

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

**STRATEGIE ROZVOJE TELEMATIKY  
V MĚSTSKÉ DOPRAVĚ**

DISERTAČNÍ PRÁCE

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA  
KATEDRA TECHNOLOGIE A ŘÍZENÍ DOPRAVY

STRATEGIE ROZVOJE TELEMATIKY  
V MĚSTSKÉ DOPRAVĚ

DISERTAČNÍ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Ing. Petra Pydychová  
ŠKOLITEL: prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.

2010

UNIVERSITY OF PARDUBICE  
JAN PERNER TRANSPORT FACULTY  
DEPARTMENT OF TRANSPORT TECHNOLOGY AND CONTROL

DEVELOPMENT STRATEGIES IN URBAN  
TRANSPORT TELEMATICS

DISERTATION

AUTHOR: Ing. Petra Pydychová  
SUPERVISOR: prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.

2010

## **Souhrn**

Tato disertační práce se zabývá strategií rozvoje telematiky v městské dopravě.

V první části je provedena analýza jednotlivých telematických systémů jak v tuzemsku tak v zahraničí s různými výsledky, které jednotlivé systémy přinesly.

Další část zpracovává ekonomické a ekologické zhodnocení telematických systémů, návratnost investic těchto zařízení a jejich vliv na životní prostředí a nehodovost.

Na základě analýzy používaných telematických systémů v městské dopravě bylo zjištěno, že jsou nasazovány do silničního provozu pouze izolovaně bez ohledu na to zda přinesou užitek či nikoli. Byl vytvořen obecně použitelný vývojový diagram, který na základě požadavků a cílů města může přispět ke správné strategii dopravy ve městě pomocí telematických systémů.

Klíčová slova: telematika, strategie, doprava na městských komunikacích.

## **Summary**

This doctoral thesis deals with the development strategy of telematics in urban transport.

In the first part of the analysis of telematics systems both at home and abroad with different results that each system has.

Another part of the process of economic and ecological assessment of telematics systems, return on investment of these devices and their impact on the environment and accidents. Based on analysis of telematics systems used in urban transport were found to be deployed by road only in isolation, regardless of whether or not to yield benefits. It was a generic flow diagram based on the requirements and objectives of the city can contribute to good transport strategy in using telematics systems. Keywords: telematics strategy, right on urban roads.

Key words: telematics strategy, right on urban roads.

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzita Pardubice.

V Pardubicích 17. 2. 2010

Ing. Petra Pydychová

#### Poděkování

Zde bych chtěla poděkovat prof. Ing. Václavu Cempírkovi, Ph.D. za cenné rady, které mi poskytoval v průběhu zpracování této práce.

## Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>6</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 ANALÝZA POUŽÍVANÝCH TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBECNÝ POPIS TELEMATIKY V DOPRAVĚ .....	12
1.1.1 <i>Telematika na železnici</i> .....	14
1.1.2 <i>Telematika ve vodní dopravě</i> .....	15
1.1.3 <i>Telematika v letecké dopravě</i> .....	16
1.2 UŽÍVÁNÍ DOPRAVY OSOBAMI S HENDIKEPEM .....	16
1.3 MĚSTSKÁ HROMADNÁ DOPRAVA (MHD).....	19
1.3.1 <i>Preference městské hromadné dopravy</i> .....	19
1.4 DOPRAVA V KLIDU .....	23
1.4.1 <i>Parkovací možnosti ve městě</i> .....	23
1.4.2 <i>Parkovací systém K+R a B+R</i> .....	26
1.5 ŘÍZENÍ DOPRAVNÍCH SÍTÍ VE MĚSTĚ.....	26
1.5.1 <i>Řízení dopravního uzlu</i> .....	27
1.5.2 <i>Řízení dopravních oblastí</i> .....	29
1.5.3 <i>Řízení dopravních sítí v Praze</i> .....	30
1.6 TUNELY .....	34
1.7 DOPRAVNÍ INFORMACE A PLÁNOVÁNÍ .....	39
1.8 ELEKTRONICKÉ VYBÍRÁNÍ POPLATKŮ .....	42
1.8.1 <i>Příklady mikrovlnných systémů</i> .....	43
1.9 BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY NA KOMUNIKACÍCH .....	47
1.9.1 <i>Rychlost na městských komunikacích</i> .....	48
1.9.2 <i>Jízda na červenou</i> .....	52
1.9.3 <i>Měření fyzikálních podmínek a vážení vozidel</i> .....	53
1.10 SOUČASNÝ POSTUP UVÁDĚNÍ TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ NA MĚSTSKÉ KOMUNIKACE DO PROVOZU	54
1.11 DÍLČÍ ZÁVĚR.....	54
<b>2 CÍL A ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE</b> .....	<b>55</b>
2.1 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE .....	55
2.2 ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ .....	55
<b>3 VLIV DOPRAVNÍ TELEMATIKY NA EKONOMII A EKOLOGII DOPRAVY NA ÚZEMÍ MĚSTA</b>	<b>56</b>
3.1 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ SILNIČNÍCH TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ.....	56
3.1.1 <i>Externí náklady dopravy</i> .....	57
3.1.2 <i>Dopravní nehody za rok 2008</i> .....	58



3.1.3	<i>Návratnost investic telematických systémů</i> .....	62
3.2	EKOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ.....	65
3.2.1	<i>Spotřeba pohonných hmot, emise a hluk městských komunikací řízených světelným signalizačním zařízením</i> .....	65
3.2.2	<i>Ekologické detektory</i> .....	66
3.2.3	<i>Vliv způsobu jízdy silničního dopravního prostředku na životní prostředí</i> .....	69
3.3	DÍLČÍ ZÁVĚR.....	74
<b>4</b>	<b>STRATEGIE ROZVOJE</b> .....	<b>75</b>
4.1	SLABÉ A SILNÉ STRÁNKY MĚSTSKÉ DOPRAVY (SWOT).....	76
4.1.1	<i>Strengths - přednosti = silné stránky</i> .....	76
4.1.2	<i>Weaknesses - nedostatky = slabé stránky</i> .....	77
4.1.3	<i>Oportunities - Příležitosti</i> .....	77
4.1.4	<i>Threats - Hrozby</i> .....	77
4.2	ROZHODOVACÍ KROKY PRO NASAZENÍ TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ NA MĚSTSKÉ KOMUNIKACE.....	78
4.2.1	<i>Návrh zásad nasazování telematických systémů</i> .....	83
4.2.2	<i>Seznámení obyvatel města s dopravní situací ve městě a možnostmi řešení (přínosy a případné následky)</i> .....	84
4.2.3	<i>Dopad intravilánové dopravy v extravilánu a naopak</i> .....	84
4.3	ZAJIŠTĚNÍ FUNKČNOSTI TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ.....	84
4.3.1	<i>Použití vývojového diagramu při řešení průjezdu městem</i> .....	85
4.3.2	<i>Nasazení telematických systémů a jejich vzájemné ovlivňování, návrh správného postupu pro dosažení daného cíle</i> .....	88
4.3.3	<i>Zhodnocení přínosů a nákladů</i> .....	90
<b>5</b>	<b>PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE</b> .....	<b>93</b>
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>94</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>96</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>98</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>99</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>99</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>99</b>

**Seznam zkratk**

ACC	Automad Cruise Control
AHS	Automated Highway Systems – Inteligentní dopr
AIS	Automatic Identification System
B+R	Bike + Ride
TC	Celkové náklady
CFP	Cyclic Flow Profil
DSRC	Dedicated Short Range Communication – Komunikace na krátké vzdálenosti
DAB	Digitál Audio Brodcastilng – Digitální vysílání
EFC	Electronic Fee Collection – Systém elektronických plateb
EU	Evropská unie
GPS	Global Positionig System – Globální poziční systém
GSM	Global System for Mobile Communication – Globální mobilní digitální systém
HOV	High Occupancy Vehicles – Systémy preference obsazených vozidel
HDŘÚ	Hlavní dopravní řídicí ústředna
HDP	Hrubý domácí produkt
INS	Informační a navigační systémy
ITS	Inteligent Transportation Systems – Inteligentní dopravní systémy
K+R	Kiss + Ride
MOS	Malý smíchovský okruh
MHD	Městská hromadná doprava
MOTION	Method for the Optimalisation of Traffic Signals In On-line controlled Networks – Metoda optimálního řízení proudu dopravními signály
ODŘÚ	Oblastní dopravní řídicí ústředna
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development – Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj
P+R	Park and Ride – Systém parkovacích kapacit
PFE	Path Flow Estimator
PI	Performance index - Kvalitativní index
PDZ	Proměnná dopravní značka

---

---

PIT	Proměnná informační tabule
RDS-TMC	Radio Data System-Traffic Message Channel – Rozhlasové vysílání s přenosem digitálních signálů
RLTC	Road Line Traffic Control – Systémy liniového řízení proudu
SDT	Sdružení pro dopravní telematiku
SCOOT	Split, Cycle and Offset Optimization Technique – Systém řízení dopravy SCOOT
$S_M$	Stupeň motorizace
SSZ	Světelná signalizační zařízení
SCATS	Synchronous Digital Hierarchy – Synchronní digitální hierarchie
TFIS	Traffic Flow Information System – Informační systém s působením na dopravní proud
TFNS	Traffic Flow Navigation System – Navigační systém s působením na dopravní proud
VICS	Vehicle Navigation and Communication System – Informační systém v individuálním vozidle
VNCS	Vehicle Navigation and Communication System – Navigační systém v individuálním vozidle
VTS	Vessel Traffic System

### Definice

**Dopravní telematika** - Dopravní telematika integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšila se psychická pohoda cestujících.

**Emise** – je množství látek vypouštěných z daného zařízení (u automobilů přímo u výfuku, u továrny na komíně). U všech legálně provozovaných automobilů jsou pravidelně měřeny emise v rámci statní technické kontroly (STK). Zde se měří emise oxidu uhelnatého, uhlovodíků a kouřivost motoru.

**Imise** – se neměří u zdroje znečištění, ale u jeho příjemce (např. na nějakém běžném místě, kde se pohybují lidé a dýchají vzduch). Nejčastěji měřenými látkami jsou oxid siřičitý, oxidy dusíku a pevné částice  $PM_{10}$ .

## Úvod

Doprava je výrazným problémem vyspělých ekonomik a je neoddělitelnou součástí života společnosti, silnice a dálnice jsou zahlceny, města trpí kongescemi, vzrůstá nehodovost a je výrazně narušeno životní prostředí, bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích.

Doprava je jedním z klíčových faktorů podpory růstu v moderních ekonomikách. Poptávka po dopravě neustále roste, nelze ji však řešit pouze budováním nové infrastruktury. Je potřebné lépe využívat, optimalizovat, organizovat stávající dopravní systémy tak, aby splňovaly požadavky udržitelného rozvoje a vzrůstající poptávku po přepravě. Moderní dopravní systémy musí být udržitelné z ekonomického, sociálního i ekologického hlediska.

Doprava ovlivňuje ve své podstatě život každého z nás. Je jasné, že je nutné i do takového složitého procesu, jakým beze sporu doprava je, vstupovat a provádět důležitá opatření jako je regulace dopravy, aktivní řízení a především zlepšení životního prostředí. Toho je možné dosahovat využíváním telematických systémů, které pozitivně ovlivňují dopravu. Jedná se především o zvyšování bezpečnosti v dopravě, informovanosti účastníků provozu a také jejich pohodlí při cestování. Optimalizace jízdy vozidel a dopravního proudu má pozitivní vliv na životní prostředí, především na snížení znečištění ovzduší, hlukové zátěže a spotřeby PHM, má za následek snížení nákladů na cestování. Využívání telematických systémů šetří peníze.

Podpora veřejnosti je pro úspěch zavedení telematických systémů velmi důležitá. Veřejnost akceptuje „novinky“, pokud je jasně vidět, že řeší problémy, které vyřešit potřebují. Poté jsou ochotni také nově zavedený systém přijmout a hlavně dodržovat pravidla, která jsou důležitá pro správnou funkci systému. Je nutné co nejdříve rozpoutat celonárodní debaty o zavádění telematických systémů, které dokáží svojí aplikací na komunikace přispět k bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, zlepšení životního prostředí a k psychické pohodě cestování. Seznámit veřejnost (všechny účastníky silničního provozu) se současným stavem dopravy nejen v jejich blízkém okolí (místo bydliště), ale i globálně (změna dopravního režimu v jedné části může mít velmi negativní účinky na zbývající část území). Telematika má i svojí druhou stránku, která souvisí s dopravními nehodami. Výrobci dopravních prostředků dodávají na trh stále rychlejší a dokonalejší vozidla, která se předhánějí v lepší a lepší pasivní bezpečnosti. Což dává řidičům pocit, že jsou neohrožitelní a nemůže se jim nic stát. Mají více odvahy a tím také více riskují. Inteligentní vozidlové systémy odpoutávají řidičovu pozornost od dění na komunikaci. Proto při úvahách o zavádění telematických systémů je nutné brát na zřetel opravdu všechny pro a proti nejen

telematických systémů. Proto musí být opravdu precizně provedeny veškeré kroky, které povedou ke stanovenému cíli.

Cílem práce je ukázat, že před nasazením telematických systémů do provozu je účelné provádět důkladnou strategii, která již na začátku může odhalit určité klady a zápory daných řešení. Základem k uspokojení všech uživatelů dopravního procesu je stanovit si cíle, kterých chce společnost v dopravě dosáhnout (musí vycházet především z potřeb obyvatel města). Po stanovení dopravních cílů (z pohledu všech uživatelů dopravy) je nutné provést důkladnou deskripci současného stavu dopravy. Po získání znalostí o celém dopravním systému ve městě je možné provést „Strategii rozvoje dopravy na městských komunikacích“ pomocí aktivních nástrojů řízení dopravy, regulace ekonomiky a opatření vedoucích k zlepšení životního prostředí.

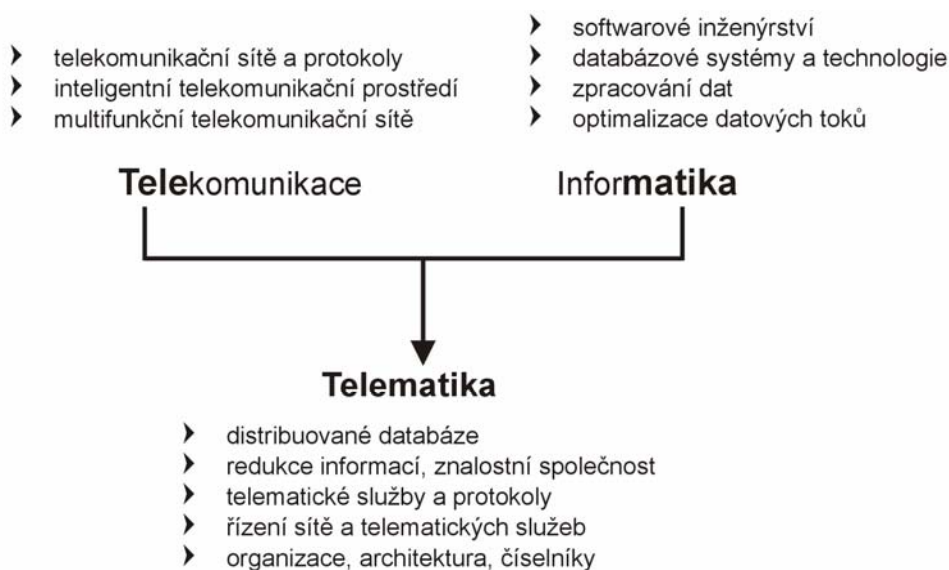
# 1 ANALÝZA POUŽÍVANÝCH TELEMATICKÝCH SYSTÉMŮ

## 1.1 Obecný popis telematiky v dopravě

Slovo telematika se začalo objevovat již před více než třiceti lety. Tehdy se často používalo slovo telemechanika, které mělo význam dálkového dohledu a ovládání procesů.

Telematika vznikla později rozšířením telemechaniky z dohledu a ovládání prvků na dálkové ovládání celých informačních systémů či procesů účelového zaměření.

Slovo **telematika** (teleinformatika) vzniklo sloučením slov **telekomunikace** a **informatika**



**Obrázek 1-1: Vznik a význam slova telematika [26]**

Inteligentní dopravní systémy používají informační a komunikační technologie k tomu, aby usnadnily nepřetržitou přepravu lidí a nákladu. Jejich úspěšný vývoj a zavedení by mohly vyřešit mnoho našich dopravních problémů snížením dopadů na zdraví a životní prostředí, zvýšením ekonomické efektivity a záchranou životů.

Inteligentní dopravní systémy, produkty a služby, které již fungují po celé Evropě, jsou založené na telekomunikacích, elektronice a informačních technologiích. Mohutný rozvoj těchto aplikací znamená skutečnou revoluci v dopravě.

Základem dopravní telematiky je především vznik dopravních systémů, které:

- poskytují globální informace a vědomosti účastníkům provozu a řídicím centřům,
- zlepšují styl života a zvyšují účinnost ekonomiky,
- zvyšují bezpečnost provozu a zlepšují ekologii.

Zlepšení evropského dopravního systému řeší tři hlavní sporné body:

Kongesce - dopravně přetížená místa na hlavních mezinárodních trasách zůstávají velkým problémem, ale kongesce ve městech a mezi městy vyžadují okamžitou akci.

Znečištění a zdraví – emise škodlivých plynů jsou nyní více považovány za reálné nebezpečí pro budoucnost lidstva. Problémy s dýcháním ve městech stále vzrůstají. Ve světě, ve kterém je doprava denní nezbytností, narůstající dopravní kongesce jsou stále více stresující.

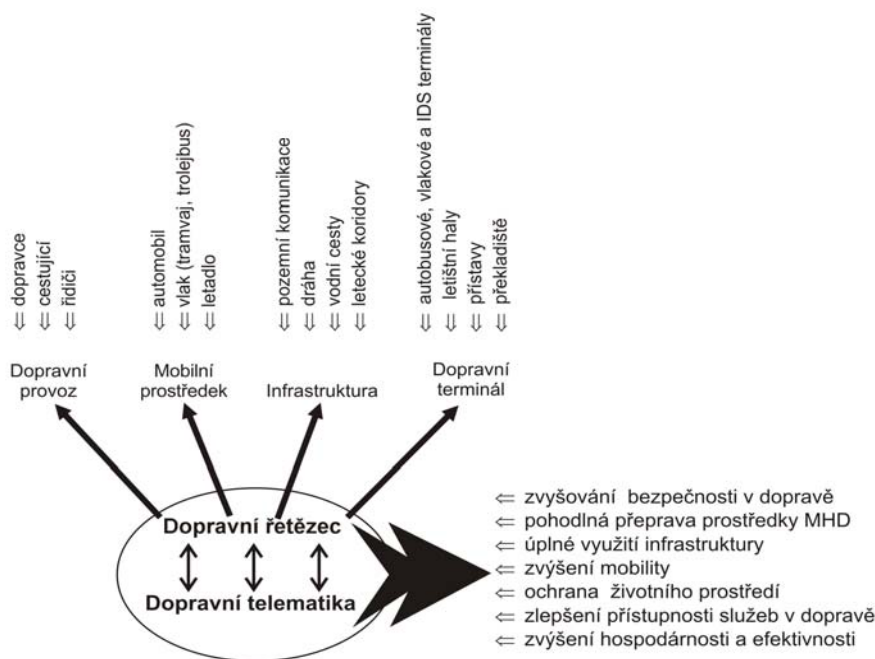
Bezpečnost – silniční doprava je nejproblématictější způsob dopravy, co se týče bezpečnosti – každý rok má za následek 40 000 úmrtí v Evropě [viz. kapitola 2.2].

Transevropské sítě, rámcové programy výzkumu, vývoje a specifické programy, jako je třeba satelitní navigační systém GALILEO, reprezentují mocné nástroje, které jsou k dispozici, ale stejně podstatné je co nejlepší využití již existující infrastruktury. Ta zahrnuje velké množství vysoce kvalitních silničních a železničních tras, námořních přístavů, letišť a vnitrozemských vodních cest.

Evropská komise zahájila řadu projektů v celé EU zaměřenou na řešení dopravních problémů v důležitých oblastech. Rozšíření EU je výzvou na propojení nových členských států s transevropskými dopravními sítěmi.

**Definice dopravní telematiky:** *Dopravní telematika integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšila se psychická pohoda cestujících [31].* Nejdůležitější částí každého telematického systému jsou informace získané *Ve správném čase a Na správném Místě*, jak informace o prvcích dopravních řetězců (infrastruktura, dopravní prostředky, cestující, zboží, atd.), tak i o jejich uživateli (dopravci, odbor dopravy, policie, dopravní podniky, řidiči, cestující, atd).

Bez telematiky se dnes neobejdeme na silnicích, železnicích, v letadlech nebo na lodích, ale ani v logistických centrech, dopravních terminálech atd. Telematika v těchto oblastech výrazně přispívá k lepšímu využívání existujících kapacit i ke zvyšování bezpečnosti provozu (Obrázek 1-2). Dá se říci, že „**Infrastruktura zaostává a telematika napomáhá plynulému a bezpečnému odbavování provozu**“.



Obrázek 1-2: Dopravní telematika ve vazbě na dopravní řetězce [26]

### 1.1.1 Telematika na železnici

Železniční telematické systémy jsou dalším prvkem ke zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy. Jde především o informační systémy, které musí být postupně vzájemně propojeny. Mezi důležité systémy patří např. systém na určování pozice.

Řízení průběhu jízdy na dopravní cestě ovlivňují odstupy a rychlost za sebou jedoucích vlaků, jakož i bezpečnost proti najetí z boku. Vzhledem k dlouhé brzdné dráze je železniční doprava řízena zvenčí. Přes návěstidla je sděleno strojvedoucímu, zda smí vjet do dalšího úseku.

Pomocí dopravní telematiky se v současné době sledují v železničním provozu dva cíle:

- sjednocení nejrůznějších evropských systémů řízení provozu v rámci evropského systému řízení a zabezpečení vlaků (ETCS),
- zvýšení výkonnosti ustoupením od systému hradlových oddílů a přikloněním se ke spojení vlak-vlak, případně k přímému řízení součástí dopravní cesty samotnými vlaky.

Telematika pomáhá i při vlakovorbě. Údaje z železničních vozů a jejich řazení se mobilně podchycují a předávají přes rádiové spojení manipulačnímu místu. Vedoucí posunovacích lokomotiv řídí pohyb v kolejišti rádiem a elektronicky přestavuje místně obsluhované výhybky. Provoz posunování je tak bezpečnější a účelnější.



### Železniční telematika a ekonomika drah

Základním přínosem telematiky železniční dopravy je tvorba znalostí v ekonomické oblasti. Ty lze získat zpracováním ekonomických údajů s efektivním propojením technických, technologických a pasportních úloh.

Cena realizace dopravního procesu vztažená k přesně definovanému úseku dopravní cesty:

$$C = N_{\text{infr}} + N_{\text{obs}} + O + N_{\text{traen}} \quad [\text{Kč}] \quad (1-1)$$

$N_{\text{infr}}$  – náklady na provoz infrastruktury dopravní cesty [Kč],

$N_{\text{obs}}$  – náklady zahrnující obsluhu dopravní cesty [Kč],

$O$  – odpisy HIMu infrastruktury, ale i prostředků pro výkon obsluhy [Kč],

$N_{\text{traen}}$  – náklady na pohonné hmoty při realizaci dopravy po dopravní cestě [Kč].

V oblasti železnice jsou telematikou často chápány pouze informační a rezervační systémy. Podstata telematiky, resp. moderních technologií, na železnici však spočívá v zajištění jednotných technických řešení, technologií, provozních podmínek, pohraničních režimů atd., umožňujících bezproblémovou přepravu zboží i cestujících na celém evropském kontinentu. Tato specifická oblast telematiky je označována jako interoperabilita železničního provozu.

#### **1.1.2 Telematika ve vodní dopravě**

Vnitrozemská vodní doprava je považována za spolehlivý, úsporný a vůči životnímu prostředí ohleduplný druh dopravy; v EU je považována za klíčový druh dopravy v evropském intermodálním dopravním systému. Rozvoj vnitrozemské plavby, díky zavedení RIS (Říční Informační Služba – elektronický zabezpečovací a informační systém), má speciální význam pro vnitrozemské vodní koridory. Elektronický navigační systém pracuje v reálném čase a poskytuje informace o poloze lodí a jejich kursu. Na počátku pracoval s komunikací loď-loď a loď – břeh tak, aby se dosáhlo bezpečného provozu – podobně jako v leteckém provozu. RIS však dnes umí mnohem více. Stává se nástrojem moderní logistiky a dopravních řetězců. Může spojit všechny zájemce od říčních přepravců po plavební správu tak, aby se dosáhlo optimalizace dopravy, optimalizace cesty a plavební dráhy, sledování zásilek a plánování překládání zboží. Firmy jako Ford, Nissan, BMW, Renault, Volvo a VW přepravují vyrobená vozidla také pomocí lodní dopravy.

Ke zavedení telematických systémů ve vodní dopravě přispělo např. zavedení lodního automatického identifikačního systému AIS (Automatic Identification System) na mezinárodní úrovni, který značně zlepšil systémy služeb lodního provozu VTS (Vessel Traffic System), ale rovněž zautomatizoval hlášení a přispěl k podstatně lepšímu zjišťování polohy plavidel

a zabraňování střetů mezi nimi. V případě nehod zajišťuje, aby byly příslušné služby rychlé, pohotové a zabránilo se větším škodám. Navíc zabraňuje zpoždění a snižuje náklady na infrastrukturu.

V současné době má v ČR vodní doprava pro souvislou vnitrostátní i zahraniční přepravu k dispozici labsko-vltavskou vodní cestu o provozní délce 303 km. V posledních letech, v souvislosti s restrukturalizací české ekonomiky, došlo u přepravy vodní dopravou ke snižování výkonů. Podnikání ve vodní dopravě se zaměřuje především na mezinárodní přepravy, kde se výrazně projevuje ekonomická výhodnost vodní dopravy. Telematické systémy se uplatňují zejména při sledování technického stavu vodní plavební dráhy a u informačních systémů o stavu splavného toku či při sledování meteorologických podmínek na vodní cestě a zajištění informací pro zákazníky.

### 1.1.3 Telematika v letecké dopravě

Telematické aplikace vytvářejí přesný prostorový přehled o uspořádání vzdušného prostoru, o řízení pohybu pohyblivých objektů po ploše letiště a slouží jako informační vstupy do dalších systémů. Použitím přesných družicových navigačních systémů je možné tyto oblasti lépe vymezit, například zmenšit řízené prostory, zlepšovat plánování příletových a odletových tratí a snižovat tak ekonomické náklady na letový provoz. Informační systémy letových informací poskytují uživatelům potřebné informace o podmínkách na dopravní cestě.

**Dopravní telematiku** je dobré studovat hlouběji a propracovávat tak, aby pro další uživatele tvořila celé ITS a ne jen řešení jednotlivých dopravních situací. Telematické systémy ovlivňují cenu uskutečňovaných dopravních procesů, které vedou k lepšímu uspokojování zákazníků.

Dobře fungující dopravní telematický systém se nesmí omezovat jenom na jeden druh dopravy, ale musí zohledňovat propojení všech druhů dopravy.

***Hlavním cílem telematiky je udržitelnost životního prostředí, zvyšování bezpečnosti v dopravě, zvýšení mobility a zlepšení přístupnosti služeb v dopravě a hlavně zvýšení hospodárnosti a efektivnosti dopravních procesů.***

### 1.2 Užívání dopravy osobami s hendikepem

Počet cestujících s hendikepy (nejen zdravotními) stále narůstá, podle prognóz bude v příštích 20 letech i dále růst. Moderní cestování je často obtížné i pro člověka tělesně zdravého. Jen těžko si představujeme problémy, se kterými se setkává člověk s fyzickým omezením. Skupina stárnoucích a hendikepovaných lidí proto tvoří významnou část trhu služeb a vybavení IDS.

### **Lidé s omezenou pohyblivostí**

Lidé s omezenou pohyblivostí představují významnou část populace EU. Tato skupina se skládá z lidí se zdravotními hendikepy a ze stárnoucích lidí, ale jsou v ní také lidé se zavazadly nebo s nákupními taškami, lidé s malými dětmi a lidé s dočasným zraněním.

Významnou pomocí je uplatnění projektu GALILEO pro lidi s omezenou pohyblivostí:

- osobní pomoc při navigaci lidí s vadami zraku,
- monitorování pohybu nemocných Alzheimerovou nemocí se ztrátou paměti,
- plánování cest pro lidi s fyzickým omezením,
- zlepšení telemedicíny nebo záchranných služeb díky lokalizace v reálném čase,
- hlasová hlášení v reálném čase ve veřejné dopravě o zbývajícím čase cesty, příští zastávce a přípojích.

### **Nevidomí a slabozrací v dopravě**

Zrakově postiženým chodcům pomáhají telematické systémy zjistit prostory bezpečné pro chůzi nebo pro přechod, včetně informací o délce a bezpečnosti míst pro přechod silniční komunikace. ITS mohou rovněž vést fyzicky postižené osoby přes objížďku, (např. kde je průjezd invalidním vozíkem nemožný). Osoby sluchově postižené ITS pomáhají informovat o trase ve formě značek, obrázků a znaků.

