na těchto portálech nejsou zpravidla umísťována jakákoliv další zařízení. Nicméně výše uvedené záznamy tomu prozatím nasvědčují. V tabulce opět není uvedeno označení instalace, neboť to je zjevné ze samotné charakteristiky portálu mýtné brány.

Tabulka 3 Pasport dopravních kamer

ID nařízení	Staničení	Směr	Druh zařízení	Způsob instalace
DK – D001	3,100	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu dopravního značení
DK – 0002	6,400	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D006
DK – D003	9,120	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu dopravního značení
DK – D004	9,700	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D009
DK – D005	10,600	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D010
DK – D006	10,978	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D011
DK – D007	11,500	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D012
DK – D008	11,700	Plzeň	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D013
DK – D009	15,600	Brno	Stálá, otočná	Na portálu dopravního značení
DK – D010	15,200	Brno	Stálá, otočná	Na portálu dopravního značení
DK – D011	14,500	Brno	Stálá, otočná	Na portálu LDR – D016
DK – D012	7,190	Brno	Stálá, otočná	Na sloupu VO
DK – D013	1,700	Brno	Stálá, otočná	Na sloupu LŘD – D029
DK – D013	0,500	Brno	Stálá, otočná	Na portálu LŘD – D029

Také dopravní kamery byly podrobeny pasportu obdobným klíčem. Jelikož je toto zařízení poměrně kompaktní a jeho instalace je snadná, rozhodl jsem se sledovat, jaká zařízení jsou využívána pro umístění zařízení videodohledu. Jak ze získaných dat vyplývá, videodetekce se instaluje na všechna ostatní zařízení (patrně vyjma mýtných bran). Charakteristika druhu zařízení nebyla pochopitelně stanovena na základě dopravního průzkumu, nýbrž byla doplněna z dostupných zdrojů.

Tabulka 4 Pasport zařízení pro provozní informace

ID zařízení	Staničení [km]	Směr	Druh instalace	Druh zařízení
ZPI – D001	3,300	Plzeň	1	Svislé PDZ
ZPI – D002	5,900	Plzeň	3	PIT
ZPI – D003	6,050	Plzeň	3	PIT
ZPI – D003	6,100	Plzeň	3	PIT
ZPI – D004	6,300	Plzeň	1	Svislé PDZ
ZPI – D005	6,870	Plzeň	3	PIT
ZPI – D006	9,650	Plzeň	1	Svislé PDZ
ZPI – D007	10,800	Plzeň	3	PIT
ZPI – D008	10,978	Plzeň	3	Na portálu LŘD – D011
ZPI – D009	14,800	Brno	1	Svislé PDZ
ZPI – D010	14,250	Brno	3	PIT
ZPI – D011	14,100	Brno	3	PIT
ZPI – D012	14,050	Brno	3	PIT
ZPI – D013	13,615	Brno	3	Na portálu LŘD – D019
ZPI – D014	10,250	Brno	1	Svislé PDZ
ZPI – D015	5,295	Brno	3	PIT
ZPI – D016	1,290	Brno	3	PIT

Pasportizace zařízení pro provozní informace byla vedena stejným způsobem se záměrem lokalizovat tato zařízení v síti a umět je popsat pomocí stanoveného postupu.

Tabulka 5 Pasport meteorologických zařízení

ID zařízení	Staničení [km]	Směr	Umístění zařízení
MZ – D001	3,700	Plzeň	Samostatně mimo vozovku (1)
MZ – D002	14,075	Brno	Samostatně mimo vozovku (1)
MZ – D003	11,700	Brno	Samostatně mimo vozovku (1)
MZ – D004	7,190	Brno	Samostatně mimo vozovku (1)
MZ – D005	0,400	Brno	Samostatně mimo vozovku (1)

Pasportizace meteorologických zařízení byla zaměřena na schopnost lokalizace zařízení a identifikaci jeho instalace.

Tabulka 6 Pasport technologií k měření vozidel za jízdy

ID zařízení	Staničení [km]	Směr	Technologie	Omezená výška
HMS – D001	5,700	Plzeň	Ultrazvukové detektory	4,5 m
HMS – D002	6,150	Plzeň	Ultrazvukové detektory	4,5 m
HMS – D003	14,400	Brno	Ultrazvukové detektory	4,5 m

U pasportizace systémů pro měření výšky vozidel za jízdy (zde jsem si pomohl anglickou zkratkou **height measuring system**) je nutné podotknout, že samotných portálů pro detekci vozidel není mnoho, nicméně na každou takovou bránu je vždy navázáno několik PIT, které mají za úkol vozidlo převyšující povolený limit zastavit, případně přesměrovat z komunikace pryč.

