



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky

Diplomová práce

Inteligentní dopravní systémy v České republice a jejich využití

Vypracovala: Bc. Martina Malásková

Vedoucí práce: Ing. Jiří Alina, Ph.D.

České Budějovice 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta ekonomická
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Martina PLÁNSKÁ, prov. MALÁČKOVÁ
Osobní číslo: E14763
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Strukturální politika EU a rozvoj venkova
Název tématu: Inteligentní dopravní systémy v České republice a jejich využití
Zadávající katedra: Katedra ekonomiky

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

Hlavním cílem diplomové práce je analýza a rozbor inteligentních dopravních systémů v ČR, s následným návrhem aplikace prvku inteligentního dopravního systému, včetně finančního vyhodnocení.

Osnova:

Teoretická část

1. Dopravní opatření, doprava
2. Inteligentních dopravní systémy

Praktická část

3. Analýza inteligentních dopravních systémů
4. Vyhodnocení analýzy inteligentních dopravních systémů
5. Návrh aplikace prvku inteligentního dopravního systému

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

MINISTERSTVO DOPRAVY (2005). Inteligentní dopravní systémy v České republice: šance pro bezpečnější a efektivnější dopravu. Praha: Ministerstvo dopravy.

Příbyl, P., & Svítek, M. (2001). Inteligentní dopravní systémy. (1. vyd., 543 s.) Praha: BEN - technická literatura.

Příbyl, P. (2000). Architektura dopravní telematiky - silnice. Výzkumná zpráva: 0600, Praha: Eltodo a. s.

Schmeidler, K. (2010). Mobilita, transport a dostupnost ve městě. (Vyd. 1., 24 s.) Ostrava: Key Publishing.

Small, K., & Verhoef, E. (2007). The economics of urban transportation. (xvi, 276 s.) London: Routledge.

Svoboda, V., & Svítek, M. (2004) Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: ČVUT.


Zelinka, T. & Svítek, M. (2009). Telekomunikační řešení pro informační systém síťových odvětví, Praha: Grada.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří ALINA, Ph.D.

Katedra ekonomiky

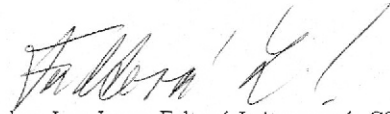
Datum zadání diplomové práce: 16. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016


doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Stupčická 13 (26)
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Ivana Faltová Leitmanová, CS

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím rovněž s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 1998 Sb. o vysokých školách, zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Dále souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz, provozovanou Národním centrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 9. 9. 2016

Bc. Martina Malásková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Jiřímu Alinovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce a panu Bc. Filipu Vrátnému, vedoucímu servisního oddělení Městské policie České Budějovice, za odborné rady a vedení při zpracování této kvalifikační práce.

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Přehled řešené problematiky.....	5
2.1. Doprava	5
2.2. Inteligentní dopravní systémy	9
2.2.1. Historie ITS.....	9
2.2.2. Definice a vymezení ITS	10
2.2.3. Legislativa ITS.....	12
2.2.4. Kategorizace ITS	18
2.2.5. Architektura silniční telematiky.....	19
3. Cíle a metodika práce	26
4. Praktická část	28
4.1. Analýza ITS v České republice.....	28
4.1.1. Informační a řídicí centra.....	28
4.1.2. Vybavenost silniční a dálniční infrastruktury systémy ITS.....	32
4.1.3. Komunikační infrastruktura ITS	40
4.1.4. Systémy řízení provozu pomocí telematických aplikací	42
4.1.5. Elektronické mýtné	47
4.2. Vyhodnocení analýzy ITS v České republice	49
4.2.1. Přínosy a problémy provozu telematických aplikací v České republice ..	51
4.3. Návrh aplikace prvků ITS	57
4.3.1. Dopravní situace v městě České Budějovice	57
4.3.2. Prvky ITS používané v Českých Budějovicích	58
4.3.3. Vybavenost silniční infrastruktury prvky ITS v ČB.....	60
4.3.4. Navrhované prvky ITS v Českých Budějovicích	62
4.3.5. Souhrnné orientační náklady ITS v ČB	69
5. Závěr	73

I. Summary.....	74
II. Seznam použité literatury:	75
III. Seznam použitých obrázků a tabulek.....	80

1. Úvod

Začátek prudkého rozvoje automobilové dopravy v České republice je všeobecně spojován s obdobím po roce 1990. Silniční doprava zajišťuje převážnou část přepravy zboží a osob. Vzhledem k tomu, že naše země má z hlediska evropské dopravy strategickou polohu, měla by tomuto významu odpovídat i dopravní infrastruktura.

Stávající stav naší dálniční a silniční sítě dle dopravních odborníků neodpovídá požadavkům uživatelů. Nasvědčuje tomu fakt, že dosud nejsou dobudovány páteřní sítě dálnic a silnic I. třídy. Pro ekonomickou prosperitu státu je nutností a prioritní záležitostí tyto nedostatky urychleně řešit.

Dle dopravních statistik se Česká republika řadí na jedno z předních míst v Evropě v hustotě dálnic a silnic. Konkrétně je to 0,7 km silnic a dálnic na 1 km² plochy.

Kapacita dopravní infrastruktury je však u nás značně omezená, proto se využívá moderních technologií, které umožňují modernizaci a rozvoj dopravních sítí.

Inteligentní dopravní systémy plní v současném moderním světě klíčovou úlohu. Budoucnost dopravy je s nimi neodmyslitelně spojena. Trvale narůstající počet dopravních prostředků zhoršuje situaci na všech vozovkách. Plynulá a bezpečná doprava je zájmem každého z nás. Inteligentní dopravní systémy pomáhají dosáhnout efektivnějšího využití komunikací, zvyšují bezpečnost a spolehlivost dopravy a snižují jízdní doby.

V posledních letech se celosvětově řeší vztah dopravy k životnímu prostředí. Doprava jako taková má mnoho společného s kvalitou životního prostředí. Případové studie uvádí, že zvyšující se počet vozidel má největší vliv na zhoršující se kvalitu ovzduší, hlavně ve velkých aglomeracích. Zvyšující se frekvence dopravy má za následek nejen vypouštění škodlivých látek do ovzduší, ale také např. hlukové zatížení, vibrace, a zabírání půdy. Inteligentní dopravní systémy prokazatelně zmírňují negativní dopady právě na životní prostředí tím, že eliminují tvorbu dopravních kongescí.

Do inteligentních dopravních systémů patří prvky a zařízení na dopravní cestě, řídicí a informační systémy, komunikační prostředí a vozidlové systémy, tzv. inteligentní vozidla. V této diplomové práci řeším problematiku výše zmíněných částí ITS mimo vozidlových systémů. Vývojové trendy v oblasti inteligentních vozidel jsou na velmi vysoké úrovni. Budoucí vývoj plně automatizace řízení automobilu, který se již nyní technicky plánuje, je hudbou budoucnosti. Technicky to samozřejmě možné je, ale než

dojde k výměně všech vozidel za modernější kusy, to jistě pár let trvat bude. Proto se v práci zaměřuji převážně na prvky ITS na dopravní infrastrukturu a jejich propojení v inteligentní systémy řízení.

Důležitost dopravní telematiky dokazuje počín Fakulty dopravy ČVUT, která v akademickém roce 2009/2010 otevřela nový studijní obor „Inteligentní dopravní systémy“.

2. Přehled řešené problematiky

2.1. Doprava

Doprava je v současné době velmi důležitou součástí našeho každodenního života. Využíváme různé druhy dopravních prostředků s cílem dostat se co nejrychleji do daného cíle (MDČR, 2013).

Doprava je obecně definována jako činnost, která je spojena s cílevědomým přemísťováním různého množství osob a hmotných statků v časových a prostorových souvislostech při využívání různých dopravních prostředků a technologií (Zelený & Peřina, 2000).

Small a Verhoef ve své publikaci definují dopravu jako zásadní ekonomickou aktivitu, protože k téměř všem činnostem je třeba přepravy (Small & Verhoef, 2007).

Rozvoj dopravy lze historicky datovat do 4 základních období. První období je charakterizováno rozvojem říční a pobřežní dopravy mezi 11. – 16. stoletím. Propojovala severní Evropu se středozevní oblastí díky vnitrozemským řekám a příbřežním plavbám po moři. Další období je časově vymezeno do 16. – 18. století, kdy se rozvíjela námořní plavba po otevřeném moři. To umožnilo spojení Evropy s pobřežními oblastmi Afriky, Indie a s jihovýchodní Asií. Třetí období se datuje mezi začátkem 19. století a polovinou 20. století, kdy se integrovala námořní, říční a vnitrozemská železniční infrastruktura, k jejímuž prudkému rozmachu dochází právě v tomto období. Dopravní sektor představoval především hromadnou přepravu substrátů a osob na velké vzdálenosti. Poslední období sahá od poloviny 20. století až do současnosti, kdy se rozmáhá všeoborová doprava, které dominuje silniční a letecká doprava.

Silniční doprava roste rychleji, než je tomu u ostatních druhů dopravy. Kapacita silniční infrastruktury je na mnoha místech na hranici vytížení, zvláště v oblastech s velkou koncentrací obyvatelstva a ekonomických aktivit. Významným aspektem je i fakt, že růst silniční dopravy představuje i významnou ekologickou zátěž pro životní prostředí (Toušek, 2009).

Subjekty dopravního sektoru

Dopravu v zásadě ovlivňují 4 základní skupiny subjektů. Konkrétně se jedná o:

- přímé uživatele dopravy,
- operátory dopravy,
- vládu
- infrastrukturní agentury.

První skupinu tvoří přímí uživatelé, tedy cestující a přepravci, kteří prostřednictvím dopravy uspokojují své potřeby nákupem přepravních služeb nebo své potřeby zajišťují přímo svými vlastními dopravními prostředky. Z ekonomického hlediska jsou to právě přepravci a cestující, kteří určují poptávku po přepravních službách a tím i působí na vývoj nabídky. Stejně tak právě tato skupina subjektů ovlivňuje nejvíce dopravní situace. Na dopravu působí i podnikatelské subjekty, které nabízejí uživatelům dopravy své služby, díky nimž zabezpečují a usměrňují dopravně-přepravní proces. Do této skupiny patří dopravní společnosti a zprostředkovatelé. Dalším subjektem dopravního sektoru je stát, který z titulu vládní výkonné moci státu prosazuje dopravní politiku jako formu hospodářské politiky státu. Vláda v rámci dopravní politiky vytváří a zabezpečuje obecné podmínky činnosti, dlouhodobé cíle rozvoje dopravy, garantuje a provádí opatření, které vyplývají z mezinárodních smluv a dohod. Poslední skupinu tvoří infrastrukturní agentury, do nichž patří organizace, které zabezpečují údržbu dopravních cest, zajišťují bezpečnost dopravního provozu či poskytují další služby pro uživatele a operátory dopravy. Infrastrukturní agentury mohou být buď vlastníky nebo správci dopravních cest či dalších zařízení na dopravních cestách (Toušek, 2009).

Dopravní pojmy

V této části budou definovány pojmy, které se týkají dopravy a jsou dále zmiňovány v práci. Jedná se o:

- dopravní infrastrukturu,
- pozemní komunikace,
- dopravní kongesce.

Dopravní infrastruktura je definovaná ve stavebním zákoně č. 183/2006 Sb. jako pozemky, stavby a s nimi související zařízení např. pozemní komunikace, dráhy, vodní cesty a letiště (Česko, 2006).

Dopravní infrastrukturu silniční dopravy České republiky tvoří dálnice a silnice o souhrnné délce necelých 56 000 km.

Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích definuje pozemní komunikace jako dopravní cestu, která je určena k užití silničním, jiným vozidlům a chodcům, včetně pevných zařízení, která jsou nutná pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti. Dle zákona se pozemní komunikace dělí na dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace.

Dálnice je pozemní komunikace, která je určena pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly, je budována bez úroňových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a má směrově oddělené jízdní pásy. Rozdělují se dle svého určení a dopravního významu na dálnice I. třídy a dálnice II. třídy. Dalším znakem dálnice je přístupnost pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost je upravena dle zvláštního předpisu.

Silnice tvoří silniční síť, veřejně přístupnou a určenou k užití silničním a jiným vozidlům a chodcům. Rozděluje se taktéž do tříd. Silnice I. třídy jsou určené pro dálkovou a mezistátní dopravu, silnice II. třídy zajišťují dopravu mezi okresy a silnice III. třídy propojují obce nebo se napojují na ostatní pozemní komunikace.

Místní komunikace je veřejně přístupná pozemní komunikace, která zajišťuje místní dopravu na území obce. Dle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení se člení na místní komunikace I. – IV. třídy.

Účelová komunikace slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků nebo ke spojení výše zmíněných nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi, popřípadě k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků.

Vlastníkem silnic a dálnic je Ministerstvo dopravy. Pro výkon správy silnic I. třídy a dálnic zřídilo správce – Ředitelství silnic a dálnic České republiky, jehož rozsah vykonávané správy je obsažen ve zřizovací listině

Dopravní kongesce je dopravní zatížení, díky kterému dochází ke zpomalení dopravy, případně až k tvorbě dopravních kolon. Dopravní kongesce je jev velmi nebezpečný a

nežádoucí. Při celosvětové rostoucí hustotě silniční dopravy se dopravní kongesce vyskytují stále častěji a ve větším rozsahu. Dopravní kongesce mají za následek velmi negativní příčiny, zejména prodloužení dopravních časů, možnost vzniku nebezpečných dopravních nehod, závažný nárůst ekologického zatížení okolí, vzrůst ekonomické náročnosti dopravy, fyzické a psychické zátěže účastníků dopravy (Česko, Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích, 1997).

Doprava a budoucí vývoj

Doprava a mobilita v budoucím vývoji poroste navzdory všem snahám po alternativách. Rozvoj dopravy vyvolává nové požadavky na plánování cesty, kdy nejkratší možná trasa bude nahrazena pravidlem volby takové trasy, která bude nejvíce průchodná a bude nabízet kapacitu k použití. Bude nutné, aby řidiči měli dobré znalosti práce s počítačem a elektronikou vůbec. Protože právě inteligentní dopravní systémy budou zpracovávat zatížení jednotlivých komunikací v konkrétních místech, vypočítávat optimální trasu a cestovní dobu a eliminovat dopravní špičky a kongesce na trase.

Řidič bude muset mít znalosti charakteristiky dopravního proudu, aby nepřispíval k vytváření negativních dopravních situací.

Moderní technologie v infrastruktuře způsobují, že dopravní prostředky jsou stále méně závislé na rozhodování řidičů, ale jsou řízeny především technickými zařízeními (Schmeidler, 2010).

2.2. Inteligentní dopravní systémy

Se vzrůstající přepravou vznikají mnohé problémy. V publikaci Ministerstva dopravy – Inteligentní dopravní systémy v České republice jsou jako dopravní potíže uvedeny např. kongesce a nehody na silnicích, znečišťování životního prostředí či zpoždění veřejné dopravy. Ve svém důsledku tato negativa působí i na ekonomický rozvoj jednotlivých zemí. Dopravní problematiku členských zemí řeší Evropská komise, která podporuje zavádění inteligentních dopravních systémů a služeb (ITS) pro všechny druhy dopravy s cílem zvýšit efektivitu a hlavně bezpečnost dopravy na transevropské dopravní síti TEN-T. Česká republika tuto aktivitu podporuje velmi intenzivně a snaží se aplikovat ITS do dynamicky se rozvíjejícího dopravního trhu (MDČR, 2005).

2.2.1. Historie ITS

Základem vzniku inteligentních dopravních systémů byly 3 základní teze:

- poskytovat globální informace a vědomosti účastníkům provozu a řídicím centřům,
- zlepšovat styl života a zvyšovat účinnost ekonomiky,
- zvyšovat bezpečnost provozu a hlavně ekologie.

Počátky ITS se datují do 60. a 70. let 20. století, kdy se téměř současně v USA, Japonsku a v Evropě začaly ověřovat dopravní systémy vyšší úrovně. V roce 1973 vznikl v Japonsku první projekt s názvem CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control System), který dynamicky řídil provoz na komunikacích (Příbyl & Svítek, 2001).

Projekt CACS

Japonsko mělo enormní zájem na budování a rozvoj ITS, neboť hustota jeho obyvatelstva na km² je téměř 12x větší než např. v USA. Prostřednictvím projektu CACS chtěli Japonci vyřešit dlouhodobé problémy s dopravními zácpami a dalších důsledků navázané na dopravní potíže. Projekt byl spuštěn v Tokiu na ploše kolem 30 km² (Kalašová, 2012).

CACS využíval jednoduchý displej, který byl umístěn ve vozidle, komunikace probíhala oboustranně s řídicím centrem díky soustavě radiomajáků, které byly

rozmístěny podél komunikace. Řidič zadal cíl cesty a centrální počítač mu optimalizoval trasu podle aktuální dopravní situace (Příbyl & Svítek, 2001).

Na základě úspěšnosti tohoto projektu byla v roce 1979 založena Asociace elektronické technologie pro automobilovou dopravu a řízení, jejímž hlavním cílem bylo propagovat projekt CACS a rozšiřovat zavedení informačních systémů. Současně s Japonskem v USA spustili obdobný projekt ERGS a v Evropě projekt ALI, který byl testován na německých dálnicích koncem 70. let (Kalašová, 2012).

Rozvoj elektroniky a komunikační techniky

Rozvojem elektroniky a komunikační techniky lze stanovit další etapu vývoje ITS. Nové úsilí výzkumu a vývoje výrazně zlepšilo podmínky pro technologické reformy. V 90. letech byly realizovány významné pilotní projekty, v Evropě DRIVE, ROMANSE, PROMETHEUS, v Japonsku UTMS (Universal Traffic Management Systems), ASV (Advanced Safety Vehicle), ARTS (Advanced Road telematics in the Southwest) a v USA MOBILITY 2000 a IVHS (Intelligent Vehicles Highway Systems). Po vyhodnocení všech projektů byly na celosvětové úrovni prokazatelné praktické výsledky zavedení ITS.

Na zasedání evropské konference ministrů dopravy v Berlíně v roce 1997 se dospělo k závěru, že je nezbytné vytvořit politické fórum pro rozvoj integrovaného dopravního systému v celé Evropě (Příbyl & Svítek, 2001).

2.2.2. Definice a vymezení ITS

Již v úvodu jsem zmiňovala inteligentní dopravní systémy pod zkratkou ITS. Pod touto zkratkou se označují dopravní inteligentní systémy především v USA a Japonsku, zatímco v Evropě se převážně používá pojmu dopravní telematika.

Dopravní telematika proto, že se jedná o propojení dvou oborů – Telekomunikace a Informatika. Lze ji tedy definovat jako propojení informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, bezpečnost a psychická pohoda cestujících (Příbyl & Svítek, 2001).

Strategický dokument dopravní telematiky pro Českou republiku popisuje ITS jako dopravně-telematické systémy, jejichž aplikace jsou obvykle kombinací inteligentního vozidla, inteligentní infrastruktury a dopravních služeb. Podstatu ITS vidí v tom, že jsou sestaveny z částí, které jsou schopny sbírat data o stavu určitého vozidla či zařízení a následně je zasílají do řídicí jednotky nebo operátorovi.

ITS zahrnují široké spektrum aplikací, subsystémů a systémů, které poskytují velké množství služeb. V prvopočátku byly chápány ve velmi úzkém pojetí, spíše jako lepší výbava automobilů nebo jako specificky zaměřené aplikace. V minulosti nebyly systémy dostatečně propojené a technická koordinace systémů byla problémová. Postupem doby vznikla nutnost systémy propojovat, proto se nedá ITS chápat pouze jako jednotlivá aplikace, ale jako komplexní rozsáhlý systém (MDČR, 2005).

Inteligentní dopravní systémy (ITS) jsou nejvýznamnějším řešením rostoucí světové mobility. Obecně je lze charakterizovat jako systémy pro řízení a usměrňování dopravy, které zajišťují bezpečnost a plynulost dopravy. Nabízejí různorodá dopravní opatření pro vzniklé dopravní situace. Hlavním účelem aplikací ITS je rozšíření kapacity vozovky a umožnění rychlejšího průjezdu vozidel (Kanninen, 1996).

Telematické systémy se snaží o zlepšení dopravy v kontextu bezpečnosti, udržitelnosti dopravy. Dále mají za cíl snižovat vzniklé náklady z hlediska času, peněz, energie a dopadu na životní prostředí. K naplnění výše uvedených snah je nutná včasná aktualizace všech dopravních informací. Toho je dosaženo rozmístěnými senzory, které získávají údaje o jednotlivých účastnících dopravy a jejich činnostech (Fernandez-Isabel & Fuentes-Fernandez, 2015).

S dopravními kongescemi, které řeší ITS, souvisí i hodnota času, kterou lze z ekonomického hlediska změřit. Právě tato veličina je klíčovým parametrem pro analýzu nákladů a přínosů v projektech dopravy. Závisí na mnoha aspektech např. na účelu cesty, demografických a socioekonomických charakteristik, denní době či na celkové době trvání cesty (Small & Verhoef, 2007).