Pro zvýšení dostupnosti veřejné osobní dopravy pro občany se sníženou zrakovou schopností byl v ČR vyvinut povelový systém, který pomáhá nevidomým se orientovat v zastavěných oblastech, ve veřejné dopravě, na křižovatkách, v blízkosti úřadů atd. Bílá slepecká hůl je doplněna o přijímač spojený s integrovaným informačním systémem dopravních prostředků MHD, křižovatek atd. V praxi použije nevidomý cestující na zastávce autobusu buď hůl se zabudovanou vysílačkou a vysílacími tlačítky nebo nezávislou vysílačkou. Jakmile vozidlo MHD přijede, osoba stlačí příslušné tlačítko k aktivaci vnějšího reproduktoru přijíždějícího vozidla, kterým je pak oznámeno číslo autobusové linky, směr jízdy a jméno konečné stanice. Jestliže si osoba přeje nastoupit, dalším tlačítkem aktivuje vnitřní hlásič a displej je prováděn při výstupu z autobusu. Tato informace se opět sděluje řidiči akustickým majáčkem ovládaným řídicím počítačem vozidla prostřednictvím sběrnice IBIS.

V současné době je systém v provozu nejen v hlavním městě Praha, ale také v dalších šesti městech ČR (např. České Budějovice, Ústí nad Labem, Olomouc, Kladno, Karlovy Vary, Ostrava, Hradec Králové). V ČR už je více než 3 500 dopravních jednotek vybaveno tímto systémem.

### **Akustická signalizace**

Mezi známé a rozšířené akustické prvky patří především akustická signalizace na přechodech pro chodce řízených světelným signalizačním zařízením. Tento akustický prvek se postupně vžil do podvědomí celé společnosti. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a v § 25 vlastnosti tohoto zařízení definuje takto:

*Akustické signály (zvukové signály) slouží k bezpečnější orientaci nevidomých osob na křižovatkách s řízeným provozem světelnými signály a přechodech pro chodce. Zařízení musí umožňovat nevidomé osobě, která přistoupila ke stožáru SSZ pro chodce, bezpečně sluchově rozlišit, svítí-li v jeho směru chůze signál pro chodce se znamením „Stůj!“ nebo signál pro chodce se znamením „Volno!“.*

*Signál pro chodce se znamením „Stůj!“ (č. S9a), „Signál pro chodce a cyklisty se znamením Stůj!“ (č. S11a) nebo „Signál dvou vedle sebe umístěných střídavě přerušovaných červených světel“ (č. S13) jsou vyjádřeny akustickým (zvukovým) signálem kmitočtu cca 1,5 kHz.*

*Signál pro chodce se znamením „Volno“ (č. S9b) nebo „Signál pro chodce a cyklisty se znamením Volno“ (č. S11c) jsou vyjádřeny akustickým (zvukovým) signálem o kmitočtu cca 8 kHz.“*

Všechny nově zřizované signalizované křižovatky a přechody pro chodce jsou vybaveny akustickou signalizací a bezbariérovou úpravou. Takto upravené signalizace musí mít snížené obruby s nášlapem, normový vyčkávací prostor, varovné a signální pásy pro nevidomé, tlačítka pro nevidomé vybavené hmatovou značkou pro nevidomé na rozpínání signálních skupin (vzdálenost menší než 4 m), atd. Pokud není SSZ vybaveno předepsanými prvky nemohou ho hendikepované osoby bezpečně využívat. Akustické signály jsou v provozu většinou od 7 – 21 hod., ve zbývající době jsou v provozu pouze na výzvu nevidomého (a to z důvodu rušení „klapáním“ v obytné zástavbě). Na konci roku 2008 bylo v Praze v provozu 532 SSZ a z toho na 390 SSZ je osazena akustická signalizace pro nevidomé.

### **Využití navigací a lokalizace nevidomými**

Globální družicové navigační systémy GNSS nachází uplatnění také při pomoci nevidomým. Nevidomí často ztrácí orientaci ve známém prostředí, zabloudí při přesunu mimo známou trasu a většinou není na blízku osoba, která by jim poskytla potřebnou pomoc.

V současnosti bylo vše založeno na GPS. Do budoucnosti se počítá s využitím systému Glonass a Galileo.

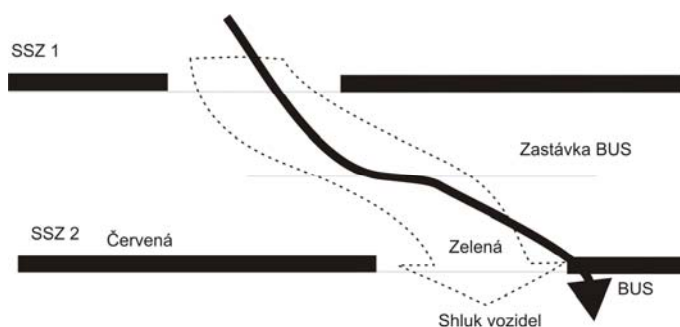
### 1.3 Městská hromadná doprava (MHD)

Bez MHD se neobejde v dnešní době žádné větší město. Hromadné přepravování osob začalo např. v Praze v letech 1829 – 1845, kdy začal jezdit Omnibus, 23. září 1875 se pražskými ulicemi rozjela poprvé koněspřežná tramvaj-koňka. Od té doby hromadná doprava zaznamenala nespočet změn. V současné době je jednou z klíčových oblastí dopravy ve městech. Vyšší zájem o veřejnou dopravu vyvolává zajišťování lepší propustnosti prostředků MHD, vysoká bezpečnost cestujících, pohodlí cestování, snadná dostupnost, dobrá informovanost atd. Ke zvýšení atraktivnosti hromadné dopravy se využívají telematické systémy.

#### 1.3.1 Preference městské hromadné dopravy

Preference pro vozidla hromadné dopravy znamená, že je jím poskytována definovaná výhoda např. ovlivňováním světelné signalizace jedoucimi vozidly MHD podle jejich aktuálních nároků, aby vozidla MHD mohla co nejplynuleji projet. Forma či míra preference závisí na požadavcích, způsobu řízení dané křižovatky, a na konkrétních dopravních pohybech v dané lokalitě. Jízda dopravního prostředku hromadné dopravy je odlišná od jízdy osobního vozidla. Je to způsobeno především pobyty v zastávkách (nastupování a vystupování) (Obrázek 1-3). Při umístění zastávky mezi dvěma SSZ je obtížné autobusy zařadit do koordinace SSZ bez použití telematiky.

Zápornou stránkou vysoké preference MHD bývá negativní dopad na ostatní vozidla, v některých případech i na vlastní (MHD).



Obrázek 1-3: Diagram dráha - čas vozidel a autobusu mezi SSZ [14]

V současné době je na křižovatkách s tramvajovým provozem realizována absolutní a podmíněná preference s pasivní detekcí (vozidla MHD sama nic nevysílají), na křižovatkách s provozem autobusů MHD pak preference s aktivní detekcí (vozidla MHD sama vysílají požadavky na preferenci). Uplatnění aktivní detekce se zkouší i na několika křižovatkách s tramvajovým provozem.

Absolutní a podmíněná preference umožňuje uplatnění přednostní volby a prodlužování signálu volno, aby tramvaje mohly projet světelně řízenou křižovatkou pokud možno bez zastavení nebo alespoň s minimálním zdržením.

#### Absolutní preference

Znamená takový způsob řízení, který v běžném provozu umožní zcela plynulý průjezd na světelně řízené křižovatce, bez jakéhokoliv zastavování a zdržení před signálem stůj, všem vozidlům MHD (s výjimkou pouze mimořádných situací, např. při současném příjezdu více vozidel MHD za sebou a v takových časových polohách, že by při absolutním preferování všech vozidel MHD došlo k nadměrnému prodlužování signálu stůj pro IAD, cyklisty nebo chodce).

#### Podmíněná preference

Znamená takový způsob řízení, který plynulý průjezd na světelně řízené křižovatce sice všem vozidlům MHD neumožní (některá vozidla budou zastavena a zdržena signálem stůj), avšak zajistí alespoň výrazný pokles zdržení a počtu zastavení vozidel MHD před SSZ ve srovnání s řízením bez preference. Míra podmíněné preference (respektive míra jejího přiblížení absolutní preferenci) pak závisí na konkrétním řešení a způsobu řízení dané křižovatky.

#### Aktivní preference

Systém preference BUS s aktivní detekcí je založen na radiové komunikaci vozidla s řadičem SSZ, je propojen s jízdními řádovými jednotkami jednotlivých linek, které jsou k dispozici v palubním počítači. Tato úprava umožňuje v závislosti na skutečné jízdě vozidla vyhodnotit jeho časovou polohu vůči jízdnímu řádu a ze zjištěné odchylky vyslat požadavek na odpovídající stupeň preference s tím, že při současném nároku vozidel je preferováno vozidlo s vyšším stupněm preference. Smyslem úpravy propojení na jízdní řády je podle předem stanovených podmínek umožnit preferenci jen vozidlům, která ji skutečně potřebují.

K lokalizaci vozidel před jednotlivými SSZ se používá inframaják umístěný v dostatečné vzdálenosti před křižovatkou, který předá vozidlu informace o poloze bodu přihlášení a odhlášení. (Funkce inframajáku může být nahrazena systémem GPS). Vozidlo se po ujetí stanovené vzdálenosti prostřednictvím radiového signálu přihlásí a následně odhlásí do SSZ.

#### **Preference kontakty a preference bezkontaktní**

Preference MHD pomocí telematiky spočívá v první řadě ve správném a včasném přihlášení vozidla a hlavně v poskytnutí prioritního průjezdu před ostatní dopravou, pokud je tato priorita **nutná**.

Kontaktní (pasivní) preference – je určena hlavně pro tramvaje. Preference kolejových vozidel je součástí dynamického řízení křižovatek světelnou signalizací. Na křižovatkách

s jednoduššími dopravními poměry je naprogramována preference absolutní (projetí vozidel MHD křižovatkou pokud možno bez zastavení), na ostatních místech s preferencí podmíněnou (projetí vozidel MHD křižovatkou s alespoň min. zdržením).

Bezkontaktní (aktivní) preference – systém bezkontaktní preference umožňuje preferenci vozidlům MHD při průjezdu křižovatkou a je založen na radiové komunikaci vozidla s řadičem SSZ. K lokalizaci vozidel se používá inframaják umístěný před křižovatkou nebo jednotka GPS. Systém pro preferování vozidel MHD umožňuje, kromě jiných funkcí, i přenos cílové identifikace k automatické volbě v řadiči SSZ, automatickou kontrolou dodržování jízdního řádu a přesné odeslání přihlášení a odhlášení. Při dopravně technických změnách je tento systém velmi pružný, neboť stačí provést pouze programové úpravy.

Preference založená na GPS - základem je obousměrná komunikace mezi řídicím počítačem a vozidly MHD, která dokáže určit polohu vozidla, zda je ve shodě s jízdním řádem, informace o cestujících, získat data o vozidle z digitálního tachografu. Systém funguje např. v dánském Aalborgu.

### **Preference MHD v Praze**

#### Aktivní preference autobusů na SSZ

Pro oblast preference autobusové dopravy bylo významné zapojení hl. města Prahy do aktivity Evropské komise nazývané „PROJEKT TRENDSETTER“. V rámci tohoto Projektu byl řešen mj. úkol zprovoznění systému aktivní detekce autobusů na 2 vybraných křižovatkách (Holečkova – Zapova v Praze 5 a Barrandovský most – rampa z ul. Modřanské) a na 11 autobusech.

#### Preference tramvají na SSZ – stav k 31.12. 2008

Preference tramvají světelnou signalizací je v Praze postupně zaváděna od roku 1993 k 31. 12. 2008 byla preference tramvají zavedena na 121 místech, což představuje 56,8 % Na 50 SSZ (23,5 %) s jednoduššími dopravními poměry je naprogramována preference absolutní. Preference tramvají je součástí dynamického řízení křižovatek světelnou signalizací (Tabulka 1-1).

Rok	SSZ				
	Celkem	Preference		Přechody	Na tram. trati
		TRAM	BUS		
2008	532	121	81	86	213
2007	504	109	53	78	208
2006	491	101	20	76	202
2005	473	94	8	72	199
2004	458	82	8	60	200
2003	445	75	2	61	197
2002	427	60	-	56	193
2001	406	60	-	55	192
2000	398	59	-	57	188
1999	395	57	-	55	187
1995	358	20	-	46	186
1990	348	1	-	45	180

Tabulka 1-1: Vývoj preference MHD na SSZ v Praze [Ročenka dopravy Praha 2008]

#### Základní preferenční prvky:

- úpravy světelných signalizačních zařízení (SSZ) pro preferenci tramvají a autobusů,
- aplikace betonových dělicích prvků podél tramvajových tratí,
- vyhrazení samostatných jízdních pruhů pro provoz autobusů,
- úprava dopravního značení ve prospěch provozu MHD,
- instalace litinových sloupků v chodnicích k zamezení nelegálního parkování a následného blokování tramvajových kolejí projíždějícími vozidly,
- instalace značkovacích knoflíků v dlažbě,
- instalace zábran proti strhávání trolejí,
- stavební úpravy zastávek - zastávkové mysy, vídeňské zastávky, časové ostrůvky.

Preference veřejné hromadné dopravy má pozitivní vliv na plynulost a pravidelnost veřejné hromadné dopravy osob a představuje významný prvek ve zvyšování její kvality a konkurenceschopnosti vůči individuální dopravě. Postupným zaváděním preferenčních opatření dochází k úspoře vypravovaných vozidel – ekonomické efekty.

#### Efekty preference:

- Přínosy obecné - efekty z pohledu cestujícího – psychická pohoda cestování, plynulý a rychlejší provoz MHD oproti popojíždění v kolonách, atd.



- Přínosy materiální (vyjádřené finančně) - zkrácení jízdních dob - úspora vypravených vozů, el. energie u tramvají, nafta u autobusů, méně posilování linek, snížení počtu nehod.

Dosažené úspory ve vypravení lze promítnout do snížených investičních nákladů na pořízení nových, nebo rekonstrukci stávajících vozidel a také personální náklady.

#### **1.4 Doprava v klidu**

Doprava v klidu je jedním z faktorů, které podstatným způsobem ovlivňují život města a limitují jeho další rozvoj. V dnešní době nároky na kvalitu v oblasti dopravy v klidu stále rostou, a je proto nutností zdokonalovat zařízení a mechanismy fungující v těchto dopravních systémech. Telematika se v této oblasti uplatňuje zejména v naváděcích systémech na parkoviště s propojením na řídicí centrum, systémy parkovacích automatů a jejich propojení s centrem řízení, informační systémy v hromadných garážích a v neposlední řadě technologická zařízení, jimiž jsou vybavena parkoviště.

Je třeba si uvědomit, že parkování se dotýká prakticky všech občanů žijících na území města a jeho řešení je veřejností velmi kriticky sledováno a hodnoceno.

Informace o volných parkovacích kapacitách získávají řidiči na komunikacích pomocí proměnného dopravního značení, které se umisťují:

- jako předběžná informace o parkovištích na příjezdové trase k těmto parkovištím, převážně ve směru do centra města,
- v místě odbočení na parkoviště z rychlostních nebo vícepruhových komunikací,
- v důležitých distribučních bodech, kde dochází k rozdělení směru jízdy na jednotlivá parkoviště,
- v bodech, kde dochází ke změně směru jízdy na parkoviště odlišné od radiálního směru do centra,
- při odbočení na parkoviště tam, kde při obsazeném parkovišti by musel následovat návrat na původní trasu,
- jako poslední značka před odbočením na parkoviště,
- bezprostředně před vjezdem na parkoviště.

##### **1.4.1 Parkovací možnosti ve městě**

Dopravu v klidu na městských komunikacích členíme na několik základních typů parkování:

- parkovací kapacity na veřejných komunikacích,
- hlídaná parkoviště,
- záchytná parkoviště typu P+R,

- hromadné parkovací kapacity v garážových objektech.

#### Parkovací kapacity na veřejných komunikacích

Parkovací kapacity na veřejných komunikacích jsou dané a konečné. Jedním z hlavních cílů organizace dopravy v klidu je přesun parkujících vozidel z veřejného prostranství do garáží a využití uvolněného prostranství pro pěší provoz.

#### Hlídaná parkoviště

Hlídaná parkoviště jsou důležitou součástí dopravních situací ve městě. Podle umístění, druhu uživatelů a způsobu provozu se dají hlídaná parkoviště dělit do těchto kategorií:

- parkoviště v komerčně atraktivních lokalitách – vysoká poptávka návštěvníků po parkování,
- parkoviště v hustě obydlených lokalitách – především odstavná parkovací stání pro bydlící obyvatele.

#### Hromadné parkovací kapacity v garážových objektech

Stále zvyšující se počet aut na městských komunikacích vyvolává poptávku po větších parkovacích kapacitách a nejlépe v centru. Nedostatečnou kapacitu řeší výstavba hromadných parkovacích garáží.

#### Parkoviště typu P+R

Systém parkovišť typu P+R (Park and Ride) je typickou aplikací telematiky. Umožňuje kombinovat dopravu osobním automobilem mimo město s dopravou hromadnými prostředky MHD (autobus, trolejbus, tramvaj, vlak, metro) do centra města. Záchytná parkoviště přispívají ke snížení podílu individuální automobilové dopravy v dělbě přepravní práce a umožňují regulovat dopravu v centru města.

Dobře fungující systém parkovišť typu P+R musí především zahrnovat:

- dostatečnou kapacitu záchytných parkovišť v blízkosti zastávek hromadné dopravy,
- kvalitu jízdy v prostředcích MHD srovnatelnou s IAD,
- kombinovaný tarif pro parkování a jízdné MHD,
- kratší cestovní dobu MHD než IAD,
- dostatečnou a včasnou informovanost o možnostech parkování.

#### **Navádění na parkoviště P + R**

Systém navádění na záchytná parkoviště je jedním ze subsystémů městského managementu dopravy. Jeho integrace do nadřazeného řídicího systému umožňuje monitorovat obsazenost parkovišť a následně činit opatření z hlediska řízení dopravy.

Cílem všech typů naváděcích systémů, a tedy i naváděcích systémů na parkoviště, je předávat řidičům nebo cestujícím kvalitní informace v reálném čase, aby jejich rozhodovací proces o volbě trasy cesty byl podložen údaji o aktuálním stavu na dopravní cestě. Tato volba trasy by na základě poskytnutých informací měla být trasou optimální nejen z pohledu řidiče, ale i z pohledu dopravní zatížitelnosti dotčených komunikací.

Kladný vliv naváděcích systémů na dopravu ve městech prokázal jeden z největších evropských projektů zabývajících s městským managementem ROMANSE, který využívá v Southamptonu 28 proměnných informačních tabulí pro navedení na parkovací plochy.

### Řídící systém parkoviště P+R

Dynamický naváděcí systém je nutné nějakým způsobem řídit. Rozsáhlé parkovací systémy je dobré řídit z jednoho místa → ústředny. Následně řídicí systém zpracovává a dále disponuje s těmito informacemi (Obrázek 1-4):

- sběr a vyhodnocování údajů o obsazenosti jednotlivých parkovišť,
- vysílání informací o počtu volných míst na proměnných informačních tabulích (PIT) a naváděcí systémy na parkoviště,
- sběr a ukládání informací o stavu zařízení dynamického naváděcího systému,
- poskytování informací o možnostech parkování prostřednictvím internetu, regionálních rádií, atd.

Způsoby zobrazování informací na proměnných informačních tabulích:

- informační tabule obsahující proměnný údaj s počtem volných parkovacích míst,
- informační tabule pouze s údajem VOLNO – OBSAZENO.



Obrázek 1-4: Naváděcí systémy na P+R v Praze [Zdroj: autor]

### Technické subsystémy parkoviště P+R

Zajišťují nejzákladnější spolehlivost parkoviště P+R a vlastní provoz parkoviště. Základní části parkoviště jsou - vjezdový výdejní stojan parkovacích lístků, výjezdový stojan se

čtečkou parkovacích lístků, platební automat, indukční smyčka s detektorem nebo jiným snímacím systémem, závora, návěstidla.

### **P+R v Praze**

V současné době je na území hl. města Prahy 17 parkovišť typu P+R, poskytující 3188 parkovacích míst. Nejvyšší obsazenost, a to 100 %, mají P+R Zličín I a II, Nové Butovice a Radlická, na druhém místě s 90 % obsazeností je Černý most. Nejmenší obsazenost má P+R v Běchovicích.

#### **1.4.2 Parkovací systém K+R a B+R**

Na záchytných parkovištích P+R je možné zřizovat doplňkovou službu B+R (Bike and Ride) – možnost úschovy jízdních kol. Tato služba je bezplatná, cyklista pouze proti záloze obdrží zámek, kterým se kolo zamkne a klíč odevzdá správci. Ten vydá cyklistovi kartu, kterou se při návratu prokáže. Slevy na jízdné zde nejsou, protože hlídání kol je bezplatné.

Parkoviště typu K+R umožňují pouze nástup a výstup z IAD v místech přestupu na MHD, není zde dovoleno delší stání.

### **1.5 Řízení dopravních sítí ve městě**

#### **Historie řízení [23]**

První dopravní signál k řízení městské dopravy byl instalován v roce 1868 v Londýně ve Westminsteru – byl ve formě ramena železničního návěstidla osvětlovaného červeným a zeleným světlem plynové lampy. Měl usnadnit členům parlamentu přechod živě frekventované ulice centrální oblasti města.

Myšlenka řízení dopravy na křižovatce byla snad poprvé uplatněna v roce 1916, kdy bylo použité trojbarevné světelné signalizační zařízení v New Yorku, Salt Lake City a pak v Los Angeles. V roce 1925 bylo podobně ručně řízené návěstidlo v Londýně na Piccadilly; v následujícím roce pak bylo automaticky řízené návěstidlo instalováno v dalším městě Velké Británie – Wolverhamptonu. V Berlíně bylo ještě v roce 1922 křižování vozidel řízeno pomocí trubky, kterou dával policista znamení ke změně směru; později bylo nahrazeno světelnou signalizací s ručním řízením.

Přirozený vývoj způsobu řízení tu postupoval od ručně ovládaných zařízení k automatickým s řízením jednotlivých fází a různými délkami cyklu.

Za začátek plánované organizace a řízení dopravy ve velkých světových městech lze označit rok 1925, ve kterém bylo dosahováno stupně motorizace 1:10 (počet vozidel : počtu obyvatel) a kdy se vlna motorismu šířila do celého světa. V Praze došlo ke zřízení prvního světelného signalizačního zařízení již v roce 1927.

O prvním dopravním signálu instalovaném na křižovatce Hyberské ulice s Dlážděnou a Havlíčkovou (SSZ je na tomto místě i nyní) tehdejší denní tisk napsal 10. 12. 1927:

*„Řízení dopravy pomocí světelných signálů se zřizuje u Masarykova nádraží od 11. XII. 1927. Zelená návěst ve směru Hyberské uvolňuje pohyb vozidel jedoucích přímo Hyberskou oběma směry v malých obloucích. Zelená návěst v Havlíčkově a Dlážděné uvolňuje dopravu v obou směrech a umožňuje jízdu v malých obloucích. Zahýbání velkými oblouky je zakázáno. Na znamení červených návěstí se musí vozidla zastavit před vyznačeným přechodem pro chodce“<sup>1</sup>.*

Do roku 1965 bylo v Praze instalováno SSZ na celkem 33 křižovatkách, řídily je řadiče firmy Siemens, Elektrosignál Praha a zčásti zařízení Technické a zahradní správy města Brna.

Definice říká, že řízení je cílevědomé působení na určitý vymezený úsek reálného světa (řízený objekt), ovlivňující děje a pochody tak, aby výsledkem bylo splnění předem daných představ vyjádřených jako cíle řízení.<sup>2</sup>

Dopravní proud řídíme zastavováním vozidel, změnou jízdních parametrů, informováním a navigováním. Do řídicího procesu vstupují vstupní veličiny (např. z dopravních senzorů) a chování účastníka silničního provozu je ovlivňováno prostřednictvím akčních členů (např. světelnými návěstidly).

Vymezený úsek reálného systému se nazývá řízený objekt. Řízeným objektem je např. světelně řízená křižovatka. Měřené dopravní parametry vstupují do procesu řízení jako vstupní veličiny do matematického modelu implementovaném v dopravním řadiči. Vstupními údaji jsou například časové odstupy vozidel v jednotlivých směrech získané z indukčních detektorů. Tento model, který je realizován programovým vybavením dopravního řadiče, zajišťuje, pro dané vstupní parametry, přepínání a změny délek jednotlivých fází světelných návěstidel a tím ovlivňuje chování dopravního proudu v daném uzlu.

### 1.5.1 Řízení dopravního uzlu

Světelné signalizační zařízení lze pokládat za část řídicího obvodu, který optimalizuje podle určitých kritérií dopravu na křižovatce (Tabulka 1-2). Rozeznáváme řízení časové, kdy do řídicího procesu vstupují pouze čas a ne měřené veličiny. Na základě času se mění parametry signálního programu. Hodnoty parametrů jsou při přípravě návrhu vypočítány

---

<sup>1</sup> Světelná signalizační zařízení v Praze, Ústav dopravního inženýrství, str. 75

<sup>2</sup> Příbyl P., Mach R., Řídicí systémy silniční dopravy, ČVUT, Fakulta dopravní, 2003, str.16

z databáze historických dat. V případě dynamického řízení se vybrané parametry signálního programu mění v závislosti na měřených parametrech dopravního proudu. Dynamické řízení je takové řízení světelnou signalizací, které podle dopravních nároků v reálném čase, zjišťovaných dopravními detektory, bezprostředně reaguje na průběh dopravy a podle okamžité poptávky mění délky zelených signálů a střídá fáze řízení. Tím může snížit zdržení a zastavování vozidel před SSZ a celkově zvýšit plynulost provozu ve srovnání s klasickým řízením pevnými signálními plány.

Měřený parametr	Způsob měření	Význam
Počet zastavení	- manuální registrace - videozáznam - plovoucí vozidlo	- zlepšení komfortu jízdy - snížení emisí a hluku - zvýšení bezpečnosti
Doba zdržení	- rozdíl časů na vjezdu a výjezdu (dva pozorovatelé) - plovoucí vozidlo	- časové úspory pro účastníky - zmenšení ekologických dopadů - zvýšení akceptovatelnosti
Délka kolon	- manuální registrace - indukční smyčky - indukční smyčky a výpočetní metody - videodetekce	- snížení množství emisí a hluku - lepší propustnost pro kolmé směry - odstranění stresů
Cestovní doby	- plovoucí vozidla - speciální výpočetní metody	- plynulejší provoz - časové úspory pro účastníky - nižší celospolečenské ztráty
Jízdní rychlost	- dopravní detektory	- snížení množství emisí a hluku

**Tabulka 1-2: Parametry určující kvalitu řízení [14]**

### **Vstupní hodnoty pro návrh řídicího procesu**

Při časovém řízení je na základě aktuálního času vybírán jeden signální plán z množiny předem připravených signálních plánů. Ty se připravují výpočty, do nichž vstupuje intenzita dopravy (Tabulka 1-3).

V případě dynamického řízení reaguje řadič na momentální dopravní parametry v uzlu. Základními vstupními hodnotami jsou: časová mezera mezi vozidly, rychlost dopravního proudu, doba obsazení detektoru, výzva chodců, cyklistů, přihlášení a odhlášení vozidel.

Řízení strategie	Časový krok	Regulované veličiny	Měřené veličiny	Poznámka
Pevné signální programy (off-line, statické)				Jeden program vypočítaný pro danou sestavu vstupních hodnot
Časově závislé (off-line)	hodiny/dny	- žádné	- čas	Změnu programů řadiče dle času
Dopravně závislé (on-line, dynamické)	sekunda	- délka zelené - vložení fáze - změna pořadí fází	- mezera mezi vozidly - stupeň obsazení detektoru - výzva	Traffic Responsive
VS-PLUS	sekunda	- délka zelené - vložení fáze - změna pořadí fází	- mezera mezi vozidly - stupeň obsazení detektoru - výzva	Individuální řízení každého dopravního proudu Preference MHD
FUZZY řízení	sekunda	- délka zelené - délka cyklu	- mezera mezi vozidly - stupeň obsazení detektoru - výzva	Izolované uzly s menšími intenzitami dopravy

**Tabulka 1-3: Metody řízení dopravního uzlu [14]**

### 1.5.2 Řízení dopravních oblastí

Kapacita městských komunikací v dnešní době přestává stačit rostoucím přepravním výkonům. Výstavba nových a kapacitnějších komunikací je téměř nemožná, jediná možnost je využít stávajících komunikací za pomoci efektivního řídicího systému pro danou oblast pomocí SSZ.

Řízení dopravních sítí (oblastí):

- Řízení off-line – z dlouhodoběji zaznamenávaných dat se vypracuje statický model, který podle denních intenzit vytváří určité signální plány.
- Řízení on-line – do řadiče nebo ústředny jsou vloženy předem vypočtené sestavy signálních plánů, které se vybírají podle intenzit dopravy.
  - Dopravně závislé řízení – TRANSYT
  - Řízení v reálném čase – dopravní uzel je obvykle vybaven dvěma druhy detektorů (prodlužovacím a výzvoovým), na základě údajů z detektorů reaguje řadič podle zadaného algoritmu na aktuální dopravní situaci.
    - centralizovaná inteligence – SCOOT, SCATS
    - decentralizovaná inteligence – MOTION

#### SCOOT – SCATS

Oba programy optimalizují délku cyklu, fázové sekvence a ofset.