8. Závěr

Je zcela zřejmé, že vývoj automobilismu bude i v následujících letech pokračovat, ačkoliv se může na první pohled zdát, že tato oblast je zejména v rozsáhlých aglomeracích daleko za hranicí saturace. Přízpůsobit neustále rostoucímu objemu dopravy také rozlehlost silniční sítě není trvale udržitelným směrem. Zejména z hlediska ekologického není možné pokračovat v záboru půdy za účelem výstavby rozsáhlejší infrastruktury. Právě z tohoto důvodu mají nepopíratelný význam veškeré inteligentní dopravní systémy, které se svou funkcí zasazují o zvyšování propustnosti a bezpečnosti stávající sítě. Mohutnost a rozmanitost jednotlivých telematických aplikací se již z mého pohledu došla do bodu, kdy je jejich přítomnost brána za něco zcela automatického a běžného. Ruku v ruce s tím se běžný uživatel dopravy může dostat do fáze, kdy oblast inteligentních dopravních systémů vnímá jako jednu rozsáhlou telematickou aplikaci, nicméně již nedokáže například během jízdy vozidlem po takové silniční síti vnímat ty jednotlivé odchylky, kterými se právě jednotlivé technologie odlišují a které každé z nich definují vlastní přínos pro zlepšení kvality dopravy.

Cílem této magisterské závěrečné práce bylo tedy postupné a systematické zanalyzování komplexní „bubliny“ ITS technologií, které nás v každodenním životě obklopují a snaha podrobit jednotlivé oblasti vhodné dekompozici systému za účelem identifikace dílčích vlastností a popisu jednotlivých zařízení těchto systémů tak, aby bylo možné podrobit tyto jednotlivé oblasti procesu pasportizace. Prvotním záměrem bylo pochopitelně získat přístup k takovým zdrojům informací, které by proces pasportu výrazně zjednodušily poskytnutím verifikovaných dopravních dat. Ačkoliv rozsah možných zdrojů byl stanoven, nebylo možné však přistoupit k jejich čerpání, neboť veřejně dostupné informace nezodpovídaly dostatečně všechny nastolené otázky a k interním informacím se mi nepodařilo získat přístup. Z tohoto důvodu byl podroben dopravnímu obousměrnému průzkumu úsek silničního okruhu kolem Prahy v délce zhruba 16 kilometrů, aby byla ověřena alespoň částečně vhodnost a celistvost navržené datové struktury. Provedený dopravní průzkum ukazuje, že manuálním sběrem dat v kombinaci s ověřováním veřejně dostupných zdrojů lze jednotlivé telematické oblasti sdružovat do jednotlivých pasportních skupin a popisovat je podle definovaných charakteristik. Nicméně je potřeba volit požadované charakteristiky vždy s ohledem na to, zda je možné je pomocí dostupných zdrojů či postupů získat a ověřit. Je však potřeba zmínit, že zmapování vymezeného úseku bylo poměrně složitým a časově náročným úkolem, což samozřejmě přináší možnost vzniku chyby již při samotném sběru dat nebo při jeho pravidelné verifikaci. Jednoznačným výstupem z manuálního měření je tak zjištění, že pro smysluplné zajištění fungování databáze pasportu GIS je nutné zajištění

významnějšího poskytovatele dat, neboť manuální sběr je z hlediska aplikace na rozsáhlejší území nevhodným způsobem. Z mého osobního pohledu hodnotím průběh práce jako velmi přínosný, neboť mě donutil provést pečlivou sumarizaci jednotlivých telematických aplikací a umožnil mi lépe si uvědomovat přítomnost jednotlivých ITS aplikací na silniční síti. Chceme-li mít k dispozici datovou strukturu, která bude obsahovat validní a časově nezávislá data, je potřeba mít k dispozici ověřený zdroj těchto informací. V případě jeho absence jsme odkázáni na manuální sběr jednotlivých dopravních dat, což samozřejmě znemožňuje zpracovat rozsáhlá dopravní území a také při tomto způsobu získávání dat roste riziko chybovosti.

Závěrem této práce bych rád potvrdil, že vyhotovení závěrečné práce pro mě bylo nepopíratelně přínosné, neboť mě donutilo volit různých systémových či inženýrských postupů tak, aby bylo možné poodhalit rozsáhlou odbornou oblast, rozčlenit ji podle stanoveného postupu a zkoumat možnosti jejich vzájemné kooperace a dalšího využití. Jsem přesvědčen, že takovéto dovednosti zhodnotím nejen v profesním životě, ale také při řešení komplexnějších problémů každodenního života.