Gattuso, Cassone, Pellicano ve svém příspěvku charakterizují inteligentní dopravní systémy jako aplikace s komunikační, počítačovou a řídicí technologií. Hlavní prioritou ITS je zajišťování mobility a uspokojování poptávky v silně konkurenčních trzích (Gattuso, Cassone, & Pellicano, 2014).

Aplikace ITS sebou přináší významné přínosy, zejména se jedná o:

- zvýšení kapacity silničních sítí o 20 – 25 %,
- zvýšení bezpečnosti na komunikacích,
- snížení počtu dopravních nehod,
- snížení doby jízdy,
- snížení spotřeby energie,
- zlepšení kvality životního prostředí,
- zlepšení komfortu cestování (Małecki, Iwan, & Kijewska, 2014).

2.2.3. Legislativa ITS

Definovat ITS v právním řádu je nezbytné z důvodu vytváření zdrojů financování a pro následné financování konkrétních investičních akcí z veřejných rozpočtů. Pravidla pro uplatnění inteligentních dopravních systémů musí být tedy podpořena legislativními normami. Našemu veřejnému sektoru plynou závazky z právního rámce Evropského společenství a mezinárodních závazků. Ty jsou upraveny ve strategických dokumentech schválených vládou, v zákonech a jejich prováděcích vyhláškách (MDČR, 2005).

Evropské legislativní dokumenty

V rámci Evropy byly vypracovány a schváleny zásadní dokumenty, které využívaly aplikace globálního navigačního systému a zavádění ITS.

V roce 2001 Evropská komise vydala Doporučení o vypracování právních a obchodních rámcových podmínek pro účast soukromého sektoru na rozšiřování telematických dopravních a cestovních informačních služeb v Evropě. Komise v tomto dokumentu apeluje na členské státy, aby vypracovaly příslušné právní a obchodní podmínky pro účast soukromého sektoru při rozšiřování ITS v Evropě. Cílem je podpoření obchodní rozšiřování cestovních služeb s přidanou hodnotou a zlepšit existující a plánované zdroje veřejných cestovních služeb – cestovní zprávy vysílané rozhlasem, po internetu nebo telefonních linkách pro dotazy. Dále je v dokumentu definován regulační rámec pro dopravní a cestovní služby, dopravní a cestovní údaje, na které se vztahuje vlastnické právo. Členské státy jsou vyzývány, aby v časovém horizontu 2 let ode dne zveřejnění tohoto doporučení v Úředním věstníku Evropských společenství podaly Komisi zprávu o pokroku v budování vnitrostátních rámcových podmínek pro dopravní a cestovní informační služby (Evropská komise, 2001).

Dalším důležitým dokumentem je Konkurenční automobilový regulační systém pro 21. století CARS 21. Skupina CARS 21 byla jednou z prvních sektorových iniciativ zaváděných Komisí. Byla utvořena dne 13. ledna 2005 s hlavním cílem zaměřit se na hlavní oblasti evropské politiky, které mají vliv na konkurenceschopnost evropského automobilového průmyslu. Důležitá témata regulačního systému byla především lepší regulace v automobilovém průmyslu, životní prostředí, bezpečnost silničního provozu, obchod, výzkum a vývoj, daňové a fiskální pobídky, duševní vlastnictví – ochrana návrhu a hospodářská soutěž a přístup k technickým bromacím pro nezávislé provozovatele (CARS 21, 2005).

V roce 2006 přišlo Sdělení Evropské komise Evropské radě, Evropskému parlamentu, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů o iniciativě Inteligentní automobil: „Zvyšování povědomí o informačních a komunikačních technologiích pro promyšlenější, bezpečnější a čistší vozidla. Jednalo se o potřebu řešit společenské problémy, které byly spjaté s dopravou a se zlepšením zavádění informačních a komunikačních technologií. Sdělení představilo, iniciativu Inteligentní automobil, jako politický rámec pro akce v dané oblasti. Obsahuje 3 pilíře, fórum eSafety, výzkumný program v oblasti informačních a komunikačních technologií a akcí na zvyšování povědomí. Hlavní řešenou problematikou byla moderní společnost závislá na mobilitě. Zaměřovali se i na její negativní důsledky – ucpávání silničních sítí, městských oblastí, škodlivé vlivy na zdraví i na životní prostředí, plýtvání energií, a nehodovost s tragickými následky. Velmi zajímavá část Sdělení je statistika, kdy dopravní zácpy v EU stály 50 miliard EUR ročně, což představuje 0,5 % HDP Společenství. Budoucí vývoj předpokládá, že se finanční zatížení do roku 2010 může vyšplhat až na 1 % HDP EU. Dokument uvádí, že 10 % silniční sítě se denně potýká s dopravními zácpami. Dále z výše zmíněného Sdělení musím zmínit definovaný potenciál inteligentních systémů, které mohou být řidičům nápomocny při řízení a mohou tak předcházet či zabraňovat nehodám, pomohou vyhnout se dopravním zácpám díky informacím o silniční síti a rovněž mohou optimalizovat trasu a tím i částečně výkon motoru. Konkrétní případy uvádí ze studie SeiSS9, která na základě odhadu předpokládá, že pokud by do roku 2010 byla všechna vozidla vybavena systémem eCall, což je tísňové volání automaticky iniciované vozidlem v případě nehody, bylo by možné v EU dosáhnout snížení počtu úmrtí v řádu 5 – 15 % a uspořit tak až 22 miliard EUR. Stejný systém by mohl snížit časové ztráty v dopravních zácpách o 10 – 20 %,

čímž lze uspořit další prostředky až ve výši 4 miliardy EUR. Studie taktéž předpokládá další možnost jak zabránit nehodám a to v adaptivním tempomatu. Jedná se o systém, který řídí rychlost v podélném směru a brání tak nárazu zezadu. Pokud by jím byla vybavena pouhá 3 % vozidel, mohlo by se zabránit až 4 000 nehodám. Dalším doporučujícím projektem je AWAKE, který vyvinul systém hlídání bdělosti řidiče a upozorňuje tak řidiče v případě únavy. Dle prognóz může zamezit až 30 % smrtelných nehod na dálnicích a rychlostních silnicích a 9 % všech smrtelných nehod. Je tedy patrné, že díky inteligentním systémům pro vozidla můžeme výrazně pomoci řešit stávající problémy v dopravě. Smutným faktem však zůstává, že výše uvedenými systémy jsou vybavovány především v luxusní automobily, které představují jen malé procento automobilového trhu (Evropská komise, 2006).

Rok 2007 přinesl další Sdělení Evropské komise Evropské radě, Evropskému parlamentu, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů k celoevropsky bezpečnější, čistší a účinnější mobilitě. Konkrétně se jednalo o První zprávu o iniciativě Inteligentní automobil. Zpráva navazuje na předchozí Sdělení a poukazuje na pokroky, kterých bylo dosaženo a navrhuje úplné zavedení výše zmíněných systémů (Evropská komise, 2007).

O rok později Evropská komise přišla s Doporučením o bezpečných a účinných informačních a komunikačních systémech ve vozidlech (Evropská komise, 2008).

Komise vydala taktéž i Rozhodnutí o harmonizovaném využívání rádiového spektra v kmitočtovém pásmu 5 875-5 905 MHz pro aplikace inteligentních dopravních systémů souvisejících s bezpečností dopravy (Evropská komise, 2008).

Klíčovým dokumentem v oblasti ITS byl v roce 2009 Akční plán zavádění inteligentních dopravních systémů v Evropě. Podstatou Akčního plánu je urychlení a zkoordinování zavádění ITS v silniční dopravě, neboť zahrnuje opatření jak daného cíle dosáhnout. Plán slučuje a doplňuje různé činnosti, které byly podporované v minulosti na úrovni EU. Na úrovni jednotlivých členských států bude v rámci tohoto přístupu možné v plné míře těžit z pokračující práce a úspěšného zavádění nových aplikací. Tato součinnost je nejlepším předpokladem k tomu, aby ITS pomohly k dosažení udržitelnější mobility v Evropě (Evropská komise, 2009).

Další dokument k rozvoji ITS v Evropě v roce 2010 bylo Sdělení Evropské komise Evropské radě, Evropskému parlamentu, Evropskému hospodářskému a sociálnímu

výboru a Výboru regionů o Akčním plánu pro aplikace globálního družicového navigačního systému (GNSS). Struktura GNSS se liší převážně v technických detailech, rozděluje se na tři základní složky – kosmické, řídicí a uživatelské segmenty (Evropská komise, 2010).

Evropský civilní navigační systém se nazývá GALILEO a byl vyvinut v roce 2001. Navazuje na ruský vojenský systém GLONASS a americký vojenský navigační systém GPS, někdy označován jako NAVSTAR. Má největší přínos především v dopravě, ale využívá se i v dalších oblastech, kde je třeba zvyšovat bezpečnost, přesnost a pohodlí, tedy např. v zemědělství, stavebnictví, energetickém průmyslu atd. Prvotní spuštění GALILEA bylo plánované od roku 2010, v současné době je však nejbližší rok spuštění rok 2018, protože se zatím nepodařilo dostat na oběžnou dráhu všechny satelity. GALILEO tvoří 27 operačních družic a 3 záložní, které obíhají ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země ve výšce 23 222 km. První družice startovala v roce 2005. Velký počet družic zajišťuje spolehlivou funkci systému a umožňuje každému držiteli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu (Ústav automatizace a měřicí techniky, 2010).

Cíle akčního plánu se prolínají až do období po roce 2020, ale Sdělení Komise se zaměřuje na období 2010 – 2013. V první části dokumentu je preferováno zaměřit se na využívání systému EGNOS, což je evropský družicový systém, který otevírá cestu systému GALILEO. EGNOS je ve správě Evropské kosmické agentury, skládá se z 3 geostacionárních družic a 40 pozemních stanic, které jsou rozmístěny po Evropě a severní Africe. Doplnuje globální systém pro určování polohy, který je civilnímu použití zpřístupněn od roku 2000. Zlepšené družicové navigační signály jsou dostupné po celé Evropě zdarma a jsou desetkrát přesnější než GPS. Další významnou výhodou je i integrita, tedy správnost informací, jež systém poskytuje. EGNOS a GPS posilují infrastrukturu, díky níž vzniká celosvětový trh s výrobky a službami využívající GNSS. Využívají se především údaje o poloze a čase, očekává se i další rozvoj systému prostřednictvím zavedení ověřování pravosti a šifrování signálů. Dle odborníků lze předpovědět, že 75 % trhu z hlediska objemu budou představovat výrobky a služby související s mobilními telekomunikacemi, 20 % inteligentní silniční dopravní systémy a zbývajících 5 % ostatní oblasti využití. Budoucí verze Akčního plánu se však budou stále více věnovat využívání systému GALILEO (Evropská komise, 2010).

V témže roce byla pro danou problematiku vydána další směrnice – Směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/40/EU ze dne 7. července 2010 o rámci pro zavedení inteligentních dopravních systémů v oblasti silniční dopravy a pro rozhraní s jinými druhy dopravy. Byla vydána jako reakce na hlavní problémy silniční dopravy s cílem rozšíření stávající silniční dopravní infrastruktury s významnou úlohou inovací. Inovativní služby, jak již z názvu Směrnice vypovídá, jsou Inteligentní dopravní systémy, umožňující různým uživatelům lepší informovanost. Poskytují i bezpečnější, koordinovanější a rozumnější používání dopravních sítí. Směrnice stanovuje rámec na podporu zavádění a využívání ITS v Unii a také definuje specifikace pro akce v rámci prioritních oblastí (Evropský parlament, 2010).

Posledním významným evropským dokumentem pro zavádění ITS je Stanovisko Evropského inspektora ochrany údajů ke sdělení Evropské komise o akčním plánu zavádění inteligentních dopravních systémů v Evropě a k souvisejícímu návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se stanoví rámec pro zavedení inteligentních dopravních systémů v silniční dopravě v Evropě. Stanovisko navazuje na předchozí Směrnici a určuje za nejdůležitější ochranu soukromí a údajů již od počáteční fáze při tvorbě aplikací a systémů ITS (Evropský inspektor ochrany údajů, 2010).

České legislativní dokumenty ITS

Oblast dopravní telematiky je na evropské úrovni koordinována společností ERTICO, pod níž spadají významné subjekty z celého evropského prostoru. Díky různorodým specifikacím každé země vznikají i národní sdružení, která sledují koncepce dopravní telematiky dané země, protože pouze vzájemnou koordinací a konsensem mezi všemi zúčastněnými stranami lze docílit fungujícího telematického systému. V České republice je oblast dopravní telematiky zahrnuta v kompetencích Sdružení pro dopravní telematiku (SDT), kde jsou detailně diskutovány jednotlivé komponenty architektury dopravní telematiky (Příbyl & Svítek, 2001).

Pro Českou republiku je podporování ITS velmi důležité. Díky strategické poloze ve střední Evropě se nabízí snadné spojení s významnými evropskými centry a je tedy nutností zajistit komfortní, ale hlavně i bezpečný pohyb po těchto cestách. Proto je nutné přizpůsobit dopravní infrastrukturu na našem území zahrnout ITS do naší legislativy.

Inteligentní dopravní systém je přesně definován v zákoně č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích – v části 8, §39a. V tomto paragrafu je vysvětlen pojem ITS, vztahy mezi poskytovatelem a orgány na úrovni státu i Evropské unie. Ze zákona je patrná úprava vztahů mezi poskytovateli služby ITS a danými orgány tak, že dotyčný poskytovatel služby je povinen užívat pouze prostředky a technické vybavení, které je v souladu se specifikacemi stanovené Evropskou komisí, zároveň jsou i uveřejněny v Úředním věstníku Evropské unie. Pokud je tato podmínka splněna, je v zákoně uvedena další část a to způsob užívání způsobem odpovídajícím daným specifikacím. V případě porušení uvedených závazků nebo v případě podezření na jejich porušování má kontrolní orgán, Ministerstvo dopravy, možnost uložit ochranná opatření dle zvláštního právního předpisu (Česko, Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích, 1997).

Předním dokumentem, který ovlivňuje veškeré činnosti v oblasti dopravy, je Dopravní politika České republiky vypracovaná Ministerstvem dopravy, aktuálně pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050. Zde je stanoveno, že pro oblast telematiky a moderní technologie, tedy pro oblast ITS v oblasti silniční dopravy a pro rozhraní s jinými druhy dopravy, bude připraven Akční plán zavádění inteligentních dopravních systémů v ČR pro období 2014 – 2018. Uvádí se tu, že se nebude brát v úvahu pouze silniční doprava, ale plán se bude zabývat i dopravou ve městech, veřejnou osobní dopravou a dopravou železniční. Gestorem tohoto plánu je Ministerstvo dopravy ve spolupráci s kraji, statutárními městy, dopravní policií, záchrannými složkami, dopravními i logistickými společnostmi a příslušnými profesními organizacemi (MDČR, 2013).

Akční plán rozvoje ITS v ČR, navrhovaný ministrem dopravy Danem Ťokem, byl schválen 15. dubna 2015 vládou České republiky. Došlo zde k časové úpravě a to do roku 2020 s výhledem do roku 2050. První fáze přípravy akčního plánu ITS probíhala dle plánu, který stanovila Koordinační rada ministra dopravy pro ITS (KR-ITS), ta byla založena v roce 2010 a zajišťovala dostatečnou koordinaci a provázání kroků při rozvoji ITS na vnitrozoborční i mezirezortní úrovni. Jako hlavní cíle si stanovili budovat nové, ale hlavně optimalizovat stávající systémy ITS a zlepšovat využívání a sdílení dat v rámci jednotlivých aplikací. V přípravné fázi se zjišťoval skutečný stav poskytovaných služeb ITS díky zkušenostem koncových uživatelů, kteří systémy ITS užívali. Následně pracovní skupiny navrhly vizi a priority příslušné oblasti v rámci rozvoje ITS.

Na první fázi navázala na podzim roku 2014 fáze druhá. Zaměřila se na vytvoření vlastního dokumentu akčního plánu ITS. Vznikaly pracovní verze, které byly upravovány a zpřesňovány dle výsledků pravidelných pracovních porad s jednotlivými zainteresovanými útvary.

Do vytváření Akčního plánu ITS se zapojily kromě státních úřadů, dopravních společností, správců dopravní infrastruktury, profesních a výzkumných organizací a univerzit také koncoví uživatelé prostřednictvím zájmových a občanských sdružení (MDČR, 2015).

2.2.4. Kategorizace ITS

Inteligentní dopravní služby lze rozdělit do několika oblastí, zejména na služby pro:

- cestující a řidiče,
- správce infrastruktury,
- dopravce,
- veřejnou správu,
- bezpečnostní, záchranný a krizový systém.

Propojením těchto dílčích subsystémů dopravní telematiky vzniká informační nadstavba nad dopravou (Příbyl, 2005).

Nástroje dopravní analýzy hrají velkou roli při posuzování ITS. Umožňují vyhodnocovat a podporovat různé varianty plánovaných a realizovaných alternativ řešení. Slouží i k posuzování kvality dopravy a účinně se podílí na vyhodnocování bezpečnosti dopravy a hledání řešení pro její zvýšení. Mezi elementární nástroje dopravní analýzy patří Sketch plánovací nástroje, Travel demand modely, Analyticko/deterministické nástroje, Optimalizační nástroje, Makroskopické nástroje, Mesoskopické modely a Mikroskopické modely. Sketch nástroje jsou nejjednodušší a nejlevnější nástroje dopravní analýzy, jedná se o odhady, jejichž vypovídací schopnost je omezená a používají se v prvotních fázích projektů. Travel demand modely slouží k odhadům objemu dopravy a změn při dopravních opatření. Analyticko/deterministické nástroje se využívají zejména v USA, jde o vzorce a tabulky, které popisují reálné chování dopravy. Optimalizační nástroje jsou založeny na optimalizačních matematických technikách a slouží k hledání optimálního nastavení signálních plánů křižovatek a dopravních tahů tak, aby se maximalizovala propustnost sítě a

minimalizoval počet zastavení a celková doba stání. Makroskopické modely pracují s charakteristikami dopravního proudu, zatímco mikroskopické modely řeší charakteristiky individuálních vozidel. Kombinace těchto modelů pak tvoří podstatu Mesoskopických modelů (Příbyl, 2007).

2.2.5. Architektura silniční telematiky

V České republice je vytvořena národní ITS architektura. Reflektuje několik odlišných pohledů na sledovaný systém a je následně strukturována:

- referenční architektura,
- funkční architektura,
- informační architektura,
- fyzická architektura,
- komunikační architektura,
- organizační architektura.

Referenční architektura definuje hlavní rozhraní inteligentního dopravního systému.

Funkční architektura vychází z potřeb uživatelů dopravní telematiky a stanovuje priority aplikací a rozvojové trendy. Hlavním cílem je objektivizovat zájmy a hledat kompromisní řešení, díky nimž lze zlepšit mobilitu obyvatel i zboží.

Informační architektura definuje informační vazby mezi funkcemi a koncovými prvky dopravní telematiky, konkrétně jednotlivé procesy, z nichž se skládají telematické aplikace.

Fyzická architektura charakterizuje fyzické subsystémy a moduly v souvislosti s požadavky uživatele, legislativních pravidel, organizační struktury apod.,

Komunikační architektura definuje požadavky na hardware a software informačních a telekomunikačních technologií a jejich optimalizace. Telekomunikační infrastruktura je hodnocena dle daných parametrů, mezi které patří přesnost, spolehlivost, dostupnost, spojitost, integrita a bezpečnost systému.

Organizační architektura souvisí s koncepcí telematického systému, dohromady ruku v ruce provádí aktivní dopravní politiku (Zelinka & Svítek, 2009).

Hierarchická struktura dopravní telematiky

Jednotlivé aplikace dopravní telematiky se dělí do 5 vrstev telematického systému. První vrstvu, nejnižší úroveň systému, tvoří detektory a aktory, díky kterým dochází ke sběru statických a dynamických dat o dopravní cestě, dopravních prostředcích a dopravních terminálech.

Informace o dopravní cestě se týkají především intenzity, hustoty provozu, rychlosti dopravních prostředků a aktuálních metoodat. Do dat o dopravních prostředcích je zahrnuto např. automatické hlášení nehod, monitoring kradených vozidel, sledování nebezpečných nákladů atd. Dopravní terminály obstarávají data např. z parkovišť, kde zaznamenávají obsazenost a kapacitu, dále mohou přinášet informace i o stavu logistických center. Dále do této vrstvy patří i aktuální stav či změna aktorů.

Druhá vrstva dopravního telematického systému zahrnuje oblastní řídicí systémy, zejména oblastní dopravní ústředny měst, řídicí ústředny tunelů a řízení dílčích dálničních úseků. V oblasti veřejné dopravy jde o systémy řízení autobusové a tramvajové dopravy či řídicí systémy metra atd.

Další vrstva zahrnuje řízení velkých dopravních celků. V silniční dopravě jsou to hlavní dopravní ústředny měst, řízení dálničních sítí, řízení tunelů.

Nejvyšším článkem jednotlivých druhů dopravy na národní úrovni je čtvrtá vrstva, která je začleněna do státního informačního systému České republiky. Tato vrstva prosazuje dopravní politiku na národní a regionální úrovni, integruje politické, sociální a ekonomické plánování dopravy pro všechny zainteresované subjekty.