SCOOT je typickým a nejrozšířenějším představitelem on-line síťově působících dopravních programů. Program může zlepšovat řízení pevnými časy tím, že monitoruje tok

vozidel a obsazenosti detektorů v oblasti a upravuje parametry řízení v reálném čase. Program počítá pro každý uzel optimální doby zelené, pro každé dva uzly nejlepší ofset a pro každou skupinu uzlů (sub-oblast) optimální dobu cyklu.

SCATS využívá metody, kdy jsou křižovatky uspořádány do suboblastí, přičemž každá z takovýchto suboblastí obsahuje pouze jednu kritickou křižovatku, jejíž časové parametry jsou nastavovány centrálním počítačem podle dopravních podmínek v oblasti. Všechny ostatní křižovatky v subsystému jsou koordinovány s kritickou křižovatkou tak, že mají společnou dobu cyklu a koordinovanou posloupnost fází a ofset. Základním dopravním parametrem používaným ve SCATS je „stupeň saturace“ definovaný jako poměr skutečně využitě doby zelené k celkové délce zelené.

### **TRANSYT**

Matematický model v metodě TRANSYT optimalizuje signální plány tak, aby docházelo k minimu počtu zastavení na křižovatkách v síti.

### **MOTION**

Umožňuje dynamicky stanovovat zatížení jednotlivých směrů v uzlu a dopravních proudů v síti. Na základě vyhodnocení na úrovni uzlu a dále na základě vyhodnocení na úrovni oblasti je stanovována strategie řízení. Obecná strategie řízení je založena na optimalizaci pohybu vozidel v síti, tj. na jejich plynulém průjezdu.

## **1.5.3 Řízení dopravních sítí v Praze**

### Historie řídicích ústředen v Praze:

- Experiment PANKRÁC (1978 – 1979) – prvním realizačním výstupem prací na přípravě ASŘ MSP (automatizovaný systém řízení městského silničního provozu) v Praze byla mikrooblast PANKRÁC, která byla uvedena do provozu v roce 1978 a zahrnovala 8 radičů SSZ napojených na oblastní počítač M 7000. Řídicí systém doplňovaly 2 ovládané TV kamery. Experiment PANKRÁC byl ukončen v roce 1979.
- HDRÚ MO Vinohrady, Korunní 46 (1982 – 1993) - zahrnovala 19 radičů SSZ napojených na počítač M 7000, na později ADT 4700. Provoz v oblasti byl sledován prostřednictvím 109 indukčních smyčkových detektorů a 14 kamer TVD. Cílem bylo realizovat a v podmínkách rutinního provozu vyhodnotit jednotlivé způsoby centralizovaného řízení dopravy.
- HDRÚ Na Bojišti (1993 - ) - hlavní dopravní řídicí ústředna (dále jen HDRÚ), jejíž správcem je TSK hl. města Prahy, je umístěna v budově Centrálního dispečinku MHD v ulici Na Bojišti v Praze 2. Její obsluhu zajišťují příslušníci Policie ČR – Správy hl. města Prahy. Podstatnou část HDRÚ tvoří řídicí systémy pro řízení městského



silničního provozu pomocí světelné signalizace a řízení tunelů (Strahovského, Zlíčovského, Těšnovského, Letenského tunelu a tunelu Mrázovka).

### Způsoby řízení SSZ z HDŘÚ

K 31. 12. 2008 bylo v hl. městě Praze v provozu 532 řadičů světelného signalizačního zařízení (dále jen SSZ). K této ústředně v rámci systému řízení dopravy prostřednictvím jednotlivých ODŘÚ je připojeno celkem 231 SSZ. Na ODŘÚ jsou použity systémy VRS 2100, MIGRA a SCALA. V roce 2008 došlo k ukončení činnosti nejstaršího systému ADT a všechny křižovatky, které k němu příslušely, byly přepojeny k novému systému SCALA. Šlo o 53 SSZ v oblasti Vinohrad, Vršovic a Nového Města a o 21 SSZ na Evropské ulici (v budoucnu budou tato SSZ patřit k ústředně SZ (Severozápad). V rámci realizace nových ODŘÚ byly dodány ústředny S (Sever), k níž jsou zatím připojeny 3 SSZ v okolí nové stanice metra Letňany, a JZ (Jihozápad) (tabulka 1-4).

Pro možnost operativního dispečerského řízení z HDŘÚ jsou v řadičích tzv. strukturální signální plány. Tyto signální plány umožňují zadáním parametru z HDŘÚ prodlužování fází. Výhodou tohoto řízení je možnost okamžité reakce na aktuální dopravní situaci, nekonečná možnost modifikací signálního plánu bez jakýchkoliv finančních nároků a dále oproti výše uvedeným způsobům řízení odpadá i časově náročná úprava a nutnost servisního zásahu přímo v řadiči SSZ. Naopak nevýhodou těchto strukturálních programů je skutečnost, že neumožňují dynamickou preferenci MHD.

Oblast	Počet SSZ	Řídící systém
Oblast C1 (Centrum – pravý břeh)	104	Scala
Oblast C2 (Centrum – levý břeh)	65	Migra
Oblast C3 (Centrum – Holešovice)	27	VRS2100
Oblast V (Východ)	32	VRS2100
Oblast Z (Sever)	3	Scala
Celkem zapojeno na HDŘÚ (12/2008)	231	

Tabulka 1-4: Seznam SSZ napojených na HDŘÚ (stav k 31. 12. 2008) [Zdroj: Policie ČR]

### Srovnávací měření způsobů řízení městského silničního provozu z HDŘÚ

Preference vozidel MHD v Praze je stanovena v Zásadách dopravní politiky hl. města Prahy přijatých v roce 1996.

Pro zkvalitnění preference MHD v Praze byla v dubnu 2005 stanovena pracovní skupina zástupců Dopravního podniku, a.s (DP, a.s.) a Policie ČR, která prováděla srovnávací měření. Srovnávací měření mělo za cíl porovnat rozdíly dvou způsobů řízení tj. dynamického

řízení s preferencí MHD a dispečerského řízení strukturálními signálními programy volenými z HDRÚ zejména ve vztahu k plynulosti MHD.

Jako zkušební lokality byly po vzájemné dohodě vybrány světelně řízené křižovatky na Palackého náměstí a Letenském náměstí, tj. křižovatky, kde dochází dlouhodobě a pravidelně k řízení z HDRÚ pomocí strukturálních signálních programů.

Zástupci DP, a.s. provedli na předem vybraných pro oblast charakteristických autobusových a tramvajových linkách měření průjezdu dotčenou lokalitou. K vyhodnocení jízdní doby provozu tramvajů byl použit monitorovací systém Doris, který trvale a automaticky monitoruje dodržování jízdního řádu. Měření pravidelné autobusové dopravy bylo provedeno skrytou formou pomocí lidského činitele.

Ze strany PČR byla provedena fotodokumentace z televizního dohledu TSK a Městský kamerový systém. Současně na řídicích systémech SSZ automaticky probíhalo sčítání dopravně inženýrských dat z automobilových detektorů (intenzita, obsazenost), které byly následně vyhodnoceny.

#### Porovnání dat z detektorů SSZ 2.013 Palackého náměstí – Dopravní inspektorát

Světelná signalizace při řízení strukturálním signálním plánem ve srovnání s dynamickým programem s preferencí tramvajů v 3 hodinové dopravní špičce měla minimálně o 400 vozidel větší kapacitu ze směru od Výtoně, což představuje kolonu vozidel o délce cca 2000m.

Na křižovatce Výtoň docházelo pravidelně k situacím, že do volného prostoru na Rašínově nábřeží za touto křižovatkou najedou vozidla ze Svobodovy ulice a vozidla z Rašínova nábřeží ve směru od Podolí nemohou pokračovat ve směru do centra. Vytvářela se tak stojící kolona vozidel, která měla dále za následek vytvoření kolony k Vyšehradskému tunelu a následně pak několikaminutovou červenou pro IAD na světelné signalizaci Podolská – U Podolského sanatoria (Obrázek 1-5).

Snímky z kamerového systému ukázaly, že použitá forma dynamické preference MHD na jedné křižovatce (Palackého náměstí) vytvořila při vysokých intenzitách IAD prakticky stojící kolonu vozidel a přinesla negativa na sousední křižovatce (Výtoň). Ačkoli i tato křižovatka umožňuje preferenci MHD, díky stojící koloně vozidel byla tato preference nevyužita a naopak v celkovém výsledku docházelo k omezování a zpoždování MHD.



Dynamické řízení s preferencí MHD



Řízení z HDRÚ

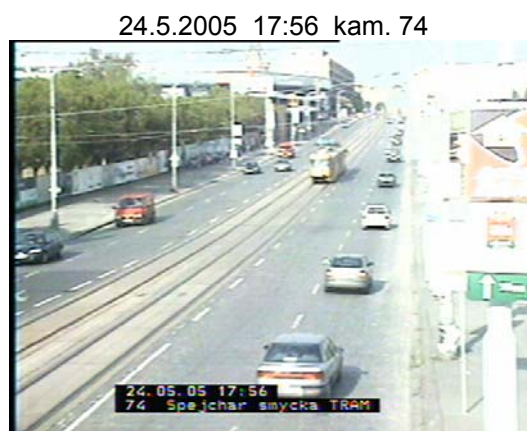
**Obrázek 1-5: Snímek z kamerového systému na ul. Podolské nám.**Porovnání dat z detektorů SSZ 7.115 Letenské náměstí - Dopravní inspektorát

Světelná signalizace při řízení strukturálním signálním plánem ve srovnání s dynamickým programem s preferencí tramvají v 3 hodinové dopravní špičce měla na vjezdu z ulice M. Horákové v průměru o 800 vozidel větší kapacitu, což představovalo kolonu vozidel o délce cca 4000 m. Na vjezdu z Korunovačnické ulice levé odbočení měla menší kapacitu o 200 vozidel a vjezdy z Korunovačnické ulice přímo ve směru do Letenského tunelu a vjezdy z Letenského tunelu byly relativně stejné. V průběhu 24 hod. došlo vlivem špatné dopravní situace na ulici M. Horákové k odklonění v průměru cca 3000 vozidel na jinou trasu a to cca 900 vozidel po trase U Sparty – J Zajíce - Korunovačnická a cca 2100 do ulice Na Valech a dále do ulice Chytkova (Obrázek 1-6).

Hodnoty obsazenosti dokumentovaly, že při řízení strukturálním signálním programem docházelo k minimální tvorbě kolon a k zásadně plynulejšímu provozu IAD. [Zdroj: Hodnotící zpráva měření PČR]



Dynamické řízení s preferencí MHD



Řízení z HDRÚ

**Obrázek 1-6: Snímek z kamerového systému na ul. M. Horákové**

### Vyhodnocení srovnávacího měření DP, a.s.

Měřením byl ověřován dopad křižovatky Letenské nám. na pravidelné autobusové linky ukončené v AO Špejchar a Dejvické. Cílem měření bylo ověřit skutečnou jízdní dobu linek č. 108, 174 a 216 v úseku vozovna Střešovice – AO Špejchar a linek č. 143, 149 a 217 v úseku vozovna Střešovice – AO Dejvická.

Ověřovací měření prokázalo, že pokud byla křižovatka Letenské nám. řízena použitým dynamickým programem, měla tato skutečnost negativní dopad na provoz pravidelných autobusových linek. [Zdroj: Hodnotící zpráva měření DP, a.s.]

Výsledkem tohoto srovnání bylo využití poznatků z řízení strukturálními plány a vytvoření dynamických programů s preferencí MHD, které odpovídají současné potřebě.

### **1.6 Tunely**

Členitý terén a hustá zástavba si vyžaduje ukrýt komunikace pod zem. Vznikají tak dopravní stavby – tunely a podjezdy, které na sebe mohou plynule navazovat. Tunel s pozemní komunikací, ve městě či v extravilánu, je součástí komunikační sítě a dopravní poměry v tunelu odpovídají v zásadě dopravním poměrům na komunikaci.

#### **Prostředky řízení tunelu**

Tunel představuje systém technologických zařízení navzájem propojených a tvořících jeden celek, který je složen z prostředků pro řízení dopravy a z prostředků pro řízení vybavenosti tunelu (Příloha 1).

Prostředky pro řízení dopravy tunelu jsou značky pruhové signalizace, značky omezující rychlost, informační značky, závory, světelná signalizační zařízení.

Prostředky vybavenosti tunelu jsou systém CCTV, systém tísňového volání – SOS hlásky, ventilace, osvětlení, energetika, elektronická požární signalizace, elektronická zabezpečovací signalizace.

Technické systémy pracují s velkým množstvím dat, která jsou často velmi různorodá, přičemž mají podobný charakter jako informace dálničních systémů:

- měří se zde povětrnostní a ekologické podmínky a dopravní data,
- kromě toho je nutné spolehlivě přenášet verbální informace, např. z SOS skříní a velký význam má i televizní dohled.

Velký soubor dat souvisí s použitými bezpečnostními systémy (nouzová tlačítka, požární hlásiče) a k tomu ještě přistupují data z vlastní technologie zajišťující ventilaci, osvětlení, atd.

Na tunel je nutné pohlížet jako na součást dopravního systému v daném území, a proto je nutné nejen obousměrně komunikovat s dopravními centry, dispečinky: policií, záchrannou službou a hasiči, ale také je nutné zajistit i vazby z hlediska řízení, kdy musí například SSZ

v okolí tunelu reagovat na kolony vznikající v tunelu (např. mimořádná událost – nehoda na Jižní spojnici z Prahy 5 na Prahu 4 může vytvořit kolony zasahující do tunelu, z bezpečnostních důvodů dojde k uzavření tunelu).

Tunel pozemní komunikace vybavený příslušnými technologiemi je tedy jedním ze základních telematických subsystémů a jako takový musí být integrován do dopravně telematického systému.

### **Telematické systémy tunelů v ČR**

Tunelový systém je součástí dopravního systému nadřazeného útvaru, jímž může být například město, region nebo dokonce celé území státu. Z hlediska hierarchie řízení tvoří lokální velín tunelu první nejnižší úroveň – úroveň uzlu. Velín, který řídí více tunelů, je na úrovni oblasti a nejvyšší třetí vrstvu tvoří útvar integrující různé subsystémy dopravního systému. V případě Prahy je na úrovni útvaru HDŘÚ (řízení dopravy) a velín na Strahově (řízení technologie). Tunelový systém musí být začleněn do dopravního managementu na telematické úrovni, to znamená, že jakákoli informace z tunelu musí být dosažitelná v jakémkoliv čase v libovolném místě nadřazeného systému (platí i naopak).

Tunelový řídicí systém je tedy otevřený systém, který poskytuje všechny potřebné informace nadřazené úrovni a zároveň nadřazený systém ovlivňuje chování dopravy ve vztahu k tunelu.

Řídicí systém tunelu musí zajistit dodržení daných bezpečnostních pravidel a zajištění ekologických požadavků. Je nutno minimalizovat provozní náklady a maximalizovat spolehlivost systému.

### Vstupní proměnné

- dopravní parametry: intenzita a rychlost vozidel, stupeň obsazenosti detektoru, kategorizace vozidel,
- bezpečnostní prvky: indikace požáru, bezpečnostní tlačítka, telefon,
- fyzikální veličiny: měření koncentrace CO, opacity, směru a síly větru, teploty, tlaku, námrazy, jasu,
- videomonitorování v tunelu i před portály,
- technologické proměnné: kontakty stykačů, příkony, stavy čerpadel, klapky, atd.

### Akceptory

- dopravní (proměnné) značky zákazové a příkazové,
- dopravní (proměnné) značky výstražné a informační,
- proměnné značky pruhové signalizace,

- světelná třípojmová návěstidla,
- informační tabule,
- speciální dopravní vysílání se vstupy z centra řízení tunelu,
- ozvučování akustická zařízení,
- řízení prvky elektrorozvodů,
- ventilátory, svítidla, atd.

### **Charakteristické režimy tunelu**

Na rozdíl od některých jiných telematických systémů je dohled operátora na provoz tunelu nezastupitelný. I když ve většině případů probíhá řízení tunelu zcela automatizovaně, bez zásahu operátora, vyskytují se však mimořádné situace, kdy je rozhodování lidského činitele nezbytné.

Všechny statické (řádný provoz) a většina dynamických stavů (výskyt událostí) je řízena autonomně řídicím systémem a operátor má pouze globální přehled o stavu řízené technologie. Rozhodování operátora je založeno na jednoznačné komunikaci s řídicím systémem, která se uskutečňuje prostřednictvím obrazovek řídicího počítače.

Integrovaný řídicí systém musí být schopen optimalizovat bezpečnost provozu, ekologické požadavky a ekonomii provozu při všech normálních i mimořádných režimech v tunelu [12, 13, 18]. Typickými příklady mimořádných situací jsou - dopravní nehoda (bez ohně), zastavení vozidla pro nedostatek PHM, ztráta nákladu, trvalý nárůst koncentrace nebo opacity nad mezní hodnotu, požár, výpadky jednotlivých provozních souborů (napájení, značky), přeprava nebezpečných nákladů apod.

### **Integrace tunelového a městského řídicího systému**

Začlenění řídicího systému tunelů do celoměstského dopravního managementu nebo do managementu dálnic je základem pro bezpečné a efektivní provozování tunelů. Při tvorbě architektury systému se vychází ze dvou základních pohledů:

- bezpečnostní hledisko – jakákoli (sebe menší) událost v tunelu automaticky zaregistrovaná bezpečnostním systémem tunelu vyvolá nejrychlejší možnou reakci v systému řízení města. Rizikový režim v tunelu vnutí dopravním řadičům v městském systému také rizikový režim bez ohledu na nadřazenou dopravní ústřednu.
- koncepční hledisko – systém tunelu je na nejvyšší hierarchické úrovni (v Praze na HDRÚ). Informace z tunelu jsou využívány pro řízení nejvyšší plynulosti a tím i bezpečnosti dopravy v tunelech, třeba i na úkor pozemních komunikací.

Tunelový systém tvoří jeden z nejkompexnějších telematických subsystémů. ČR je poměrně na vysoké úrovni v normách a technických podmínkách pro vybavení

a provozování tunelů. Po katastrofách v tunelech Mont Blanc (42 usmrčených) a tunelu Tauern (8 usmrčených) v důsledku požáru je nutné na prvním místě zajistit bezpečnost tunelových systémů.

Největším dodavatelem projektů technologie, dodávkou tunelových řídicích systémů a servisu je v ČR společnost ELTODO Dopravní systémy s.r.o. (Praha - Letenský automobilový tunel, Tunel Mrázovka, Strahovský tunel, Podjezd Zlíchov – Radlická, Tunel Těšnov, Brno - Husovický tunel, Pisárecký tunel, Jihlava - Tunel Jihlava, Svitavy - Tunel Hřebeč)

#### **Vliv tunelů na dopravu** (Začlenění tunelů do managementu městské dopravy v Praze)

Měření probíhalo za běžného provozu v různých časových obdobích. Pro každou trasu bylo provedeno 6 jízd při dodržování všech pravidel silničního provozu (především rychlosti jízdy). Pokud se na trase vyskytla velká dopravní nehoda a nefungoval plně řídicí systém, měření nebylo započítáno. Údaje o dopravních nehodách jsou ze statistik Policie ČR. Trasa (Tabulka 1-5):

1	a	Patočkova → SAT → ATM → ZAT → Barrandovský most
	b	Barrandovský most → ZAT → ATM → SAT → Patočkova
2	a	Patočkova → SAT → Plzeňská → Vltavská → Strakonická → Barrandovský most
	b	Barrandovský most → Strakonická → Hořejší nář. → Kartouzská → SAT → Patočkova
3	a	Barrandovský most → Strakonická → Kartouzská → Plzeňská → Podbělohorská → Vaníčkova → Patočkova
	b	Patočkova → Vaníčkova → Podbělohorská → Vrchlického → Radlická → Strakonická → Barrandovský most
4	a	Patočkova → Vaníčkova → Zapova → Holečkova → Preslova → Strakonická → Barrandovský most
	b	Barrandovský most → Strakonická → Hořejší nář. → Kartouzská → Preslova → Holečkova → Zapova → Vaníčkova → Patočkova

		Délka [km]	Počet SSZ	Průměrná [tj]	Nehody		
					Počet	Zranění	Jízda na červenou
1	a	6,6	0	0:06:40	298	17	6 <sup>*)</sup>
	<b>Barrandovský most - Patočkova</b> (přes Strakonická - ZAT -ATM- SAT)						
1	b	6,6	0	0:06:40	298	17	6 <sup>*)</sup>
	<b>Patočkova - Barrandovský most</b> (přes SAT - ATM -ZAT - Strakonická)						
2	a	7,55	13	0:11:30			
	<b>Barrandovský most - Patočkova</b> (přes Strakonická - Hořejší nábřeží - Kartouzská - SAT)						
2	b	7	11	0:11:30			
	<b>Patočkova - Barrandovský most</b> (přes SAT - Plzeňská - Radlická - Ostrovského -Vltavská - Svornosti - Strakonická)						
3	a	11,2	21	0:18:40	895	65	49 <sup>*)</sup>
	<b>Barrandovský most - Patočkova</b> (přes Strakonická - Hořejší nábřeží - Kartouzská - Plzeňská - Podbělohorská - Pod Stadiony - Vaníčkova - Myslbekova)						
3	b	10,2	16	0:17:00	895	65	49 <sup>*)</sup>
	<b>Patočkova - Barrandovský most -</b> (přes Myslbekova - Vaníčkova - Pod Stadiony - Vrchlického Plzeňská - Radlická - Ostrovského - Vltavská - Strakonická)						
4	a	10,1	13	0:17:15			
	<b>Barrandovský most - Patočkova</b> (přes Strakonická - Hořejší nábřeží - Kartouzská - Holečkova - Zapova - Vaníčkova - Myslbekova)						
4	b	10,3	12	0:17:20			
	<b>Patočkova - Barrandovský most -</b> (přes Myslbekova - Vaníčkova - Holečkova - Zborovská - Strakonická)						

<sup>\*)</sup> V dopravních nehodách jsou uvedeny nehody na počátečním i koncovém SSZ

**Tabulka 1-5: Porovnání jízdy z Barrandovského mostu na ul. Patočkova s využitím tunelů a bez tunelů [Zdroj: autor]**

Zprovozněním tunelu Mrázovka v srpnu 2004 došlo ke zkrácení jízdní doby a vzdálenosti z Prahy 5 na Prahu 6 na necelých 7min a 6,6 km.

#### **Tunel Mrázovka v Praze**

Základní charakteristika - řadí se mezi deset nejbezpečnějších tunelů v Evropě, stavba stála 7,15 miliardy korun a trvala šest let, západní tunel měří 1004 m, východní 837 m, v obou směrech je umístěno 36 kamer, kamery odhalí 1200 přestupků denně, rychlostní rekord tunelu v je 160 kmh<sup>-1</sup>, tunelem projede průměrně 35 000 aut denně, celkový objem ražených tunelů je 351 778 m<sup>3</sup>, z SOS skříní lze volat policii, hasiče, záchrannou a odtahovou službu.



Tunel Mrázovka je složen ze dvou tubusů dlouhých 1004 m a 837 m. Je součástí městského okruhu. Koncem roku 2005 byl ukončen jeho zkušební provoz. Mrázovka je synonymem pro nejmodernější technologie její vybavení odpovídá nejnovějším světovým standardům. Společně s tunelem funguje jedinečný koordinovaný systém řízení dopravy a technologií ze dvou velínů, které vedle Mrázovky obsluhují i Zlíčovský, Strahovský, Letenský, Těšnovský a Vyšehradský tunel včetně navazujících světelných křižovatek. Jedná se o velice sofistikovaný systém. Systém videodetekce rozpozná mimořádné a havarijní stavy v tunelu, zastavení vozidla, pomalu jedoucí vozidlo, vozidlo v protisměru, kouř, osobu nebo v tunelu a podobně. Ve spojení s řídicím systémem se automaticky nastavuje bezpečnostní značení. Technologie jde ruku v ruce s bezpečností.

Celý úsek od Zlíčovské spojky přes Mrázovku až po Strahovský tunel snímá nepřetržitě po celý den 36 kamer. Kamery dokážou rozeznat auto i s registrační značkou, zaostří přímo do tváře řidiče, a navíc pod snímek přidají i zaznamenanou rychlost. Data uloží do databáze. Kamery nelze obelstít jako běžný radar. Měří totiž průměrný čas průjezdu v tomto úseku. Na základě výsledného času potom určí průměrnou rychlost a správní orgány tak mohou vymáhat pokuty. Zajímavé jsou pak i anténní systémy, jež nabízejí rozhlasové vysílání stanice ČR1 s možností přímého vstupu dispečerů do vysílání, rádiové systémy pro policii, hasiče a možnost telefonovat přes mobilní operátory. V Mrázovce je provozní bezobslužný velín, který se však používá jen v krizových situacích. Řízení všech pražských silničních tunelů pochází ze dvou dispečerských pracovišť. Technologické vybavení řídí velín v Strahově a dopravu ústředna (HDRÚ) Na Bojišti.

Pracoviště Technické správy komunikací, které monitoruje chod technologií v pražských tunelech včetně Mrázovky, sídlí nedaleko Strahovského stadionu. Účelem velína je kontrolovat stav napájení tunelů, ventilaci, požární signalizaci, osvětlení, vzduchotechniku a v případě poruchy či nehody řešit situaci. V tunelu se řeší nehody podobně jako venku. Příslušný tubus dispečink uzavře a pokud zůstaly na vozovce stopy benzínu nebo oleje, přivolá hasiče.

## **1.7 Dopravní informace a plánování**

Mobilita se stala hlavní otázkou v životě většiny občanů Evropy. Současný odhad výdajů způsobených kongescemi činí 40 miliard EUR v Evropské unii ročně a je známo, že v některých městech ve špičce trvá více než čtyři hodiny, než se ujede 5 kilometrů. Zatímco většina dopravních problémů je místního charakteru, mnoho je jich možné řešit na evropské úrovni, zvláště ty, které se týkají delších cest. Přínosy z rozvoje Inteligentních dopravních systémů z pohledu uživatele jsou trojího druhu: zlepšení silniční bezpečnosti, maximální efektivita silniční sítě a snížení vlivu na životní prostředí.

Inteligentní dopravní systémy (IDS) mohou poskytovat řidičům na silnici okamžité informace a předpovědi týkající se dopravy a počasí a mohou pomoci lidem plánovat efektivněji jejich cesty ještě před tím, než vyjdou z domova. Již na cestě mohou informace v reálném čase varovat cestující před dopravním zpožděním, událostmi a nehodami a navigační systémy mohou lidem pomoci vybrat alternativní nebo optimální trasu. Vysílání dopravních informací je nyní možno slyšet v jazyce řidiče díky standardizovaným palubním rádiovým zařízením fungujícím na datových dopravně informačních zpravodajských kanálech (RDS-TMC). Časové prognózy délky cesty často usnadňují výběr trasy. Provozovatelé dopravy stále více rozšiřují systémy rádiového vysílání a různá sdělení na svých sítích, aby v reálném čase informovali cestující, kteří nejsou vybavení speciálním zařízením IDS. Informace o možnostech parkování mohou pomoci cestujícím snáze dosáhnout jejich cíle a v městských oblastech mohou údaje před cestou a během ní poskytovat informace o veřejných dopravních systémech, itinerářích, o časech odjezdů a příjezdů a o předpokládaných čekacích dobách na zastávkách autobusu a metra. Takové informace mohou být také dostupné z internetu nebo GSM.

Je také jednodušší získat dopravní informace přímo ve vozidle. Palubní informace ve vozidle mohou být doručeny cestou tradičních rádiových stanic, frekvencí rezervovaných pro specializované silniční informační služby, RDS-TMC, digitálního zvukového vysílání (DAB), GSM a stále více také kombinací s navigačními satelitními systémovými údaji. Řidič může potřebovat vhodně naladěný telematický systém a možná také související předplatné, aby mohl obdržet dopravní novinky v reálném čase, informace o vedení cesty a dokonce i zajímavé údaje, jako je třeba umístění nejbližších hotelů, restaurací, čerpacích stanic nebo muzeí. Trh přesných informací v reálném čase narůstá a služby založené na přesné lokalizaci, které se mohou různit od sledování pohybu nákladu až po rady cestujícím, kdy přijede následující autobus, se v příští dekádě odhadem rychle mnohonásobí.

### **Výhody pro cestující**

Lepší informovanost a zlepšení dopravních toků bude znamenat, že bude možno lépe předpovědět čas cesty, omezí se stres řidičů a umožní to lepší koordinaci mezi cestujícími a těmi, kteří očekávají jejich příjezd. Omezení kongescí bude znamenat efektivnější využití paliva, snížení provozních nákladů a škodlivých emisí. IDS mohou také umožnit předběžné varování ohledně silničních nehod a ostatních událostí na různých informativních návštěvách umožňujících řidičům zpomalit ještě před tím, než dosáhnou nepohyblivého místa dopravy, a omezit tak počet sekundárních nehod.