9. Seznam použité literatury

- [1] PRÁŠIL, Michal. *Dálnice 1967-2007: 40 let založení Ředitelství dálnic Praha a znovuzahájení stavby dálnic v Československu*. Praha: Vlastním nákladem, 2007.
- [2] KOPECKÝ, František. *Stručná monografie základů dopravní telematiky*. Praha [i.e. Brno]: KPM Consult, 2008. ISBN 978-80-904167-2-7.
- [3] PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN - technická literatura, 2001. ISBN 80-730-0029-6.
- [4] TICHÝ, Tomáš. *Řídicí systémy dopravy - Dopravní telematika*. Praha, 2004.
- [5] Preference. *Pražská integrovaná doprava* [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: <https://ropid.cz/o-systemu/preference/>
- [6] Preference pražských tramvají. *Pražské tramvaje* [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: <http://preference.prazsketramvaje.cz/showpage.php?name=technika>
- [7] Aktuální dopravní informace: *Jednotný systém dopravních informací* [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: <http://portal.dopravniinfo.cz/>
- [8] Technické podmínky 165: *Proměnné svíslé dopravní značky a zařízení pro provozní informace*. Brno: Silniční vývoj - ZDZ, spol. s r.o., 2004.
- [9] *Ročenka dopravy*. Technická správa komunikací hlavního města Prahy, 2015.
- [10] KŇÁKAL, Martin. *Silniční okruh kolem Prahy, telematické technologie a vyhodnocování dopravních dat* [online]. In: . 2012, s. 9 [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: http://k612.fd.cvut.cz/ruzne/seminare/knakal-telematika_sop.pdf
- [11] *Meteorologické systémy*. CROSS Zlín [online]. Zlín, 2009 [cit. 2016-09-12]. Dostupné z: <http://www.cross.cz/cs/meteorologicke-systemy>
- [12] *Tisková zpráva: Mýtné v Česku: Loni vzrostly nejen tarify, ale i aktivita kamionů*. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2016.
- [13] MYTO CZ [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-09-12]. Dostupné z: www.mytocz.eu
- [14] *Vážení za jízdy* [online]. CROSS Zlín, 2009 [cit. 2016-09-12]. Dostupné z: www.cross.cz
- [15] *Co je to GIS*. Geoportal Praha [online]. 2010 [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/11/co-je-gis#.WCj_1fnhDIV
- [16] RICHTER, Rudolf. *Co je to GIS*. In: *Fakulta informatiky Masarykovy univerzity* [online]. [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: www.fi.muni.cz/usr/richter/lekce/u01.pdf

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývoj motorizace a automobilizace v ČR [8]	9
Obrázek 2 Obrázek 2 Vývoj stupně automobilizace [8]	10
Obrázek 3 Schematická definice dopravního řetězce [4].....	12
Obrázek 4 Rozvrstvení jednotlivých aplikací dopravní telematiky [4].....	15
Obrázek 5 Architektura městského telematického systému [4]	16
Obrázek 6 Světelná závora v zastávce Pražský tržnice v režimu blikavá žlutá	20
Obrázek 7 Světelná závora po projetí tramvaje v režim Stůj	20
Obrázek 8 EOV na Strossmayerově náměstí, Praha 7	23
Obrázek 9 Aplikace vzdáleného rádia na Smetanově nábřeží v Praze	24
Obrázek 10 Umístění kontaktního zámku na sloupu SSZ.	25
Obrázek 11 Inframaják umístěný na sloupu veřejného osvětlení	27
Obrázek 12 Tlačítko pro chodce umístěné na sloupu veřejného osvětlení	27
Obrázek 13 Světelné a výzvodové návěstidlo tramvaje	28
Obrázek 14 Pasportizace zařízení ZPI vedená TSK [9]	32
Obrázek 15 Schéma portálu RLTC [11]	34
Obrázek 16 Aktuální pasport úsekového měření na území Prahy [8]	36
Obrázek 17 Aktuální pasport okamžitého měření rychlosti na území Prahy [8]	37
Obrázek 18 Aktuální pasport křižovatek v Praze se sledováním průjezdu na červenou [8]	37
Obrázek 19 Schéma meteostanice [11]	38
Obrázek 20 Aktuálně zpoplatněná silniční síť (Zdroj: mytocz.eu).....	40
Obrázek 21 Portál mýtné kontrolní brány	41
Obrázek 22 Aktuální pasport WIM v Praze [8]	42
Obrázek 23 Portál pro měření výšky vozidel	43
Obrázek 24 Část dálnice D0 podrobená sběru dat.....	63

11. Seznam tabulek

Tabulka 1 Pasport portálů RLTC.....	65
Tabulka 2 Pasport portálů elektronického mýtného systému	66
Tabulka 3 Pasport dopravních kamer	67
Tabulka 4 Pasport zařízení pro provozní informace	68
Tabulka 5 Pasport meteorologických zařízení.....	69
Tabulka 6 Pasport technologií k měření vozidel za jízdy	69