Poslední vrstvu představuje evropská dopravní politika. Na základě získávání dat z jednotlivých regionů je v této vrstvě rozhodováno o dotacích do dopravy na úrovni Evropské unie (Příbyl, 2000).

Technické subsystémy

Aplikace telematických systémů může být úspěšná, pokud je vytvořena infrastruktura, jejíž součástí jsou aktory a senzory. Aktory působí na účastníky silničního provozu a ovlivňují jejich chování, zatímco senzory jsou důležité k měření dopravních, povětrnostních a jiných parametrů, které ovlivňují dopravní situace na komunikacích.

Technické subsystemy jsou i informační technologie a komunikační prostředí. Do skupiny aktorů patří:

- světelná návěstidla,
- proměnné dopravní značky,
- informační tabule.

Se světelnými návěstidly se lze běžně setkat, slouží k regulaci dopravního proudu pomocí červeného signálu Stůj. V Evropě se používají energeticky výhodné 10 V zdroje. V současné době se však rozšiřují návěstidla s LED diodami, jejichž nevýhodou však stále zůstává vyšší pořizovací cena.

Proměnné dopravní značky usměrňují a řídí dopravu na pozemních komunikacích a informují účastníky silničního provozu v reálném čase. Jsou děleny na světlo reflexní a světlo emitující proměnné značky, bývají polepeny reflexní fólií a jsou často osvětlovány vnějším zdrojem.

Informační tabule pomáhají informovat řidiče prostřednictvím jednoduchých piktogramů nebo pomocí alfanumerických znaků.

Dopravní senzory jsou například:

- dopravní detektory,
- videodetekční systémy,
- ekologický monitoring.

Dopravní detektory jsou základem pro aplikování dopravní telematiky. Existuje jich velké množství a rozdělují se dle fyzikálních principů např. elektromagnetické, infra detektory, optické či mikrovlnné detektory.

Základem pro úspěšné monitorování dopravy jsou videodetekční systémy. Rozpoznávají obraz a umožňují tím situovat do zorného pole kamery dané detektory, např. rychlostní detektory či detektory směru jízdy. Současně mohou rozpoznat i porušování pravidel silničního provozu a tím být nápomocny při řešení dopravních situacích.

Ekologický monitoring představuje v telematických systémech měření např. koncentrace škodlivin či měření povětrnostních podmínek.

Do komunikační infrastruktury patří rozhlasové vysílání RDS-TMC, dále multimediální přenosy, GSM přenosy, spojení krátkého dosahu DSRC a digitální vysokofrekvenční přenosové sítě.

Poslední kategorii technických subsystémů tvoří informační technologie, za níž je považován zejména hardware a software. Hardware, jakožto fyzická vrstva informačních technologií zahrnuje např. hardwarová řešení používaných počítačů, dopravních řadičů, řídicích ústředí, fyzické řešení databází atd. Software, jsou technické prostředky, které slouží ke sběru statických a dynamických informací, např. operační systémy, systémy správy databází aj. (Příbyl & Svítek, 2001).

Telematické subsystémy pro řízení procesů

Telematika nachází velké uplatnění především v řízení dálničních a městských dopravních sítích. V silniční dopravě zajišťuje efektivní zpracování dopravních informací:

- management silnic a dálnic,
- dopravní management měst.

Management silnic a dálnic

Prvky ITS u nás bývají nejčastěji instalovány na silnicích I. třídy a na dálnicích. Jedná se o liniové objekty s jedním vstupem a výstupem pro jejichž řízení platí jiná pravidla než pro řízení dopravních sítí. Vzhledem k tomu, že se zde pohybují vozidla značně vyšší rychlostí, jsou na těchto komunikacích aplikovány telematické systémy pro zvýšení bezpečnosti řidičů. Dopravní management dálnic využívá ITS i pro zvýšení plynulosti jízdy.

Mezi automatizované systémy pro zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích patří např. informování o překážkách provozu a povětrnostních podmínkách, eliminace mikrospánku nebo automatická identifikace nehod a kongescí.

Dle odborných studií lze určit problémová místa pro vznik dopravních kongescí. Vznikají na přístupových komunikacích do měst, vjezdech na dálnice, v lokalitách placení mýtného a na vjezdech do tunelů, kde dochází k redukování jízdních pruhů a rychlosti vozidel. Použitím inteligentních dopravních systémů lze zvýšit plynulost komunikací a významně snižovat počet dopravních nehod.

V České republice je na stěžejních komunikacích aplikován systém liniového řízení dopravy, testuje se i mobilní liniové řízení, který výše zmíněnou problematiku odstraňuje.

Další možné telematické aplikace pro optimální řízení dopravního proudu jsou informační a navigační systémy. V současné době se hojně využívá navigačních systémů instalovaných přímo v automobilu, ale i prostřednictvím chytrých mobilních aplikací, které jsou automaticky aktualizované. S mobilními telefony souvisí i dopravní služby díky komunikaci GSM – SMS.

Nejrozsáhlejším telematickým systémem na našich dálnicích je elektronická platba mýtného. Režim výběru elektronického mýtného je podrobněji analyzován v praktické části (Příbyl, 2000).

Dopravní management měst

Městské aglomerace jsou mimo jiné charakteristické soustředěním velkého množství vozidel do omezeného prostoru. Problémem je, že nelze extenzivně zvyšovat rozsah komunikací. Díky efektivnímu využití prostředků dopravní telematiky lze lépe využívat komunikace jak pro individuální automobilovou dopravu, tak i pro veřejnou hromadnou dopravu. Úspěšný dopravní management měst díky prostředkům dopravní telematiky integruje řídicí subsystémy.

Řízení dopravních oblastí je možné realizovat dvěma způsoby - centralizovaným a decentralizovaným řídicím systémem. Základním prvkem řízení dopravního uzlu, tedy křižovatky, je dopravní řadič.

Centralizovaná inteligence řízení vyhodnocuje všechny detektory v oblasti. Tento způsob řízení je technicky a ekonomicky náročný. U decentralizovaného řízení dopravní uzel reaguje na aktuální situaci dopravy. Řídicí počítač funguje jako koordinátor jednotlivých uzlů sítě. Princip spočívá v tom, že decentralizovaná inteligence řízení vyhodnocuje data od všech detektorů a dle momentální dopravní situace mění délky cyklu, skladbu fází i délky zelených na semaforech. Tyto systémy se uplatňují v Evropě a jsou nasazeny taktéž i v České republice.

Důležitým cílem telematických aplikací je i zatraktivnění městské hromadné dopravy pro širokou veřejnost. Toho je dosahováno zejména poskytováním dostatečných a věrohodných informací pro cestující a aktivní i pasivní preferencí MHD.

Informační a navigační systémy v městském řízení dopravy hrají důležitou roli jako u dálniční dopravní sítě. Uplatňují se, jak při snižování kongescí při jízdě ve vozidle, tak i v systému MHD, kde informují o zastávkách či zpožděních (Příbyl, 2000).

Informační systémy ovlivňují řidiče 2 způsoby – pro všechna vozidla dopravního proudu, např. pomocí informačních tabulí instalovaných vedle komunikací nebo individuálně na displej ve vozidle. Hlavním cílem je předcházet nebezpečným situacím a dát řidičům možnost včas se rozhodnout jak pokračovat v jízdě, vznikne-li dopravní kolaps. Informace jsou zaměřeny na dopravní uzávěry, kongesce, náledí a doporučení objízdných tras. Provoz těchto dopravních informačních zařízení přispívá ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na velmi zatížených dopravních sítích ve velkých městech. Úkolem navigačních systémů je přikázat či zakázat pomocí proměnných dopravních značek použití příslušné trasy. Ve městě je kladen důraz na přesměrování dopravy, změnu rychlosti dopravního proudu v případě vzniku kongesce nebo nehody. Z tohoto je tedy patrný rozdíl mezi informačními a navigačními systémy. Při navigování je řidič povinen použít danou trasu, zatímco získanou informaci o dopravní situaci řidič využít nemusí. Navádění vozidel na parkoviště je příkladem navigačního systému (Tichý, 2004).

Řízení tunelů je specifická telematická činnost. V tunelu platí rozdílné způsoby řízení dopravy, která je řízena nejen v závislosti na dopravním proudu, ale musí se brát v úvahu i stav bezpečnostního a vzduchotechnického systému. Z hlediska řízení dopravy je v tunelu možné řídit dopravu pouze omezeně, změnou rychlosti vozidel nebo přesměrováním dopravy. Využívají se k tomu proměnné značky, které jsou ovládané automaticky nebo manuálně operátorem dopravy z řídicí ústředny.

U vozidel s předností v jízdě je prioritní snahou zabezpečit jejich rychlý příjezd při vzniku dopravních nehod. Řídicí centrum integruje všechny zainteresované organizace a zároveň optimalizuje trasu vlastním naváděním vozidel, např. nastavení zelené vlny na křižovatce. Záchranné složky si také mohou sami ovládat křižovatky pomocí zařízení ve vozidle.

Doprava v klidu, tzv. statická doprava, může taktéž ovlivnit obraz dopravy ve městě. Parkovací domy a parkovací zóny jsou prostředky ITS, monitorují obsazenost parkovišť. Umožňují navádět vozidla díky informačním a navigačním systémům nejkratší cestou na cíl, což snižuje projeté kilometry. Dalším prvkem ITS jsou odstavná parkoviště Park and Ride, kdy jsou v dostatečném předstihu před příjezdem do města řidiči informováni o možnosti parkování. Na parkovištích jsou informační terminály s potřebnými informacemi a informační tabule s aktuálními informacemi o nejbližším spojení MHD (Příbyl & Svítek, 2001).

3. Cíle a metodika práce

Diplomová práce na téma „Inteligentní dopravní systémy v České republice a jejich využití“ je zaměřená na analýzu inteligentních dopravních systémů, konkrétně na silniční dopravu v České republice.

Cílem mé práce je shrnout informace a poznatky o ITS v České republice, představit jednotlivé systémy, jejich funkce a vyhodnotit jejich přínos pro silniční dopravu. Na základě vyhodnocení používaných telematických systémů navrhuji v závěrečné části prvky ITS ve vybrané městské aglomeraci, konkrétně v Českých Budějovicích.

Vypracování diplomové práce předcházelo v první řadě prostudování relevantních dostupných zdrojů vztahujících se k danému tématu. Jednalo se o odborné bibliografické zdroje, legislativní právní akty, odborné články v dopravních periodikách, odborné případové studie, webové stránky Ministerstva dopravy a dalších orgánů zastřešující dopravní telematiku v České republice.

V České republice funguje řada dodavatelských společností, které telematické aplikace poskytují. Pro analýzu inteligentních dopravních systémů jsem čerpala z portfolia nabízených služeb a jejich referencí. Jedná se o společnosti, které jsou zároveň členy Sdružení dopravní telematiky:

- Kapsch Telematic Services,
- SWARCO TRAFFIC CZ,
- NTD Group a.s.,
- CROSS Zlín,
- AŽD Praha s.r.o.,
- CAMEA, spol. s r.o.

Dále jsem využívala odborné studie, články, příručky, odbornou literaturu a jiné dokumenty zabývající se řešenou problematikou ITS v České republice.

V první části analýzy reflektuji na informační a řídicí centra, která u nás díky telematickým systémům sbírají dopravní data a následně je vyhodnocují a informují o nich příslušné subjekty a řidiče. V další části analýzy definuji vybavenost silniční infrastruktury prvky systémů ITS a konkrétní systémy řízení dopravy ITS.

V druhé části práce definuji hlavní cíle ITS a vyhodnocuji současné prvky telematického systému, které jsou využívány v České republice.

Posledním krokem mé praktické části je na základě vyhodnocení analýzy návrh aplikace prvku inteligentního dopravního systému, včetně finančního vyhodnocení.

Konkrétně navrhuji komplexní telematický systém v Českých Budějovicích. Informace jsem čerpala z osobních rozhovorů s dopravními specialisty budějovické dopravní ústředny, kteří mi pomohli provést analýzu již zavedených dopravních prvků ITS ve městě.

Ideové doporučení dalších telematických prvků jsem navrhovala na stěžejních dopravních uzlech a na nejméně frekventovaných křižovatkách v Českých Budějovicích, kde jsou časté dopravní kongesce a nehody.

Finanční odhady nákladů na pořízení telematických technologií a dalších nákladů spojených s případnou instalací jsem řešila prostřednictvím konzultací s představiteli dodavatelských firem, kteří mi poskytli přibližné odhady finančního zatížení jednotlivých prvků.

4. Praktická část

4.1. Analýza ITS v České republice

Telematické systémy jsou aplikovány i na našich silnicích a převážně na dálnicích, díky nimž nesou označení „inteligentní silnice/dálnice“. První komplexní systémy ITS se začaly používat v roce 2010 na nové dvacetikilometrové části Silničního okruhu kolem Prahy (SOKP), tzv. Pražském okruhu. Jednotlivé úseky Pražského okruhu jsou vybaveny proměnnými dopravními značeními, světelnými signály, meteostanicemi, informačními tabulemi, detektory dopravního proudu a dalšími součástmi typickými pro ITS. Pro aplikaci ITS byl vybrán Pražský okruh záměrně, jelikož se jedná o propojení dálnic ČR a taktéž je důležitou součástí velmi frekventované silniční sítě, kde denně projede 60 až 90 tisíc vozidel (Ředitelství silnic a dálnic, 2010).

Inteligentní dopravní systémy jsou taktéž využívány v městském řízení dopravy, i ve střežních úsecích obcí, převážně z důvodu zajištění bezpečnosti silničního provozu.

Pro kompletní analýzu ITS v České republice představují nejprve Jednotný dopravní informační systém a informační a řídicí centra.

4.1.1. Informační a řídicí centra

Inteligentní dopravní systémy spadají do sekce Ministerstva dopravy České republiky, které v roce 2012 zřídilo Koordinační radu ministra dopravy pro inteligentní dopravní systémy (KR-ITS), jako stálý koordinační, iniciační a poradní orgán ministra dopravy pro systémový rozvoj inteligentních dopravních systémů. Stálí členové KR-ITS jsou Ministerstvo dopravy České republiky, Ředitelství silnic a dálnic, České Dráhy, Správa železniční dopravní cesty, s. o., Řízení letového provozu České republiky, s. p., Ředitelství vodních cest České republiky, Ministerstvo vnitra, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Policie České republiky, Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky, Sdružení dopravní telematiky, Centrum dopravního výzkumu, Fakulta dopravy ČVUT v Praze, Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice, Institut geoinformatiky a Fakulta elektrotechniky a informatiky VŠB – TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, Fakulta elektrotechnická Západočeské univerzity v Plzni.

Ředitelství silnic a dálnic ČR je státní příspěvková organizace, která je zřízená Ministerstvem dopravy České republiky. Hlavním předmětem její činnosti je výkon vlastnických práv státu k nemovitostem tvořícím dálnice a silnice I. třídy, zabezpečení správy, údržby a oprav dálnic a silnic I. třídy a zabezpečení výstavby a modernizace dálnic a silnic I. třídy.

V oblasti ITS Ředitelství silnic a dálnic provozuje Jednotný dopravní informační systém pro Českou republiku (JSDI) a Národní dopravní informační centrum, které sídlí v Ostravě (NDIC) (MDČR).

Jednotný dopravní informační systém

Jednotný systém dopravních informací pro Českou republiku (JSDI) je společným projektem Ministerstva dopravy ČR, Ministerstva vnitra ČR, Ředitelství silnic a dálnic ČR a mnohých dalších zainteresovaných subjektů z celé ČR, které na projektu spolupracují.

JSDI je propojené systémové prostředí pro sběr, zpracování, sdílení, distribuci a publikaci dopravních informací a dopravních dat o aktuální dopravní situaci na pozemních komunikacích.

Hlavním cílem JSDI je informační podpora procesů pro zajištění průjezdnosti a sjízdnosti komunikací v maximu času a maximu rozsahu území České republiky a zajištění bezpečnosti a plynulosti provozu prostřednictvím inteligentních dopravních systémů (MDČR).

Národní dopravní informační centrum

NDIC je operační pracoviště, které 24 hodin denně 7 dní v týdnu zajišťuje sběr, zpracování, vyhodnocování, ověřování a publikaci dopravních informací, dat o aktuální dopravní situaci ze všech komunikací z celé České republiky. Jedná se o data a informace např. z dopravních uzavírek, kolon, nehod, požárů vozidel, aktuálního počasí a dalších problémů související s dopravní situací na komunikacích. Z NDIC získané dopravní informace putují na proměnné informační tabule, pro rozhlasové a televizní stanice, webové dopravní portály, přepravce, telekomunikační operátory aj. Celkem se jedná o přibližně 150 odběratelů. Prostřednictvím služby RDS-TMC – Radio Data

Systém – Traffic Message Channel se dopravní informace šíří nonstop pro navigační přístroje, které tuto službu poskytují. Jedná se o šíření zprávy pomocí radiového vysílání v pásmu FM. Dispečerskou činnost provádí nepřetržitě 16 pracovníků, kteří informují o dopravní situaci z celé České republiky, největší důraz je však kladen na dálnice a rychlostní silnice. Data jsou poskytovány zejména z agentových systémů Policie ČR, Hasičského záchranného sboru, Zdravotnické záchranné službě, Správci komunikací všech kategorií, Silniční správní úřady všech kategorií, Obecní a Městské policie a z Českého meteorologického ústavu. NDIC využívá tyto telematické systémy:

- dohledové kamerové systémy (cca 300 kamer),
- detekce intenzit dopravy (cca 200 detektorů),
- silniční meteorologický systém (275 meteostanic),
- systém elektronického mýta,
- systém liniového řízení provozu,
- systém sčítání dopravy, detekce kolon a sledování dopravního proudu,
- řídicí systémy tunelů,
- dopravní informační centra měst,
- detekce jízdy vozidel v protisměru.

V současné době operátoři NDIC využívají kolem 105 informačních portálů na rychlostních silnicích a dálnicích. Hlavní náplní NDIC je přispívat ke spolehlivému, funkčnímu, efektivnímu, bezpečnému a k životnímu prostředí šetrnému provozu na všech komunikacích (MDČR).

Dopravní informační a řídicí centra

Jedná se o specializovaná pracoviště, která sbírají a zpracovávají dopravní informace z telematických aplikací, zároveň díky aplikacím ITS provoz přímo řídí. V České republice jsou zatím provozována tyto centra – dopravní informační centrum Prahy a Brna, hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy, řídicí centrum Silničního okruhu kolem Prahy na R1, řídicí centra tunelů Valík na D5, Klimkovice na D1, Libouchec a Panenská na D8. Další města teprve připravují vybudování dalších řídicích či informačních center (MDČR).

Dopravní portál www.dopravniinfo.cz

V roce 2008 Ředitelství silnic a dálnic ve spolupráci s Ministerstvem dopravy spustilo dopravní portál www.dopravniinfo.cz, který slouží pro informování řidičů. Přehledné a průběžně aktualizované dopravní informace jsou získávány prostřednictvím NDIC. Ročně se na dopravní portál dostane kolem 3 200 000 – 3 400 000 zpráv. Na této dopravní webové stránce lze velmi jednoduše vyčíst aktuální problémy nebo možná nebezpečí na všech komunikacích. Pokud plánujeme někam cestovat, lze využít aktivní pravou část portálu a zadat požadovanou trasu nebo přímo i adresní bod. Systém nám vygeneruje nejvhodnější trasu podobně jako u navigace, spočítá délku, přibližný čas, ale hlavně nás informuje o aktuálních uzavírkách, dopravních nehodách a díky kamerovým systémům nás seznámí i s plynulostí dopravy. Vše lze vyčíst z detailně zpracované mapy, která zaujímá 2/3 webového rozhraní. V pravé části se dá vytvořit seznam či schéma dopravních komplikací. Velmi zajímavá je levá část webové stránky, zde se hlásí dopravní události, ovšem je třeba být registrovaným uživatelem. Při registraci se zadává, zda se chceme stát dopravním zpravodajem, odběratelem dat či jen chceme dostávat novinky z portálu. Na odkazu Více informací se dá určit přesná nehodová místa, telematické aplikace používané v České republice nebo např. grafické zobrazení hustoty provozu na D1. Zajímavým odkazem je i Počet nehod za 24 hodin, kde nás systém odkáže na dopravní nehodovost Policie České republiky. Dopravní statistiky jsou v gesci Operačního oddělení Policejního prezidia České republiky. Denní dopravní nehodovost je rozdělena dle krajů + hlavní město Praha a je rozčleněna na 3 sekce – počet nehod, následky a příčiny nehod.

Velmi zdařilý počín Ministerstva dopravy je mobilní aplikace DOPRAVNÍ INFO.CZ, díky níž lze sledovat aktuální dopravní informace i přes chytré mobilní telefony, které jsou trendem současné doby. Aplikace je připravena ke stažení zdarma pro všechny uživatele Android, iPhone a Windows Mobile. Je možné ji také spustit přes internetový prohlížeč. Výhoda těchto aplikací je automatická aktualizace informací o dopravní či meteorologické situaci (MDČR).