### **SERTI – přeshraniční informace na pobřeží Středozevního moře [3]**

Již několik let francouzské dálniční společnosti udržují internetovou stránku, která poskytuje dopravní informace v reálném čase o většině délky jejich silnic. Tyto informace

obsahují předpovědi cestovních časů na některých významných částech sítě. Jako část euroregionálního projektu SERTI zvláštní akce vyhlášená v roce 2003 rozšířila tuto internetovou stránku, aby pokryla dálnice Katalánska a Italské riviéry, což je první krok k univerzální službě přeshraničních informací. Například blízko hranic mezi Nice a Janovem bude možno doručit důležité informace týkající se obou stran hranice, a to prostřednictvím různých informativních tabulí a rádiového vysílání příslušných silničních operátorů – ESCOTA ve Francii a Autostrada dei Fiori v Itálii.

### **CENTRICO (Central European region Transport telematic Implementation Co-Ordination) – informační služby přes Lamanšský kanál [3]**

Doprava přes Lamanšský kanál v nedávných letech významně vzrostla. Projekt CENTRICO poskytne dopravně informační služby pro cestující, kteří míří přes Lamanšský kanál. Tyto služby přispívají k efektivitě cest na dlouhé vzdálenosti díky výměně přeshraničních údajů a řízení dopravy (Belgie, Francie, Německo, Lucembursko, Nizozemsko, VB). Tento projekt zlepší informační služby tím, že:

- co nejlépe využije stávající infrastrukturu, aby poskytoval včasné služby,
- poskytne údaje potřebné pro vzniklé informační služby,
- vytvoří dlouhodobá řešení užitím nových technologií,
- zhodnotí vnímavost cestujícího, efekt očekávané služby a budoucí požadavky na integrované služby.

### **VIKING – informační služby pro cestující v severní Evropě [3]**

Euroregionální projekt VIKING vyvíjí informační systém NEMIS (Northern Europe mobility information services – Dopravně informační služby severní Evropy), který poskytuje uživatelům silnic informace o alternativních dopravních opatřeních, zejména o čase, dopravních zpožděních a nákladech, stejně jako o pohodlnosti a kvalitě cesty. NEMIS zahrnuje celý dopravní systém a je založen na národních systémech mobility a dopravního plánování, spojuje dohromady existující systémy a zvyšuje význam přeshraničních spojení v severní Evropě. NEMIS je jedním z kroků na cestě k panevropskému informačnímu systému pro cestovatele, který bude dostupný na internetu.

#### **Dopravně informační centrum Praha (DIC)**

Projekt DIC Praha si klade za cíl vytvořit informační systém, který by integroval aktuální dopravní informace z různých zdrojů, zpracovával je tak, aby byly navzájem konzistentní, a distribuoval je přes různá média široké veřejnosti.

Systém nyní poskytuje informace o uzavírkách a dopravní zátěži na části území hl. m. Prahy. Dopravní zátěže jsou počítány z dat sbíraných pomocí dopravních senzorů primárně za účelem řízení dopravy. Výpočet dopravních zátěží funguje z velké míry automatizovaně.

V zájmu zvýšení kvality se operátoři věnují systematickému monitoringu kvality vypočtených zátěží a ověřují získaná data pomocí kamerového systému. Operátoři do systému také vkládají informace o důležitých aktuálních dopravních událostech na komunikační síti města včetně tunelů, informace o nehodách a dalších mimořádných situacích (z velké části dopravní informace poskytují složky IZS).

Informace o dopravní situaci jsou veřejnosti poskytovány přes internet, přes mobilní telefony formou SMS a MMS zpráv či WAP služeb a zejména pomocí radiového vysílání, a to nejen ve formě dnes již používaného hlasového zpravodajství, ale i pomocí datových (nehlasových) služeb na bázi RDS. Důležitou komponentou systému je vysílání TMC služby pro potřeby dynamické navigace na bázi RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel).

DIC Praha bude v příštím období rozšiřováno. Za jednu z hlavních priorit se považuje metropolizace systému – rozšíření rozsahu sběru informací a rozsahu jejich šíření na celý pražský region. Jednou z perspektivních možností, jak tohoto cíle rychle a při rozumných nákladech dosáhnout, je i systém na bázi CFCD (Cellular Floating Car Data). Tento systém generuje model aktuální dopravní situace na základě statistického vyhodnocení informací o pohybu mobilních telefonů v síti mobilního operátora.

### **1.8 Elektronické vybírání poplatků**

Obecně lze konstatovat, že je silniční doprava zvýhodněna oproti ostatním druhům dopravy, protože v její nejsou zahrnuty náklady na infrastrukturu. Hlavními zdroji financování silniční infrastruktury jsou silniční daň, spotřební daň z pohonných hmot a poplatky za užívání komunikací. Zavedení výkonového mýta, tedy zpoplatnění ujetých kilometrů, je novou cestou k získání dalších (spravedlivých) finančních prostředků na výstavbu a údržbu silniční infrastruktury v souladu se směrnicemi EU a zároveň umožní spravedlivější rozdělení nákladů – vozidla budou platit za skutečně ujeté kilometry a ne pouze časově. Vozidla jsou zúčtována automaticky, jakmile projedou místem výběru mýta, čímž se zlepší propustnost a omezí se zdržení. Základním principem výběru mýtného je to, že uživatel musí platit skutečnou cenu za dopravu, což vedlo k zavedení systémů založených na platbě za ujeté kilometry. Poprvé byly tyto systémy použity ve Švýcarsku v roce 2000 a poté v Německu a v Rakousku.

Elektronické platby umožní:

- zavedení jednotné čipové karty pro placení více služeb,
- zjednodušení a urychlení odbavení při placení,
- omezení jízdy vozidel do centra města,
- placení za vymezenou část silniční komunikace (dálnice, most, tunel, parkoviště).

Systemy pro elektronické vybírání poplatků EFC (Electronic Fee Collection), jsou dlouhodobě používány pro platby za přepravní výkony, kdy se platí za použití komunikací pro vybrané kategorie vozidel. EFC je nejen zdrojem spravedlivých příjmů, kdy se platí za výkon, ale je také účinným regulátorem, protože lze využívat progresivní platby spočívající v několikanásobném zvýšení poplatků, pokud řidič jede například do centra města

a nevyužije prostředky hromadné dopravy. Lze předpokládat, že se bude platit i za průjezdy určitými úseky komunikací, jako jsou například tunely.

#### Přínos z poplatků

Výše poplatku na konkrétním úseku komunikace musí záviset na kategorii a na mýtném tarifu platném pro danou mýtnici na daném úseku. (Zatížení silnice těžkým vozidlem je několikanásobně větší než osobním vozidlem.)

Hlavním účelem zavedení poplatků za vjezd do centra města je zredukování dopravy v centru města a zabránění stále vznikajícím kongescím. Tyto poplatky způsobí podstatnou redukci dopravy v centru, ale naopak dojde k nárůstu dopravy na okružních silnicích.

#### **1.8.1 Příklady mikrovláknových systémů**

##### **Rakousko [4]**

1. ledna 2004 byl v Rakousku úspěšně uveden do komerčního provozu národní plně elektronický mýtný systém (ETO). Mýtné poplatky, jejichž velikost závisí na kategorii daného nákladního vozidla, jsou od uživatelů silniční sítě vybírány plně automaticky. Při realizaci mýtného systému byla zvolena tzv. otevřená architektura, při které je v každém dálničním úseku postavena jedna mýtná stanice (brána), která je vybavena technologií pro volný průjezd aut ve všech pružích a tak je umožněno vybírat mýtné poplatky za jízdy, v plném provozu a bez dalších omezení pro ostatní uživatele silniční sítě. Současně je každé nákladní vozidlo vybaveno jednoduchým zařízením - palubní jednotkou (OBU), která slouží pro identifikaci jednotlivých vozidel. Nejvyšší výhodou tohoto řešení je povinnost vybavit každé nákladní vozidlo jednoduchou a velice levnou palubní jednotkou, což umožňuje snadnou kontrolu a efektivní možnost dodatečného vymáhání nezaplaceného mýtného.

Rakouský systém využívá více než 500 tis. uživatelů, denně se v něm uskuteční okolo 2 mil. transakcí. Ve výsledku to znamená výnos v prvním roce provozování okolo 161 mil. Eur, což je významně více než bylo předpokládáno. Při celkových nákladech pod 12 % z ročního výnosu je rakouské řešení považováno za nejefektivnější řešení mýtného v současnosti.

Rakouské řešení poskytuje celou řadu dalších telematických služeb zaměřených na bezpečnost provozu na silnicích, a to počínaje vlastním řízením provozu, sledováním nebezpečných nákladů, až např. pro vyhledávání ukradených vozidel.

### **Systém, výběr a vývoj mýta v Londýně - „Londýnské mýto“ [Zdroj: CDV]**

S dopravními problémy ve formě přeplněných ulic se potýká v dnešní době téměř každé velké město. V Londýně dopravní problémy dosáhly takových rozměrů, že jízda autem byla pomalejší než jízda kočárem v předminulém století. Londýn se rozhodl pro velmi radikální řešení, a to zpoplatnění vjezdu („poplatek za zácpy“ Congestion Charge) do centrální části města o rozloze 21 km<sup>2</sup>. Do oblasti přijíždí denně přes milion lidí.

Projekt byl oficiálně vyhlášen na jaře 2001, do provozu byl uveden 17. 2. 2003. Cílem zpoplatnění bylo:

- snížit počet vozidel v centru o min 15%,
- získat prostředky pro zkvalitnění MHD a rozvoj dopravní infrastruktury,
- zajistit lepší průjezdnost.

Náklady na zavedení systému byly 200 milionů liber, z nichž polovina byla investovaná do úprav organizace provozu mimo zpoplatněnou zónu. Roční provozní náklady jsou 50 milionů liber. Roční čistý výnos je 130 milionů liber.

Z dlouhodobého hlediska je plánováno využití těchto peněz pro vytvoření skutečně integrované dopravní infrastruktury, počínaje budováním nových tratí metra a tramvajových či rychlostních tratí, přes rozšiřování autobusových linek a zkvalitňování silniční sítě až po cyklistické a turistické stezky.

Jak systém funguje - povinnost zaplatit poplatek se týká téměř všech motorových vozidel, která se ve vymezené zóně pohybují, a to v pracovních dnech mezi 7:00 - 18:30 hod. Tato povinnost platí jak pro vozidla vjíždějící do zóny „z venku“, tak pro vozidla jezdící jen uvnitř zóny.

Poplatek je nyní stanoven na 8 liber (dříve 5 liber) za den, lze zaplatit předem nebo v průběhu dne (až do 22 hod). Poplatek se platí jedenkrát na celý den, tzn. je možné do zóny během dne několikrát vjet a opustit ji. Platbu lze uskutečnit na 9 tisících místech, která jsou po celém Spojeném království.

Každou půlnoc se všechna nasnímaná čísla porovnají se záznamy o zaplaceném mýtu. Ta, která zůstanou, a jejichž majitelé tedy zřejmě nezaplatili, se porovnají s databází registrovaných vozidel. Pak počítač vytiskne oznámení o pokutě a to putuje k hříšníkovi ranní poštou. Při nezaplacení do půlnoci běžného dne je vystavena pokuta ve výši 80 liber. Tato částka se snižuje na 40 liber, pokud je pokuta uhrazena do 2 týdnů. Naopak při nezaplacení do měsíce od obdržení výměru je pokuta zvýšena na 120 liber, další řízení se předává

soudu. Vozidla se třemi a více nezaplacenými pokutami mohou být zabavena, popř. na základě rozhodnutí soudu i sešrotována nebo prodána.

Celá zóna je dozorována téměř 700 kamerami, které jsou umístěny na 230 pevných bodech. Většina kontrolních bodů je na vnitřním okruhu. Kamery zachycují poznávací značku vozidel ve všech jízdnicích pruzích na vjezdu a výjezdu za zóny označené bílým písmenem „C“ v červené kruhu na vozovce. Další kamery jsou mobilní, pohybují se, resp. parkují uvnitř zóny. Zkušební provoz ukázal, že je spolehlivě zachyceno 98 % vozidel, a to i za nepříznivých světelných podmínek. Záběry z kamer jsou přenášeny do dispečinku a registrovány v digitální formě. Po uzavření plateb počítač porovná poznávací značku z ulice s databází plateb.

Vyšší platby by měly do městské kasy ročně přidat asi 35 miliard liber. Metropole hodlá většinu z tohoto zisku investovat do rozšíření a zlepšení městské autobusové dopravy, kterou dnes využijí asi dva mil. lidí denně. Díky zvýšení poplatků došlo k další redukci aut v ulicích – až o 35 %.

Prvním anglickým městem, které mýtné za vjezd do centra zavedlo, byl v roce 2002 Durham. Tam jde ale jen o jednu ulici a jedno náměstí.

### **Vjezd za poplatek do Stockholmu [22]**

Švédská metropole Stockholm zavedla od 1. srpna 2007 povinnost platit elektronické mýtné. Platí to pro všechna vozidla registrovaná ve Švédsku (zahraničních turistů se to netýká).

Poplatek se platí na 18 registračních stanicích v pracovní dny od 6:30 – 18:30 (o víkendech a ve státní svátky je vjezd bez poplatku). Výše poplatku se liší podle přesného času, v němž řidiči do centra zajíždí. Za vjezd v době sedla se platí deset švédských korun a v dopravní špičce až dvacet švédských korun. Poplatek se nevybírá přímo při průjezdu „mýtnými branami“, ale až zpětně.

Přebytky z výběru mýtného ve Stockholmu poputují na rozvoj silnic, například dálničního obchvatu švédského hl. města.

### **System mýtného v ČR**

V ČR rozlišujeme dva druhy výběru mýtného:

- časové mýtné (motorová vozidla s nejvyšší povolenou celkovou hmotností do 12 t) – platba se vybírá pomocí dálniční známky,
- mýtné závislé na jízdnicím výkonu (motorová vozidla s nejvyšší povolenou celkovou hmotností 12 t a výše) – platba je prostřednictvím elektronického mýtného.

K 1. 1. 2009 podléhá 1 115 km komunikací výkonovému zpoplatnění a 838,4 km časovému zpoplatnění.

System elektronického vybírání poplatků za používání silniční sítě v ČR je nejrozsáhlejší a nejvýznamnější telematickou aplikací s možností funkčního působení nad celou silniční sítí i s možností implementace dalších funkcí. System je budován se zajištěním kompatibility s ostatními evropskými systémy elektronického vybírání poplatků a v souladu se standardy a směrnici EU.

Principiálně bude využívat v budoucnosti družicového určování polohy a mobilních komunikačních technologií (GNSS/GSM) se základním předpokladem instalace speciální palubní jednotky ve vozidlech.

Správná funkce systému bude podporována podsystémy dohledu a kontroly (enforcement), které budou zabezpečovat:

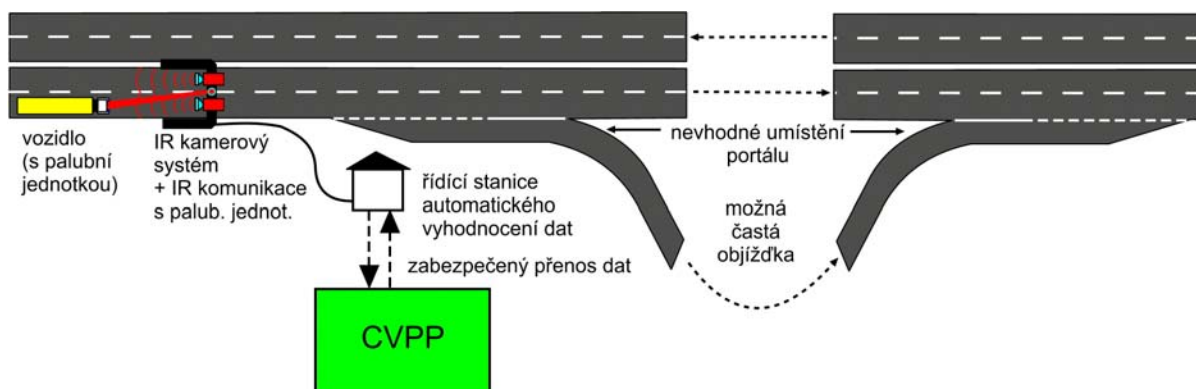
- dohled nad korektním provozem systému,
- kontrolu uživatelů,
- zjišťování přestupků proti legislativním pravidlům provozování systému (neplacení poplatků).

Celý systém, včetně automatické kontroly, musí zajišťovat bezpečnost dopravy a především plynulost provozu při činnostech, které zajišťuje zpoplatňování za užívání pozemních komunikací úměrné zatížení vozovek, zatížení životního prostředí a zhoršování bezpečnosti a plynulosti dopravy vozidly účastníků provozu.

Základní funkční subsystémy:

- subsystém komunikace s palubními jednotkami vozidel,
- subsystém klasifikace vozidel,
- subsystém identifikace registračních čísel vozidel,
- subsystém analýzy, vyhodnocení a archivace dat,
- subsystém přenosu dat pro ověření dat palubních jednotek,
- subsystém přenosu dat provozovateli CVPP (Centrum vymáhání poplatků a penalizace).





**Obrázek 1-7: Volba vhodného místa [34]**

Automatická kontrola elektronicky prováděných plateb za užití pozemních komunikací se provádí v bodech silniční sítě rozhodných pro minimalizaci možných úhybných manévrů účastníků provozu za účelem vyhýbání se platebním povinností. Body musí být voleny tak, aby objížďka těchto stabilních míst průjezdní kontroly byla přinejmenším nákladná a obtížná. Ve zvoleném místě musí být kontrola vozidel prováděna nad všemi dopravními pruhy dopravního pásu a musí být zajištěno odstranění možnosti vyhnout se kontrole účastníky provozu přejížděním podélných hranic dopravních pruhů v rozhodném úseku pozemní komunikace (Obrázek 1-7).

### **Poplatek za vjezd do centra Velkého Meziříčí**

Zpoplatnění vjezdu do centra velmi dobře funguje ve Velkém Meziříčí, kde je vybírán poplatek za osobní automobil (malá částka, která má spíše charakter ochranného poplatku než mýta). Opatření přispívá do městské pokladny částkou okolo 1,5 miliónu korun ročně při provozních nákladech přibližně 250 000 Kč (výběrčí personál). Provoz v centru je přitom mnohem klidnější, neboť tam vjíždějí opravdu jen ti, kteří k tomu mají důvod, nikoli zbytná resp. tranzitní doprava. Kladem je i snadné nalezení místa k zaparkování a redukce provozu v souvislosti s hledáním parkovacího místa. Radnice je s fungováním systému velmi spokojena.

## **1.9 Bezpečnostní systémy na komunikacích**

Bezpečnost v dopravě je nejčastěji vyslovovanou otázkou dnešní doby. Dopravní telematické systémy přispívají ke zvýšení bezpečnosti dopravy např. dohledovými systémy, které jsou založené většinou na videokamerách využitelných pro zařízení na měření rychlosti, varovná bezpečnostní zařízení pro zklidnění dopravy, jízdu na červenou, včasné informace o nehodách, bezpečnostní systémy pro nevidomé, měření fyzikálních vlastností, vážení vozidel.

### 1.9.1 Rychlost na městských komunikacích

Nepřízpůsobení rychlosti místním podmínkám je jednou z nejčastějších příčin dopravních nehod. Jedním z důvodů je to, že označení situace statickými svislými dopravními značkami někdy nepostačuje a že řidiči takové značení neberou příliš vážně. Aby se tomuto negativnímu jevu zabránilo nebo aby se alespoň maximálně omezil, používají se stále více dynamické systémy, založené na dopravních senzorech měřících rychlost vozidla a na aktorech - proměnných dopravních značkách, které varují řidiče před porušováním předpisů a zároveň dávají řidiči možnost, aby se začal chovat řádně. Tyto zařízení jsou z psychologického hlediska velmi účinná.

Z technologického hlediska se používají různé druhy dopravních senzorů (např. dvojice indukčních smyček, infradetektory, mikrovlnné detektory a videodetekce).

#### Varovná bezpečnostní zařízení

První varovné zařízení bylo uvedeno do provozu již v roce 1981 před vjezdem do městečka Linsenhofen v Německu. Jako proměnná dopravní značka je zde použit symbol „B20“ a „50“. Důvodem nasazení byly těžké nehody. Instalací zařízení se zjistilo, že pokud je varovné zařízení vypnuto, vjíždí do města pouze 41 % řidičů rychlostí nižší než  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , zatímco po jeho zapnutí se tento podíl zvýší na 92 %. Rozhodně se zde projevuje vliv dynamické informace.

Kromě využití varovných systémů před vjezdy do měst se používají proměnné značky před nebezpečnými zatáčkami, do kterých vjíždí řidič nepřiměřenou rychlostí, ale také se používají jako varování před nebezpečnými křižovatkami. Značky se mohou střídát, takže řidič je informován o přípustné rychlosti a o příčině omezení rychlosti.

Tyto telematické systémy by měly vždy obsahovat i záznamová a vyhodnocovací zařízení, aby bylo možné sledovat jejich účinnost.

První nasazením proměnného dopravního značení v ČR byl prudký táhlý sjezd (6%) ulicí K Barrandovu, zakončený pravou zatáčkou na Barrandovský most v Praze, kde docházelo k častým dopravním nehodám kamionů. Na této komunikaci jsou použity PDZ Nebezpečné klesání „A5“ a Nejvyšší dovolená rychlost „B20“, pokud řidič kamionu jede vyšší rychlostí než 40 km/h. Smyčky zabudované ve vozovce rozliší nákladní vozidlo od osobního a v případě, že nákladní vozidlo má vyšší rychlost, je řidič informován dynamickou změnou PDZ.



### Zařízení pro zklidnění dopravy

- 1) Podobný princip, ale poněkud jiný účel mají informační displeje, které se umísťují v obcích, aby upozorňovaly řidiče na jejich okamžitou rychlost. Zařízení se většinou instalují do blízkosti škol (Obrázek 1-8), frekventovaných přechodů pro chodce, apod.



**Obrázek 1-8: Reakce na rychlost jízdy po ul. Ke Kateřinkám, Praha - Opatov ("B20a" 30 km<sup>-1</sup>)**  
[Zdroj: autor]

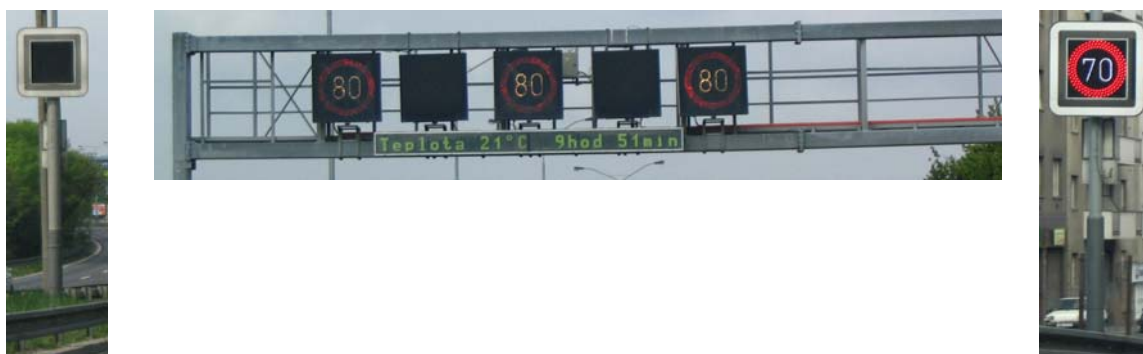
Pokud měřicím místem nejede žádný dopravní prostředek je zařízení nečinné, jakmile řidič dodrží stanovenou rychlost rozsvítí se nápis „DĚKUJEME“, při překročení rychlosti je objeven název „POMALU“.

- 2) Cílem je upozornit konkrétního řidiče na jeho rychlost. Na displeje se umísťuje fixní nápis „Jedete“ doplněný proměnným údajem o konkrétní rychlosti (km/h). Toto uspořádání má psychologický význam (obrázek 1-9).



**Obrázek 1-9: Informace o rychlosti po ulici Evropská** [Zdroj: autor]

- 3) Blikající proměnná zákazová značka s omezenou rychlostí (např. 70 km<sup>-1</sup> „B20“a) je zhasnutá do té doby než se blíží auto vyšší rychlostí. Při překročení stanovené rychlosti se značka před řidičem rozbliká a vše se opakuje podle rychlostí dalších dopravních prostředků. Mohou nastat pouze dva případy - značka nesvítí nebo bliká (záleží jen na řidičích, zda jedou podle předpisu nebo ne) (obrázek 1-10).



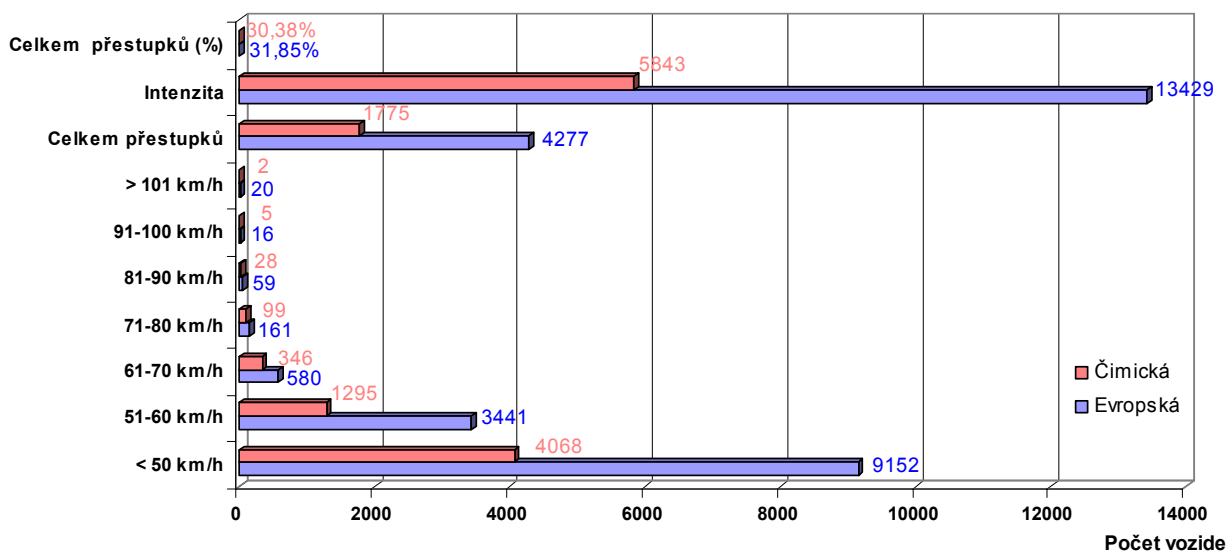
Obrázek 1-10: Nejvyšší dovolená rychlost 70 km<sup>-1</sup> na ul. 5. května v Praze a RLTC [Zdroj: autor]

### Měření rychlosti s možností následného postihu

Tak jako i v jiných městech světa, tak i v ČR (např. Praze) jsou instalovány systémy měřící okamžitou rychlost. Stabilní měřící systémy jsou instalovány na provozně kritických místech a jejich účinek bývá podpořen i informací o jejich instalaci, umístěnou v zorném poli řidiče před místem měření. Na mobilní systémy není účastník silničního provozu předem upozorněn, zařízení se umísťuje na místa, kde řidiči překračují povolenou rychlost (především dlouhé rovné úseky).

### Měření v jednom bodě

Měření v jednom bodě je možné provádět pomocí stabilního radaru umístěného na pevném místě, během jízdy z měřícího vozu a nebo mobilním radarem na předem vybraném místě. Naměřené údaje je nutné na místě vyzvednout a zpracovat v dopravní centrále nebo nové systémy naměřené údaje zasílají přímo do dopravní centrály k vyhodnocování. Graf 1-1 porovnává naměřené údaje z policejního radaru na komunikaci Čimická a Evropská (s max. povolenou rychlostí 50 km<sup>-1</sup>).



Graf 1-1: Porovnání naměřených rychlostí na ul. Čimická a Evropská [Data: Policie ČR]

## Úsekové měření

Úsekové měření rychlosti umožňuje zvýšení bezpečnosti provozu v celém úseku vozovky a ne pouze v jednom místě. Rychlost se určuje pomocí sledování doby průjezdu vozidla mezi dvěma měřicími místy.

Hlavní výhodou oproti „klasickým“ rychloměrům je, že měří průměrnou rychlost jízdy vozidla daným úsekem vozovky. U měření okamžité rychlosti v jednom bodě řidič typicky zpomalí v místě měření a za ním opět zrychlí. U tohoto systému musí řidič dodržovat předepsanou rychlost v celém měřeném úseku, což má vynikající preventivní účinky.

Princip činnosti - zařízení stanovuje průměrnou rychlost vozidel jako podíl známé konstantní dráhy  $\Delta s$  mezi dvěma měrnými profily ku době, kterou vozidlo ujede za naměřenou dobu  $\Delta t$ . Průměrná rychlost se vypočte z časových údajů dvou spárovaných snímků vozidla pořízených na začátku a na konci měřeného úseku.

$$v = \frac{s}{t_B - t_A} \quad [\text{kmh}^{-1}] \quad (1-2)$$

Porušení pravidel silničního provozu řidičem je zaznamenáno prostřednictvím Policie ČR, Městské policie a následně ve správním řízení je vyřízeno.

Tento způsob měření je např. v Praze v tunelech a na dalších 14 dopravně významných místech. Používá se systém na zaznamenání rychlosti firmy CAMEA (Příloha 4).