4.1.2. Vybavenost silniční a dálniční infrastruktury systému ITS

V České republice se postupně budují inteligentní dálnice a silnice plně v souladu s Akčním plánem Evropské unie. Telematické systémy tvoří skupina inovativních nástrojů, které využívají informační a telekomunikační technologie, díky nimž lze zajistit dopravu bezpečnější, efektivnější i ekologičtější.

Dopravní detektory

Dopravní detektory jsou zařízení, která získávají vstupní data a informace pro další systémy dopravní telematiky. U nás se začínaly používat v průběhu 60. let hlavně kvůli měření intenzity dopravy. Měření probíhá pomocí čidel – senzorů, které bývají umístěné buď vedle komunikace, nad komunikací, přímo do vozovky nebo na povrch vozovky. Detektory se osazují převážně dálnice a silnice I. třídy. V městském řízení dopravy se nejčastěji používají k řízení světelných křižovatek. V České republice se můžeme setkat s nejrozšířenějším typem dopravních detektorů – indukčními detekčními smyčkami. Vyhodnocují přítomnost vozidla na základě rozladění rezonančního obvodu vytvářeného vlastní indukcí smyčky a elektroniky umístěné na desce detektoru. Jsou velmi přesné, spolehlivé a měření probíhá nepřetržitě. Nevýhodou však je náročná instalace detektorů, kdy dochází k narušení povrchu vozovky a tím pádem ke snížení životnosti obrusné vrstvy. Stejně tak při častých průjezdech těžkých vozidel lze snížit životnost detektoru. Kontraproduktivní je i fakt, že pokud je třeba detektory zabudované ve vozovce opravovat, je nutné uzavřít vozovku a tím pádem dochází k dopravním komplikacím. Z dat, která poskytnou, lze vyvodit závěr o intenzitě dopravy, obsazenosti, rozlišování směru jízdy, měření rychlosti či klasifikaci vozidel.

V praxi se dále používá videodetekce a mikrovlnné detektory. V provozu se lze setkat také s instalací infračervených, laserových a ultrazvukových detektorů.

Videodetekční systémy

Informace o přítomnosti vozidel ve sledované lokaci lze získat i prostřednictvím analýzy obrazu. To umožňuje právě videodetekce. V případě této technologie nedochází k zásahu do vozovky, ale vytvoří se tzv. virtuální smyčka. Hlavní výhodou tohoto systému je schopnost detekovat překážku v dopravním provozu a následně na ní upozornit. Videodetekce se používá v místech, kde není vhodné nebo možné zasahovat

do vozovky. Přínosem tohoto systému je i využití pro detekci pohybu chodců na přechodech pro chodce mimo oblast křižovatky. Systém funguje tak, že detektory jsou napojeny na řídicí jednotku, která, jakmile identifikuje chodce, v místě přechodu spustí výstražná vizuální upozornění řidičům přijíždějících vozidel.

Systémy videodetekce lze dělit na integrované videodetektory a videodetekční modulární systémy. Integrované detektory jsou kamerové systémy vybavené detektorem v jednom celku. Výstupem tohoto systému jsou data o dopravním proudu.

Videodetekční modulární systémy poskytují přímo videozáznam, který se zpracovává až v nadřazené vrstvě. Hlavní výhodou je možnost připojení k již existujícímu kamerovému systému s analogovým výstupem. Pro svou technickou vybavenost je však značně finančně náročný (AŽD Praha).

Ekologický monitoring

Prostřednictvím ekologického monitoringu se měří koncentrace škodlivin a jejich vliv na okolní prostředí, povětrnostní podmínky, hluk a jeho vliv na okolí, zjišťuje se vliv nebezpečí přepravy nebezpečných nákladů, kvalita povrchu vozovky a jiné faktory ovlivňující danou problematiku.

Měření jsou propojena s navigačními systémy a senzory spolupracující s mikropočítačem, který sleduje veškeré anomálie (Příbyl & Svítek, 2001).

Silniční meteostanice

V České republice stát a samospráva využívá pro ekologický monitoring silniční meteorologické stanice. Ty poskytují včasné varování před nebezpečnými vlivy jako např. námraza, led, mlha, silný vítr, sníh a další jevy, které působí na stav vozovky.

Silniční meteostanice obsahuje řídicí jednotku, ke které se připojují senzory, které nepřetržitě snímají povrch vozovky a inteligentně vyhodnocují jeho stav (Cross Zlín).

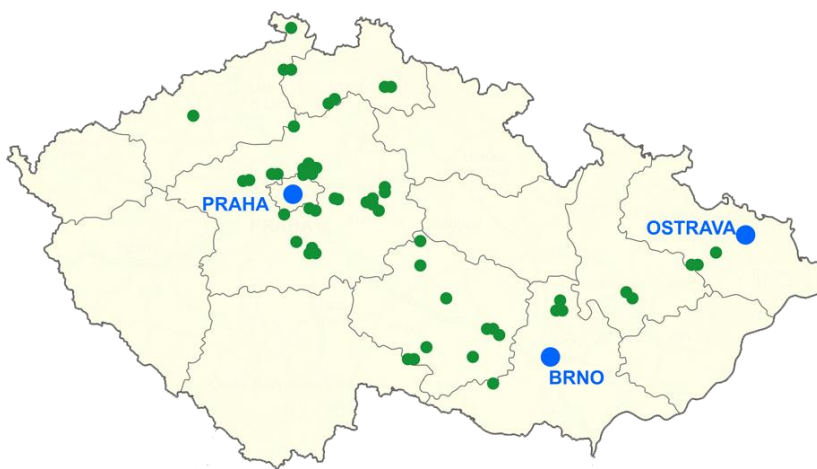
NDIC využívá v silničním meteorologickém systému 275 meteostanic, na SOKP je instalováno 12 meteostanic. Meteorologické studie uvádí, že celkem je rozmístěno v České republice kolem 350 silničních stanic, které monitorují rozmanité klima kolem silnic a dálnic.

Světelná návěstidla

Nejčastějším dopravním typem aktoru, který lze v běžném provozu potkat, jsou světelná signalizační zařízení – semaforey. Zobrazují barevné světelné signály, které slouží k přímému ovlivňování dopravního proudu. V současné době v českých městech a obcích rychle přibývají tzv. inteligentní semaforey. Inteligentní nebo také zpomalovací semafor pracuje na principu spojení mikrovlnného radaru, detekční kamery a světelného zařízení, které reaguje na rychlost přijíždějících vozidel. Detekční kamera navíc díky dálkovému nastavení a stahování dat umožňuje vyhledávat kradená vozidla. Výchozí stav na semaforu je červený signál. Pokud první naměřená rychlost je pod povolenou mezí, dojde k téměř okamžitému přepnutí přes žlutý signál na zelený a vozidlo není nijak zdrženo a může pokračovat v průjezdu úsekem. Zelená svítí po celou dobu pohybu vozidla v měřeném úseku bez ohledu na momentální rychlost i v případě, že se zvýší rychlost nad povolenou mez. Pokud však nastane situace opačná, tedy že první změřená rychlost je nad limitem povolené meze, zůstává červená svítit ještě po nastavenou dobu. To způsobí, že vozidlo zpomalí nebo úplně zastaví před semaforem a teprve po uplynutí nastavené doby dojde k přechodu přes žlutou do zelené a vozidlo může pokračovat v průjezdu (DOSIP, s.r.o.)

Inteligentní semaforey jsou umístovány na exponovaných místech v městech a obcích, aby chránily chodce, snižovaly rizika nehodovosti a celkově zklidnily dopravu na frekventovaných místech. V České republice se firma Gemos CZ spol. s r. o. zabývá inteligentními systémy monitorování a řízení dopravy. Inteligentní semaforey instaluje po celé České republice. Rozděluje je na dynamické zpomalovací semaforey a chodecké zpomalovací semaforey. Dynamický zpomalovací semafor je inteligentní zařízení omezující rychlost vozidel na kontrolovaném úseku. Systém poskytuje obrazové a statistické informace – počet vozidel, jejich rychlost, velikost, umožňuje taktéž vzdálenou správu zařízení prostřednictvím GPRS či SMS. Chodecké zpomalovací semaforey fungují na stejném principu, ale umísťují se na místech, kde umožňují bezpečné procházení přes přechod a na místech se zvýšenou intenzitou chodců či výskytem dopravních nehod. Na obrázku č. 1 je firmou Gemos CZ zobrazeno, kde všude inteligentní semaforey již byly instalovány. V současné době se jedná o více jak 60 inteligentních semaforů instalovaných touto firmou (GEMOS CZ).

Obrázek 1: Instalace dynamických semaforů v České republice



Zdroj: Gemos CZ

Proměnné dopravní značení, informační tabule

Dopravní aktory jsou výkonné prvky, které přímo působí na účastníky dopravního provozu. Jejich hlavní náplní je zajistit převod informací mezi centrem ITS a účastníky dopravního provozu. Tyto informace jsou cestujícím poskytovány vizuálně i prostřednictvím audio techniky. Do skupiny dopravních aktorů patří proměnné dopravní značení (PDZ) a informační tabule, neboli značení pro provozní informace ZPI).

Proměnné dopravní značení předává informace účastníkům provozu prostřednictvím vizuálního kontaktu, díky kterému lze přímo ovlivňovat dopravní proud. Lze je rozdělit na světlo–reflexní, tzv. pasivní a světlo–emitující, tzv. aktivní proměnné značky. Příkladem pasivních značek jsou značky vybavené trojbokými natáčecími hranoly, posuvné nebo překlápěcí značky různého technického provedení. Jsou opatřeny reflexní folií nebo pro ještě větší zvýraznění bývají osvětlovány vnějším zdrojem, např. tabule s LED diodami či světelnými vlákny. Výhodou těchto značek je, že zde lze zobrazit více dopravních značení najednou.

Aktivní značky jsou tvořeny LED diodami nebo světlovodnými vlákny. LED značky bývají jednodušší, mají omezený počet barev a svítivost. Výhodou je jejich vysoká životnost. Značky, které využívají světlovodná vlákna, fungují díky halogenovým zdrojům s barevnými filtry. Světelný obraz je tvořen prostřednictvím čoček, které lze měnit (Příbyl & Svítek, 2001).

V České republice se proměnné dopravní značení využívají zejména na dálnicích a silnicích I. třídy a jako doplnění inteligentních systémů řízení dopravy. Jejich instalace je aktuální i v městských aglomeracích. Na SOKP je aktivních přes 500 těchto zařízení. Dálnice a silnice využívají proměnné značení v kombinaci s informačními tabulemi nebo samostatně pro automatické upozornění, např. na nebezpečí náledí.

U informačních tabulí je hlavní podstatou přehledně informovat účastníky dopravního provozu o dané situaci na komunikacích. Zobrazovací schopnost musí být velmi jednoduchá, aby příliš neodváděla pozornost od řízení vozidla. Musí však být natolik přesná, aby poskytla relevantní informaci. Z tohoto důvodu se používají především alfanumerické znaky nebo jednoduché piktogramy. Z technického provedení bývají použity převážně elektromagnetické bistabilní elementy nebo LED diody. Proměnné informační tabule, jež bývají nejčastěji ovládány z informačních řídicích center, informují účastníky silničního provozu o aktuálním dopravním omezení, uzavírkách, nehodách nebo povětrnostních vlivech.

Informační portály se skládají z portálové konstrukce, proměnné dopravní značky, zařízení pro provozní informace a z elektrické a datové přípojky. Některé informační tabule bývají doplněny digitálními teploměry. ZPI se ovládají se přes softwarové rozhraní v NDIC.

V současné době je po dálnicích a silnicích rozmístěno přes 100 informačních tabulí. Naposledy se jejich počet rozšířil koncem roku 2015, kdy přibylo 18 nových tabulí, které Ředitelství silnic a dálnic umístilo v 1 lokalitě na D3, D6 a D8, v 6 lokalitách na D35 a v 9 lokalitách na D11. (MDČR).

Dle JSDI je na českých dálnicích instalováno přes 80 ZPI. Na SOKP jsou ZPI umístěné na samotné trase v počtu 7 kusů, jako portály tunelů v počtu 4 kusů.

Od roku 2013 se lze setkat s informačními portály i v samém centru Prahy. Byly zde vybudovány v rámci projektu Zvýšení bezpečnosti silničního provozu v hlavním městě Praze, který byl spolufinancován z Operačního programu doprava EU.

Dohledové dopravní systémy

Mezi telematické dohledové dopravní systémy patří zejména kamerové monitorovací systémy (CCTV) a dále penalizační systémy jako např. překročení rychlosti, detekce jízdy na červenou a vážní systémy.

Vizuální dohled CCTV

Kamerový systém v České republice slouží především pro správu a údržbu komunikací. Sleduje aktuální meteorologické situace, stav povrchu vozovky, sjízdnost komunikace, intenzitu provozu atd. Pro širokou veřejnost publikuje obrazová data, která jsou prostřednictvím informačních portálů volně k dispozici. Tato činnost je však chápána jako vedlejší produkt kamerového systému.

Kamery jsou umístěné převážně na dálnicích a rychlostních komunikacích. Jsou integrovány do Jednotného systému videoinformací. Obrazové informace využívají pracovníci všech zainteresovaných orgánů a další uživatelé, jako např. rozhlas, televize nebo informační webové portály. U nás se nejčastěji používají 2 typy kamer, pevné a mobilní. Pevné jsou umístěny na stálých stanovištích. Většinou se jedná o otočné kamery, které mají transfokátor obrazu, což znamená, že během plynulého natáčení dopravní situace lze měnit ohniskovou vzdálenost. U mobilních kamer je přenos statických obrázků realizován přes GPRS (mobilní datová síť) každých 5 minut. Umisťují se pouze na přechodnou dobu v úsecích komunikací, na kterých jsou dlouhotrvající omezení provozu nebo v místech, kde dochází k časté nehodovosti či častým tvorbám kongescí. Postupně jsou budovány v rámci výstavby nových pozemních komunikací i další kamerové systémy.

Kamerové systémy se využívají také jako součást telematického systému v městském řízení dopravy, kde bývají např. umístěné na frekventovaných křižovatkách, kde ve spolupráci s detektory kontrolují např. jízdu na červenou.

Dohledový kamerový systém je nainstalován na všech dálnicích v České republice. Přes dopravní informační portál www.dopravniinfo.cz lze sledovat aktuální záběry, které jsou aktualizovány po 5 minutách. Počet kamer a jejich rozmístění na dálnicích lze vyčíst přímo z portálu. V současné době je u nás po dálnicích rozmístěno přes 240 kamer, přes 70 kamerových systémů je instalováno i na silnicích I. třídy a v některých případech jsou kamery i na silnicích II. a III. třídy. Tyto kamery však slouží převážně

k vyhodnocení plynulosti dopravy či předpovědi aktuálních klimatických podmínek (MDČR).

Nově však Ministerstvo dopravy plánuje díky moderním kamerám začít měřit rychlost vozidel na dálnicích. K tomuto účelu poslouží mýtné brány, které sice patří státu, ale do roku 2016 jsou ve správě společnosti Kapsch. Vize ministra dopravy Dana Ťoka je, že u každého vozidla, které projede mýtnými branami, bude monitorována jeho rychlost. Pokud povolenou hranici řidiči překročí, budou pokutováni nebo s nimi bude zahájeno správní řízení. Je předpokládáno, že 23 mýtných bran bude osazeno dopravními kamerami. První testování proběhlo na dálnici D1, kde kamera měřila rychlost vozidel v dopravním omezení kvůli modernizaci vozovky (MAFRA, a.s., 2015).

Dalším krokem státu je vybavovat nejfrekventovanější silniční úseky modernějšími kamerovými systémy, které mohou detailně zaznamenat registrační značku vozidel a tím pomohou k lepšímu identifikování agresivních řidičů.

Penalizační systémy

Penalizační systémy, nebo také přestupkové systémy, dálkově poskytují informace o přestupku proti pravidlům silničního provozu na pozemních komunikacích. Jedná se především o poskytnutí důkazu, zpravidla digitálního obrazu vozidla, kde je čitelně rozpoznána registrační značka a další data, která dokazují spáchání přestupku (ELTODO EG a.s., 2005).

Do penalizačních systémů v České republice lze zařadit již využívané systémy řízení dopravy:

- detekce jízdy na červenou,
- měření úsekové rychlosti,
- měření okamžité rychlosti.

Detekce jízdy na červenou

Detekce jízdy na červenou je inteligentní dopravní systém, který funguje na bázi detekce a dokumentace vozidel, které projedou na světelných křižovatkách na červený signál. Přehledová kamera detekuje a dokumentuje signální obraz příslušného světelného signálu a zaznamenává situaci uvnitř křižovatky. Další kamera zachycuje

vozidla projíždějící na červenou a rozpoznává jejich registrační značku. Systémy automaticky eliminují chybné detekce.

Systémy, které dodavatelské firmy na trhu nabízejí, lze kombinovat i s jinými telematickými systémy, jako např. měření úsekové rychlosti, vážení vozidel za jízdy, detekce rozměrů vozidel, pátrání po vozidlech apod. (CAMEA, spol. s r.o.).

V našem státě detekci průjezdu vozidla na červenou využívají převážně města, která hodnotí tento systém jako naprosto spolehlivý. Záznam dopravní kamery je přesný, precizní a detailní.

Měření úsekové a okamžité rychlosti

Dalším dopravním systémem, který funguje na bázi penalizačního systému, je měření rychlosti. Lze jej dělit na měření úsekové rychlosti a měření okamžité rychlosti.

Systémy pro měření okamžité rychlosti jsou významné telematické prvky, které přispívají ke snížení rychlosti vozidel např. při vjezdu do obcí či měst. Základním prvkem systému je mikrovlnný vysílač – radar a přijímač zabudovaný v integrované skříni společně s elektronikou a číslicovým ukazatelem sestaveným z vysoce svítících LED diod.

Měření úsekové rychlosti detekuje průměrnou rychlost v celém úseku. Měřicí úsek je označen dvojicí příčných čar na vozovce. Z časového intervalu a z délky měřeného úseku je vypočtena průměrná rychlost měřeného vozidla. Nabízené systémy mohou měřit rychlost v rozsahu 1 – 250 km/h v délce úseku 100 m – 10 km s přesností ± 3 km/h (GEMOS CZ).

Úsekové měření se používá zejména v Praze (39 stanovišť) a okrajově pak v dalších městech. V navrhovaných dopravních studiích pro inteligentní řízení dopravy ve městech jsou penalizační systémy neodmyslitelnou součástí.

Vážní systémy

Přeložená nákladní vozidla poškozují nejvíce silniční komunikace a snižují tak bezpečnost všech účastníků dopravního provozu. Vážení vozidel za jízdy tak umožní eliminovat tyto skutečnosti.

Technologie WIM (Weigh In Motion) je aplikací telematiky využívající systému proměnných dopravních značek, senzorů a telekomunikačního přenosového zařízení. Současné systémy měří a zaznamenávají hmotnost na jednotlivých kolech, nápravách a celkovou hmotnost vozidla, které projede přes váhové senzory zabudované ve vozovce. Měření probíhá při běžných rychlostech, takže systém nebrání v plynulosti provozu. Pro účely dohledu oprávněnými orgány jsou systémy vybaveny i přehledovou kamerou, která zaznamenává fotografie přestupců. Vážní systémy jsou certifikované pro přímé vymáhání přestupků.

Pro namátkové kontroly se využívají i mobilní váhy, které jsou položené na vozovce. Naměřené hodnoty však nebývají tak přesné jako u statického vážení (CAMEA, spol. s r.o.).

V České republice je od roku 2010 umožněno postihovat přetěžování nákladních vozidel kontrolovaných pomocí vysokorychlostních vah, které jsou zabudované pevně do silnic a dálnic.

Společnost CROSS Zlín vyvinula komplexní dynamický systém, vážení vozidel za jízdy. Systém CrossWIM certifikovala jako první systém pro vysokorychlostní vážení vozidel s automatickým pokutováním. První systém byl nainstalován v roce 2011 na silnici č. I/49 ve Zlíně, Malenovicích.

Vážní systémy jsou využívány na českých dálnicích, silnicích a na stěžejních příjezdových komunikacích větších měst.

4.1.3. Komunikační infrastruktura ITS

Komunikační prostředí ITS rozeznává 3 základní funkce, přenos dat, přenos hlasu a přenos obrazu. Do komunikační infrastruktury dopravní telematiky patří např. spojení krátkého dosahu DSRC (Dedicated Short Range Communications), které se využívá především pro platbu mýtného, multimediální přenosy, které přenáší např. audia SOS hlásky, kamerový systém CCTV a jiné datové toky v prostředí lokální datové sítě (LAN) nebo dálkové datové sítě (WAN). V komunikační infrastruktuře lze využívat i GSM přenosy prostřednictvím krátkých textových zpráv, které poskytují mobilní operátoři a rozhlasové vysílání RDS-TMC (Příbyl & Svítek, 2001).

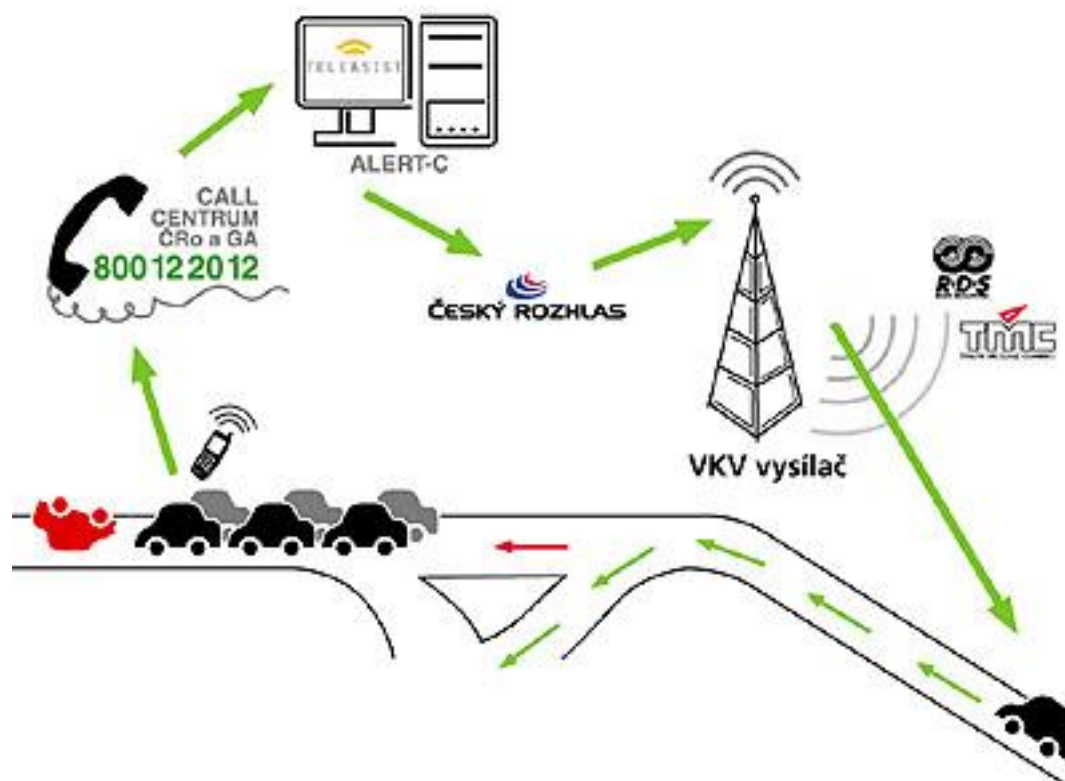
Systém RDS-TMC

Technologie RDS (Radio Data Systém) zobrazuje na displeji rádia název zvolené stanice, právě přehrávanou skladbu i krátké textové zprávy o dopravní situaci. Systém TMC (Traffic Message Channel) díky technologii RDS přenáší geograficky zaměřené dopravní informace. Pokud je vozidlo vybavené satelitním systémem GPS, obdrží řidič zprávy, které se vztahují k jeho bezprostřednímu okolí a zvolené trase. Výše zmíněné informace lze přijímat autorádií s větším textovým displejem, navigacemi s velkými grafickými displeji pro podrobné informace či autorádií propojené s počítačem. Informace o dané dopravní situaci lze přijímat v podobně navigace s mapou. Ta přímo ukáže uživateli místo, kde se dopravní nehoda stala a nabídne možnost objížďky. Dále lze informace získat prostřednictvím hlasové navigace, kombinací mapy a hlasu, textovým výpisem informací nebo informační šipkou směru jízdy. Autorádia s tímto systémem lze zakoupit přímo při nákupu vozidla či v prodejnách se spotřební elektronikou. Systém RDS-TMC řidičům usnadňuje jízdu tím, že včas varuje před dopravními kolonami či nehodami a pomáhá jim předcházet, tím snižuje počet stresových situací, spotřebu pohonných hmot a také ekologické zatížení přírody. Další výhodou je, že systém RDS-TMC mohou uživatelé využívat i v zahraničí.

Na realizaci tohoto informačního systému se podílí i řada partnerů, kteří vysílají systém v jejich sítích. Jedná se např. o zpravodajsko-publicistickou stanici Český rozhlas 1 – Radiožurnál, která nepřetržitě poskytuje nejrychlejší informační servis o dopravních situacích v celé České republice, konkrétně v relaci Zelená vlna. Spolupracuje i s databázovými systémy přes Teleasist a.s. Velmi známá je i společnost Global Assistance, která poskytuje asistenční služby motoristům po Evropě a informuje o situaci na silnicích celé České republiky.

Obrázek č. 2 ilustruje fungování systému v praxi. V případě, že dojde k dopravní nehodě je dálnice v tomto směru neprůjezdná. Nehodu vidí např. zpravodaj Zelené vlny Českého rozhlasu a informaci předá do společného callcentra Českého rozhlasu nebo na Global Assistance na bezplatnou linku, která je k tomuto účelu zřízena. Operátor v callcentru informaci zadá do systému a zakóduje v protokolu. Poté tuto informaci zašle do systému RDS stanice Českého rozhlasu 1, která ji prostřednictvím rozhlasového signálu FM šíří přímo do navigačního přístroje v automobilu. Navigační přístroj pak nabídne možnost řešení dané dopravní kolize (Český rozhlas, 2005).

Obrázek 2: Schéma systému RDS-TMC



Zdroj: Český rozhlas

4.1.4. Systémy řízení provozu pomocí telematických aplikací

Intelligentní systémy řízení provozu využívají komplexní propojení telematických prvků. Jedná se např. o řízení dopravy světelnými signály, řízení dopravy při dopravních nehodách, mimořádných událostech, nebezpečných povětrnostních podmínkách aj. V této kapitole se blíže zabývám liniovým a mobilním řízením dopravy a řízením dopravy v tunelu pozemní komunikace (ELTODO EG a.s., 2005).

Liniové řízení dopravy

Telematický systém liniového řízení provozu se skládá z portálů s proměnnými dopravními příkazovými nebo zákazovými značkami, které jsou umístěné nad vozovkou nebo vedle vozovky. Do systému patří i detektory sledující charakteristiky dopravního proudu, např. hustota provozu, průměrná rychlost, intenzita provozu aj. Portály jsou od sebe umístěné v průměru 1 000 – 1 500 metrů. Systém má automaticky předávat do provozu aktuální dopravní informace a regulovat plynulost dopravy. Zásadní rozdíl oproti běžným informačním tabulím na dálnicích je to, že řidičům

nesdělují pouze fakta o aktuální situaci na komunikacích, ale dopravní provoz řídí. Systém může zakázat např. vjezd kamionů do nejrychlejšího pruhu. Hlavním cílem liniového řízení provozu je tedy harmonizování dopravního proudu. Toho je dosahováno usměrněním vozidel do stejné rychlosti, čímž dojde ke snížení vzdálenosti mezi vozidly a zvýší se kapacita komunikace. Snížením rychlosti vozidel dochází k bezpečným menším rozestupům a dopravní proud je tím pádem více harmonizován. V podstatě to znamená, že vozidla projedou daný úsek plynuleji, rychleji a projede jich více. Snižuje se pravděpodobnost tvorby dopravních kolon. Liniový systém řízení lze shrnout tak, že pokud všichni řidiči pojedou předepsanou rychlostí podle proměnného dopravního značení, s přiměřenými bezpečnostními rozestupy od ostatních vozidel, plynulou jízdou s maximální koncentrací, bez zbytečného zastavování či zpomalování, pak všichni daný úsek projedou rychleji a plynuleji. Stačí, aby pouze jediný řidič zbytečně snížil plynulost jízdy nebo zastavil a musí i všichni za ním zpomalit či úplně zastavit. Opakovaný rozjezd všech pak trvá podstatně déle než průběžná plynulá jízda. Dopravní portál www.dopravniinfo.cz uvádí, že při hustotě provozu 3 000 vozidel za hodinu na dálnici D1 pouhá sekunda zbytečného zdržení každého řidiče může prodloužit kolonu téměř o celou hodinu.

Liniové řízení provozu se buduje v místech, kde dochází opakovaně ke zvýšeným intenzitám provozu a tvorbě kolon. První systém liniového řízení byl vybudován v roce 2010 na Pražském okruhu. Konkrétně na jihozápadní části mezi dálnicemi D5 a D1. Kromě okruhu systém zasahuje i na dálnici D1 od Mirošovic ve směru do Prahy. Očekával se zde intenzivní provoz, který by mohl dosahovat kapacitních limitů dálnice. V současné době na Silničním okruhu kolem Prahy liniové řízení představuje 34 portálů s proměnným dopravním značením a 6 proměnných informačních tabulí. Na dálnici D1 na příjezdu do Prahy je to 11 portálů s proměnným dopravním značením. Částečně je liniové řízení vybudováno i na D1 mezi Ostravou a Bohumínem a v okolí většiny tunelů na českých dálnicích (MDČR).

Mobilní liniové řízení provozu

Během let 2011 až 2013 zkoumal systém liniového řízení projekt ViaZONE „Zvýšení plynulosti dopravy a průjezdní kapacity vozovky v místech s dočasným omezeným průjezdem vozidel na dálnicích a vysokorychlostních silnicích pomocí mobilních kooperativních ITS systémů – Mobilní liniové řízení provozu“, jehož hlavním cílem bylo navrhnout inteligentní systém, díky kterému se budou řídit dopravní proudy

v místech dopravních uzavírek a zároveň se budou snižovat ekonomické ztráty generované dopravními kongescemi. Projekt byl řešen v rámci Technologické agentury České republiky – programu ALFA.

Díky projektu ViaZONE se podařilo zkonstruovat a následně otestovat řídicí systém, který vychází z nejlepších světových řešení. Doplnují jej inovativní prvky, které dělají ze systému unikátní nástroj pro řízení dopravy v místech dopravních uzavírek. Dopravní uzavírky jsou problémová místa, která jsou na dopravní infrastruktuře po omezenou dobu a bývají aspektem ovlivňující bezpečnost a plynulost dopravy. Z provedeného výzkumu a následného pilotního testování bylo identifikováno několik hlavních faktorů, které způsobují velké ztráty v cestovních časech, a které jsou příčinou častých dopravních nehod. Snížení průjezdní kapacity vozovky na dopravní cestě je vytvořeno tzv. úzkým hrdlem, které ovlivňuje dopravní proud. Řidiči tak mohou vytvářet chyby a volit špatná řešení vzniklé situace. Jedná se především o nesprávné dodržování pravidla střídavého řazení, nedodržování povolené rychlosti, nedodržování bezpečné vzdálenosti, snížená tolerance a ohleduplnost k ostatním řidičům a stejně tak nervozita a neznalost řidičů. V počáteční fázi vývoje systému byly vytvořeny kalibrované dopravní modely, které vycházely z měření dopravních proudů. Jejich hlavním úkolem bylo potvrdit navrhovaná opatření v laboratorních podmínkách. Hledala se možná umístění detekčních zařízení a přenosných dopravních značení, která mají usměrňovat dopravní proudy a působit na chování řidičů. Vytvořilo se více jak 300 simulačních testů, díky nimž vznikl podklad pro vyhotovení návrhu řídicího softwarového nástroje. Současně byly vyhotoveny i fyzické prvky systému, které byly vyvíjeny na míru pro potřeby přenosných systémů a splňovaly tak daná kritéria dle řešitelů. Zejména modularita, energetická nezávislost, úspornost, flexibilita a přenositelnost byly limitující faktory při návrhu a vývoji hardwarových částí systémů. V závěrečné části řešení projektu se testovaly všechny fyzické komponenty v garážových podmínkách a dle výsledků se na nich prováděly úpravy. Po té byl komplexní systém testován po dobu 3 měsíců na dálnici D1 mezi Brnem a Vyškovem. Testovaný systém tvořil přenosné proměnné dopravní značení, přenosné dopravní detektory, průmyslové PC s minimální spotřebou elektrické energie kompatibilní se všemi detekčními prvky, konfigurační a vyhodnocovací software, modemy pro přenos dat a s alternativním zdrojem pro napájení všech součástí systému. Výsledky výzkumu vyhodnotily, že v oblasti dopravních uzavírek je pravděpodobnost vzniku dopravních nehod až 3x vyšší, než u

neomezených úseků dálničních a rychlostních komunikací. Dále vyšlo, že ekonomické ztráty z dopravních kongescí jsou v místech dopravních uzavírek nezanedbatelné. Dle výpočtů ekonomické efektivity silničních a dálničních staveb v investičních záměrech v České republice došlo k závěru, že celkové časové ztráty v uzavírkách vyčíslené v korunách se pohybují řádově v desítkách milionů korun.

V polovině září 2013 došlo k opravám dálnice D1 u Vyškova s cílem postupně opravit celý úsek dálnice mezi Brnem a Vyškovem. Jednalo se o největší opravu dálnice D1 mimo modernizované úseky mezi Prahou a Brnem. Konkrétně šlo o 2 úseky dlouhé 5 kilometrů, které se upravovaly v jedné uzavírce. Ve směru na Brno byla doprava svedena do dvou zúžených jízdních pruhů. Přes 2 měsíce bylo v úseku Vyškov – Brno na kilometrůž 213–229 nainstalováno mobilní liniové řízení dopravy, které bylo složeno ze 7 detekčních profilů a 4 detektorů cestovních časů na bázi detekce MAC adres zařízení Bluetooth, 1 kamery videodohledu, 2 předzvěstných vozíků LED instalovaných mimo volnou šířku komunikace, 2 přenosných proměnných dopravních značení instalovaných ve středním dělicím pásu, 1 informačního vozíku LED a z 9 průmyslových počítačů, včetně komunikačních modemů, GPS a zdrojů napájení. Všechny komponenty systému byly propojené do privátní sítě.

Další projekt, který upravuje systém řízení dopravy na silničních komunikacích, je projekt ASAP (Appropriate Speed saves All People). Dle statistik dopravní nehodovosti jsou dopravní nehody častější právě v místech, kde se staví či opravují dopravní cesty. Je tomu tak i v České republice. Nejvíce ohroženou skupinou bývají právě pracující dělníci na komunikacích. Touto problematikou se zabýval projekt ASAP, který se snažil zavést taková opatření, která by eliminovala tyto dopravní nehody.

Projekt ASAP hodnotil efektivitu vybraných opatření, která by měla vést k lepšímu řízení rychlosti vozidel projíždějících pracovními místy. Testoval se v letech 2013 až 2014 jako součást silničního výzkumného programu, který řešilo konsorcium 4 výzkumných organizací, kde byla zapojena i Česká republika. Hlavním manažerem projektu byly výzkumné organizace ze Švédska. K projektu se připojilo i Rakousko, Belgie, Velká Británie a Itálie.

Nedodržování nejvyšších dovolených rychlostí je celoevropským problémem, proto byl v rámci programu ASAP vytvořen seznam jednoduchých opatření, které nezasahují do vozovky. Díky dopravním detektorům byla monitorována efektivnost jednotlivých

prostředků v reálném provozu na dálnicích České republiky. Na dálnici D1 v úseku 14 byly instalovány 4 detektory, 2 detektory byly umístěné ze stran před hrdlem dopravní uzavírky a 2 uvnitř dopravního omezení. Detektory sbíraly informace o každém projíždějícím vozidle, např. informace ohledně rychlosti vozidla, kategorie vozidla, odstup od předcházejícího vozidla atd.

Jednotlivá opatření se týkala dopravních značení, která se testovala 10 dní. Navíc dopravní značení bylo kombinováno s měřením rychlostí Policií České republiky, která dohlížela na bezpečnost a plynulost silničního provozu (CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2015).

Řízení dopravy v tunelu

Tunely jsou nejnákladnější stavby na českých dálnicích a silnicích. V současné době je v České republice 35 tunelů.

Systém řízení je v tunelech nastaven na detailním monitorování dopravního proudu, kde jsou aplikovány detektory dopravní nehodovosti a jiné subsystemy, jako např. soustava tunelového osvětlení, větrání atd. Všechny systémy, které zajišťují chod tunelu, musí být vzájemně integrovány a informačně propojeny (Příbyl & Svítek, 2001).

Tunely v úseku Městského okruhu v Praze jsou řešeny jednotným telematickým systémem, který je integrován do celoměstského dopravního systému. Jedná se o propojení dopravního systému a technických zařízení tunelu. Z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu v tunelu platí zásada, že řízení vozidel změnou rychlosti či směru se musí odehrávat mimo tunel. Tunelový systém řídí i dopravní značky a zařízení v nejbližším okolí a je přímo propojen se světelnou signalizací na vjezdu a výjezdu z tunelu (TSK Praha).

Tunelové systémy obsahují řídicí systém, tunelový informační systém, kamerový systém, systém měření dopravních dat, zajištění rádiového spojení, energetické zálohovací systémy, SOS zabezpečení tunelů, vybavení předportálových úseků a další zařízení dle potřeb konkrétní realizace (AŽD Praha).

4.1.5. Elektronické mýtné

Mýtné je upravováno v zákoně č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích. Jedná se o zpoplatnění užití pozemní komunikace silničním motorovým vozidlem nejméně se 4 koly, jehož nejvyšší povolená hmotnost činí více než 3,5 tuny (Česko, Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích, 1997).

System elektronického vybírání mýtného je nejrozsáhlejší a nejvýznamnější telematickou aplikací v České republice. Specializovaný telematický systém sleduje a vyhodnocuje provoz na úsecích pozemních komunikací, které podléhají výkonovému zpoplatnění pro vozidla určitého typu. Od roku 2007 se mýtné vybíralo jen u vozidel s hmotností nad 12 tun. Od roku 2010 nově i u vozidel s hmotností nad 3,5 tun na určených úsecích českých dálnic a vybraných silnic I. třídy. Mýtné se vybírá elektronickým systémem, konkrétně elektronickým zařízením instalovaným ve vozidle, které komunikuje s mýtnými branami. Při průjezdu pod mýtnou stanicí je za každý zpoplatněný úsek odečteno mýtné. Sazba závisí na třídě komunikace, délce mýtného úseku, dni v týdnu, počtu náprav vozidla a emisní třídě vozidla. Mýtné brány umí automaticky porovnat a vyhodnotit skutečné parametry vozidla s údaji v jeho palubní jednotce. Údaje ze systému elektronického mýta se využívají i pro sledování dopravního proudu a detekci kolon. Mýtné lze platit formou pre-pay, tedy platbou předem nebo post-pay, čili následnou platbou (MDČR).

Provoz systému elektronického mýtného a jeho výběr zajišťuje Ministerstvo dopravy, které stanovilo provozovatele systému. Tyto orgány navíc musí spolupracovat i s Policií České republiky. V rámci Evropské unie existuje i Evropská služba elektronického mýtného, která v souladu s příslušným předpisem Evropské unii umožňuje snadné propojení systémů elektronického mýtného v členských státech Evropské unie (Česko, Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích, 1997).

Hlavním cílem mýtného je zajištění příjmů do Státního fondu dopravní infrastruktury. Mýtné představuje důležitý prostředek k zajištění návratnosti investic do silniční infrastruktury. Český mýtný systém prostřednictvím telematického rozhraní poskytuje skoro v reálném čase data o intenzitě a složení dopravního proudu. Díky těmto informacím lze vytvářet následné analýzy a zkoumat dlouhodobé trendy. Na obrázku č. 3 je znázorněna vizualizace aktuální sítě všech zpoplatněných komunikací (Sdružení pro dopravní telematiku).

Obrázek 3: Aktuální síť zpoplatněných komunikací od 1. 2. 2016



Zdroj: www.elektronickemytne.cz

Dle statistik z portálu www.mytocz.eu přineslo mýtné v 1. polovině roku 2016 skoro 5 miliard korun. V meziročním srovnání se jedná o nárůst o více jak 3 %. Mýtné je v České republice provozováno 114 měsíců a za tu dobu stát vybral do Státního fondu dopravní infrastruktury přes 72 miliard korun (MYTOCZ).

4.2. Vyhodnocení analýzy ITS v České republice

Na základě provedené analýzy dopravní situace v České republice lze rozvíjet silniční infrastrukturu v případě, že stát a samospráva:

- zajistí správnou a dostatečnou kvalitu údržby komunikačních sítí,
- zajistí zdroje pro investiční výstavbu a zmodernizuje stávající dopravní opatření,
- vybaví silnice a dálnice moderními technologiemi (ITS).

Následující tabulka zobrazuje silniční infrastrukturu dle dopravní ročenky z roku 2014.

Tabulka 1: Vývoj délky silniční infrastruktury České republiky ve vybraných letech (v km)

Vývoj délky silniční infrastruktury České republiky ve vybraných letech (v km)						
Druhy dopravních komunikací	Rok					
	2005	2010	2011	2012	2013	2014
dálnice v provozu	564,4	733,9	745,1	751,2	775,8	775,8
rychlostní komunikace	322,3	422,3	427,0	442,1	458,3	459,4
silnice celkem	54 945,5	55 018,0	54 996,9	54 965,3	54 985,5	54 971,8
silnice I. třídy	6 153,8	6 254,6	6 254,1	6 250,1	6 249,7	6 233,2
silnice II. třídy	14 667,6	14 634,8	14 626,2	14 542,9	14 566,3	14 577,5
silnice III. třídy	34 124,1	34 128,6	34 116,6	34 172,3	34 169,5	34 161,1
místní komunikace	72 927,0	74 919,0	74 919,0	74 919,0	74 919,0	74 919,0
silnice a dálnice celkem	55 509,8	55 751,9	55 742,0	55 716,5	55 761,3	55 747,6

Zdroj: ŘSD, ČSÚ

Z výše uvedených údajů je patrné, že silniční infrastruktura v České republice je značně omezena. Proto jsou ITS hlavním nástrojem umožňujícím intenzivněji využívat dopravní infrastrukturu.