Kromě měření úsekové rychlosti umožňuje kamerový systém tyto další funkce:

- Rozpoznávání (čtení) registračních značek (RZ) projíždějících vozidel v daném úseku s možností jejich porovnání s databází odcizených vozidel.
- Dopravní data – měření hustoty provozu, průměrná rychlost jízdního pruhu – možnost alarmových hlášení v případě náhlé změny rychlosti.
- Dojezdové doby (expertně určený čas potřebný k ujetí vzdálenosti v daném úseku vozovky).
- Přenášení obrazů ze všech kamer do dopravní ústředny.
- Přenášení přestupků do centrální dopravní ústředny a mobilní dopravní ústředny (mobilní likvidační stanoviště).

## Počet přestupků při měření úsekové rychlosti

Hodnoty uvedené v Příloze 3 jsou vyjádřeny relativně vzhledem k počtu vozidel, které kamerový systém změřil. Změřeným vozidlem se zde rozumí takové, které kamerový systém zaznamenal a vyhodnotil na základě čitelné poznávací značky. Ze statistiky vyplývá, že čím delší dobu se na daném místě měří tím je méně přestupků za nedodržení rychlosti. Což znamená, že řidiči dodržují pravidla silničního provozu. Z měření vyplývá, že se tak většinou

děje jen na měřených místech. Kamerový systém pro měření úsekové rychlosti všude tam, kde byl instalován a je prováděno pokutování přestupců, výrazně přispěl ke zklidnění dopravy. Hlavním cílem instalace systému pro sledování úsekové rychlosti vozidla je především zvýšení bezpečnosti provozu.

### 1.9.2 Jízda na červenou

Podle § 70 odst. 2 písm. a) Zákona 361/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů je řidič povinen: *„Při řízení provozu na křižovatce znamená pro řidiče signál s červeným světlem „Stůj!“ povinnost zastavit vozidlo před dopravní značkou „Příčná čára souvislá“, „Příčná čára souvislá se symbolem Dej přednost v jízdě!“ a „Příčná čára souvislá s nápisem STOP“, a kde taková dopravní značka není, před světelným signalizačním zařízením.“*<sup>3</sup>

Pokud řidič ustanovení zákona poruší, je zaznamenám zařízením při průjezdu na signál „STŮJ“, a to zepředu vozidlo s registrační značkou a řidičem a zezadu vozidlo s registrační značkou v prostoru křižovatky a signál „STŮJ“.

Dopravní telematika poskytuje možnost vytvoření fungujícího dohledového a represivního systému instalací zařízení pro indikaci a záznam jízdy na červenou na vjezdech do křižovatek. Zařízení se skládá ze dvou senzorů zjišťující přítomnost vozidel spojených s logickými funkcemi se světelným návěstidlem „STŮJ“ a digitálním záznamem vozidla a přenosem záznamů do centra zpracování. První senzor se umísťuje těsně před „Stopčáru“ a druhý do prostoru křižovatky za „Stopčáru“ ve směru jízdy (Příloha 4). Tlak kol vozidla na kabel indukuje napěťovou špičku, která je dále zpracovávána. Detektor pracuje dynamicky, tj. rozezná pouze jedoucí vozidlo, přičemž reaguje na osy vozidla. Po indikaci přední nápravy vozidla se v řídicí jednotce vyhodnocuje, zda zároveň svítí signál „STŮJ“. Pokud ano, je sejmuta po aktivování druhého detektoru, tedy již v prostoru křižovatky. Fotoaparát zároveň musí snímat světelné návěstidlo, na kterém svítí červená. Součástí systému je přenos digitalizovaných obrázků do centra, kde jsou uloženy do databáze a slouží jako průkazní materiál k vymáhání pokut.

Jelikož nelze provést analýzu kolik vozidel na signalizovaných křižovatkách vybavených záznamových zařízení jezdí na červenou, je možné porovnat pouze jaký represivní účinek měla instalace zařízení na vývoj nehodovosti z důvodu jízdy na červenou (Tabulka 1-6).

---

<sup>3</sup> Zákon č. 361/2000 Sb.

SSZ	Instalace	Nehody rok před instalací			Nehody v roce 2008 (2005)		
		Celkem	Jízda na červenou	%	Celkem	Jízda na červenou	%
K Barrandovu - Lamačova	1999	43	9	20,93	20 (43)	3 (3)	15 (6,98)
Legerova - Rumunská	1999	17	9	52,94	11 (8)	7 (3)	64 (37,5)
Jiráskův m. – Janáč. nábř.	1998	18	2	11,11	14 (27)	2 (4)	14 (14,81)
I. P. Pavlova – Sokolovská	1997	41	12	29,27	38 (37)	10 (5)	26 (13,51)
Otakarova - Křesomyslova	1997	10	1	10,00	10 (15)	0 (2)	0 (13,33)
Střelničná - Ďáblická	2001	41	26	63,41	14 (19)	3 (9)	21 (47,37)
Opatovská – Chilská	2001	23	8	34,78	8 (39)	2 (21)	0 (53,85)
Černokostel. - Průmyslová	2001	45	10	22,22	43 (45)	14 (15)	33 (33,33)
Plzeňská - Jeremiášova	2002	23	0	0,00	17 (23)	1 (2)	6 (8,7)
Kolbenova – Kbelská	2002	35	1	2,86	18 (34)	4 (1)	22 (2,94)
Kukulova – Bělohorská	2003	21	4	19,05	15(26)	3 (2)	20 (7,69)
Bohdalecká - U Plynárny	2003	17	0	0,00	14 (19)	2 (2)	14 (10,53)
Čs. exilu - Gen. Šišky	2003	17	7	41,18	5 (21)	0 (8)	0 (38,1)
K Barrandovu - K Holyni	2005	realizace SSZ 8/2005			9	0	0

**Tabulka 1-6: Vývoj nehodovosti z důvodu jízdy na červenou před a po instalaci záznamového zařízení [Zdroj: TSK Praha a.s. a PČR]**

Z porovnání počtu nehod před instalací zařízení jízdy na červenou a po instalaci nelze říci, zda zařízení mělo vliv na bezpečnost provozu. Řidiči o tomto zařízení nejsou informováni tak jako u měření rychlosti, proto si myslí, že při jízdě na červenou jsou nepostižitelní a tak riskují.

### 1.9.3 Měření fyzikálních podmínek a vážení vozidel

#### Měření fyzikálních podmínek

Správný povrch komunikací je důležitý pro zajištění bezpečnosti uživatelů komunikací. Na komunikacích se měří vliv na životní prostředí, mimořádné stavy v tunelech (požár, kouř) a stav vozovky (námraza, vlhkost, viditelnost, atd.).

Telematické systémy dokáží po změření fyzikálních veličin rozpoznat a dále vyhodnotit stav vozovky, provádět potřebné zásahy na komunikaci v předstihu, upozorňovat na nebezpečné situace řidiče prostřednictvím informačních systémů, rozhlasu, RDS-TMC atd.

Silniční meteorologická stanice technologie (Praha – přemostění na křižovatce Bulhar):

- Vaisala - používaná u nás zejména v dálniční síti.
- Lufft - instalovaná u nás většinou na silnicích 1.a 2. třídy.

Silniční detektory Lufft a Vaisala s vybavením pro měření elektrochemických vlastností solného roztoku a výšky vodního filmu.

Městské prostředí svou zástavbou naopak vytváří podmínky pro akumulaci tepla ze slunečního záření a k tomu se, zejména v zimě, přidává ještě teplo z dopravy či průmyslu – jedná se o tzv. tepelném ostrově města, který je nejvíce patrný při jasném počasí se slabým prouděním. Město tak může být i o několik stupňů teplejší než jeho okolí a řidiče pak při vyjetí z města mohou zaskočit zcela jiné podmínky na vozovkách. Navíc jsou silnice s větším provozem teplejší než ty málo frekventované.

### **Vážení vozidel**

Největší vinu na poškozování komunikací mají těžké nákladní automobily nejenom zahraničních, ale i tuzemských dopravců. Vážení vozidel probíhá převážně na hraničních přechodech, ve vnitrozemí se váží náhodně na mobilních váhách. Vážení vozidel se musí provádět v místech s dostatečnou odstavnou plochou pro překládku nákladu a odstavení vozidel.

## **1.10 Současný postup uvádění telematických systémů na městské komunikace do provozu**

Na základě pozorování a praktických zkušeností bylo zjištěno, že pro řešení dopravních problémů jsou jak státním organizacím tak soukromým subjektům nabízeny telematické systémy od různých provozovatelů. Při prezentacích jsou poskytovány informace o funkci daného systému, jeho výhodách a nevýhodách, ceně apod. Praktické zkušenosti jsou většinou uváděny ze zahraničí, kde neplatí stejné právní předpisy a normy jako v našich podmínkách.

Pozemní komunikace nemají jednoho správce (správní orgán), který ví co v dané lokalitě je aplikováno a co se právě připravuje. Neexistuje jakákoliv informovanost jednotlivých subjektů mezi sebou, což se jeví jako problém pro další rozvoj telematických systémů na městských komunikacích (nedochází zde ke koordinaci jednotlivých systémů mezi sebou).

### **1.11 Dílčí závěr**

Z analýzy používaných telematických systémů, které byly na městských komunikacích nasazeny vyplývá, že jsou uváděny do provozu pouze izolovaně (mimo koordinované tahy řízené pomocí SSZ) bez ohledu na to jaké budou mít přínosy / následky pro blízké okolí. Chybí tady jakákoliv integrace s dalšími systémy. V dostupné odborné literatuře se nepodařilo nalézt postup při strategii rozvoje telematiky na městských komunikacích.

Z dostupných zdrojů se mi nepodařilo zjistit zda před nasazení telematických systémů do provozu jsou prováděny analýzy dopadu tohoto systému na všechny účastníky silničního provozu. Zhodnocení daného systému se provádí jen na konkrétní systém na konkrétním místě.



## 2 CÍL A ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

### 2.1 Cíl disertační práce

Cílem disertační práce je navržení možné strategie rozvoje telematických systémů v městské dopravě a to hlavně v krátkém časovém období se zjištěním všech kladů a záporů daného dopravního řešení, tak aby nedocházelo k zbytečnému ovlivňování jednotlivých systémů a zhoršování dopravní situace nejen v daném místě, ale v celé oblasti než využívat stávajícího prostupu projednávání.

Pro získání řešení jsem navrhla obecně použitelný vývojový diagram, který pomůže rozhodovat jak postupovat při strategii rozvoje telematických systémů na městských komunikacích. Dílčí části disertační práce:

- Ekonomické zhodnocení daného návrhu je účelné zjišťovat využíváním statistik dopravních nehod, nákladů na dopravní nehody a nákladů na instalaci telematických systémů.
- Pro zkrácení času při projednávání účelnosti daného systémů jsem navrhla vytvořit databázi (archiv) stávajících a připravovaných nejen dopravních opatření mající vliv na dopravu.

### 2.2 Zvolené metody zkoumání

V části „Analýza používaných telematických systémů v městské dopravě“ jsem použila metod deskripce (popisu) a využila vlastních poznatků z praxe. (Pozn. Jako dopravní inženýr se specializací na světelná signalizační zařízení a telematiku v městské dopravě jsem využila svých zkušeností pro návrh dalšího řešení.) Na základě metody pozorování a informací o jednotlivých prvcích jsem provedla rozbor telematických systémů používaných v městské dopravě. Z těchto dostupných dat jsem došla k závěru, že jednotlivé systémy jsou do provozu nasazovány pouze izolovaně (mimo SSZ) bez jakékoliv vazby na další systémy, jak již stávající tak nově navrhované.

Pomocí logické metody – dedukce jsem vytvořila obecně použitelný vývojový diagram, kde na základě posloupnosti kroků, dochází ke splnění přesně stanovených kroků, které vedou k závěru, co je možné od navrženého telematického systému očekávat. Vývojový diagram usnadní odpovědným osobám rozhodování pro použití telematiky.

- Bezpečný a plynulý provoz snižuje počet dopravních nehod, následků z dopravních nehod a výskyt dopravně nebezpečných míst.
- Bezpečnostní telematické systémy zvyšují bezpečnost a plynulost na pozemních komunikacích.
- Bezpečnostní telematické systémy snižují počet dopravních nehod.

### **3 VLIV DOPRAVNÍ TELEMATIKY NA EKONOMII A EKOLOGII DOPRAVY NA ÚZEMÍ MĚSTA**

Pohodlí našeho západního způsobu života je založeno na rychlé a spolehlivé přepravě zboží i osob.

Kromě zlepšení vlastností při řízení měst nebo komunikací v extravilánu se dopravní telematické systémy uplatňují při redukování ekologických dopadů dopravy (s rostoucí motorizací dochází k větší spotřebě energií a zároveň znečišťování ovzduší). Jak vychází z definice dopravní telematiky, jedním z jejích úkolů je vznik dopravních systémů, které přispívají k zlepšení životního stylu, ekologie a ekonomiky. Je nutné si uvědomit, že v první řadě se vše dělá pro uživatele komunikací.

Hlavním důvodem, proč jsou stále větší problémy v dopravě, je velký růst počtu vozidel na pozemních komunikacích, a to nejen osobních, ale v neposlední řadě i nákladních vozidel.

Vznikající problémy nelze řešit pouze legislativními prostředky, ale i prostředky telematiky. Telematické systémy vyžadují vysoké počáteční investice především do řídicích technologií. Tyto investice mají rychlou návratnost např. ve formě nižších externích nákladů spojených s dopravou, záchraně lidských životů, ochraně životního prostředí atd.

#### **3.1 Ekonomické zhodnocení silničních telematických systémů**

Doprava vyžaduje vysokou spotřebu paliv. Cena paliv je ovlivňována producenty ropy, státy Evropy jim pak vydávají stále větší část svých zisků. Pokud chceme snížit spotřebu ropných produktů, je nutné hledat způsob, jak dopravovat a přitom spotřebovat co nejméně energie, co nejméně ropy. Pro porovnání je zde uvedeno na jakou vzdálenost je možné přepravit tunu nákladu s 5 litry paliva: letadlem 6 km, nákladním automobilem 100 km, železnicí 333 km, říční lodí 500 km.

Pro logistické systémy je rozhodující čas, protože jeho úspora snižuje kapitálové prostředky v oběhu. Čas hraje důležitou roli i v obchodních transakcích. Dnešní logistické systémy dokáží většinu dodávek plánovat předem a stanovit, že např. dodávky sjednané na čas snižují skladovací náklady atd. Používáním železniční či říční dopravy získáme vyšší kapacitu silničních komunikací pro koncovou dopravu, nižší počet nehod, nižší množství zplodin a celkově příznivější vztah k životnímu prostředí. Železnice je tradičně velkým konkurentem lodní přepravy. Oproti silniční dopravě je železnice hospodárnější ve spotřebě energie, ovšem lodní doprava je ještě hospodárnější. Silniční doprava má nespornou výhodu v manévrovatelnosti, když během přepravy je možné jednoduše změnit cíl cesty, téměř kdekoli vyložit část nákladu a dostupná jsou dnes téměř všechna sídla. Jasnou nevýhodou

jsou dopravní náklady, nízký výkon a v poslední době značné a nepředvídatelné dopravní komplikace.

Silniční doprava tak přestává být nejspolehlivější cestou pro zásilky a pro rutinní dopravu je díky rostoucím cenám paliv a ekologickému tlaku málo výhodná. Stále více se uvažuje o silniční dopravě jen jako o koncovém článku řetězce kombinované dopravy, o alternativě a součásti logistického řetězce spíše než standardním druhu přepravy.

### 3.1.1 Externí náklady dopravy

Každá doprava sebou přináší jak prospěch tak i náklady. Avšak ne všechny náklady, které doprava vytváří se vztahují jen na ty, kteří tyto náklady vytvářejí (Tabulka 3-1). Náklady na dopravu jsou na interní a externí. Interní jsou hrazeny aktivními účastníky dopravy. Externí nejsou přímo hrazeny těmi, kteří je vyvolávají (např. cestující letadly vyvolávají hlukové náklady pro ty, kteří žijí v oblasti letových drah, cestující po silnici znečišťují prostředí vibracemi v okolí hlavních silnic). Externí náklady jsou generované uživateli dopravy, kterými je následně „zatěžována“ necestující veřejnost. Snahou dopravní telematiky je tyto náklady co nejvíce snižovat.

VEDLEJŠÍ NÁKLADY NA DOPRAVU - EUR/1000 TKM (tunokilometrů)				
Druh nákladů	Silniční	Železniční	Říční	Pobřežní/Námořní
Nehody	5,44	1,46	0	0
Hluk	2,138	3,45	0	0
Imise	7,85	3,8	3	2
Změny klimatu	0,79	0,5	zanedbatelné	zanedbatelné
Infrastruktura	2,45	2,9	1	méně než 1,0
Dopravní zácpy	5,45	0,235	zanedbatelné	zanedbatelné
Celkem	21,118	12,345	max. 5,0	max. 4,0
Rozdíl nákladů, porovnání se silniční dopravou		11,8 Eur/1000 tkm	cca 19 Eur/1000 tkm	cca 20 Eur/1000 tkm
Vnější náklady, které se ušetří, pokud se nepřepraví 1000 tkm po silnici		11,8 Eur	19 Eur	20 Eur

Tabulka 3-1: Vedlejší náklady na dopravu [9]

Externí (vnější, společenské) náklady dopravy jsou:

- náklady z nehod: bolest a utrpení účastníků dopravní nehody a náklady na zdravotní péči,
- náklady z plynných exhalací,
- náklady z emisí, hluku a vibrací,

- náklady z destrukce krajiny: zábor půdy a změna rázu krajiny,
- náklady z kongescí: ztracený čas, zvýšené zatížení životního prostředí.

### 3.1.2 Dopravní nehody za rok 2008 [Zdroj: Policie ČR]

Dopravní nehody jsou lidskou tragédií, ať k nim dojde v kterémkoliv druhu dopravy. Hodnocení materiálových škod obecně vychází z úhrady přímých nákladů škod v penězích:

- odhady přímých nákladů (zdravotní péče, hasičská záchranná služba, administrativní náklady policie a justice, uvedení komunikace do původního stavu, zpoždění ostatních účastníků dopravy aj.),
- nepřímé náklady, ztráta života,
- hodnocení spočívá na „přístupu“ jednotlivců platit (např. za prevenci nehodovosti).

Doprava je velmi důležitý prvek jak pro celou společnost, tak i pro každého jednotlivce, ale je také jejich potenciálním nebezpečím. Konec 20. století byl poznamenán řadou dramatických železničních neštěstí a pády letadel. Nicméně úroveň přijímání těchto bezpečnostních nedostatků není vždy logická. Každý den je celkový počet lidí usmrčených na evropských silnicích prakticky stejný, jako by tomu bylo při pádu středně velkého letadla. Oběti silničních dopravních nehod, tj. usmrčené nebo zraněné osoby, přicházejí evropskou společností na desítky miliard eur, ale lidské náklady těchto ztrát jsou nevyčísitelné. Z tohoto důvodu si **EU vytýčila cíl spočívající ve snížení počtu obětí** o polovinu do konce roku 2010.

#### Nehody v ČR

Podle údajů počítačového systému evidence nehod v silničním provozu v roce 2008 Policie České republiky šetřila 160 376 nehod, při kterých bylo:

- usmrceno 992 osob
- těžce zraněno 3 809 osob
- zraněno lehce 24 776 osob

Odhad způsobené hmotné škody je ve výši 7,7414 mld. Kč.

Oproti roku 2007 došlo k poklesu:

- |                         |                 |              |
|-------------------------|-----------------|--------------|
| ▪ počtu nehod           | o 22 360        | tj. o 12,2 % |
| ▪ počet těžce zraněných | o 151 osob      | tj. o 3,8 %  |
| ▪ počet usmrčených      | o 131 osob      | tj. o 11,7 % |
| ▪ počet lehce zraněných | o 606 osob      | tj. o 2,4 %  |
| ▪ odhad hmotné škody    | o 725,8 mil. Kč | tj. o 8,6 %  |

### **Hlavní příčiny nehod zaviněných řidiči motorových vozidel**

Bezmála 63 % nehod připadá na nesprávný způsob jízdy, který je tak stále nejčtenější hlavní příčinou nehod řidičů motorových vozidel, dalších téměř 19,4 % nehod připadá na nedání přednosti v jízdě, necelých 15,7 % nehod připadá na nepřiměřenou rychlost jízdy a 2,0% nehod zavinili řidiči z důvodu nesprávného předjíždění.

Nejvíce usmrcených osob připadá na nehody zaviněné z důvodu nepřiměřené rychlosti jízdy 432 osob, tj. přes 47 % z následků řidičů motorových vozidel.

Nejčastější příčinou nehod řidičů motorových vozidel v roce 2008 bylo nevěnování potřebné pozornosti vozidel 18,3 %, nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem 16,8 % a nesprávné otáčení a couvání 10 %.

Nejtragičtější příčinou nehod v tomto období bylo nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu (tj. zatáčka apod.), vjetí do protisměru, nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky, atd.

### **Ekonomické ztráty způsobené nehodovostí v silničním provozu v ČR**

Kvantifikace nákladů a ztrát je možné provádět přímým zjišťování nákladů na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), vyšší sociální výdaje a hmotných škod.

Do ztrát se nezahrnují subjektivní škody, mezi které patří bolest, utrpení, šok, ztráta naděje na dožití, ztráta životní pohody a obvyklého způsobu života, narušení rodiny a jiné, zpravidla nenahraditelné škody. Výše ocenění subjektivních škod je obtížně srovnatelná a momentálně nemůže být spolehlivě vyjádřena, i když je minimálně stejně závažnou stránkou tragédie dopravních nehod jako jejich ekonomické důsledky.

### **Externí náklady dopravních nehod**

Největší externí náklady dopravních nehod se vztahují k dopravě silniční. Odhady externích nákladů dopravních nehod jsou založeny na tzv. hodnotě statistického života (Value of Statistical Life, VSL). V roce 2002 byl proveden vůbec první v České republice reprezentativní průzkum ochoty platit za snížení rizika úmrtí při dopravní nehodě. Výsledkem bylo stanovení statistické ceny života na úrovni 20 milionů Kč. Metodika Evropská konference ministrů dopravy (ECMT) doporučuje používat pro externí náklady těžkého zranění při dopravní nehodě 13 % hodnoty statistického života, což je 2,6 milionů Kč; externí náklady lehkého zranění jsou ohodnoceny ve výši 1 % hodnoty statistického života, tedy 0,2 milionu Kč. Byla však provedena i analýza citlivosti, ve které byly použity hodnoty VSL doporučené EU (1,5 - 3 mil. EUR), přepočítané paritou kupní síly (tedy 15 - 30 mil. Kč). Výsledné hodnoty externích nákladů jsou uvedeny v Tabulce 3-2.

ECMT uvádí, že asi 72 % procent externích nákladů dopravních nehod v silniční lze přisoudit individuální osobní dopravě, 15 % nákladní dopravě, 10,6 % motocyklům a 2,9 % autobusům.

	Odhad	Těžká zranění	Lehká zranění	Usmrcení	Celkem
2001	nízký	9,648	3,905	18,409	31,962
	střední	13,983	5,659	26,68	46,322
	vysoký	28,944	11,715	55,228	95,887
2002	nízký	9,643	4,004	19,748	33,394
	střední	13,975	5,803	28,62	48,398
	vysoký	28,928	12,011	59,243	100,183
2003	nízký	9,372	4,183	19,969	33,524
	střední	13,582	6,062	28,94	48,585
	vysoký	28,116	12,549	59,906	100,571
2004	nízký	10,021	3,956	19,072	33,049
	střední	14,524	5,734	27,64	47,897
	vysoký	30,064	11,869	57,215	99,147

Tabulka 3-2: Externí náklady dopravních nehod v ČR, silniční doprava (v mlrd. Kč) [Zdroj: Výzkum zátěže ŽP z dopravy, CDV Leden 2006]

### Rozčlenění nákladů a ztrát

Podle druhu následků dopravních nehod jsou náklady a ztráty rozlišeny v souvislosti s usmrcením člověka, s těžkým zraněním, s lehkým zraněním, s nehodami jen s hmotnou škodou. Pro výpočty je použito následující rozčlenění nákladů a ztrát:

#### Přímé náklady

- Náklady na zdravotní péči - rychlou zdravotnickou pomoc na místě nehody včetně převozu, ústavní nemocniční péči, následnou ambulantní lékařskou péči a rehabilitaci.
- Hmotné škody – se zjišťují z havarijního pojištění pozemních vozidel kromě kolejových, pojištění odpovědnosti z provozu vozidla.
- Administrativní náklady
  - Policie - Náklady spojené s vyšetřováním a zpracováním dopravních nehod příslušníky nehodové služby dopravní policie jsou vyčísleny na základě střední spotřeby času na 1 nehodu, s rozdělením na nehody s usmrcením, těžkým a lehkým zraněním a nehody pouze s hmotnou škodou.
  - Pojišťovny - Na základě údajů České kanceláře pojistitelů činí administrativně správní náklady na likvidaci pojistných událostí z dopravních nehod v průměru 12 % z nastalých škod.

### Nepřímé náklady

- Ztráty na produkci - Pro výpočty ztrát na produkci se používá výše hrubého domácího produktu (HDP) v běžných cenách, která je uváděna Českým statistickým úřadem. Pro určení HDP na 1 obyvatele je směrodatný střední stav počtu obyvatel v produktivním věku, tj. muži ve věku 15 – 62 let a ženy ve věku 15 – 60 let.
- Sociální výdaje - Při výpočtu nákladů na vyšší sociální výdaje v důsledku dopravní nehodovosti je třeba vycházet ze stávajících platných předpisů o nemocenském a důchodovém pojištění. Jedná se o dávky nemocenského pojištění, vdovské a vdovecké důchody, sirotčí důchody, invalidní důchody.

Výše ztrát v důsledku usmrcení a zranění člověka dle druhů následků dopravních nehod :

- ztráta v důsledku usmrcení člověka 10 558 000,- Kč,
- ztráta v důsledku těžkého zranění 3 520 570,- Kč,
- ztráta v důsledku lehkého zranění 398 000,- Kč.

Škody způsobené nehodami bez následků na zdraví:

- Celková výše škod u nehod bez následků na zdraví (jen s hmotnou škodou) činí průměrně 97 411,- Kč.

### Nehody v Evropě

Vývoj počtu následků nehod v roce 2007 nebyl příznivý a v porovnání s velmi úspěšným rokem 2006, došlo ke zvýšení prakticky všech základních ukazatelů nehod. Počátkem 80. let byla ČR (jako součást tehdejšího Československa) v ukazatelích bezpečnosti silničního provozu (usmrcení na mil. obyvatel) na čele evropských zemí, zatímco do počátku 90. let se její situace v silniční bezpečnosti výrazně zhoršila. ČR dosáhla nejvyšších a tudíž nepříznivých, hodnot nehodovosti uprostřed 90. let, podobně jako další střeoevropské a východoevropské země, ale na rozdíl od nich se nepodařilo dosud dosáhnout původní úrovně těchto ukazatelů před rokem 1990.

Znalost společenských nákladů dopravy má prvořadý význam při definování širší dopravní politiky a ochrany životního prostředí.

V dnešní době se stále více využívají dopravní telematické systémy, které snižují jak interní, tak hlavně také externí náklady společnosti z dopravy sledováním vozidel, aktuální silniční databází bezpečnostními systémy atd. Dochází k tomu optimalizací trasy s ohledem na momentální stav dopravy. S rozvojem telematiky budou v budoucnu spravedlivě rozdělovány náklady dopravy mezi ty, kdo je opravdu vytvářejí.

### 3.1.3 Návrh návratnosti investic telematických systémů

Je velmi těžké dopředu zjistit, jestli zavedení nového telematického systému bude výhodné nebo-li přinese očekávané výsledky (jestli vůbec nějaké výsledky jsou očekávány nebo budou vyhodnocovány).

Naměřené hodnoty by měl systém umožnit archivovat a pak by měly být využity jak pro statistické, tak i pro ekonomické účely, ze kterých vzejdou úpravy pro zlepšení situace na zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu. Ekonomické hledisko je důležitý rozhodovací krok při strategickém rozvoji telematických systémů. Je nutné znát počty elementů, které zaznamená systém v dané oblasti, povolené limity a sankce za porušení daných (měřených) limitů. Tyto základní údaje postačí pro hrubý odhad nákladů na zařízení a následně částku vybranou za přestupky. Ze zjištěných hodnot vypočítáme výnos, po odečtení pořizovací ceny a nákladů na obsluhu a údržbu dostaneme zisk zařízení. Nemusí jít pouze o finanční ohodnocení, ochrana a záchrana i jediného lidského života je přínosem. Např. jestliže zařízení pro měření rychlosti bude zaznamenávat stále menší počet přestupků, je to velmi dobrý výsledek. Z „výdělečného“ a represivního zařízení se stává pouze represivní.

Tunelové telematické systémy mají příznivý vliv na životní prostředí. Odvedení dopravy „pod zem“ snižuje hluk, emise a další nežádoucí vlivy na životní prostředí. Řídící systém velínu tunelu umí změřit požadované hodnoty, zpracovat je, vyhodnotit danou situaci a reagovat na ní i bez zásahu lidského činitele.

#### Zvýšení bezpečnosti silničního provozu

Počet mrtvých na silnicích dle statistik je alarmující. Města (stát) vydává nemalé částky za následky z dopravní nehody. Dle níže uvedených jednoduchých výpočtů je vidět, že „SPRÁVNÁ“ investice do telematického systému se rychle vrátí a hlavně přispěje ke snížení počtu dopravních nehod.