Na základě prostudovaných materiálů lze vývoj dopravní telematiky v České republice hodnotit jako rychlý rozvoj nových technologií, které nebyly dokonale informačně propojeny. Stejně tomu bylo i u dopravní telematiky v zemích Evropské unie. Postupným vývojem došlo k segmentaci aplikací a k jejich síťovému propojení.

Zavedené inteligentní dopravní systémy zajišťují vysoký potenciál pro snížení dopravní nehodovosti. ITS pozitivně ovlivňují i dopravní kongesce tím, že poskytují včasné informace o aktuálním stavu dopravy. Dále prokazatelně snižují energie, pohonné hmoty a negativní vlivy na životní prostředí. Nejdůležitějším přínosem ITS je udržitelnost dopravy a zvýšení bezpečnosti dopravy.

Udržitelnost dopravy

Řízením a optimalizací dopravy ITS zajišťují udržitelnost dopravy. Hlavním cílem státní správy a samosprávy je zlepšení mobility obyvatelstva díky omezení dopravních zdržení a cestovních časů. Telematické systémy však nejsou dostatečně propojeny a získané informace v řadě případů nejsou aktuální v čase.

Bezpečnost silničního provozu

Zvýšení bezpečnosti silničního provozu a tím pádem snížení dopravních nehod je další důležitý cíl státní správy a samosprávy. ITS zavádí preventivní aplikace, které by měly minimalizovat riziko vzniku dopravních nehod.

Dle světové zdravotnické organizace umírá každý rok na silnicích přes 1,2 milionu osob a 50 milionů lidí při dopravní nehodě utrpí zranění. Předpokládá se, že při současném vývoji bude dopravní nehoda sedmou nejčastější příčinou smrti. Nyní zaujímá devátou pozici. U mladých lidí do 30 let je brána jako jedna z hlavních příčin smrti.

V České republice během roku 2015 došlo k 93 067 nehodám, z toho 601 dopravních nehod bylo s následkem usmrcení. Policejní statistika dopravní nehodovosti uvádí tyto nejčastější příčiny nehod:

- nesprávný způsob jízdy (63,7 %),
- nedání přednosti v jízdě (17,5 %),
- nepřiměřená rychlost vozidla (16,8 %),
- nesprávné předjíždění (2 %).

Preventivní systémy jednoznačně pomáhají zvyšovat bezpečnost silničního provozu a zároveň snižovat statistiky dopravní nehodovosti.

Dodavatelské firmy a samotní uživatelé preventivních inteligentních systémů se shodují, že inteligentní dopravní zařízení dostatečně fungují a zajišťují tak hlavní cíle ITS.

4.2.1. Přínosy a problémy provozu telematických aplikací v České republice

Hlavním problémem systémů ITS v České republice je nedostatečná informační propojenost. Inteligentní dopravní systémy jsou nedostatečné a neodpovídají pro současné potřeby.

V České republice mohou efektivně fungovat inteligentní dopravní technologie v případě, že systémy ITS budou pokryty páteřní dálnice a silnice a důležité městské komunikace. Akční plán uvádí ideální pokrytí ITS až 7 000 km komunikací z celkových 56 000 km českých silnic a dálnic.

Informační a řídicí centra

Dopravní a cestovní informace jsou velmi důležité pro všechny uživatele silniční dopravy a pro všechny orgány, které se zabývají dopravní problematikou. Je však fakticky nemožné kontrolovat všechny jevy a události, které omezují dopravní situace. Informační centra využívají především dobrovolné dopravní zpravodaje, kteří se aktivně podílejí na spolehlivé, průběžné a trvalé kontrole dopravní situace na všech komunikacích. Tato spolupráce je nejlepší možnou cestou plošné kontroly, díky níž lze zajistit kvalitní služby na silnicích.

Velmi zdařilý počín Ministerstva dopravy je i dopravní portál www.dopravniinfo.cz, který přináší velmi aktuální přehled i situací na všech komunikacích. Kladně hodnotím i mobilní aplikaci DOPRAVNÍ INFO.CZ, díky níž lze sledovat aktuální dopravní informace i přes chytré mobilní telefony, které jsou trendem současné doby. Aplikace je připravena ke stažení zdarma pro všechny uživatele Android, iPhone a Windows Mobile, je možné ji také spustit přes internetový prohlížeč. Výhoda těchto aplikací je automatická aktualizace informací o dopravní či meteorologické situaci.

Dopravní detektory

Dopravní detektory zajišťují spolehlivý sběr dat. Pro další telematické aplikace je tento fakt stěžejní, neboť jsou základem téměř každého inteligentního systému. Na městských křižovatkách během pozorování dopravního provozu, jsem zaznamenala, že indukční smyčky ve vozovce občas nedetekují vozidlo, které stojí daleko od stop čáry. Tím může dojít k tvorbě zbytečné dopravní kolony. Videodetekce je vhodnější variantou pro řízení světelných křižovatek.

Silniční meteostanice

Vyhodnotit přínosy a problémy meteostanic, je z mého pohledu nereálné. K následujícímu hodnocení jsem využila příručku silničního meteorologa, kde jsou uvedeny zkušenosti z provozu meteostanic na českých silnicích.

Dle meteorologických studií je silniční měření aktuálního stavu vozovky ovlivněno řadou aspektů. U identifikace teploty povrchu jsou na dálnicích instalovány 2 senzory, pro měření v pomalém a rychlém pruhu. Bývají umístěné většinou uprostřed vozovky. Přesnost měření je 0,2 °C. Silniční meteorologové musí předpokládat různé aspekty, které přesnost měření ovlivňují. Například rychlý pruh dálnice bývá v noci kvůli menšímu provozu o 1-2 °C chladnější, ale v případě, že vozovka je na vyvýšeném náspu, může tomu být při větru naopak. U detekce stavu povrchu vozovky bývají senzory velmi spolehlivé, případně se doporučuje vizuální kontrola. V posledních letech jsou meteostanice doplněny kamerovými systémy, které dispečeri hodnotí velmi kladně.

Meteostanice dále využívají i alarmy, které např. varují na námrazu. Odborníci však doporučují pro identifikaci meteorologických anomálií využívání spíše senzorů místo alarmů (Český hydrometeorologický ústav, 2012).

Inteligentní semafor

Inteligentní semaforey využívají převážně města a obce. Hlavním cílem je snižování dopravní nehodovosti v místech, kde řidiči nedodržují předepsanou rychlost. Některé studie dokazují, že instalací inteligentního semaforu, dochází k snížení rychlosti vozidel v postižených místech až u 80 % řidičů. Je tedy zřejmé, že hlavního záměru, tedy bezpečné dopravy, zpomalovací semaforey dosahují.

Dalším přínosem inteligentních semaforů je jistě i softwarové vybavení zařízení. To vyhodnocuje dopravní data a klasifikuje detekovaná vozidla. Informace se týkají zejména:

- počtu vozidel, která projela na červenou,
- počtu vozidel, která byla zastavena semaforem,
- počtu vozidel snižujících rychlost,
- procentuální účinností semaforu.

Výše uvedená dopravní data by měla být propojena s městskými dopravními ústřednami, aby bylo dosaženo efektivního propojení telematického systému ve městě. Systém pracuje automaticky, bez zásahu člověka čímž je zajištěna maximální objektivnost.

Proměnné dopravní značení a informační tabule, informační tabule

Ředitelství silnic a dálnic České republiky hodnotilo v roce 2010 přínos proměnných informačních tabulí prostřednictvím výzkumu, kde telematické technologie porovnávaly s ostatními médii. Na základě sociologických šetření uvedlo 60 % dotazovaných řidičů, že dopravní informace na proměnných tabulích využívá. Výzkum dále ukázal, že 95 % oslovených řidičů texty na proměnných tabulích čte vždy nebo někdy a 94 % dotazovaných uvedlo, že textům na informačních panelech vždy rozumí. Pro oslovené řidiče jsou nejdůležitější informace o nehodách, kolonách, práci na silnici a povětrnostní vlivy. Dle výzkumu dotazovaní řidiči zmiňovali, že proměnných tabulí by mohlo být více a že informace, které podávají, by měly včasěji zobrazovány (Ředitelství silnic a dálnic ČR).

Hodnocení informačních tabulí provedl v roce 2015 redakční test Aktuálně.cz. Redakce navázala na 6 let starý test, v němž poprvé testovala informační tabule na nejfrekventovanější tuzemské dálnici D1. Testování proběhlo v listopadový pátek před prodlouženým víkendem, který byl spojený se státním svátkem, takže předpoklad dopravních komplikací byl na místě.

Po projetí dálnice redaktoři na 4 dopravních informačních tabulích zachytili pouze černou plochu, v jednom případě i chybné hlášení. Shodují se na tom, že informačních tabulí je zatím málo, v ideálním případě by prý měli řidiči najít informační portály před každou křižovatkou, aby v případě dopravních komplikací mohli včas z dálnice sjet. Další negativa u informačních tabulí uvedli redaktoři nepřesné informace o nadcházející situaci (Economia, a.s., 2015).

Z vlastního pozorování při cestách po dálnicích jsem taktéž několikrát zaznamenala, že informace na informačních tabulích nejsou aktuální a nelze se na ně v některých případech spolehnout.

Dohledový kamerový systém

V řadě studií se řešitelé telematiky shodují, že v České republice jsou velmi nedoceny informace z kamerových systémů. Problémem je, že i když jsou dopravní úseky monitorovány, informace z nich nejsou efektivně sdíleny. České dálnice postupným osazováním dopravních kamer mají aktuální přehled o stavu dopravního proudu. Kamery jsou od sebe instalovány v průměru 4 km. V městských aglomeracích jsou kamery využívány především pro bezpečnostní účely. Velmi účelné jsou v případě represivních systémů dopravy.

Penalizační systémy

Pražští dopravní specialisté uvádí, že penalizační systémy značně snižují počet dopravních přestupků. První měření rychlosti na vybraných úsecích odhalilo dopravní přestupky téměř u 60 % řidičů. Po zavedení monitoringu rychlosti se dnes dopustí dopravního přestupku přibližně 5 % řidičů.

Odborníci považují úsekové i okamžité měření rychlosti a detekci průjezdu vozidla na červenou za velmi účinné. Pomáhají zvyšovat nejen bezpečnost dopravy, ale i plynulost provozu.

U používání těchto systému někdy bývá problémem jejich vysoká pořizovací cena. Dodavatelské firmy umožňují tyto zařízení pronajímat.

Firmy dodávající přestupkové systémy však nabízí i mobilní podporu, která může bezdrátově komunikovat s policejními hlídkami v terénu a ihned tak řidiče pokutovat. Vozidlo policejní hlídky je vybaveno bezdrátovým komunikačním rozhraním a terminálem, díky kterému lze zobrazit všechna vozidla porušující silniční pravidla v několika sekundách.

Systém WIM

Hlavním přínosem systému vážení vozidel za jízdy je beze sporu dlouhodobé udržování silnic v lepším technickém stavu a výrazné prodloužení jejich životnosti. To má za následek úsporu veřejných prostředků, které jsou vynakládány na opravy vozovek a zajištění bezpečnosti silničního provozu.

V některých případech však může dojít k výpadkům měření, např. při destrukci detektorů ve vozovce, při technických poruchách, při opravování vozovky apod.

Odborníci poukazují na významný problém při automatickém vážení vozidel za jízdy a to možnost provést okamžité administrativní úkony. Pokud nejsou přestupky řešeny na místě, systém se přepne do automatického režimu, kde jsou zaznamenány identifikační znaky vozidel. Přestupky jsou potom řešeny dodatečně. Bohužel, vymahatelnost práva je velmi omezená, neboť ve většině případů se jedná o zahraniční dopravce.

Liniové řízení dopravy, mobilní liniové řízení dopravy

Liniové řízení dopravy představuje komplexní propojení telematických prvků, které prokazatelně zvyšují kapacity komunikací, snižují rizika dopravních nehod, zkracují jízdní časy, zvyšují tím plynulost provozu a snižují negativní vlivy dopravy na životní prostředí.

Mobilní liniové řízení dopravy se zabývá možnostmi řízení dopravy v místech dopravních uzavírek. Ty významně ovlivňují bezpečnost a plynulost dopravy. Na základě pilotních testování, dopravní specialisté doporučují v místech uzavírek nasazení vhodných mobilních telematických prvků, které výše zmíněná rizika mohou pozitivně ovlivnit.

Elektronické mýtné

Hlavním parametrem posuzování úspěšnosti fungování mýtného systému je průměrná účinnost výběru mýta. Aktuální statistika ukazuje, že za prvních 5 měsíců roku 2016 je účinnost výběru mýta 99,64 %.

Odborníci uvádí i další přínos českého mýta - ekologický efekt. Díky němu stát motivuje dopravce cílenými nízkými sazbami k výměně vozového parku za kamiony v emisní třídě EURO VI a vyšší. Prostřednictvím této akce se na mýtném podílelo již 37 % takto označených ekologických vozidel.

Aktuální problém, který řeší Ministerstvo dopravy je fakt, že nynější správce mýtného systému, firma Kapsch, přestane poskytovat služby na konci letošního roku. Ministerstvo dopravy vydalo koncept přípravy Systému elektronického mýta po roce 2016, kde definuje stávající stav a navrhuje možnosti dalšího postupu. Hlavní problém je, že v současné smlouvě nejsou zakotveny a popsány jakékoliv povinnosti stávajícího provozovatele k součinnosti s nově vybraným provozovatelem tak, aby mohlo dojít

k zabezpečení plynulého výběru mýta. Cílem Ministerstva dopravy je nyní vyjednávat s provozovatelem systému elektronického mýta akceptovatelné podmínky především pro rezort dopravy.

4.3. Návrh aplikace prvků ITS

V této kapitole budu aplikovat dopravní prvky telematického systému ve vybrané aglomeraci, konkrétně v Českých Budějovicích, kde z pozice řidiče trávím nejvíce času.

Inteligentní dopravní systémy v městských aglomeracích lze efektivně budovat a provozovat pouze tehdy, jsou-li vytvořeny podmínky systémového rozvoje dopravní telematiky dané aglomerace. Aby ITS byly pro tuto aglomeraci přínosné, je nutná komplexní znalost daného prostředí.

4.3.1. Dopravní situace v městě České Budějovice

Město České Budějovice je statutárním městem a centrem jižních Čech. Katastrální území města měří přibližně 5 500 ha, je rozděleno do 7 městských částí a téměř do 70 urbanistických obvodů. Dle statistik měly České Budějovice na konci roku 2014 přibližně 93 300 obyvatel, což je necelých 15 % obyvatel celého Jihočeského kraje. Počtem obyvatel jsou České Budějovice 8. největším městem České republiky.

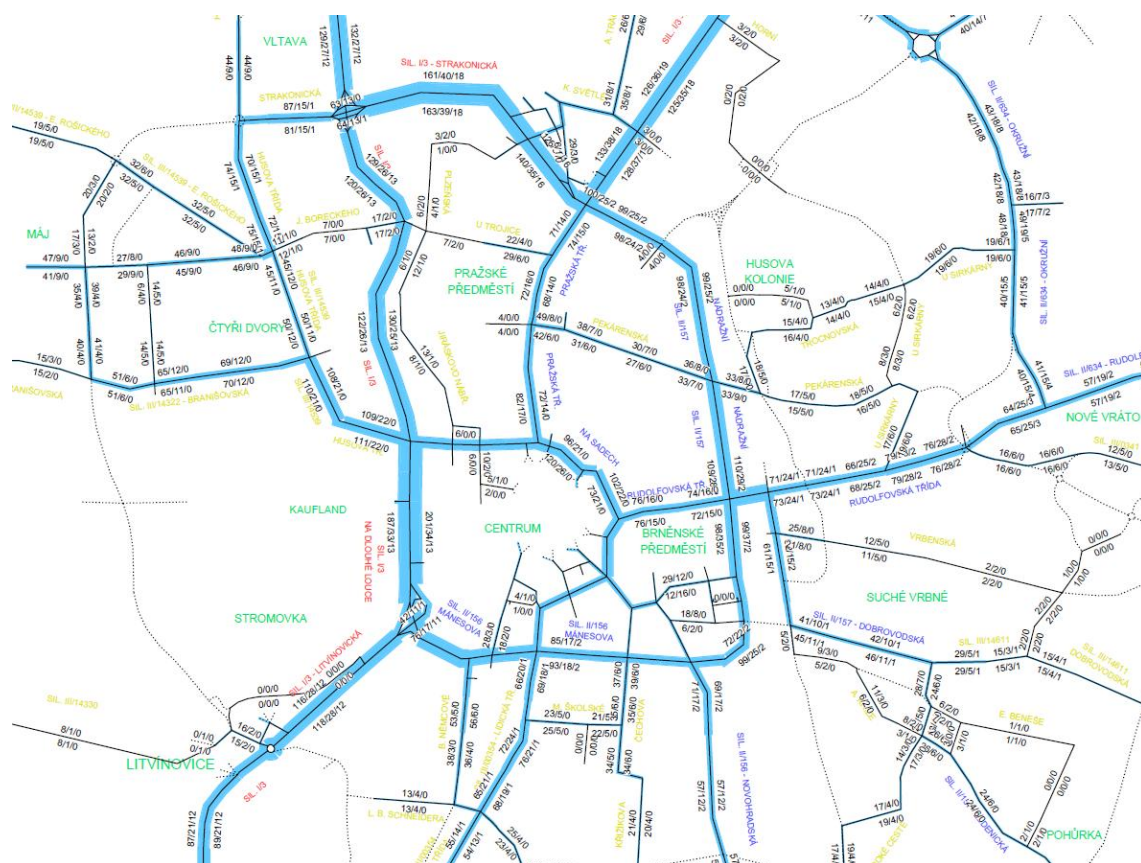
Městem prochází tyto mezinárodní a státní silnice:

- E 49 - Spolková republika Německo – Plzeň – České Budějovice – Rakousko,
- E 55 – Praha – České Budějovice – Rakousko,
- I/20 – Plzeň – České Budějovice,
- I/34 – České Budějovice – Jindřichův Hradec – Pelhřimov – Humpolec - napojení na dálnici D1 Praha – Brno,
- I/3 Praha – České Budějovice – státní hranice s Rakouskem (ČSÚ v ČB, 2015).

Dopravní problematika města je ve správě Magistrátu města, konkrétně Odboru dopravy a silničního hospodářství. Řešení dopravy je jeden z prioritních cílů Územního plánu města a Strategického plánu města. Tyto strategické dokumenty definují budoucí České Budějovice jako město rychle a bezpečně dostupné, kvalitně a kapacitně napojené na transevropské, národní a regionální dopravní síť, město s dobrou průjezdností i s odpovídající parkovací kapacitou.

Dopravní situace v Českých Budějovicích je však dlouhodobým zásadním problémem. Naléhavost této situace ukázalo jako nezbytné zpracovat Integrovaný plán organizace dopravy, který je zaměřený na dopravu na pozemních komunikacích. Na základě integrovaného plánu se vytvořil nový dopravní model města, viz obrázek č. 4, který vznikl díky podrobnému průzkumu individuální automobilové dopravy.

Obrázek 4: Dopravní model města České Budějovice



Zdroj: Magistrát města České Budějovice

Zpracováním dopravního modelu získaly České Budějovice komplexní nástroj posuzování dalšího rozvoje dopravního systému, zejména při rozhodování o variantách investic do komunikací a pro významné dopravní rekonstrukce, kde dochází ke změnám organizace dopravy.

4.3.2. Prvky ITS používané v Českých Budějovicích

Pro navržení prvků telematického systému v Českých Budějovicích jsem nejprve zjišťovala, jaké aplikace ITS se nyní používají. K tomu mi pomohla spolupráce s dopravními specialisty budějovické dopravní ústředny. Poskytli mi cenné informace o současných dopravních opatřeních v rámci řízení dopravy města. Na základě našeho rozhovoru jsem zjistila, že prvky inteligentních dopravních systémů se ve městě používají, ale nejsou dostatečně propojené, modernizované, a tudíž přínosné. V následujících kapitolách je provedena analýza používaných prvků ITS.

Dopravní ústředna České Budějovice

Město České Budějovice v roce 2010, jako první v České republice, vybavilo inteligentní dopravní ústřednu nejmodernějším řídicím systémem VRS 5000, který dokáže vyhodnocovat situace na křižovatkách a umožní na ně rychle reagovat. Ústředna je součástí dispečinku Městské policie. Systém se spustil do provozu na začátku roku 2011. Hlavním cílem bylo vyhodnocovat dopravní stavy ve městě a regulovat dopravu tak, aby byla zajištěná co nejplynulejší průjezdnost na křižovatkách.

Systém VRS 5000 posbírání aktuální data o dopravní zátěži a poté automaticky z ústředny ovládá komplexně semaforey dle aktuální potřeby. Dopravu ve městě lze řídit jako celek. Telematický systém byl pořízen na základě zkušeností z města Drážďany a byl dodán firmou Signalbau Huber CZ, která nyní spadá do mezinárodní skupiny společností SWARCO Group.