#### **Překročení nejvyšší povolené rychlosti**

Počet přestupků celkem (rychlost)	$P_V$
	<i>vymah.</i>
Počet přestupků vymahatelných	$P_V$
Průměrné finanční ohodnocení přestupku	$S^V$
	<i>nevymah.</i>
Počet přestupků nevymahatelných	$P_V$
Výnosy z porušení pravidel sil. prav. (rychlost)	$V_V$



$$V_V = P_V^{vymah.} \cdot S^V \text{ [Kč]} \quad (3-1)$$

$$P_V = P_V^{vymah.} + P_V^{nevymah.} [-]$$

**Jízda na signál STŮJ**

Počet přestupků jízdy na červenou celkem	$P_{\check{c}}$
Počet přestupků vymahatelných	$P_{\check{c}}^{vymah.}$
Finanční ohodnocení přestupku	$S_{\check{c}}$
Počet přestupků nevymahatelných	$P_{\check{c}}^{nevymah.}$
Výnosy z porušení pravidel sil. prav. (jíz. na červ.)	$V_{\check{c}}$

$$V_{\check{c}} = P_{\check{c}}^{vymah.} \cdot S_{\check{c}} \text{ [Kč]} \quad (3-2)$$

$$P_{\check{c}} = P_{\check{c}}^{vymah.} + P_{\check{c}}^{nevymah.} [-]$$

Příklad:

Počet přestupků jízdy na červenou na křižovatce Nám. I. P. Pavlova – Sokolská v Praze za období leden 2009 – listopad 2009 – 5208 [Zdroj: Městská policie hl.m.Prahy] .

Sankce uložená v blokovém řízení- 2 500,- Kč

Celkem  $\Rightarrow 5\,208 \times 2\,500 = 13,2$  mil. Kč

<b>Překročení nejvyšší dovolené rychlosti</b>		
Pokuta	5 - 10 tis. Kč	2,5 - 5 tis. Kč
v obci	o 40 kmh <sup>-1</sup>	o 20 kmh <sup>-1</sup>
mimo obec	o 30 kmh <sup>-1</sup>	o 50 kmh <sup>-1</sup>
<b>Jízda na červenou</b>		2,5 - 5 tis. Kč

**Tabulka 3-3: Sankce za dopravní přestupky podle Zákona č. 200/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů**

Požizovací cena zařízení	$C_{poř}$
Náklady na údržbu, provoz, atd. za měsíc	$N_i \quad (i=\text{měsíc})$
Výnos z porušení pravidel sil. provozu	$V_i^{\check{c}} \quad (i=\text{měsíc})$

$$\sum_{i=0}^n (V_i^{\check{c}} - N_i) = \text{zhodnocení systému za rok [Kč]} \quad (3-3)$$

Návratnost investic – systém si na sebe vydělal

$$C_{poř} \leq \sum_{i=0}^n (V_i^{\check{c}} - N_i) \text{ [Kč]} \quad (3-4)$$

Dle dat z tabulky 1-7 a vzorce (3-2) může město snadno získat peněžní prostředky od řidičů, kteří nedodržují pravidla silničního provozu. Výnosy by měly být investicí do dalšího zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Ve skutečnosti se, ale získá jen malá část těchto peněz, protože současná legislativa v sobě má určité nedostatky, která chrání tzv. piráty silnic.

### Snížení počtu nehod

Telematické zařízení na zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu jako je jízda na červenou, měření rychlosti atd. může výrazně přispět ke snížení nehodovosti nejen v tom určitém místě, ale i v širším okolí. Je nutné sledovat vývoj nehodovosti v této oblasti a vyhodnotit získané údaje (hodnoty). Snížení nehodovosti je jedním ze základních úkolů v rámci bezpečnosti silničního provozu v zemích EU.

Náklady na dopravní nehody	$N_{DN}$
Počet dopravních nehod před instalací	$H_{před}$
Počet dopravních nehod po instalaci	$H_{po}$
Požizovací cena zařízení	$C_{poř}$
Náklady na údržbu, provoz, atd. za měsíc	$N_i \quad (i=\text{měsíc})$
Náklady spojené s administrativou	$N_a$

Pokud je počet dopravních nehod  $H_{před} \geq H_{po}$ , můžeme konstatovat, že instalace telematického zařízení splnila jednu část z definice dopravní telematiky (tj. snížení počtu DN), ale na druhou stranu i jediný zachráněný lidský život je velkým přínosem pro společnost.

Následky nehody	Náklady [Kč]	Počet nehod
Smrtelné zranění	X	a
Těžké zranění	Y	b
Lehké zranění	Z	c
Hmotná škoda	K	d

$$aX + bY + cZ + dK = N_{DN} \quad \text{[Kč]} \quad (3-5)$$

$$C_{poř} < (N_a + N_i + N_{DN}) \quad \text{[Kč]} \quad (3-6)$$

### 3.2 Ekologické zhodnocení telematických systémů

#### 3.2.1 Spotřeba pohonných hmot, emise a hluk městských komunikací řízených světelným signalizačním zařízením

Metody řízení dopravy, které upravují rychlost vozidel na určité ustálené nižší rychlosti, než přípustné, a které minimalizují počty zastavení a doby čekání, přispívají k úsporám pohonných hmot, ke snížení emisí výfukových plynů a snížení hluku.

Z hlediska úspor pohonných hmot lze dát přednost řízení na světelných signalizacích s méně fázemi (dvoufázovému řízení), doba cyklu by měla být volena o něco vyšší než je nutné v rámci zelených vln a flexibilní přizpůsobování signálních plánů průběhu dopravy. Krátkodobé vypínání SSZ v období nižší intenzity dopravy nemusí vždy vést ke snížení spotřeby pohonných hmot.

Zásadní experiment poukazující na vhodnost používání dynamického řízení při snaze o snížení škodlivin byl proveden ve spolkové republice zemi Badensko-Württembersko. Při vyšetřování škodlivých emisí byly posuzovány různé stupně vybavení křižovatek. SSZ byla dělena do pěti kategorií podle druhu řízení a instalovaných indukčních smyček (Modelová křižovatka byla zatížena 11 000 – 12 000 voz./24 hod., podíl nákladních vozidel je 10 %. Při simulaci byly použity následující metody řízení):

- Žádné indukční smyčky ⇒ program s pevnými časy.
- Na příjezdu výzvové smyčky ⇒ v hlavním směru trvalá zelená nebo všude celočervená, přerušované výzvami z vedlejších směrů. Při řízení na výzvu je pro vedlejší směr nevyužitá časová mezera 3 s.
- Hlavní směr osazen prodlužovacími smyčkami, všechny ostatní směry pouze výzvové smyčky ⇒ v hlavním směru zelená nebo všude celočervená. Hlavní směry používají prodlužovací smyčky, (dynamické řízení v hlavním směru), všechny ostatní směry jen výzvové smyčky. Při výzvě je pro vedlejší směr nevyužitá časová mezera 3 s.
- Pouze vedlejší směry mají prodlužovací smyčky, hlavní směry osazené výzvovy smyčkami u stopčáry ⇒ v hlavním směru zelená nebo všude celočervená. Jen vedlejší směry mají prodlužovací smyčky, v hlavních směrech jsou pouze výzvové smyčky. V hlavním směru je tedy nevyužitá časová mezera.
- Na všech příjezdech prodlužovací smyčky spolu s výzvovy smyčkami ⇒ v hlavním směru zelená nebo všude celočervená. Na všech směrech prodlužovací smyčky. Nejsou zde nevyužitá doby zelených.

Zatížení emisemi díky funkci SSZ se dá stanovit pomocí dob zdržení. Peněžní ocenění působení škodlivých látek na okolí nelze doložit zcela jednoznačně. Jako základní hodnoty byly vzaty hodnoty dle standardního vyhodnocení investic dopravních cest pro:

- oxidy uhlíku (CO) - 4,5 EUR/t,
- pro oxidy dusíku (No<sub>x</sub>) - 1150 EUR/t,
- uhlovodíky (HC) - 2300 EUR/t,
- částice - 460 EUR/t.

Ze závěrečného hodnocení vyplývá: z 1186 SSZ v Badensku-Württnbersku je 45 % izolovaných a u 66 % z nich je možné bez problému počítat se změnou řízení a dovybavením smyčkami: Při tom platí následující poměry:

- při plně dynamickém řízení lze očekávat úspory ve škodlivinách 30 – 40 %,
- pokud jsou smyčky pouze v hlavním směru lze očekávat snížení škodlivin o 25 – 30 %,
- pokud jsou smyčky jen ve vedlejších směrech bude úspora 10 – 20 %.

V průměru se předpokládá snížení emisí dovybavením SSZ o 25 %. Analýza ukázala, že investice do těchto změn se plně vrátí za 5 let. Na obrázku 3-1 je vidět chování řidiče pokud brzdí a zase se rozjíždí. Dochází tím k poškozování životního prostředí.



Obrázek 3-1: Ekologické řízení dopravy [Zdroj: autor]

### 3.2.2 Ekologické detektory

Měření koncentrace škodlivých látek se standardně používá pro řízení ventilace v tunelech, ale má stále větší význam i pro řízení dopravy. Další skupina detektorů měří povětrnostní podmínky, které jsou využívány například při řízení dopravy na dálnicích, nebo podmínky na vozovce (vlhkost, námraza) jako součást bezpečnostních systémů. Velké problémy způsobuje jízda přetížených nákladních vozidel po dálnicích. Statické vážení vozidel,

po jejich zastavení není díky časovým ztrátám příliš optimální. Proto se zavádí telematické systémy založené na vážení vozidel za pohybu (Weight In Motion). [14]

### **Dopravní opatření při smogové situaci (v Praze)**

„Smogová situace“ vzniká za nepříznivých rozptylových podmínek při znečišťování ovzduší stacionárními a mobilními zdroji znečišťování.

Signál „Upozornění“ se vyhláší v případě, že byl předpovězen vznik smogové situace nebo byly zjištěny nebo předpovězeny nepříznivé rozptylové podmínky, byl překročen zvláštní imisní limit  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro oxidy dusíku alespoň na šesti stanicích AIM v Praze a podle meteorologické předpovědi tato situace bude trvat nejméně 8 následujících hodin.

Signál „Regulace silničního provozu včetně regulace určených stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší“ se vyhláší v případě, že byly zjištěny nebo předpovězeny nepříznivé rozptylové podmínky, byl překročen zvláštní imisní limit  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro oxidy dusíku alespoň na šesti stanicích AIM v Praze a podle meteorologické předpovědi tato situace bude trvat nejméně 8 následujících hodin.

Na příjezdových komunikacích směrem do centra jsou v době „smogové situace“ aktivovány informační značky ODKLON DOPRAVY na všech vstupech do městské zóny II, t.j. na zhruba 90 křižovatkách, jsou osazeny dopravní značky PRAHA UZAVŘENA a dopravní zařízení, zakazující vjezd do městské zóny II.

### Měření škodlivin

Měření škodlivin je plně zavedeno v tunelech, na pozemních komunikacích a v garážích, ale stále více se uplatňuje i v exponovaných centrech měst. Měřicí aparatury jsou poměrně složité a tím i drahé, jsou vyráběny pro měření oxidu uhelnatého produkovaného spalovacími motory a pro měření zakalení ovzduší neboli opacity, která je dána zplodinami naftových motorů.

### **Zplodiny spalovacích motorů**

Výfukové plyny, které jsou emitovány spalovacími motory, obsahují zejména oxid uhelnatý, oxidy dusíku NO a NO<sub>2</sub>, nespálené uhlovodíky CH<sub>x</sub> a dále oxid siřičitý SO<sub>2</sub>, cyklické uhlovodíky – zejména deriváty pyrénu, aldehydy – zejména akrolein, olovo, saze a olejovou mlhu.

### **Zplodiny dieselových motorů**

Zakouřenost ovzduší je dána hlavně černým naftovým kouřem především z dieselových motorů. Světelný paprsek procházející ovzduším s výfukovými plyny je utlumován.

V současné době se uvažuje o omezení vjezdu do center měst vozidlům, které nebudou splňovat stanovené emisní limity (např. v Německu jsou některá města rozdělena do 4 zón).

### Povětrnostní detektory

Povětrnostní detektory mají také zásadní význam v telematických aplikacích, neboť jsou podstatnou součástí bezpečnostních systémů. Měření jsou založena na široké bázi různých fyzikálních principů.

Měřiče námrazy - měří stav vozovky z hlediska tvorby námrazy. K tomu se využívá měření teploty vzduchu, teploty povrchu vozovky, teploty vozovky pod povrchem, relativní vlhkosti, stavu povrchu vozovky (mokrý, suchý). Podle technické úrovně zařízení se používají i další senzory (výkon slunečního záření apod.) Obvykle je měřicí místo vybaveno lokálním řídicím systémem, který provádí základní vyhodnocování a do nadřazeného systému předává předpracované hodnoty.

Jedním ze základních požadavků na systém je požadavek na věrohodnou předpověď vzniku námrazy. Současné dobré systémy dokáží predikovat námrazu tři hodiny před jejím vznikem, což umožňuje zimní údržbě provádět zásahy v předstihu (např. Praha – ul. Wilsonova nad Bulharem).

Dalším požadavkem je integrace do systému řízení měst nebo dálnic, protože je pak možné nejenom aktivovat varovné systémy, ale upozorňovat řidiče i prostřednictvím rozhlasu, RDS-TMC apod.

Měření výšky vody na vozovce – má význam jako součást bezpečnostních systémů, které mohou před těmito nebezpečnými místy snižovat rychlost vozidel.

Měření směru a síly větru – na některých místech pozemních komunikací, např. při výjezdu ze zářezů vozovky vznikají nehody vlivem silného větru, kterým je možné zabránit omezením rychlosti nebo jiným varováním řidičů. Mezi nejjednodušší přístroje patří anemometry, u nichž je počet otáček větrné růžice úměrný rychlosti větru.

Senzory pro měření viditelnosti – jsou často přímo spojeny s řídicím systémem, který aktivuje proměnné dopravní značky upozorňující na zhoršení viditelnosti díky mlze. Je založený na reflexi světla od částic vody nebo mlhy. Pokud není mlha ani neprší není žádný podíl vysílaného světla reflektován k přijímači. Podle hustoty mlhy nebo deště přijímač část odraženého světla od kapek deště nebo mlhy. Z hlediska využití měřených hodnot pro bezpečnost se požaduje měřit a vyhodnocovat viditelnost v rozsahu 20 až 500 m.

### Vážení za pohybu

Hmotnost vozidel, respektive přetěžování vozidel způsobuje extrémní škody na komunikacích. Proti přetěžování se dosud postupovalo tak, že se vozidlo odstavilo, před kola se umístily senzory ve tvaru desek, pak vozidlo na desky najelo a bylo zváženo. Tento postup je velmi náročný na manipulaci a na čas, takže je nepoužitelný v masovějším měřítku.

Telematickou aplikací vážení vozidel je tzv. Vážení za pohybu WIM. Místa na měření jsou situována vedle komunikace. Systém senzorů v předstihu rozliší nákladní vozidlo, které je pomocí proměnných dopravních značek navigováno na WIM. Zde je omezena rychlost vozidla pod 10 km/h a vozidlo je za jízdy zváženo. Pokud jeho hmotnost nepřesahuje dovolenou mez, pokračuje v jízdě, pokud přesahuje dovolenou hmotnost, je automaticky navedeno na odstavnou plochu, kde je s řidičem zahájeno správné řízení. Lokální WIM systémy jsou většinou propojeny na centrální databázi, odkud jsou předávány na hraniční přechody a na další potřebná místa.

### 3.2.3 Vliv způsobu jízdy silničního dopravního prostředku na životní prostředí

Pro plynulost a hlavně bezpečnost silničního provozu se předpokládá, že:

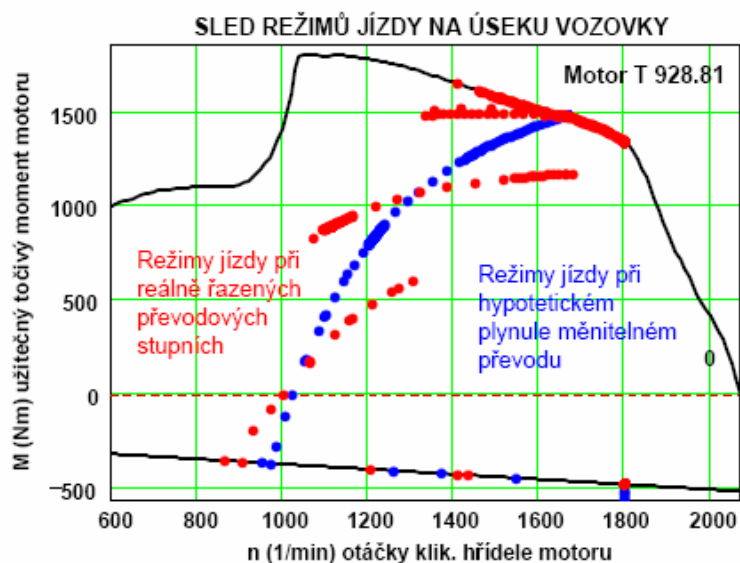
- řidič projíždí sledovaný úsek s citlivým ovládním palivového pedálu při optimálně řazených převodových stupních, nikoliv způsobem „brzda-plyn“,
- jede právě rychlostí dovolenou v jednotlivých částech vozovky.

Díky výše zmíněným předpokladům lze z hodnot otáček  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ] a točivého momentu  $Me$  [Nm] motoru odvodit absolutní produkci jednotlivých škodlivých emisních složek na sledovaném úseku komunikace.

Možnost použití je pro všechny typy vozidel, stačí zjistit čas a místo vjezdu na sledovaný úsek komunikace a čas a místo výjezdu z daného úseku. Podle vlastností vozidla a emisních charakteristik se dá zjistit jak vozidlo ovlivňuje životní prostředí.

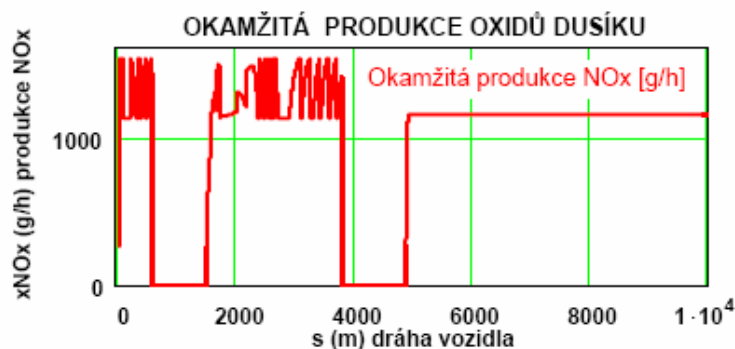
#### Stanovování emisí

Celý systém vychází z modelu režimu jízdy, který je uveden na obrázku 3-2 a simuluje vozovku, jejíž sklon svahu je až 10 %. To vede, spolu s požadavkem udržení rychlosti 80  $\text{kmh}^{-1}$  mimo město a 50  $\text{kmh}^{-1}$  ve městě, plně naložený nákladní automobil.



Obrázek 3-2: Sled režimů jízdy na daném úseku vozovky [10]

Zobrazené body z režimu jízdy jsou postupně vkládány do emisní charakteristiky produkce  $\text{NO}_x$ . Okamžitá produkce oxidů dusíku je zobrazena na obrázku 3-3. První část tvoří kombinaci městského a mimoměstského provozu, což vede k řazení převodových stupňů a tím také k proměnlivé produkci  $\text{NO}_x$ . Od 5 km je simulován dálniční provoz, což za ustálené rychlosti vozidla  $80 \text{ kmh}^{-1}$  vede ke konstantní produkci  $\text{NO}_x$ .



Obrázek 3-3: Okamžitá produkce  $\text{NO}_x$  v i-tém úseku dané dráhy [10]

### Měření emisí a imisí

Emise – je množství látek vypouštěných z daného zařízení (u automobilů přímo u výfuku, u továrny na komíně). U všech legálně provozovaných automobilů jsou pravidelně měřeny emise v rámci státní technické kontroly (STK). Zde se měří emise oxidu uhelnatého, uhlovodíků a kouřivost motoru.



Imise – se neměří u zdroje znečištění, ale u jeho příjemce (např. na nějakém běžném místě, kde se pohybují lidé a dýchají vzduch). Nejčastěji měřenými látkami jsou oxid siřičitý, oxidy dusíku a pevné částice PM<sub>10</sub>.

Znečištěné ovzduší způsobené dopravou má významný vliv na zdraví. Městské ovzduší ovlivněné výfukovými plyny má na lidské zdraví podobné účinky jako cigaretový kouř. Látky, které jsou součástí výfukových plynů, mohou způsobit celou řadu závažných zdravotních problémů:

- Oxid uhelnatý (CO) – blokuje přenos kyslíku krví.
- Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) – způsobuje již při malých koncentracích dušení.
- Uhlovodíky (HC) – dráždí sliznici a oči, může být karcinogenní.
- Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) – přispívá ke tvorbě skleníkového efektu.
- Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) – vstřebává se v horních cestách dýchacích.
- Přízemní ozón (O<sub>3</sub>) – snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce.
- Aldehydy – zvyšují riziko rakoviny a leukémie, astma, poruchy dýchání.
- Olovo (Pb) – olovnatý benzín byl v ČR od 1. 1. 2001 zakázán.

Například snížení rychlosti nákladního automobilu ze 40 na 25 kmh<sup>-1</sup> zvyšuje emise kyslíčnicku uhelnatého o 47 % a uhlovodíků o 56 %, podobně cykly jízdy - zrychlení, jízda snižováním rychlosti, chod na prázdko (Příloha 5 ukazuje emise znečišťujících látek z ovzduší v dopravě a tím možný vznik externích nákladů).

### **Hluk**

Dopravní hluk postihuje lidi více než jiná forma hluku. Obtěžování dopravním hlukem závisí na frekvenci a intenzitě. Hluk (Tabulka 3-4):

- nad 30 dB je nebezpečný pro nervový systém a psychiku,
- nad 65 dB pro vegetativní systém,
- nad 90 dB pro sluchové ústrojí,
- nad 120 dB může trvale poškodit buňky a tkáň.

Zdroj hluku	dB
Trysková letadla na zemi	130
Hluk pod letovou dráhou nadzvukového letadla	125
Skupina "pop music"	100-125
Hluk pod letovou dráhou u tryskového letadla	115
Domy u letiště	100
Těžké nákladní automobily	82-92
Vlak	90-92
Sportovní automobil	80-82
Hlavní silnice s těžkou nákladní dopravou	63-75
Silnice jen s místní dopravou	56-65
Tichá ložnice	30

**Tabulka 3-4: Zdroje hluku**

Většina zahraničních studií o rozložení hluku uvádí, že nejvíce hluku připadá na silniční dopravu (64 %), dále na leteckou (26 %) a železniční dopravu (10 %).

Odhad externích nákladů hluku se pohybuje mezi 0,01 % – 2,0 % z HDP.

### Kongesce

Klasifikace dopravy je kvalitativní měřítko pro charakterizování podmínek dopravy a také proto, jak jsou tyto podmínky vnímány a akceptovány řidiči a dalšími účastníky dopravního procesu. Charakteristickou hodnotou je intenzita dopravy, ale uplatňují se zde i fyzikální a geometrické podmínky, např.: šířka jízdního pruhu, překážky provozu, složení dopravního proudu, apod.

Dopravu lze klasifikovat dle číselných hodnot ve stupních, např. od 1 do 5. Jednotlivé stupně lze potom popsat:

**Stupeň dopravy 1** – po komunikaci se pohybují jednotlivá vozidla, jízda je zcela plynulá, průměrná rychlost jízdy je zachována v rozmezí maxima stanoveného pravidly silničního provozu.

**Stupeň dopravy 2** – po komunikaci se pohybují malé skupiny vozidel, nevznikají kolony, provoz je zcela plynulý, plynulé a průběžné je také odbavování vozidel, která zastavují v jednotlivých směrech na světelně řízených křižovatkách. Výjezd z jednotlivých směrů světelně řízených křižovatek je při zeleném signálu úplný.

**Stupeň dopravy 3** – po komunikaci se pohybují proudy vozidel, provoz je dosud plynulý, ale vyznačuje se sníženou průměrnou rychlostí, která již v žádném úseku nedosahuje předpisem stanoveného maximálního rychlostního limitu. Odbavování vozidel, která zastavují v jednotlivých směrech na světelně řízených křižovatkách, je neúplné.

**Stupeň dopravy 4** – po komunikaci se pohybují kolony vozidel, provoz postrádá plynulosti a vyznačuje se výrazně sníženou průměrnou rychlostí. Výjezd v jednotlivých směrech všech řízených křižovatek je narušen, vznikají proudy vozidel, které nelze v žádném případě beze zbytku odbavit.

**Stupeň dopravy 5** – na komunikaci stojí nebo se jen velmi pomalu pohybují kolony vozidel. Provoz se téměř zastavil. Na křižovatkách dochází z důvodu vysoké intenzity dopravy ve všech směrech k odbavení a výjezdu jen jednotlivých vozidel. Průměrná rychlost klesá na minimum. Situaci lze označit za dopravní kolaps.

Základní teorie kongesce je odvozena ze standardních ekonomických teorií nákladů. TC jsou celkové náklady za poskytnutí silnice, kde za časovou jednotku proběhne N – jízd, pak:

$$TC = N * C(N, K) + f(K) \text{ [Kč]} \quad (3-7)$$

kde: C – náklady řidiče vozidla na jednu jízdu

f(K) – náklady za časové období na poskytnutí K jednotek silniční kapacity

Krátkodobé marginální náklady s potom odvodí jako:

$$\frac{\partial TC}{\partial N} = C(N, K) + N * \frac{\partial C}{\partial N} \text{ [Kč]} \quad (3-8)$$

N – vozidlo tedy vyvolává náklady

C(N, K) – které jsou průměrné náklady na jízdu a které také zpozdí všechny ostatní

uživatelé silnice v celkové částce nákladů  $N * \frac{\partial C}{\partial N}$

Ekonomickou hodnotu kongesce je třeba se zaměřit především na:

- *efekt kongesce na jednotlivé skupiny společnosti* – hlavními náklady vyvolané dopravní kongescí jsou časové náklady (ale i zvýšená spotřeba pohonných hmot). Vytvoření front vozidel při používání dopravních zařízení bere uživateli čas,
- *problémy efektivnosti* – efektivnost kongesce lze považovat za doplňkovou metodu přidělování některých druhů zařízení, která ve skutečnosti spíše doplňuje než konkuruje ostatním metodám, a to obvykle peněžním mechanismům. V mnoha zemích jsou rychlé dálnice s poplatky (mýtným) a paralelně s nimi vedou hlavní silnice „zdarma“. Stejný vztah může platit i pro expresní autobusy a zároveň jiné místní autobusy na téže trase. Expresní autobusy zastavují jen na určitých místech a jsou dražší. Vyšší ceny snižují počet zákazníků a zajišťují rychlejší obsluhu. Tím vznikne optimální proud, který je ochoten zaplatit vyšší cenu za dopravu, ostatní uživatelé

musejí čekat. (Optimální proud je v tomto smyslu proud, kde časové náklady jsou rovny peněžní ceně, za níž je dopravní proud optimální).

- *jiná forma nákladů* – redukce kongesce na normální úroveň může znamenat pro neuživatele dopravy externí náklady (zejména znečištění ovzduší, hluk).

Kongesce se podílí asi 11 % na celkové spotřebě vozidel a tím i na škodlivých emisích. Stabilní dopravní proud (Obrázek 2-1) může významně škodliviny redukovat. Pro jeho stabilizaci se používají metody RLTC. Kromě toho je nutné použít všechny další prostředky, např. i přenesení dopravy pod zem výstavbou tunelových systémů.

V navrženém systému je škodlivost produkce emisí v konečném efektu vyjádřena finančně a vytváří se tím podklad pro ekonomicky podložené rozborů směřující ke snižování celkové produkce škodlivých emisí [25].

### **3.3 Dílčí závěr**

Pokud telematické systémy přispívají např. k dodržování předepsané rychlosti a následné plynulé jízdě nejsou řidiči nuceni stále brzdit a rozjíždět se, dochází ke snížení exhalací, zlepšení životního prostředí, zvýšení bezpečnosti, atd. což patří mezi hlavní pilíře telematiky.

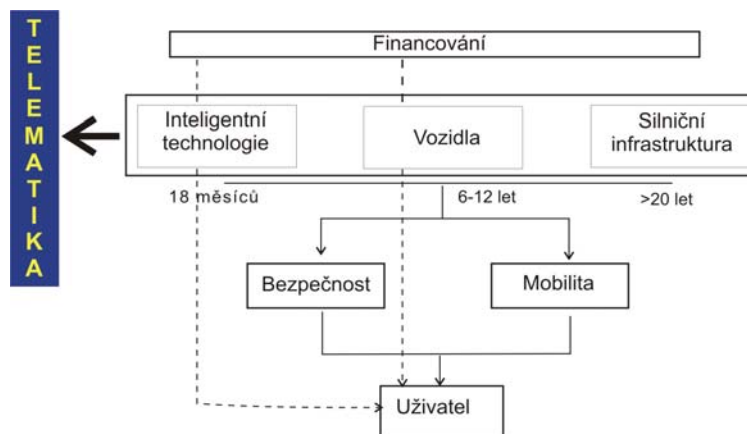
## 4 STRATEGIE ROZVOJE

Doprava je neoddelitelnou součástí života společnosti, ale na straně druhé se také stala významným faktorem ovlivňujícím negativně bezpečnost a životní prostředí na pozemních komunikacích.