Dopravní specialisté vysvětlovali princip systému jako reakci na dopravní situace a následné řízení křižovatek podle vzniklých krizových situací. Např. v případě, že vznikne dopravní zácpa, zejména v ranních špičkách, systém využije maximální kapacitu křižovatky tak, že zelená na semaforech bude svítit v delším časovém intervalu tam, kde bude třeba a na následný průjezd většího množství aut zareaguje světelná signalizace i na následujících křižovatkách. Dojde-li ke vzniku dopravní nehody, systém pracuje na stejném principu, navíc dokáže umožnit i hladký průjezd městem vozidlům záchranných složek.

Dopravní ústředna informuje veřejnost o aktuálním provozu prostřednictvím dalšího prvku telematického systému, Geoportálu Městské policie.

Geoportál Městské policie České Budějovice

Aktuální informace o dopravní situaci ve městě lze sledovat prostřednictvím webové aplikace Geoportál Městské policie České Budějovice. Tematická mapa zobrazuje dopravní informace z celostátního systému JSDI díky datovému distribučnímu rozhraní prostřednictvím standardních webových služeb. Doplnkem mapové kompozice je Dopravní info, které znázorňuje aktuální stav zátěže světelných křižovatek. Tato data jsou čerpána z dopravní ústředny budějovické Městské policie.

Ze systému JSDI lze vyčíst tyto zprávy:

-  dopravní omezení,
-  dopravní nehody,
-  práce na silnici,
-  uzavírka,
-  přeprava nadměrného nákladu,
-  dopravní zácpa,
-  stupeň dopravní zátěže,
-  sjízdnost komunikací,
-  informace o počasí.

Mapa informuje uživatele i o bezpečnostních kamerách, služebnách Městské policie a o hranicích policejních okrsků.

Mapovou aplikaci hodnotím jako velmi zdařilým informačním počinem pro veřejnost, nicméně najít tento geoportál na webových stránkách budějovického magistrátu je značně komplikované. K informaci, že výše zmíněný portál existuje, jsem přišla díky rozhovoru s dopravními specialisty při návštěvě budějovické dopravní ústředny.

4.3.3. Vybavenost silniční infrastruktury prvky ITS v ČB

Prvky ITS na silniční infrastruktuře jsou lokalizovány do vybraných klíčových křižovatek města, na důležité komunikační tepny a na příjezdové komunikace směrem do města.

Dopravní detektory

Řízení semaforů na českobudějovických křižovatkách spravuje již 12 společnost Swarco Traffic CZ. Nyní je ve městě padesát světelných křižovatek a všechny fungují na bázi detekce. Nejčastěji jsou snímána vozidla videodetekcí a nebo prostřednictvím indukčních smyček, které jsou zabudované ve vozovce.

Dohledový kamerový systém

Důležitým zdrojem dopravních informací je i málo docenovaný kamerový dohledový systém. První dohledové kamery byly v provozu ve městě v roce 2007. Bylo používáno 23 kamer, z nichž pouze 5 snímalo dohled na vybrané dopravní komunikační uzly. Nyní

je v dohledovém systému zařazeno 33 kamer. Dohledový dopravní kamerový systém je v gesci Městské policie. Hlavním cílem dopravních kamer je vizuální monitoring bezpečnosti a plynulosti dopravy ve městě.

Meteostanice

V Českých Budějovicích jsou nyní v provozu 4 meteostanice v těchto lokalitách:

- Husova – Dlouhý most,
- Žižkova – Novohradská,
- M. Horákové – A. Barcala,
- Lidická – L. M. Pařízka.

Poslední tři zmíněné sledují teploty vozovky, stav povrchu a detekují tvorbu náledí. Pro navrhovaný inteligentní dopravní systém Českých Budějovic nebudou další meteostanice aplikovat.

Značení pro provozní informace

V Českých Budějovicích tento prvek telematického dopravního systému není využíván.

Preventivní a represivní systémy

Preventivní dopravní systémem slouží k zobrazování rychlosti řidičům, kteří překračují povolenou rychlost bez zpětného postihu. Jedná se o bodové měření rychlosti. V Českých Budějovicích se nachází 5 takovýchto zařízení, které jsou v lokalitách:

- Nemanice – Pražská,
- Zavadilka,
- Modrý most,
- Pohůrecká u ZŠ a
- Pohůrka – Ledenická.

Represivní systémy umožňují záznam přestupků řidičů, např. úsekové měření rychlosti či záznam jízdy na červenou. Z informací Městské policie se represivní systém detekce jízdy na červenou testoval na křižovatce u Budvaru. Denně zde docházelo k více jak 100 dopravních přestupků. I přes to, že se v současné době testují záznamové systémy jízdy na červenou, nejsou aktuálně v celém městě žádné aktivní represivní systémy.

Vážení vozidel za jízdy

Posledním prvkem, který je analyzován v současné silniční infrastruktuře města, je vysokorychlostní vážení vozidel za jízdy. Vážní systém WIM se v Českých Budějovicích nikde nevyužívá.

4.3.4. Navrhované prvky ITS v Českých Budějovicích

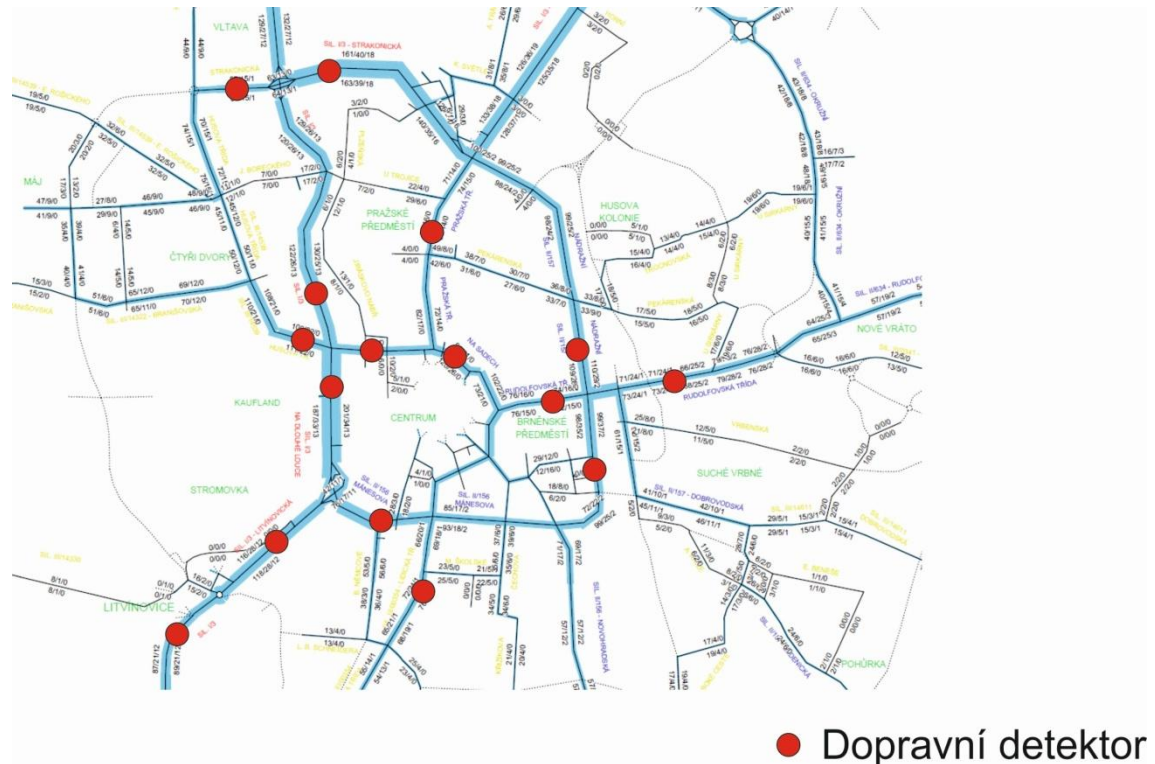
Z celkové analýzy ITS v České republice vyšel závěr, že pokud má být telematický systém efektivní, nelze navrhnout pouze jeden prvek ITS, neboť jedna inteligentní aplikace připravuje pole pro druhou.

Navrhované dopravní detektory v ČB

Pro fungování inteligentního komplexního řešení řízení dopravy je třeba přesný a aktuální sběr dopravních dat. Dopravní detektory jsou základem telematického systému.

Na obrázku č. 5 je uvedena mapa s označenými místy pro ideové navržení dopravních detektorů.

Obrázek 5: Navrhované dopravní detektory v Českých Budějovicích



Zdroj: Vlastní zpracování

Lokace dopravních detektorů je zamýšlena do úseků komunikace, kde se tvoří nejčastěji dopravní kolony a proto je třeba sledovat intenzitu dopravy. Všechny světelné křižovatky jsou opatřeny dopravními detektory. Hlavním cílem doplňujících navrhovaných detektorů je stanovení rychlosti projíždějících vozidel. Toho má být dosaženo tím, že se využijí další detektory na bázi indukčních smyček, které budou umístěné do vhodné vzdálenosti od již stávajících dopravních detektorů. Zjištěním rychlosti projíždějících vozidel lze řídit přesněji dopravu na světelných křižovatkách.

Dva detektory navrhuji i u litvínovické kruhové křižovatky, kde jsou velmi časté dopravní kongesce. Indukční smyčky by měly být zabudované v obou směrech.

Přenos dopravních dat by mohl být řešen bezdrátově přes mobilní síť GPRS.

Pro zavedení městských dopravních detektorů je třeba počítat s náklady, které jsou uvedené v tabulce č. 2. Orientační odhad je čerpán od dodavatelských firem nabízejících dané služby.

Tabulka 2: Finanční plán dopravních městských detektorů

Finanční plán dopravních městských detektorů (odhad nákladů pro jednotlivé činnosti v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	60 000
pořízení technologie	3 200 000
kalibrace a zprovoznění zařízení	270 000
roční provozní náklady	150 000

Zdroj: odhad dodavatelských firem

Navrhované dopravní kamery v ČB

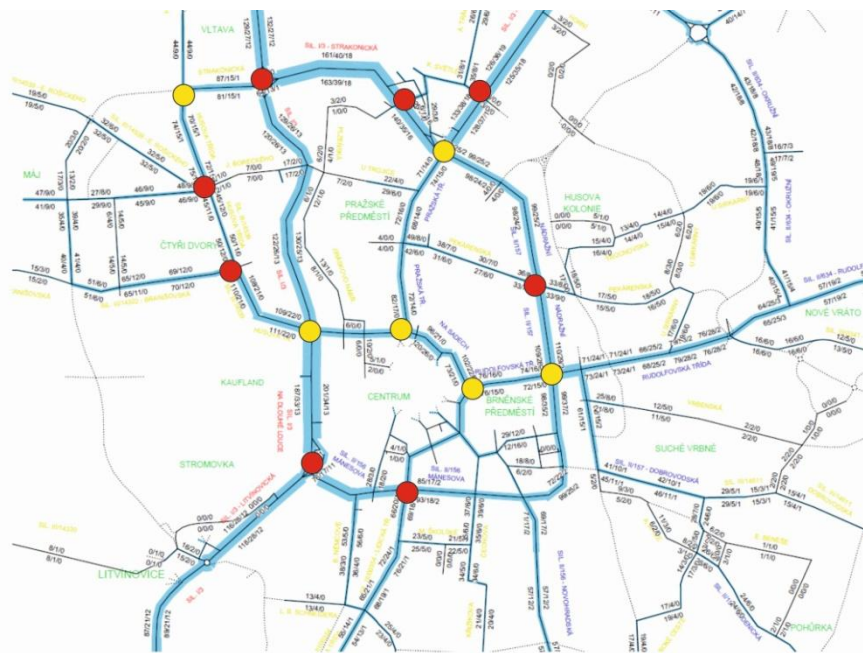
Rozšířit současný kamerový systém do stěžejních lokalit je nezbytné. Kamery lze využít i pro další telematické aplikace, jako např. pro měření úsekové rychlosti, pro zjišťování jízd vozidel na červenou, popřípadě pro monitoring bezpečnostní situace v rizikových částech města.

Dopravní kamery by měly mít kvalitní rozlišení v podobě HD či FullHD, neboť je lze využít i při penalizačních systémech, kde kvalitní video obraz je důležitý pro

vyhodnocování dopravních přestupků. Data z online obrazů lze předávat do řídicí dopravní ústředny. Informace o dané dopravní situaci je předána do JSDI a na dopravní portál, kde může plynulost dopravních proudů či jiné dopravní anomálie shlédnout veřejnost.

Ideové navržení dopravních kamer je zobrazeno v obrázku č. 6, kde jsou znázorněny i již používané dopravní kamery.

Obrázek 6: Rozšíření dopravního kamerového systému



- Navrhované dopravní kamery
- Stávající dopravní kamery

Zdroj: Vlastní zpracování

Navrhují rozšířit dopravní systém o dalších 8 dohledových kamer, které budou monitorovat dopravu na dalších frekventovaných křižovatkách. Stávající dopravní kamery je dle dopravních specialistů potřeba modernizovat. Investice do obměny technického stavu současných kamer by se měla pohybovat kolem 1 000 000 Kč.

Další odhadované náklady pro nové kamerové zařízení jsou vycísleny v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Finanční plán českobudějovického kamerového systému

Finanční plán českobudějovického kamerového systému (odhad nákladů pro jednotlivé činnosti v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	160 000
pořízení technologie	2 000 000
roční provozní náklady	160 000

Zdroj: odhad dodavatelských firem

Jak již bylo uvedeno v situační analýze dopravních kamer v ČB, kamerový dohledový systém je značně nedocenen. Pro efektivní vyhodnocení dopravní situace je nutné komplexní propojení s dopravním řídicím a informačním centrem. Následná informovanost veřejnosti o dopravních kongescích či nehodách, např. díky dopravnímu portálu či dopravní mobilní aplikaci, dokáže v předstihu omezit či pozitivně ovlivňovat dopravní proud ve městě.

Značení pro provozní informace v ČB

Na základě posbíraných dopravních dat z detektorů a dopravních kamer a jejich následného vyhodnocení lze účastníky silničního provozu informovat o dopravních situacích ve městě prostřednictvím značení pro provozní informace a proměnných dopravních značení. Aktuálně tento systém v Českých Budějovicích není aplikován. Systém předávání dopravních informací v online čase přímo v provozu by měl být určitě instalován při budoucích objízdných trasách, např. při výstavbě dálnice D3. Informace upozorní řidiče na rizikové situace v silničním provozu, např. práce na silnici, vznik dopravní nehody, překážky na silnici, snížená viditelnost apod.

Možné lokace pro značení pro provozní informace a proměnné dopravní značení ukazuje obrázek č. 7. Opět jsou prvky aplikovány na kritických dopravních úsecích ve městě.

Obrázek 7: Návrh ideového rozmístění značení pro provozní informace



- Značení pro provozní informace/proměnné dopravní značení

Zdroj: Vlastní zpracování

Předávání dopravních informací prostřednictvím tohoto systému je značně náročná investice. Odhadované celkové náklady pro 18 informačních zařízení se pohybují kolem 28 000 000 Kč. Tabulka č. 4 zobrazuje předpokládané náklady.

Tabulka 4: Odhad finančního plánu pro systém dopravních informací

Finanční plán pro systém dopravních informací (odhad nákladů pro jednotlivé činnosti v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	1 300 000
pořízení technologie	26 000 000
roční provozní náklady	650 000

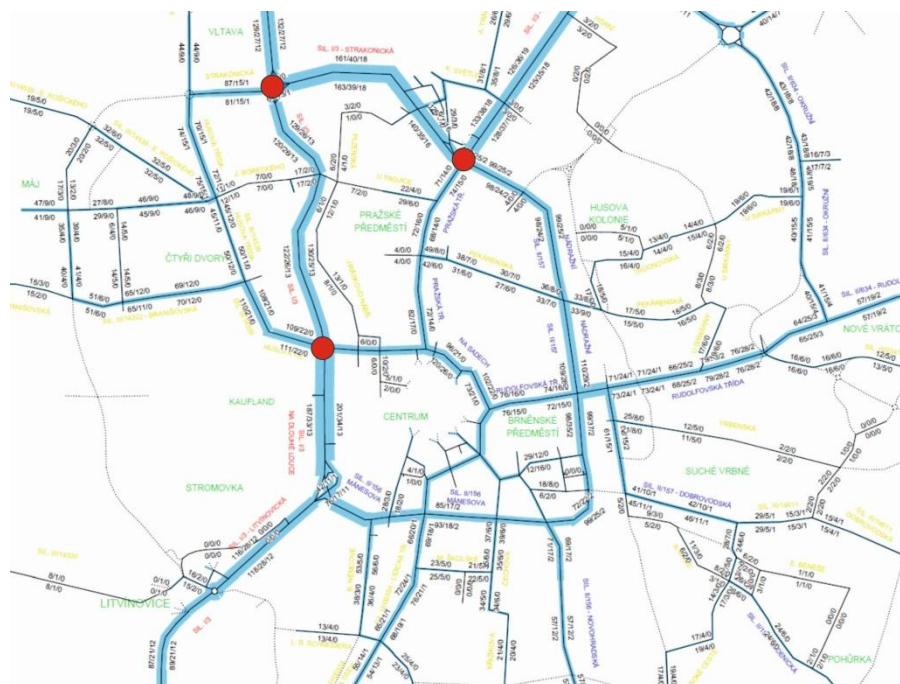
Zdroj: odhad dodavatelských firem

Pro efektivní využití informačních značení je nutná propojenost všech zainteresovaných článků dopravního telematického systému, neboť zobrazované informace musejí být aktuální a přesné.

Represivní systémy v ČB

Represivní systémy jsou založeny na principu, kdy se používá více přesných kamer, které zaznamenávají dopravní přečiny. V této kapitole aplikuji pouze systémy detekce jízdy na červenou v místech, kde jsem často svědkem zmíněného dopravního přestupku. Specifikace krizových křižovatek je znázorněna na obrázku č. 8.

Obrázek 8: Represivní systémy v Českých Budějovicích



● Detekce průjezdu na červenou

Zdroj: Vlastní zpracování

Systém detekce průjezdu vozidel na červenou by měl být v kompetenci Policie ČR, která uděluje pokuty za dopravní přestupky. Systém musí být složen až ze tří kamer kvůli dostatečnému množství důkazního materiálu pro usvědčení řidiče, který se přestupku dopustil. Tomu odpovídá i cena pořízení technologie, která se pohybuje kolem 2 000 000 Kč za jeden systém. Celkové odhadované náklady tří detekcí průjezdu vozidel na červenou jsou uvedeny níže v tabulce.

Tabulka 5: Finanční plán systému detekce průjezdu vozidel na červenou

Finanční plán systému detekce průjezdu vozidel na červenou (odhad nákladů pro jednotlivé činnosti v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	300 000
pořízení technologie	6 000 000
roční provozní náklady	210 000

Zdroj: odhad dodavatelských firem

Přínosem represivních systémů je vynucování dodržování pravidel silničního provozu a tím zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Studie z jiných měst, které výše zmíněné systémy již využívají, hodnotí tento prvek jako vysoce účinné dopravní opatření. Některé firmy, které systém dodávají, nabízejí městům a obcím i pronájem kamerových systémů, což je značně úspornější než koupě celé detekce.

Vážení vozidel za jízdy

Stav silniční infrastruktury je důležitým komponentem bezpečné a plynulé dopravy. Její stav negativním způsobem ovlivňují zejména přetížená nákladní vozidla. Časté opravy komunikací nebo plánované údržby mají za následek např. dopravní omezení nebo dokonce i dopravní uzavírky. Tento negativní jev lze zmírnit zavedením technologie WIM, tedy vážením vozidel za jízdy. Aplikace WIM v místě vážních stanovišť navíc dokáže informovat o skladbě dopravního proudu, rychlosti vozidel apod. Systém pracuje na bázi kombinace prvků inteligentního dopravního systému (dopravní detektory, kamery aj.).

Lze předpokládat, že nákladní silniční doprava bude díky budoucímu obchvatu Českých Budějovic odkloněna. Na druhou stranu je možné předpokládat i to, že někteří řidiči budou ve snaze ušetřit za dálniční poplatky i nadále budou využívat více průjezd přes město. Tuto situaci by mohl řešit taktéž systém WIM.

Systémy vážení vozidel za jízdy navrhují na všech příjezdových cestách do města, konkrétně:

- na silnici I/3 v Plané,
- na silnici I/3 – Pražská,
- na silnici I/20 - České Vrbné,
- na silnici I/34 – Úsilné,
- na silnici I/156 – Nová Ves,
- na silnici I/157 – Ledenice.

Nákladově se jedná o jeden z nejdražších prvků telematického systému. Pořízení technologie na jedno stanoviště se pohybuje kolem 4 000 000 Kč. Odhadované náklady všech stanovišť jsou vyčísleny v tabulce č. 6.

Tabulka 6: Finanční plán systému vážení vozidel za jízdy - systém WIM

Finanční plán vážení vozidel za jízdy – systém WIM (odhad nákladů pro jednotlivé činnosti v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	1 200 000
pořízení technologie	24 000 000
roční provozní náklady	2 700 000

Zdroj: odhad dodavatelských firem

4.3.5. Souhrnné orientační náklady ITS v ČB

Navržený telematický systém dle vyhodnocení analýzy využití ITS v ČR může plně fungovat v případě, že budou komplexně propojeny všechny prvky systému. Nové aplikace předpokládají velký sběr dopravních dat a informací, které je třeba centrálně řídit. Aktuální dopravní ústředna nemusí těmto požadavkům kapacitně vyhovovat.

Zřízením nového dopravního informačního a řídicího centra v Českých Budějovicích lze zajistit centrální technické středisko pro dopravní data a informace.

Dalším krokem by mělo být i spuštění dopravního geoportálu města České Budějovice na přístupnější doméně než se nyní nachází.

Fenoménem dnešní doby jsou i mobilní aplikace. Vytvořením dopravní mobilní aplikace pro České Budějovice a okolí by bylo jistě velmi kvitováno širokou veřejností.

Výše uvedené možnosti propojení systému ITS nedokážu z hlediska nákladovosti blíže odhadnout. Souhrnné orientační náklady budou tedy obsahovat pouze zjištěné odhady nákladů navrhovaných prvků ITS.

Uvedené investiční náklady byly vyčísleny na základě dostupnosti informací od dodavatelů příslušných technologií.

V tabulce č. 7 jsou souhrnné orientační náklady všech navrhovaných aplikací pro komplexní telematický systém města.

Tabulka 7: Souhrnné orientační náklady ITS v Českých Budějovicích

Souhrnné orientační náklady ITS v Českých Budějovicích (souhrn nákladů v Kč)	
projektová a inženýrská činnost	3 020 000
pořízení technologie	61 470 000
roční provozní náklady	3 870 000
celkové náklady	68 360 000

Zdroj: odhad dodavatelských firem

Odhadovaná investiční náročnost na vybudování inteligentního dopravního systému města České Budějovice je vyčíslena na přibližně 68 360 000 Kč.

Možnosti financování

Investice do rozvoje telematického systému v Českých Budějovicích lze využít z více zdrojů financování:

- státní rozpočet, konkrétně Státní fond dopravní infrastruktury,
- rozpočet Jihočeského kraje,
- rozpočet města České Budějovice.
- Operační program doprava 2014 - 2020,
- Integrovaný regionální operační program,
- Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014 - 2020,
- Nástroj pro propojení Evropy,

- veřejné prostředky pro podporu a výzkum, vývoj a inovace ČR,
- jiné finanční prostředky EU.

Státní fond dopravní infrastruktury vydává na financování ITS značné obligatorní finanční prostředky. V silniční dopravě je nejčastějším investorem Ředitelství silnic a dálnic. Prvky ITS v městské aglomeraci bývají spolufinancovány díky rozpočtům zainteresovaného města a příslušného kraje.

Na nadnárodní úrovni lze čerpat finance z Operačního programu doprava 2014 – 2020, který podporuje rozvoj ITS ve všech druzích dopravy. Na Operační program doprava navazuje integrovaný regionální operační program, jehož jedním z cílů je modernizace sítí regionální silniční infrastruktury, rozvoj a provázanost inteligentních dopravních systémů v silničním provozu ve městech a aglomeracích a vybavenost dopravní infrastruktury technologiemi ITS.

Mobilní aplikace a webové dopravní portály ITS mohou být vytvořeny z prostředků Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014 – 2020, který podporuje vytváření projektů moderních a pokrokových digitálních služeb.

Dalším významným unijním zdrojem pro financování rozvoje ITS je Nástroj pro propojení Evropy, který podporuje projekty informační a komunikační technologie dopravy.

Rychlý vývoj inovací a technologií má za následek, že je třeba tyto aktivity podporovat. Pro výzkumné projekty ITS je možnost financování z veřejných prostředků pro podporu a výzkum, vývoj a inovace České republiky, konkrétně např. z projektů Technologické agentury České republiky.

Přínosy zavedení ITS v ČB

Hlavním důvodem zavádění prvků ITS ve městech je efektivní zvládnání trvale rostoucí mobility obyvatel, ale i návštěvníků města. Telematické aplikace mohou výrazně zlepšit dopravní situaci ve městě tím, že zajistí plynulost dopravních toků, odlehčí dopravě na frekventovaných úsecích, eliminují dopravní nehodovost, zvýší provozní a přepravní kapacity, zlepší dopravní dostupnost a mohou i pokutovat přetíženou nákladní dopravu.

Dalším velmi významným přínosem je zajištění zvýšené bezpečnosti silničního provozu i bezpečnosti účastníkům silničního provozu.

ITS mají pozitivní dopad také na životní prostředí. Čím plynulejší doprava, tím nižší emise a také menší hluková zátěž.

Telematické aplikace zkvalitňují život ve městě. Zlepšením dopravní dostupnosti a plynulosti dopravy lze zajistit komfortní cestování a tím rozvíjet např. cestovní ruch, což má za následek ekonomický rozvoj nejen města, ale i celého regionu. Obyvatelům města prvky inteligentního dopravního systému mohou přinést i časové úspory na silnicích, což pozitivně ovlivňuje jejich psychickou pohodu.

5. Závěr

Inteligentní dopravní systémy (ITS) jsou záležitostí přítomnosti, ale hlavně jsou budoucností dopravy. Doprava je rozhodujícím faktorem pro fungování dnešní společnosti. Každý stát a každé město se potýká s jejími negativními vlivy. ITS jsou řešením efektivní dopravy. Ta musí být řízena na základě dat ze všech dostupných systémů a musí sdílet informace o stavu dopravy se všemi zainteresovanými orgány a uživateli v reálném čase.

Bezpečné a inteligentní dopravní systémy jsou v posledních letech tématem výzkumů a inovací na celém světě. Všechny tyto systémy jsou vyvíjeny tak, aby primárně pracovaly samostatně. Díky propojení s ostatními inteligentními prvky telematického systému jsou však nejvíce efektivní. Je nutností prvky a systémy ITS neustále zdokonalovat a modernizovat. Toho si je vědoma i Vláda České republiky, která do inovací investuje značné finanční prostředky.

Jedna z hlavních priorit v oblasti výzkumu dopravy je zvyšování bezpečnosti. To je i jeden z prioritních cílů inteligentních dopravních systémů. Dále ITS zajišťují efektivní inteligentní dopravní infrastrukturu, plynulý dopravní provoz, rozvíjí systém ITS harmonizovaným způsobem a podporují ekonomický rozvoj dané lokality. Zaměříme-li se na silniční dopravu, ITS snižují celkové časové ztráty v silničním provozu a také negativní dopady na životní prostředí. Dále zajišťují funkce potřebné pro řízení silničního provozu, řízení bezpečnosti tunelových staveb a hlavně staveb dálničního charakteru. Sledují porušování dopravních předpisů a poskytují cenné provozní informace řidičům a cestujícím.

Systémy ITS jsou v České republice dlouhodobě budovány na úrovni státu a samospráv. Z analýzy současných telematických aplikací v české silniční dopravě vyplynul základní problém v nepropojenosti důležitých prvků a subsystémů ITS. Stejně tak řada vyhodnocených dopravních informací, které jsou poskytovány uživatelům dopravy, nejsou aktuální v čase. Jednotlivé prvky ITS připravují pole pro další prvky či subsystémy. Je proto nutné při návrhu jejich architektury podrobně promyslet vzájemnou návaznost a propojenost.

Komplexní koncepce rozvoje inteligentního dopravního systému by neměla chybět v žádném státě ani v žádném městě, který chce v budoucnu úspěšně bojovat s negativními vlivy provázejícími rostoucí mobilitu svých obyvatel a návštěvníků.

I. Summary

Thesis on „Intelligent Transport Systems in the Czech Republic and their use“ is focused on the analysis of intelligent transport systems, particularly for road transport in the Czech Republic.

The aim of my work is to summarize the information and knowledge of ITS in the Czech Republic to introduce individual systems, their functions and to assess their contribution to road safety. Based on the evaluation of used telematics systems I suggest in the final part of the ITS elements in selected urban sprawl, particularly in Ceske Budejovice.

Key words: Intelligent Transport Systems, Transport telematics, Sustainability of traffic, Traffic safety

II. Seznam použité literatury:

- AŽD Praha. (nedatováno). *Dopravní detektory*. Získáno 13. červen 2016, z AŽD Praha: <https://www.azd.cz/admin/files/Dokumenty/pdf/Produkty/Silnicni/Dopravni-detektory.pdf>
- AŽD Praha. (nedatováno). *Tunelové systémy*. Získáno 4. červenec 2016, z <https://www.azd.cz/admin/files/Dokumenty/pdf/Produkty/Silnicni/Tunelove-systemy.pdf>
- CAMEA, spol. s r.o. (nedatováno). *Dopravní přestupky*. Získáno červen 2016, z CAMEA, image & signal processing: <http://www.camea.cz/cz/doprava/dopravni-prestupky/>
- CAMEA, spol. s r.o. (nedatováno). *Vážení za jízdy (WIM)*. Získáno 30. červen 2016, z CAMEA, image & signal processing: <http://www.camea.cz/cz/doprava/vazeni-za-jizdy-wim/>
- CARS 21. (2005). *Konkurenceschopný automobilový regulační systém pro 21. století*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji ITS/cars_21_regulacni_system_pro_21_stol.pdf
- CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. (12. leden 2015). *Observatoř bezpečnosti silničního provozu*. (P. Tučka, & M. Ščerba, Producenti) Načteno z <http://www.czrso.cz/clanky/rizeni-provozu-na-silnicnich-uzavirkach/>
- Česko. (1997). *Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích*. Načteno z <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- Česko. (2006). *Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. Načteno z <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- Český hydrometeorologický ústav. (leden 2012). *Manuál silničního meteorologa*. Získáno 14. červen 2016, z http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjksouMgf7OAhUC6xQKHS0MAYIQFggpMAI&url=http%3A%2F%2Fportal.chmi.cz%2Ffiles%2Fportal%2Fdocs%2Fmeteo%2Fom%2Fweather_links%2FPocasi%2FSilnice%2FManualSilnicni.doc&usg=AFQjCNGNNugKW1kqMG
- Český rozhlas. (31. říjen 2005). *RDS-TMC - naše navigace, vaše pohodová jízda*. (L. Paličková, & J. Rosenauer, Editoři) Načteno z Raiožurnál Zelená vlna: http://www.rozhlas.cz/zelenavlna/rds-tmc/_zprava/199379
- Cross Zlín. (nedatováno). *Meteorologické systémy*. Získáno 13. červen 2016, z Cross Road Traffic Technology: <http://www.cross.cz/cs/meteorologicke-systemy/crossmet.html>

- ČSÚ v ČB. (2015). *Město České Budějovice v číslech 2015*. Načteno z <https://www.czso.cz/csu/xc/mesto-cb-2015>
- DOSIP, s.r.o. (nedatováno). *Inteligentní zpomalovací semafor nové generace SYDO TRAFIC*. Získáno 24. červem 2016, z DOSIP s.r.o.: http://www.dosipservis.cz/download/inteligentni_semafor_2012.pdf
- Economia, a.s. (11. listopad 2015). *Otestovali jsme informační tabule na dálnici D1. Je jich málo a mohou fungovat lépe*. (R. Pecák, Editor) Načteno z Aktuálně.cz: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/otestovali-jsme-informacni-tabule-na-dalnice-d1-je-jich-malo/r~d9d7b6e68a0d11e5adcb0025900fea04/?redirected=1473329289>
- ELTODO EG a.s. (2005). *ITS v podmínkách dopravně-telekomunikačního prostředí v ČR*. Získáno únor 2016, z <http://docplayer.cz/15929388-Dopravni-telematika-silnice-a-dalnice-cr.html>
- Evropská komise. (4. duben 2001). *Doporučení komise. O vypracování právních a obchodních rámcových podmínek pro účast soukromého sektoru na rozšiřování telematických dopravních a cestovních informačních služeb v Evropě*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2001_doporuceni_komise_o_vypracovani_pravnich_a_obchodnich_podminek.pdf
- Evropská komise. (15. únor 2006). Načteno z SDĚLENÍ KOMISE RADĚ, EVROPSKÉMU PARLAMENTU, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: o iniciativě Inteligentní automobil „Zvyšování povědomí o informačních a komunikačních technologiích pro promyšlenější, bezpečnější a čistší vozidla: http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2006_sdeleni_komise_o_iniciative_inteligentni_automobil.pdf
- Evropská komise. (září. 17 2007). *Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. K celoevropsky bezpečnější, čistší a účinnější mobilitě: První zpráva o iniciativě Inteligentní automobil*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2007_prvni_zprava_evropske_komise_o_iniciative_inteligentni_automobil.pdf
- Evropská komise. (26. květen 2008). *Doporučení Evropské komise o bezpečných a účinných informačních a komunikačních systémech ve vozidlech: Aktualizace Evropského prohlášení o zásadách rozhraní člověk/stroj*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2008_doporuceni_komise_o_bezpecnych_a_ucinnych_its_systemech_ve_vozidlech.pdf
- Evropská komise. (5. srpen 2008). *Rozhodnutí Komise o harmonizovaném využívání rádiového spektra v kmitočtovém pásmu 5 875-5905 MHz pro aplikace inteligentních dopravních systémů (ITS) související s bezpečností*. Načteno z

http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2008_rozhodnuti_o_vyuzivani_radioveho_spektra_pro_its.pdf

- Evropská komise. (20. března 2009). *Sdělení Komise, Akční plán zavádění inteligentních dopravních systémů v Evropě*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2009_akcni_plan_zavadeni_%20its_v_evrope.pdf
- Evropská komise. (14. června 2010). *Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. Akční plán pro aplikace globálního družicového navigačního systému (GNSS)*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2010_ek_akcni_plan_pro_rozsireni_aplikaci_gnss.pdf
- Evropská komise. (4. únor 2016).
- Evropský inspektor ochrany údajů. (25. února 2010). *Stanovisko Evropského inspektora ochrany údajů ke sdělení Evropské komise o akčním plánu zavádění inteligentních dopravních systémů v Evropě a k souvisejícímu návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se stanoví rámec pro zavedení inteligentních*. Načteno z Stanovisko Evropského inspektora ochrany údajů ke sdělení Evropské komise o akčním plánu zavádění inteligentních dopravních systémů v Evropě a k souvisejícímu návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se stanoví rámec pro zavedení inteligentních
- Evropský parlament. (7. červenec 2010). *Směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/40/EU ze dne 7. července 2010 o rámci pro zavedení inteligentních dopravních systémů v oblasti silniční dopravy a pro rozhraní s jinými druhy dopravy*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/ITS/Dokumenty_EU_k_rozvoji_ITS/2010_smernice_ep_a_rady_o_ramci_zavedeni_its.pdf
- Fernandez-Isabel, A., & Fuentes-Fernandez, R. (4. april 2015). *Analysis of Intelligent Transportation Systems Using Model-Driven Simulations*. Načteno z <http://www.mdpi.com/1424-8220/15/6/14116/htm>
- Gattuso, D., Cassone, G. C., & Pellicanó, D. S. (January 2014). *A micro-simulation model for an intelligent logistics platform: Specification and calibration results*. Načteno z https://www.researchgate.net/publication/287257085_A_micro-simulation_model_for_an_intelligent_logistics_platform_Specification_and_calibration_results
- GEMOS CZ. (nedatováno). *Dynamický semafor*. Získáno 28. červen 2016, z http://www.dynamickysemafor.cz/semafor_info.php
- GEMOS CZ. (nedatováno). *Úseková rychlost*. Získáno 27. Červen 2016, z http://www.usekovarychlost.cz/usekova_rychlost_info.php
- Kalašová, A. (říjen 2012). *História inteligentných dopravných systémov*. Načteno z Svet Dopravy: <http://www.svetcodpravy.sk/historia-inteligentnych-dopravných-systemov/>

- Kanninen, B. J. (1996). *Intelligent transportation systems: an economic and environmental policy assessment*. Načteno z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0965856495000143>
- MAFRA, a.s. (16. září 2015). Rychlost na dálnicích budou hlídat nové kamery za stamiliony z dotací. (J. Šůra, Editor) *MF DNES*.
- Małecki, K., Iwan, S., & Kijewska, K. (2014). *Influence of Intelligent Transportation Systems on Reduction of the Environmental Negative Impact of Urban Freight Transport Based on Szczecin Example*. Načteno z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054639>
- MDČR. (2005). *Inteligentní dopravní systémy v České republice šance pro bezpečnější a efektivnější dopravu*. Načteno z <http://www.mdcr.cz/NR/ronlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-1D299EF10D21/0/PublikaceITSMDcesky.pdf>
- MDČR. (2013). Načteno z Dopravní politika ČR pro období 2014 - 2020 s výhledem do roku 2050: http://www.mdcr.cz/NR/ronlyres/099AB8C6-3DD2-4621-9E83-FA26B84B4A24/0/DP1420verze15_01_2013.pdf
- MDČR. (2015). *Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)*. Načteno z http://www.czechspaceportal.cz/files/files/AP%20ITS/CR_Akni_plan_rozvoje ITS.pdf
- MDČR. (nedatováno). *Telematické aplikace*. (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Získáno 14. duben 2016, z [dopravniinfo.cz](http://www.dopravniinfo.cz/): <http://www.dopravniinfo.cz/>
- MYTOCZ. (nedatováno). *Elektronický mýtný systém v České republice*. Získáno 4. červenec 2016, z <http://www.mytocz.eu/index.html>
- Příbyl, P. (2000). *Architektura dopravní telematiky - silnice. Výzkumná zpráva 0600*. Praha: Eltodo a.s.
- Příbyl, P. (2005). *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Praha: ČVUT.
- Příbyl, P. (2007). *Inteligentní dopravní systém a dopravní telematika II*. Praha: ČVUT.
- Příbyl, P., & Svítek, M. (2001). *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN - technická literatura.
- Ředitelství silnic a dálnic. (15. červenec 2010). (J. Hořčík, Editor) Načteno z Hybrid.cz: <http://www.hybrid.cz/novinky/inteligentni-dalnice-kolem-prahy-uz-od-zari>
- Ředitelství silnic a dálnic ČR. (nedatováno). *Řidiči stále více využívají na cestách informační tabule. ŘSD zvyšuje jejich počet*. Získáno červen. 29 2016, z Rychlostní komunikace R7: <http://www.komunikace-r7.cz/index.php?t=article&n=clanek-ridici-stale-vice-vyuzivaji-na-cestach-informacni-tabule-rsd-zvysuje-jejich-pocet-503>
- Schmeidler, K. (2010). *Mobilita, transport a dostupnost ve městě*. Ostrava: Key Publishing.

- Sdružení pro dopravní telematiku. (nedatováno). *pracovní skupina elektronického mýtné*. Získáno 6. červenec 2016, z <http://www.elektronickemytne.cz/>
- Small, K., & Verhoef, E. (2007). *The economics of urban transportation*. London: Routledge.
- Svoboda, V., & Svítek, M. (2004). *Telematika nad dopravními sítěmi*. Praha: ČVUT.
- Tichý, T. (2004). *Řídící systémy dopravy - dopravní telematika*. Praha: ČVUT.
- Toušek, R. (2009). *Management dopravy*. České Budějovice: JČU.
- TSK Praha. (nedatováno). *Řízení a monitorování dopravy v tunelech*. Získáno 4. červenec 2016, z Zvýšení bezpečnosti silničního provozu v hl.m. Praze: http://prahou-plynule.cz/zvyseni_bezpecnosti/index.php/oblasti-projektu/3-rizeni-a-monitorovani-dopravy-v-tunelech
- Ústav automatizace a měřicí techniky. (9. září 2010). *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi*. Načteno z http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf
- Zelený, L., & Peřina, L. (2000). *Doprava: dopravní infrastruktura*. Praha: VŠE.
- Zelinka, T., & Svítek, M. (2009). *Telekomunikační řešení pro informační systémy síťových odvětví*. Praha: Grada.

III. Seznam použitých obrázků a tabulek

Obrázek 1: Instalace dynamických semaforů v České republice	35
Obrázek 2: Schéma systému RDS-TMC.....	42
Obrázek 3: Aktuální síť zpoplatněných komunikací od 1. 2. 2016	48
Obrázek 4: Dopravní model města České Budějovice	58
Obrázek 5: Navrhované dopravní detektory v Českých Budějovicích.....	62
Obrázek 6: Rozšíření dopravního kamerového systému	64
Obrázek 7: Návrh ideového rozmístění značení pro provozní informace	66
Obrázek 8: Represivní systémy v Českých Budějovicích	67
Tabulka 1: Vývoj délky silniční infrastruktury České republiky ve vybraných letech (v km).....	49
Tabulka 2: Finanční plán dopravních městských detektorů	63
Tabulka 3: Finanční plán českobudějovického kamerového systému.....	65
Tabulka 4: Odhad finančního plánu pro systém dopravních informací.....	66
Tabulka 5: Finanční plán systému detekce průjezdu vozidel na červenou.....	68
Tabulka 6: Finanční plán systému vážení vozidel za jízdy - systém WIM	69
Tabulka 7: Souhrnné orientační náklady ITS v Českých Budějovicích	70