Počet osobních vozidel má do roku 2020 vzrůst v zemích EU o 25-35 % a nákladních o 55-76 % [Zdroj: DG TREN/2004].

Předpokládá se, že v roce 2040 bude ve městech žít 70 % světové populace (oproti 30 % v roce 1970). Je proto nutné prostředí měst utvářet takovým způsobem, aby život v nich byl „příjemný“. Tento nárůst dopravy bude mít nepříznivý vliv na celou společnost, proto je nutné se na tuto situaci připravit. Jako řešení se nabízí (Obrázek 4-1):

- výstavba nových kapacitně vyhovujících komunikací (běžná doba od studie až po realizaci nové dálnice či silnice přesahuje 20 let.),
- používání inteligentních vozidel (mají řadu subsystémů orientovaných hlavně na bezpečnost - vedení vozidla v optimální stopě, rozlišení překážek na komunikaci, navigační a informační systémy, do 12 let),
- využívat dopravně – telematické systémy (doba aplikace od studie až po realizaci je 18 – 24 měsíců).



Obrázek 4-1: Implementační cyklus různých možností zlepšení mobility. [Zdroj ERTICO]

Rozvoj telematických systémů musí zahrnovat několik rovin:

- komunikace (kampaně, průzkumy, zjišťování uživatelských potřeb),
- organizace (spolupráce úřadů na konkrétních projektech),
- doplnění infrastruktury (P+R, cyklistické stezky, vyhrazené BUS pruhy atd.),
- financování (vícezdrojové alespoň v počáteční fázi),
- realizace úkolů (včetně parkovací politiky, reorganizace silniční sítě),
- změna některých zákonů a předpisů.

#### 4.1 Slabé a silné stránky městské dopravy (SWOT)

Jedná se o komplexní metodu kvalitativního vyhodnocení veškerých relevantních stránek fungování dopravy na městských komunikacích (popř. problémů, řešení, projektů atd.) a její současné pozice. Jsou silným nástrojem pro celkovou analýzu vnitřních i vnějších činitelů a v podstatě zahrnují postupy technik strategické analýzy.

Jádro metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do čtyř základních skupin (tj. faktory vyjadřující SILNÉ nebo SLABÉ vnitřní stránky dopravy ve městě a faktory vyjadřující PŘÍLEŽITOSTI a NEBEZPEČÍ jako vlastnosti vnějšího prostředí). Analýzou vzájemné interakce jednotlivých faktorů silných a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu.

Analýza SWOT vychází z předpokladu, že „organizace  $\Rightarrow$  doprava“ dosáhne strategického úspěchu maximalizací předností a příležitostí a minimalizací nedostatků a hrozeb (Tabulka 4-1).

	<b>S - silné stránky</b>	<b>W - slabé stránky</b>
<b>O - příležitosti</b>	Strategie SO - využít silné stránky na získání výhody	Strategie WO - překonat slabiny využitím příležitostí
<b>T - hrozby</b>	Strategie ST - využít silné stránky a čelit hrozbám	Strategie WT - minimalizovat náklady a čelit hrozbám

**Tabulka 4-1: SWOT [Zdroj autor]**

Analýza SWOT je užitečná v mnoha směrech :

- poskytuje orgánům činným v oblasti dopravy logický rámec pro hodnocení současné a budoucí situace v dopravě,
- z hodnocení se dá usoudit, které strategické alternativy by mohly být v určitých situacích ty nejvhodnější,
- může být prováděna periodicky, aby informovala o tom, které interní nebo externí oblasti nabyly nebo naopak ztratily na významu vzhledem k dopravní situaci,
- vede ke zlepšení dopravních výkonů, bezpečnosti a plynulosti dopravy a vlivu dopravy na životní prostředí.

##### 4.1.1 Strengths - přednosti = silné stránky

- Dobře fungující městská hromadná doprava výrazně orientovaná na elektrické napájení, poměrně vysoká preference u obyvatel.
- Provozovaný regionální integrovaný systém hromadné dopravy.

- Zvyšující se aktivita politiků na poli zvyšování bezpečnosti silničního provozu na městských komunikacích (bezpečnostní, preventivní akce).

#### **4.1.2 Weaknesses - nedostatky = slabé stránky**

- Nízká propustnost městských komunikací; nedostatek objízdnych tras okolo města a vnitřního centra města, který bývá překážkou výraznému snížení objemu dopravy ve městě a jejím centru.
- Vysoké nároky na přepravu lidí ve městě vyplývající z nerovnovážného rozmístění jednotlivých funkcí na území města.
- Nedostatečná aktivita železniční dopravy při zlepšování úrovně služeb v příměstské dopravě.
- Nedostatečná koordinace opatření přijímaných jednotlivými subjekty nejen z dopravního hlediska.
- Nedostatečná prezentace dopravní problematiky ve veřejnoprávních mediích.
- Bezohledné chování některých účastníků provozu na komunikacích.
- Nerespektování policejních a státních orgánů při vymáhání práva za nedodržování pravidel silničního provozu.
- Neexistence vyhodnocování účinnosti přijatých nejen dopravních opatření (neexistuje zpětná vazba!!!).

#### **4.1.3 Opportunities - Příležitosti**

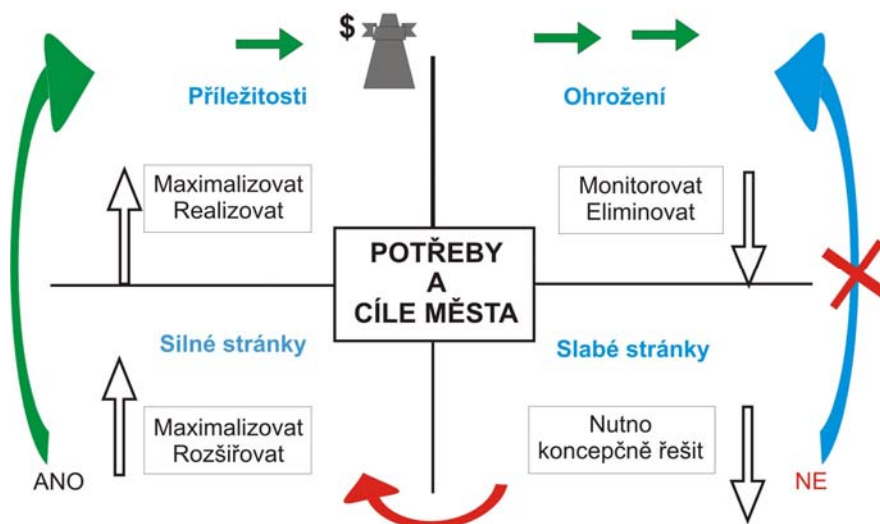
- Zabezpečení vysokého zájmu obyvatel a návštěvníků města o městskou hromadnou dopravu.
- Vytvoření podmínek pro ochranu města před zbytnou automobilovou dopravou dobudováním silničního a městského okruhu.
- Snížení nehodovosti všech účastníků silničního provozu.
- Snížení ekonomických celospolečenských ztrát způsobených nehodovostí.
- Zlepšení vymáhání prostředků z porušování pravidel silničního provozu.
- Zlepšení životního prostředí.

#### **4.1.4 Threats - Hrozby**

- Oslabení pozice hromadné dopravy a další nárůst automobilismu na výrazně poddimenzované uliční síti.
- Zhoršení životního prostředí v oblastech a pásech soustředěné dopravy.
- Ochromení většiny funkčních systémů města neschopností zajistit trvale fungující dopravní infrastrukturu založenou na preferenci hromadné dopravy.
- Nedostatek finančních prostředků na realizaci dopravních opatření.

- Při nesplnění daných cílů možnost poklesu motivace a aktivit jak aktivních, tak i pasivních účastníků dopravních opatření.

Obrázek 4-2 ukazuje jakým směrem je nutné se pohybovat, aby došlo ke zlepšení dopravní situace dle zjištěných potřeb a cílů města.



Obrázek 4-2: Schéma SWOT [Zdroj: autor]

#### 4.2 Rozhodovací kroky pro nasazení telematických systémů na městské komunikace

Správná identifikace dopravního problému má velký podíl na konečném zlepšení celé dopravní situace. Při řešení dopravy na městských komunikacích je nutné brát zřetel na požadavky a potřeby obyvatel města. Tak jako si důsledně udělat analýzu současné dopravní situace ve městě (slabé a silné stránky, příležitosti a hrozby dopravy). Veřejnost je první, kdo zástupce města informuje o tom, co není v pořádku. Názor veřejnosti vnese do řešení problémů důležité poznatky z pohledu uživatelů. Při výběru variant možného řešení se musí klást důraz na to, že zvolená varianta bude sloužit několik desítek let a ne pouze nezbytně nutnou dobu (studie proveditelnosti může ukázat co je a co není reálné). Komunikace zástupců města s veřejností a respektování přijatého řešení všemi účastníky je pro tíživou dopravní situaci **polovinou úspěchu**. Před zavedením navržených změn je nutná intenzivní informační kampaň, která nesmí přestat ani po zavedení nové organizace dopravy. Skoro každé město má z dopravního hlediska problém s velkým počtem automobilů na komunikacích. Všichni chtějí jezdit a parkovat co nejbližší místu svého cíle. Ve vývojovém diagramu (Obrázek 4-3) je navržen postup pro řešení dopravy. Např. dostatečný počet parkovacích míst, jednoznačné dopravní značení a bezplatná hromadná doprava dokáží společně s telematickými systémy řešit v krátkém časovém horizontu dopravní situaci.



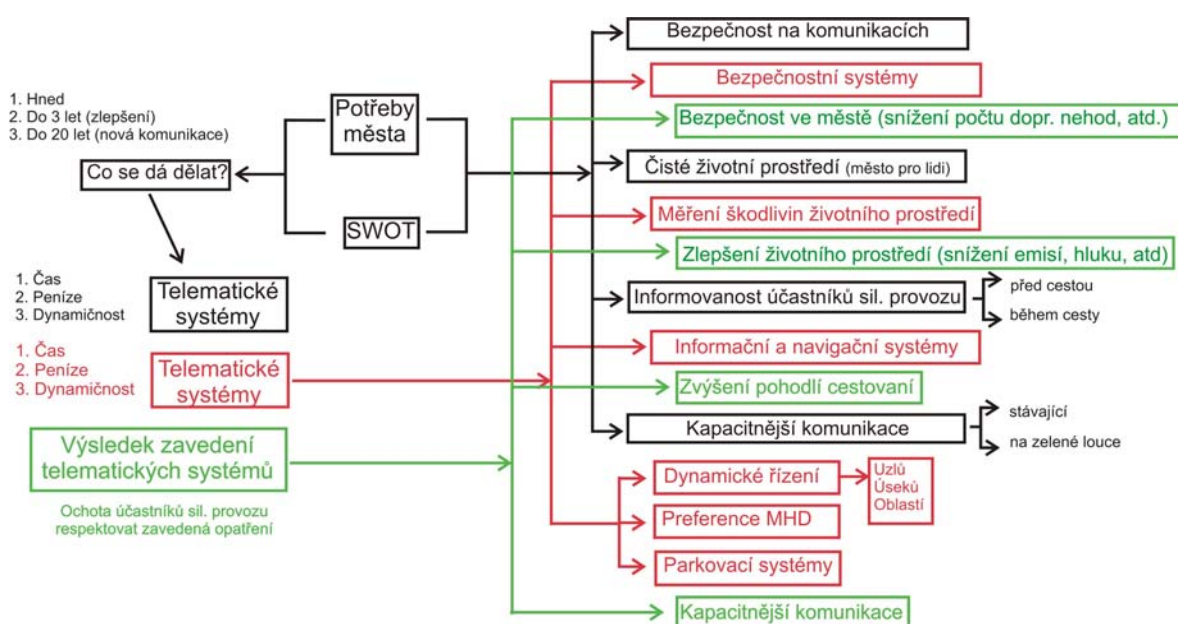


Obrázek 4-3: Vývojový diagram řešení dopravní situace [Zdroj: autor]

## Potřeby a cíle města

Podle obrázku 4-4 si každé město podle svých potřeb a potřeb svých občanů stanoví svojí dopravní politiku, která by měla dbát na:

- bezpečný a pohodlný pohyb nemotorizovaných občanů,
- bezpečný a plynulý provoz po městských komunikacích,
- zdravé životní prostředí,
- snížení počtu dopravních nehod a ztrát na životech,
- město lidem.



Obrázek 4-4: Rychlá pomoc městské dopravě [Zdroj: autor]

## Rozhodování z ekologicko – ekonomického hlediska

Znalost ekonomických procesů spojených s dopravou ulehčí výkonu státní dopravní politiky a nabídne smysluplnou investiční strategii v tomto odvětví. Dopravní telematika v tomto podání může nabídnout jasná, kontrolovatelná a zřetelná pravidla pro vstup soukromých investorů do dopravní infrastruktury (vrácení vlastních prostředků dopravní telematiky). Důležité je znát ekonomické limity a vytvořit „Cost benefit analýzu“ (C/B - Cost/Benefit Analysis) - obchodního modelu, na základě kterého by měly být tyto systémy poskytovány. Protože tyto přínosy (benefity) z těchto systémů mají různé uživatele jako jsou cestující, řidiči, státní správa, dopravci, je potřebné je vyčíslit a podle nich vytvořit obchodní cestu.

Ministerstvo dopravy, životního prostředí, bezpečnostní orgány města, atd. mluví o tom, že telematika může snížit nehodovost. Je tedy potřebné všechny informace zpracovat a ocenit jako celý řetězec, který se týká více resortů (např. dopravy a zdravotnictví).

Důležitým přínosem je vědět, kolik času strávíme v kolonách, hledáním parkovacího místa, orientací ve městě. Tyto a další ekonomické údaje je, však velmi těžké zjistit.

- Časové parametry – doba jízdy v úseku, zpoždění z důvodu omezení (uzavírky), kapacita úseku, charakter komunikace, SSZ nebo jiná zařízení v úseku. Zjišťují se pomocí tzv. plovoucího vozidla, které se pohybuje v terénu.
- Bezpečnostní parametry – počet nehod a jejich důsledky, rychlost vozidel, charakter komunikace (zatačky, klesání, zúžení, ...) detekce mimořádných stavů dopravy a doba reakce na ně, doby dojezdu IZS, odstavné plochy. Dají se zjistit ze statistiky, ale je nutné brát zřetel na současnou legislativu.
- Ekonomické parametry – omezení pro různé kategorie vozidel (mýtné), náklady na objíždění překážky, náklady na opravy vozidel v důsledku špatného stavu komunikací, náklady na opravy komunikací.
- Ekologické parametry – cena za znečištění ovzduší a hluk, cena za likvidaci nebezpečných látek v důsledku nehody.
- Subjektivní parametry – psychická pohoda z cestování, navigování a včasné dopravní informace.

Náklady investiční jsou vyčísleny již předem, ale provozní náklady se dají pouze odhadnout (např. během doby životnosti telematického zařízení se cena servisu bude určitě měnit). Proto je nutné cenu provozních nákladů nepodcenit.

**Kvantitativní hodnocení** – vyjadřuje kvalitu dopravy v porovnatelných jednotkách. Hlavní parametry, charakterizující kvalitu řízení v dopravním uzlu či v linii, je počet zastavení, doba zdržení, délka kolon, cestovní doba, rychlost. Pro účastníky silničního provozu mají svůj význam; zlepšení komfortu jízdy, snížení emisí a hluku, zvýšení bezpečnosti, časové úspory, snížení ekologických dopadů (emisí a hluku, lepší propustnost, zvýšení plynulosti, atd.)

**Kvalitativní hodnocení** – typickými parametry, které vstupují do kvalitativního hodnocení, jsou počet nehod v závislosti na intenzitě dopravy, denní variace dopravy a jejich vliv na okolí, spotřeba energie v dopravě, kvalita přepravy, kapacita dopravních cest/křižovatek, délky kolon (doba strávená v koloně), hustota MHD atd.

#### **Vytvoření archivu opatření mající vliv na dopravu**

Izolovaně nasazené telematické systémy řeší pouze jeden problém na jednom místě, a hlavně na krátkou dobu. S tím, že problém se přesune na jiné místo. Telematické systémy mohou správně fungovat ve spolupráci s okolím. V oblasti dopravy se pohybuje mnoho subjektů, které ji ovlivňují a nechávají si zpracovat pro své potřeby lepší dopravní podmínky ve většině případů bez ohledu na další subjekty v dopravě. Pro koordinaci projektů, které

mají vliv na dopravu je důležité zavést centrálu (místo) pro sběr projektů, aby nedocházelo k projekčně kolizním situacím, zbytečnému dublování či zdražování a prodlužování připravovaných akcí.

Po vyplnění základních identifikačních údajů oblasti (Obrázek 4-5) se objeví seznam projektů v zadané oblasti. Po kliknutí na konkrétní projekt se zobrazí například tyto údaje (Obrázek 4-6).

Extravilán Číslo silnice   
 Intravilán Město   
 Uzel Křížení ulic  a   
 Úsek Název ulice   
 Číslo sloupu VO od  do

Obrázek 4-5: Identifikace projektu v oblasti [Zdroj: autor]

**Název projektu** Měření úsekové rychlosti **Místo aplikace** Evropská  
 Grafický výstup  
**Objednatel** TSK hl. m. Prahy  
**Spojení na objednatele** Pan XY, tel. 111111111  
**Projektant** Projekční kancelář AA  
**Spojení na projektanta** Adresa, telefon  
**Stupeň dokumentace** Dopravně inženýrská studie  
**Vyřizující úřad** Stavební úřad, Praha 6  
**Dotčené orgány** Plynáři, vodaři, atd.

Obrázek 4-6: Základní údaje o projektu [Zdroj: autor]

Na začátku kapitoly byly uvedeny možnosti jak se dá v krátkém časovém období vypořádat s narůstající dopravou a to pomocí telematických systémů. Strategie rozvoje

telematických systémů musí počítat také s tím, že na městských komunikacích je více subjektů, které se podílejí jak na tvorbě tak na užívání dopravy.

V současné době jsou vesměs telematické systémy nasazovány pouze izolovaně bez ohledu na další dopravně-inženýrská opatření v dotčené oblasti. Neexistuje volně přístupný seznam připravovaných akcí, který by umožnil snadnější orientaci v současných či připravovaných dopravních opatřeních (koordinaci projektů).

#### **4.2.1 Návrh zásad nasazování telematických systémů**

Správná identifikace dopravního elementu je základem pro správné fungování jakéhokoliv dopravního systému. Aby nedocházelo ke sporným situacím, je základem správně a jednoznačně identifikovat vozidlo.

**Jeden dopravní element = jeden dopravní prostředek (nebo jedna osoba) = jedno identifikační zařízení.**

Při snaze redukovat IAD je třeba mít připraveny adekvátní alternativy – fungující a propojený systém hromadné dopravy, kvalitní podmínky pro cyklistickou a pěší dopravu a propojení těchto alternativ navzájem (včetně intermodálních řešení: automobil-MHD, vlak, chůze, případně kolo).

- Navrhnout struktury různých režimů telematických systémů a identifikovat efektivní strukturu pro provoz na městských komunikacích (zjistit, zda bude navržený systém funkční a jak bude funkční → nikoli říci pouze zda zavést či nikoliv). Zpracovat dopravní opatření pro celou oblast a ne jen pro dané místo.
- Odhad vlivů jednotlivých režimů do celé oblasti. Využít zkušeností z dob, kdy v dané oblasti byla různá dopravní opatření a vycházet z těchto poznatků.
- Zjištění vztahů mezi již existujícími systémy a těmi navrhovanými (vzájemná kompatibilita).
- Podrobná analýza nákladů navržených systémů (cena realizace, provozní náklady, návrat investic).
- Snížení nákladů na dopravu a z dopravy.
- Snížení negativních dopadů na životní prostředí.
- Zpracování legislativní problematiky. Nové dopravní systémy potřebují pro svojí správnou funkčnost legislativní změny (např. cyklisté na světelně řízených signalizacích).
- Návrhy postupu implementace systémů do praxe. Pokusit se zavádět nové změny do praxe v době sedla (např. prázdniny), aby nevznikl dopravní kolaps. Nový systém by

tak mohl přinést více škody než užítu, účastníci silničního provozu by další nově zaváděné systémy mohly vnímat negativně.

- Důležitost veřejného mínění (odpovědět na otázky: "Proč?" - předpovědět vývoj dopravy (kongesce, rozvoj území...), "Jak?" - technologie, modelování, "Kdo, Co?" – město, stát, cizí investor,..., "Kdy?" - možné časové scénáře implementace).

#### **4.2.2 Seznámení obyvatel města s dopravní situací ve městě a možnostmi řešení (přínosy a případné následky)**

Seznámit veřejnost (všechny účastníky silničního provozu) se současným stavem dopravy nejen v jejich blízkém okolí (místě bydliště), ale i globálně (jelikož změna dopravního režimu v jedné části může mít velmi negativní účinky na zbývající část území). Je nutné co nejdříve rozpoutat veřejnou celonárodní debatu o zlepšení dopravní situace ⇒ zavádění telematických systémů, které dokáží svojí aplikací na komunikace přispět k bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, zlepšení životního prostředí a k psychické pohodě cestování. Na základě provedených analýz a výzkumů nabízet občanům možnosti řešení. Podpora veřejnosti je pro úspěch zavedení telematických systémů velmi důležitá. Veřejnost akceptuje „novinky“, pokud je jasně vidět, že vyřeší problémy, které je trápí. Poté jsou ochotni tento nově zavedený systém přijmout a hlavně dodržovat pravidla, která jsou důležitá pro jeho správnou funkci.

#### **4.2.3 Dopad intravilánové dopravy v extravilánu a naopak**

Každá nestandardní situace v dopravě vyvolá okamžitou reakci na komunikacích. Následně s určitým časovým odstupem dochází na přilehlé komunikační síti ke zvýšení intenzit, postupně může dojít až ke kongescím, případně totálnímu kolapsu dopravy. Řidiči dopravních prostředků hledají možné objízdne trasy, ale postupem času i tyto objízdne trasy nestačí a dochází ke kongescím i na těchto místech.

### **4.3 Zajištění funkčnosti telematických systémů**

Telematické systémy dokáží výrazně pomoci nejen dopravě, ale i další mobilitě města. Pouhé telematické systémy nejsou spasitelem dopravy ve městě. Pokud se i nadále bude zvyšovat počet aut, nastane okamžik, kdy ani telematika **nepomůže**. Co se bude dít dál?

V současné městské zástavbě nové komunikace nepostavíme. Proto je nutné už nyní razantně snižovat počet automobilů a efektivně zapojovat dopravní telematické systémy.

Prvním krokem, možná i nejdůležitějším je, aby nejen uživatelé dopravy, ale i ti co se chtějí pohybovat, musí být ochotní tuto situaci řešit. Všechna řešení by se měla odvíjet od potřeb a cílů města a na prvním místě musí být vždy bezpečnost.

Bezpečnost na komunikaci se nejsnáze hodnotí podle počtu dopravních nehod. Většinou jeden z účastníků nehody nebo havárie je řidič dopravního prostředku. Razantní snížení

počtu nehod (automobilů) povede ke zlepšení celkové situace. (Dá se říci, že: „kde nejsou auta, nejsou nehody“).

Povrchová MHD se může v rámci všeobecné dopravní strategie stát realistickou a perspektivní alternativou k individuální dopravě tehdy, pokud budou vytvořeny podmínky, které motivují uživatele osobních automobilů ke změně způsobu dopravy ve prospěch MHD (omezení pro IAD a zlepšení podmínek pro MHD). Povrchové dopravní prostředky MHD se pohybují ve společném prostoru s ostatní povrchovou dopravou a dochází zde ke vzájemnému omezování jejich uživatelů, což vyvolává snižování kvality cestování obou skupin uživatelů. Pro zachování kvality cestování, je nutné jedné skupině podmínky cestování omezit a druhé zlepšit a to tak, abychom uživatele z omezované skupiny přilákaly do skupiny zvýhodňované.

Uživatelé automobilů budou i nadále chtít cestovat. Za to jim musí být nabídnuty adekvátní služby:

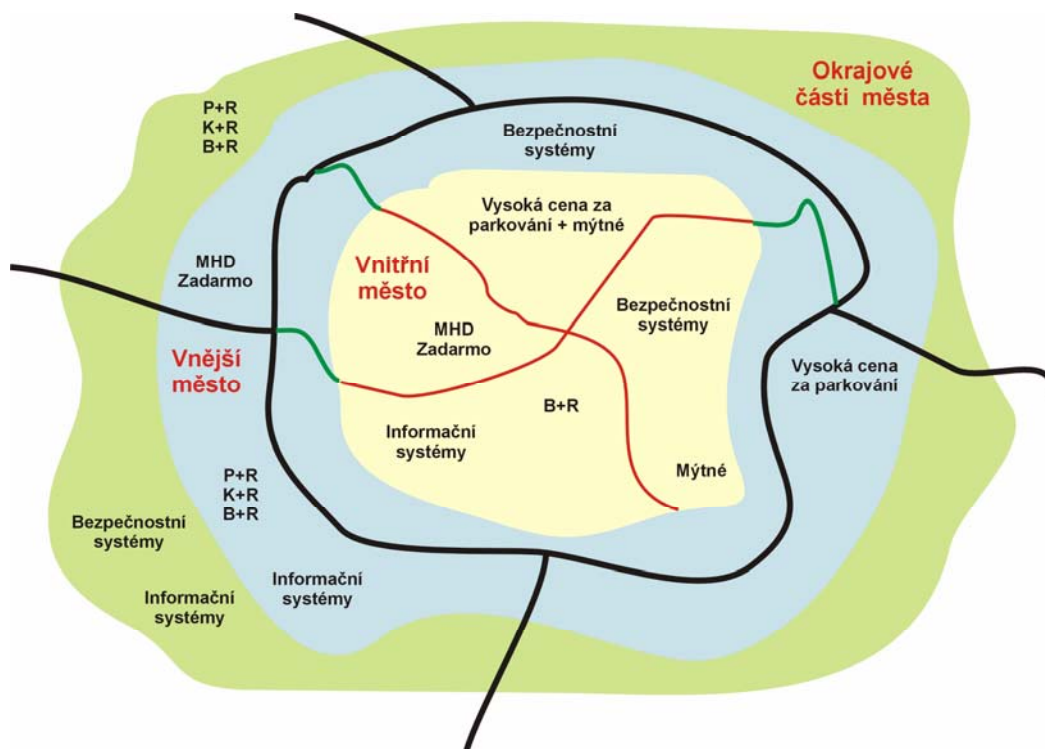
- pravidelná, kvalitní, bezpečná a hromadná doprava zadarmo,
- efektivní využívání všech navržených systémů,
- zajištění dodržování všech pravidel pro zajištění bezpečnosti a plynulosti provozu,
- zpoplatnění pro všechny, kdo nevyužijí hromadnou dopravu (vybrané finanční prostředky budou investovány do hromadné dopravy a na další zlepšení mobility a bezpečnosti města),
- dodávání nepřetržitých aktuálních dopravních informací (před jízdou, během jízdy, přes sdělovací prostředky, do informačních a navigačních systémů, atd.)

#### **4.3.1 Použití vývojového diagramu při řešení průjezdu městem**

Správně identifikovat dopravní problém je velmi důležité pro další řešení. Ujistit se zda v dané oblasti nejsou plánovaná nějaká opatření s dopadem na dopravu. Tyto informace poskytne centrála (sběrné místo), kde by se měli všechny zásahy do dopravy hlásit. Tyto získané informace se musí společně s potřebami a cíli města vyhodnotit a na základě toho stanovit možné varianty řešení, které budou obsahovat také klady a zápory daného řešení. S těmito variantami je nutné seznámit veřejnost, protože je hlavním uživatelem dopravy. Po diskuzi je možné připomínky a návrhy veřejnosti zapracovat do konkrétního řešení. Podle toho jaký systém se bude realizovat se musí postupovat, tak aby nedošlo k ještě většímu zhoršení dopravní situace než jaká byla na začátku. Po nasazení systému (dopravního opatření) musí docházet k vyhodnocování celkové dopravní situace. Je pravděpodobné, že po nasazení systému se zjistí, že je potřeba některá data upravit či dokonce může nastat taková situace, se kterou projekční příprava nepočítala a je nutné se vrátit na začátek celého procesu.

### Možnosti průjezdu městem:

1. Správně fungující systém potřebuje mít dostatečnou oporu v legislativě. Nedodržení podmínek, za kterých systém pracuje se projeví ve velmi krátké době → provedená opatření nepřinášejí očekávané výsledky.
2. Pro vozidla přijíždějící na hranice města existuje několik možností, jak svojí cestu do/přes město provést (Obrázek 4-7):
  - Řidič pro jízdu na druhou stranu města použije okruh.
  - Jízda do zaměstnání, školy, lékaře, úřady atd. zanechá svůj dopravní prostředek na P+R v okrajové části města (zdarma) a dál pokračuje MHD zdarma.
  - Při jízdě do vnější části města je P+R za poplatek, jízda MHD zdarma.
  - Vjezd do vnitřní části města je zpoplatněn mýtným. Cena za parkování v parkovacích zónách je hodně vysoká, MHD zdarma.



Obrázek 4-7: Členění města z dopravního hlediska [Zdroj: autor]

Systém reaguje na pohyb vozidla:

- Nastartování dopravního prostředku dojde k aktivaci identifikačního systému.
- Po skončení jízdy identifikační systém zkontroluje oprávnění k parkování, parkovacího místa a doby parkování je provedeno účtování služeb.

Systém na parkovišti zaznamená vozidlo = obsazené místo na parkovišti → na proměnných informačních tabulích (na Internetu) se objeví aktuální počet parkovacích míst.



### 3. Nemotorizovaná veřejnost:

- Na území města MHD zdarma.
- Z místa pobytu občana na hranice města platí tarif dle zvoleného dopravce, jízdu MHD ve městě má zdarma.

### 4. Prostředky MHD:

- Psychická pohoda pro cestující, pravidelná jízda prostředků MHD, čisté a pohodlné cestování, atd.
- TRAM, BUS a další dopravní prostředky:
  - segregovaná trať, vyhrazené jízdní pruhy,
  - preferenční průjezd světelnou křižovatkou na základě porovnání průjezdu s jízdním řádem,
  - výstavba zastávek za světelnou křižovatkou.

### 5. Řízení provozu:

- dynamicky řízené světelné křižovatky s preferencí MHD,
- koordinované tahy, řízení ucelených oblastí,
- připojení světelných křižovatek na centrálu (řídící ústřednu),
- dálkový televizní dohled pro okamžitou reakci na danou aktuální dopravní situaci.

### 6. Informační systémy (před, během a po – PBP)

- informace před cestou (sdělovací prostředky, Internet, atd.),
- informace během cesty (proměnné informační tabule),

informace po cestě (v TV, na Internetu nebo v novinách najde, že v místě kde byla kolona se stala nehoda nebo probíhá uzávěra a příště bude věnovat větší pozornost značkám a informačním tabulím a použije objízdnu trasu).

7. Identifikační systém se využije i při zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Při měření rychlosti, záznamu jízdy na červenou, kontrole překročení hmotnosti vozidla nebo neoprávněné jízdy ve vyhrazeném jízdním pruhu je vozidlo zaznamenáno současně s fotografií. Záznam je přenesen do centrály a automaticky je zpracován přestupek a připraven na odeslání majiteli vozidla. Pokud se v identifikační zóně vyskytuje odcizené vozidlo, zobrazí se v centrále hláška o vozidle a místě jeho pohybu. Nastane zablokování identifikačního zařízení a vozidlo se bude v systému objevovat jako nežádoucí a bude k němu vyslána policejní hlídka. Systémy jsou navzájem provázány.

#### 4.3.2 Nasazení telematických systémů a jejich vzájemné ovlivňování, návrh správného postupu pro dosažení daného cíle

Parkování - zavedení parkovacích zón v Praze je příkladem nedostatečné strategie při řešení problému s parkováním. Cílem bylo snížit počet parkujících vozidel v dopravně kritických oblastech. Z velké části byla na komunikacích zavedena tzv. „modrá zóna“ (viz. kapitola 1.4.1). Některá místa jsou vybavena parkovacími automaty pro krátkodobé parkování, která neodpovídají poptávce po parkování.

Výsledkem toho je, že v dané oblasti se parkuje hůře než předtím (mimo rezidentů). Míst krátkodobého placeného stání je minimum, v modrých zónách je přes den volno, ale parkovat se tam „nemůže“. Zanechávání vozidel v blízkosti světelných signalizací (v místech dopravních detektorů), vede k ovlivňování světelných křižovatek. Což má vliv na bezpečnost a plynulost nejen prostředků MHD, ale veškeré dopravy, tvorbou kolon v dotčených oblastech dochází k větší pravděpodobnosti vzniku dopravních nehod. Parkuje se na rozhraní placené a neplacené zóny, což je velmi nepříznivě vnímáno místními obyvateli.

Kdyby před zavedením parkovacích zón byla provedena důkladná analýza dopravní situace s dopadem na další oblast mohla se ušetřit spousta času a finančních prostředků. Při řešení nedostatečné parkovací kapacity by se měla návštěvníkům kritických oblastí nabídnout jiná možnost dopravy než osobním vozidlem. Což se v případě Prahy nestalo. Pokud lidé uvidí, že prostředky hromadné dopravy se do dané oblasti dostanou pohodlně, rychleji a ještě mohou ušetřit, tak po několikátém pokusu zaparkovat své vozidlo se rozhodnou zkusit použít hromadnou dopravu.

To je čas pro příchod telematických systémů, které po správně zvolené strategii si dokáží s dopravou „poradit“ (např. preferencí prostředků MHD na SSZ).

Bezpečnost provozu - pro zvýšení bezpečnosti je v současné době trendem měření rychlosti. I toto „nenáročné„ telematické zařízení potřebuje pro svojí správnou funkčnost provedení strategie správného umístění. Pro bodové měření rychlosti je nejen správná volba vhodného místa, ale také místo na okamžitou likvidaci přestupků. Chování řidičů ovlivňuje mnoho faktorů. Např. bodové měření rychlosti na ul. Opatovská u stanice metro Háje jeho umístění je na velmi strategickém místě. Čtyřpruhové směrově rozdělené komunikaci se vstřícně umístěnými zastávkami MHD, společně s přestupem na metro, obchody a s nejvyšší povolenou rychlostí 40 kmh<sup>-1</sup>. Ve vzdálenosti asi 100 m jsou tři přechody pro chodce (dva jako součást křižovatky a jeden asi 60 m za křižovatkou). Ve směru z centra ve vzdálenosti 60 m od křižovatky je umístěno zařízení pro bodové měření rychlosti. Před signalizováním celé křižovatky (Opatovská – Kulhavého) zařízení zaznamenávalo přestupky nepřetržitě.

Po signalizování křižovatky se počet zaznamenaných přestupků snížil na minimum → to je velice pozitivní okamžik. SSZ bylo delší dobu v poruše a počet přestupků se opět zvýšil jako před signalizováním křižovatky. **Jaká toho byla příčina?** Řidiči projíždí křižovatkou na zelenou, chodci na dvou kolmých přechodech mají červenou, před třetím přechodem je ochoten řidič trochu zpomalit, chodec v klidu přejde na druhou stranu a řidič plynulou jízdou pokračuje dál (bezpečně a plynule), radar nic nezaznamená. Jedno zastavení na krátkém úseku není problém, ale třikrát po 30 m! Když nefunguje SSZ má chodec na všech přechodech „přednost“, to málo kdo respektuje. Je to jeden z možných důvod proč je tolik nehod s chodci na přechodech?

MHD - v Praze dochází zaváděním preference MHD ke snižování počtu vypravovaných prostředků hromadné dopravy, ekonomickým úsporám a velmi pomalu také k návratu cestujících, což je pozitivní a velmi žádané. Ale na druhou stranu, kdyby byla předem provedena důkladná informovanost o připravovaném nasazení telematického systému pro preference BUS na SSZ v dané oblasti zjistilo by se, že bude provedena změna ve vedení trasy linky MHD a zavedení aktivní preference na třech SSZ bylo úplně zbytečné. Veškerá projekční příprava, fyzická instalace systému, uvedení do provozu, vynaložení nemalých finančních prostředků a času zúčastněných osob bylo prostředkem MHD využíváno na dané trase pouze 1 měsíc. „Zřejmě se někde stala chyba“. (Linkové vedení autobusu v dané lokalitě bylo změně na jinou trasu). Preference prostředků MHD provádí jiná organizace než linkové vedení těchto prostředků. Tyto organizace spolu nekomunikují, proto nedochází ke koordinaci akcí.

Pro preference autobusů se stále častěji zavádějí vyhrazené jízdní pruhy. Pouhé vyznačení vodorovného dopravního značení a osazení svislého dopravního značení nestačí. Pro někoho to může vypadat jako velice rychlé a levné řešení dané situace, ale má to vliv i na okolí. Ve většině případů dojde k výraznému zhoršení dopravní situace nejen v dané oblasti, ale i o několik kilometrů dál. Je nutné také provádět úpravy okolních SSZ (na křižovatce, kde je preference TRAM může vyhrazený pruh pro BUS situaci pro TRAM velmi zhoršit, např. Plzeňská – Pod Kotlářkou). Snižováním počtu jízdních pruhů klesne kapacita křižovatky o 1/2, to se velmi rychle projeví na křižovatkách v okolí, které mají svoje nastavení na danou intenzitu a nejsou schopny okamžitě reagovat. Úpravu SSZ není možné provést ze dne na den tak jako osazení dopravních značek. Proto je nutné provést důkladnou strategii s dopadem na celou oblast tak, aby preference prostředků MHD měla správný přínos a nepřenášely se problémy dál.

Kdyby existovala nezávislá organizace, která by dokázala na základě údajů o dané lokalitě a informacích o připravovaných projektech určit jaké je ze strategického hlediska pro danou oblast optimální řešení ušetřila by se spousta času a peněz (čas jsou peníze).

### 4.3.3 Zhodnocení přínosů a nákladů

Dle statistik dopravních nehod zjistíme počet a následky dopravních nehod na daném uzlu nebo úseku. Náklady nehod podle jejich následků za určité období se vypočítá z navrženého vztahu vzorce (4-1) a hodnot z tabulky 4-2. Jedná se pouze je jednu z položek externích nákladů dopravních nehod, ale již na základě tohoto jediného matematického vztahu je možné vyhodnotit zda je daný systém z ekonomického hlediska účinný či nikoliv. Investora realizace dopravního řešení zajímají také ekonomická stránka. Finanční stránka daného řešení je důležitá pro rozhodování o různých variantách, které se objeví v rozhodovacích krocích pro strategie rozvoje telematiky. Předem se nedá přesně zjistit vývoj dopravní nehodovosti, ale po analýze nehod z minulých let se dá s určitou pravděpodobností zjistit další vývoj v dané oblasti. I záchrana jednoho lidského života je přínosem daného systému.

Následek dopravní nehody	Označení následku DN	Hodnota následku DN
Smrtelné zranění (SZ)	X	10 558 000 Kč
Těžké zranění (TZ)	Y	3 520 570 Kč
Lehké zranění (LZ)	Z	398 000 Kč
Průměrná hmotná škoda (HŠ)	K	97 411 Kč

Tabulka 4-2: Následek a ocenění dopravních nehod [Zdroj: Policie ČR]

$$a_i \cdot X + b_i \cdot Y + c_i \cdot Z + d_i \cdot K = \text{celkové ekonomické ztráty za rok [Kč]} \quad (4-1)$$

$i = \text{rok}$

Příklady částečného ekonomického ohodnocení vybraných telematických systémů z hlediska bezpečnosti provozu.

Číslo uzlu - 4082

Název uzlu - Kunratická spojka – K Labeškám (nové SSZ 7/2009)

Rok	Počet nehod	SZ (a)	TZ (b)	LZ (c)	HŠ (d)	Ekonomické ztráty (Kč)
2009	6	0	0	2	4	1 185 644 Kč
2008	21	0	0	5	16	3 548 576 Kč
2007	24	0	2	4	18	10 386 538 Kč
2006	18	0	2	3	13	9 501 483 Kč
2005	23	0	1	6	16	7 467 146 Kč

Tabulka 4-3: Kunratická spojka - K Labeškám

2009  $a_1 \cdot X + b_1 \cdot Y + c_1 \cdot Z + d_1 \cdot K = 0 \cdot 10\,558\,000 + 0 \cdot 3\,520\,570 + 2 \cdot 398\,000 + 4 \cdot 97\,411 = 1\,185\,644$  Kč

2008  $a_2 \cdot X + b_2 \cdot Y + c_3 \cdot Z + d_4 \cdot K = 0 \cdot 10\,558\,000 + 0 \cdot 3\,520\,570 + 5 \cdot 398\,000 + 16 \cdot 97\,411 = 3\,548\,576$  Kč

2007  $a_3 \cdot X + b_3 \cdot Y + c_3 \cdot Z + d_3 \cdot K = 0 \cdot 10\,558\,000 + 2 \cdot 3\,520\,570 + 4 \cdot 398\,000 + 18 \cdot 97\,411 = 10\,386\,538$  Kč

2006  $a_4 \cdot X + b_4 \cdot Y + c_4 \cdot Z + d_4 \cdot K = 0 \cdot 10\,558\,000 + 2 \cdot 3\,520\,570 + 3 \cdot 398\,000 + 13 \cdot 97\,411 = 9\,501\,483$  Kč

2005  $a_5 \cdot X + b_5 \cdot Y + c_5 \cdot Z + d_5 \cdot K = 0 \cdot 10\,558\,000 + 1 \cdot 3\,520\,570 + 6 \cdot 398\,000 + 16 \cdot 97\,411 = 7\,467\,146$  Kč

- předpokládané náklady na výstavbu SSZ [Zdroj: projektová dokumentace] 3 164 6241,- Kč

- průměrné paušální měsíční náklady na údržbu a servis 8 000,- Kč

Vývoj nehodovosti v letech 2005-2009 ukázal, že výstavba SSZ snížila počet nehod o proti roku 2008 o 72 %. Doba za kterou se vrátí náklady investované do výstavby a náklady na údržbu v dalších letech se kterými se musí předem počítat se nedá dopředu zjistit, jelikož počet nehod není předem znám.

Vzorec (4-1) a údaje z tabulky 4-2 je možné využít i u dalších nejen telematických systémů.

Číslo uzlu - 026

Název uzlu – Průmyslová – Černokostecká (SSZ se záznamem jízdy na červenou)

Rok	Počet nehod	SZ (a)	TZ (b)	LZ (C)	HŠ (d)	Ekonomické ztráty (Kč)
2009	35	0	1	7	27	8 936 667 Kč
2008	43	0	1	4	38	8 814 188 Kč
2007	35	0	1	7	27	8 936 667 Kč
2006	27	0	1	3	23	6 955 023 Kč
2005	45	0	0	9	36	7 088 796 Kč

**Tabulka 4-4: Černokostecká - Průmyslová**

Číslo uzlu – 4101- 4094

Název uzlu – Jižní spojka (Barrandovský most – 5.května, úsekové měření rychlosti)

Rok	Počet nehod	SZ (a)	TZ (b)	LZ (C)	HŠ (d)	Ekonomické ztráty (Kč)
2009	72	0	1	6	65	12 240 285 Kč
2008	151	0	0	3	148	15 610 828 Kč
2007	145	0	0	1	144	14 425 184 Kč
2006	196	0	1	15	180	27 024 550 Kč
2005	159	0	0	11	148	18 794 828 Kč

**Tabulka 4-5: Jižní spojka (Barrandovský most - 5. května)**

Pro investora daného opatření je velmi těžké se rozhodovat po ekonomické stránce o účinnosti daného opatření. Na dopravní opatření na komunikacích patřících do správy

města se vynakládají finance z rozpočtu města. Ekonomické ztráty z dopravních nehod hradí celá společnost.

Z uvedených výpočtu se dají získat různé informace o daném místě. V tabulce 4-4 je počet nehod, jejich následků a ekonomických ztrát velmi podobný. Na uvedené křižovatce je nainstalované zařízení na detekci jízdy na červenou. Řidič není o tomto systému nějakým způsobem předem informován tak se chová jako by tam nic nebylo, a to je vidět také na počtu nehod. Počet přestupků se pohybuje průměrně kolem 80 měsíčně (asi 960 za rok). Dle vzorce (3-2) vypočítáme finanční částku vybranou ve správním řízení z přestupků, pro tento příklad by to bylo přibližně 2 400 000,- Kč.

Tabulka 4-5 ukazuje vývoj nehodovosti na jednom úseku Jižní spojky, kdy bylo instalován systém na měření úsekové rychlosti. V příloze 3 je uvedena statistika úsekového měření. Obě tyto tabulky ukazují, že došlo jak poklesu dopravních nehod tak k poklesu zjištěných přestupků. Z daných výsledků je možné říci, že instalace systému přispěla ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu a došlo také ke snížení počtu dopravních nehod. Je možné také říci, že částka investovaná do instalace tohoto systému se určitě vrátí.

## 5 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

V disertační práci je navržen postup pro strategii rozvoje telematiky v městské dopravě nebo-li možný postup řešení dopravní situace ve městě.

Hlavním přínosem této disertační práce je to, že při nasazování jednotlivých telematických systémů do praxe je nutné provést podrobnou deskripci dopravní situace v dané oblasti (nejen v jednom místě), dále pracovat s potřebami, cílem a záměrem města, a to vše ve vztahu ke konečnému uživateli → účastníkovi silničního provozu. Jedna malá změna v jednom uzlu města může mít nepříznivý vliv pro celou oblast. Dílčí přínosy jsou:

- Vytvoření souhrnu jednotlivých telematických systémů na městských komunikacích, převážně na území hl. m. Prahy (Praha je vybrána proto, že na jejím území je možné najít všechny uvedené telematické systémy).
- Na základě současné situace v oblasti nasazování telematických systémů jsem navrhla obecně použitelný vývojový diagram, který dává odpovědi na důležité otázky v oblasti dopravy na městských komunikacích. Dále jsem zavedla centrálu (sběrné místo) všech projektů, které mají vliv na dopravu, tak aby nedocházelo k projekčně kolizním situacím.
- Návrh zásad nasazování telematických systémů do provozu.

Teoretický přínos disertační práce - vytvořený obecně použitelný vývojový diagram lze využívat také při řešení dopravní situace bez aplikace telematických systémů. Je možné některé části vynechat (jako např. zabývající se MHD pokud v daném místě neexistuje) a nahradit jinou důležitou oblastí, která má vliv na dopravu.

## Závěr

Mobilita (přemísťování) patří ke každodenní činnosti ve městě. Stále zvyšující se počet elementárních jednotek na stávající infrastruktuře vyvolává řadu problémů, které nestačí řešit pouze izolovaně, ale i v souvislosti s dopady na celou oblast. Počítat je třeba i s dalším rozvojem území.

Disertační práce se zabývala problematikou strategie rozvoje telematických systémů na městských komunikacích, tak aby prováděná dopravní opatření byla v koordinaci, jak již se stávajícími systémy tak i připravovanými.

V první části jsem provedla analýzu současného stavu používaných telematických systémů na městských komunikacích. Vesměs se jedná o izolované systémy nasazované na předem určené místo bez jakéhokoliv ohledu na to co způsobí v dotčené oblasti.

V další části jsem se zaměřila na vliv dopravy na ekonomii a ekologii města. Je velmi těžké finančně ohodnotit náklady na dopravu (škody z dopravy). Zásahy do dopravy skoro vždy se projeví na počtu dopravních nehod. Z těchto dostupných údajů se dají přibližně vyčíslit ekologické a ekonomické údaje.

V hlavní části jsem navrhla možný strategický postup pro nasazení telematických systémů pomocí obecně použitelného vývojového diagramu, který dá odpovědi na základní otázky, které mají vliv na dopravu. Na základě důsledné analýzy možných řešení lze vybrat variantu, která nejlépe vyhoví potřebám a cílům města s tím, že „nesmí být dopravní problém přesunut na jiné místo.“ Výsledná varianta musí být po realizaci řádně vyhodnocena a nedostatky odstraněny. Aby nedocházelo ke zbytečnému prodlužování připravovaných dopravních opatření s jinými záměry v dané oblasti nám umožní navržená centrála (sběrné místo) připravovaných projektů pro opatření, která mají vliv na dopravu. To je jeden z prvních bodů, které je nutné udělat pro určení správné strategie rozvoje telematiky. Tímto způsobem je možné řešit rychle a snadno stále zhoršující se situace na komunikacích.

Disertační práce splnila svůj cíl jen z části, jelikož se mi nepodařilo ověřit v praxi celý postup pro strategii od začátku až do konce. Ověření jsem provedla na teoretickém příkladě, protože neexistuje v současné době žádná centrála, která shromažďuje projekty mající dopad do dopravy. Proto jsem nemohla zjistit zda navržené opatření nebude ovlivněno jiným opatřením, které zajišťuje jiná organizace. Současná legislativa brání plně (efektivně) využívat některé telematické systémy, to především v oblasti identifikace jak vozidel tak řidičů, poskytování informací dalším subjektům, dále např. pohyb cyklistů na pozemních komunikacích atd. Z praktického hlediska jsem částečně návrh ověřila na vybraných nově nasazených telematických systémech v Praze v roce 2009. Ekonomické zhodnocení bezpečnostních systémů ukázalo, že hodnocení telematických systémů využitím statistik



dopravních nehod a informacemi o počtu přestupků je výhodné používat. Jak při rozhodování, o tom který systém použít a jaké jsou jeho přínosy a náklady, tak i při vyhodnocování zda zvolené řešení bylo účinné či nikoliv.

Bezpečnost silničního provozu a snižování počtu dopravních nehod je jedna z hlavních priorit nejen měst, ale i většina států.

## Použitá literatura

- [1] ADÁMEK, J.: *Preference tramvají světelnou signalizací v Rostocku*, Silniční obzor, 1995, str. 288-291
- [2] ČÁBELKA, J.: *Vodní doprava a řízení plavebního provozu v evropském měřítku mezinárodní konference Plavební dny*, září 2000
- [3] [http://members.traffic-wales.com/courier/op\\_centrico.html](http://members.traffic-wales.com/courier/op_centrico.html)
- [4] KAPSCH TELECOM, *Mikrovlnný systém výběru mýtného*, LOGISTIKA, Projekty - doprava, 6-05, str. 13
- [5] MAGISTRÁT HL. M. PRAHY, *Zavedení mýta v Praze a porovnání se systémem mýta v Londýně*, Informační studie, Praha 2003
- [6] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, *Dopravní politika České republiky pro léta 2005-2013*, Praha červenec 2005
- [7] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, *Inteligentní dopravní systémy v České republice, šance pro bezpečnější a efektivnější dopravu*, Praha 2005
- [8] NĚMEC, M., TICHÝ, T., BRŮNA, P.: *Dispečerský manuál pro ovládání systému MOTION*, ELTODO dopravní systémy s.r.o., Praha, 7/2003
- [9] PAŽOUREK, V., *Mokrou nohou po Evropě*, 21. století, 6/2006, ISSN 1214-1097, 21. století - Speciál
- [10] PEJŠA L., PEXA M., KADLEČEK B., SVÍTEK M., *Metoda zpoplatnění produkce emisí v rámci elektronického mýtného*, Konference NavAge 2006, ISBN80-239-6685-5, ID32
- [11] PĚNIČKA, M., SVÍTEK, M., KOPECKÝ, F.: *Systémový model rozvoje telematiky železniční dopravy*, ŽEL 2000 Slovensko, Žilina 2000
- [12] PŘIBYL P. a kol.: *Možnosti analýzy a řízení krizí v tunelových stavbách*, Tunel, č. 1, 2000, str. 21-28
- [13] PŘIBYL P.: *Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích*, Technické podmínky MDS, TP 98, Praha, 1998
- [14] PŘIBYL, P., SVÍTEK, M.: *Inteligentní dopravní systémy*, Praha, 2001, ISBN 80-7300-029-6
- [15] PŘIBYL, P.: *Aplikace dopravní telematiky na síti pozemních komunikací*, Silniční konference 2000, Hradec Králové, 17-18. října 2000
- [16] PŘIBYL, P.: *Architektura dopravní telematiky - silnice*, Výzkumná zpráva 0600, Eltodo a.s., Praha, 2000
- [17] PŘIBYL, P.: *Elektronické platby mýtného*, Analytická studie pro MDS, Eltodo, a.s., Praha, listopad 2000
- [18] PŘIBYL, P.: *Metodická příručka pro dopravní řešení tunelů na Městském silničním okruhu*, ÚDI Praha a Eltodo a.s., Praha, prosinec 2003
- [19] PŘIBYL, P.: *Proměnné dopravní značky a inteligentní dopravní systémy*, Světlo, č.2, 1999
- [20] SBÍRKA ZÁKONŮ ČR, *Vyhláška č.30/2001 Sb.*, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích

- 
- [21] SBÍRKA ZÁKONŮ ČR, *Zákon č.361/2000 Sb. , o provozu na pozemních komunikacích*
- [22] Severské listy 1998-2008, *Stockholm: vjezd jen za poplatek*, MK ČR E 8208 o ISSN 1212-5385, 2. srpna 2007
- [23] *Světelná signalizační zařízení v Praze*, Ústav dopravního inženýrství, str. 75
- [24] SVÍTEK M. a kol.: *Závěrečná zpráva projektu "ITS v dopravně-telekomunikačním prostředí ČR" za rok 2003*. Technická zpráva, www.lt.fdcvut.cz Praha 2003
- [25] SVÍTEK M., a kol. *Ekonomické, ekologické a bezpečnostní řešení elektronického mytí, Grant MD ČR č. 1F44G/092/120, 2004 -Praha Leden 2005*
- [26] SVÍTEK M., *Inteligentní dopravní systémy - Dopravní telematika*, Přednášky - Fakulta dopravní ČVUT
- [27] SVÍTEK, M., KOPECKÝ, F., PĚNIČKA, M.: *Teleinformatika na přelomu století*, Telekomunikace a podnikání 10/2000.
- [28] SVÍTEK, M., *Navigation is a benefit for the national economy!*, Technologies and prosperity, 1/2006, str. 6
- [29] SVÍTEK, M.: *Elektronické vybírání poplatků za použití dopravních služeb*, dostupné na [www.telematika.cz](http://www.telematika.cz)
- [30] SVOBODA FR. A KOL.: *Stabilizace a postupné snižování zátěže životního prostředí z dopravy v ČR*. Centrum dopravního výzkumu Brno (1996)
- [31] ŠUBRT, M. *Řízení dopravy a dopravní telematika v hl. m. Praze*, Silniční obzor 4/2006, ISSN 0322-7154 47 320, str. 100
- [32] TAYLOR W., C. , ABDEL-RAHIM A.: *The SCATS efect, Traffic Technology International*, Feb. - Mar., 1998, pp. 57-60
- [33] TIMMERMANS W.: *User guide to TRANSYT version 8*, TRRL Laboratory Report 888,1970
- [34] TP - *Dopravní telematika - silnice a dálnice ČR*, Návrh po připomínkách, Verze 13 z 25.7.2005

**Seznam obrázků**

Obrázek 1-1: Vznik a význam slova telematika .....	12
Obrázek 1-2: Dopravní telematika ve vazbě na dopravní řetězcce .....	14
Obrázek 1-3: Diagram dráha - čas vozidel a autobusu mezi SSZ .....	19
Obrázek 1-4: Naváděcí systémy na P+R v Praze.....	25
Obrázek 1-5: Snímek z kamerového systému na ul. Podolské náb. ....	33
Obrázek 1-6: Snímek z kamerového systému na ul. M. Horákové.....	33
Obrázek 1-7: Volba vhodného místa.....	47
Obrázek 1-8: Reakce na rychlost jízdy po ul. Ke Kateřinkám, Praha - Opatov ("B20a" 30 kmh <sup>-1</sup> ) .....	49
Obrázek 1-9: Informace o rychlosti po ulici Evropská .....	49
Obrázek 1-10: Nejvyšší dovolená rychlost 70 kmh <sup>-1</sup> na ul. 5. května v Praze a RLTC .....	50
Obrázek 3-1: Ekologické řízení dopravy .....	66
Obrázek 3-2: Sled režimů jízdy na daném úseku vozovky .....	70
Obrázek 3-3: Okamžitá produkce NO <sub>x</sub> v i-tém úseku dané dráhy .....	70
Obrázek 4-1: Implementační cyklus různých možností zlepšení mobility.....	75
Obrázek 4-2: Schéma SWOT.....	78
Obrázek 4-3: Vývojový diagram řešení dopravní situace .....	79
Obrázek 4-4: Rychlá pomoc městské dopravě .....	80
Obrázek 4-5: Identifikace projektu v oblasti .....	82
Obrázek 4-6: Základní údaje o projektu .....	82
Obrázek 4-7: Členění města z dopravního hlediska .....	86

## Seznam tabulek

Tabulka 1-1: Vývoj preference MHD na SSZ v Praze .....	22
Tabulka 1-2: Parametry určující kvalitu řízení .....	28
Tabulka 1-3: Metody řízení dopravního uzlu .....	29
Tabulka 1-4: Seznam SSZ napojených na HDŘÚ (stav k 31. 12. 2008) .....	31
Tabulka 1-5: Porovnání jízdy z Barrandovského mostu na ul. Patočkova s využitím tunelů a bez tunelů .....	38
Tabulka 1-6: Vývoj nehodovosti z důvodu jízdy na červenou před a po instalaci záznamového zařízení .....	53
Tabulka 3-1: Vedlejší náklady na dopravu .....	57
Tabulka 3-2: Externí náklady dopravních nehod v ČR, silniční doprava (v mld. Kč) .....	60
Tabulka 3-3: Sankce za dopravní přestupky podle Zákona č. 200/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů .....	63
Tabulka 3-4: Zdroje hluku .....	72
Tabulka 4-1: SWOT .....	76
Tabulka 4-2: Následek a ocenění dopravních nehod .....	90
Tabulka 4-3: Kunratická spojka - K Labeškám .....	90
Tabulka 4-4: Černokostelecká - Průmyslová .....	91
Tabulka 4-5: Jižní spojka (Barrandovský most - 5. května) .....	91

## Seznam grafů

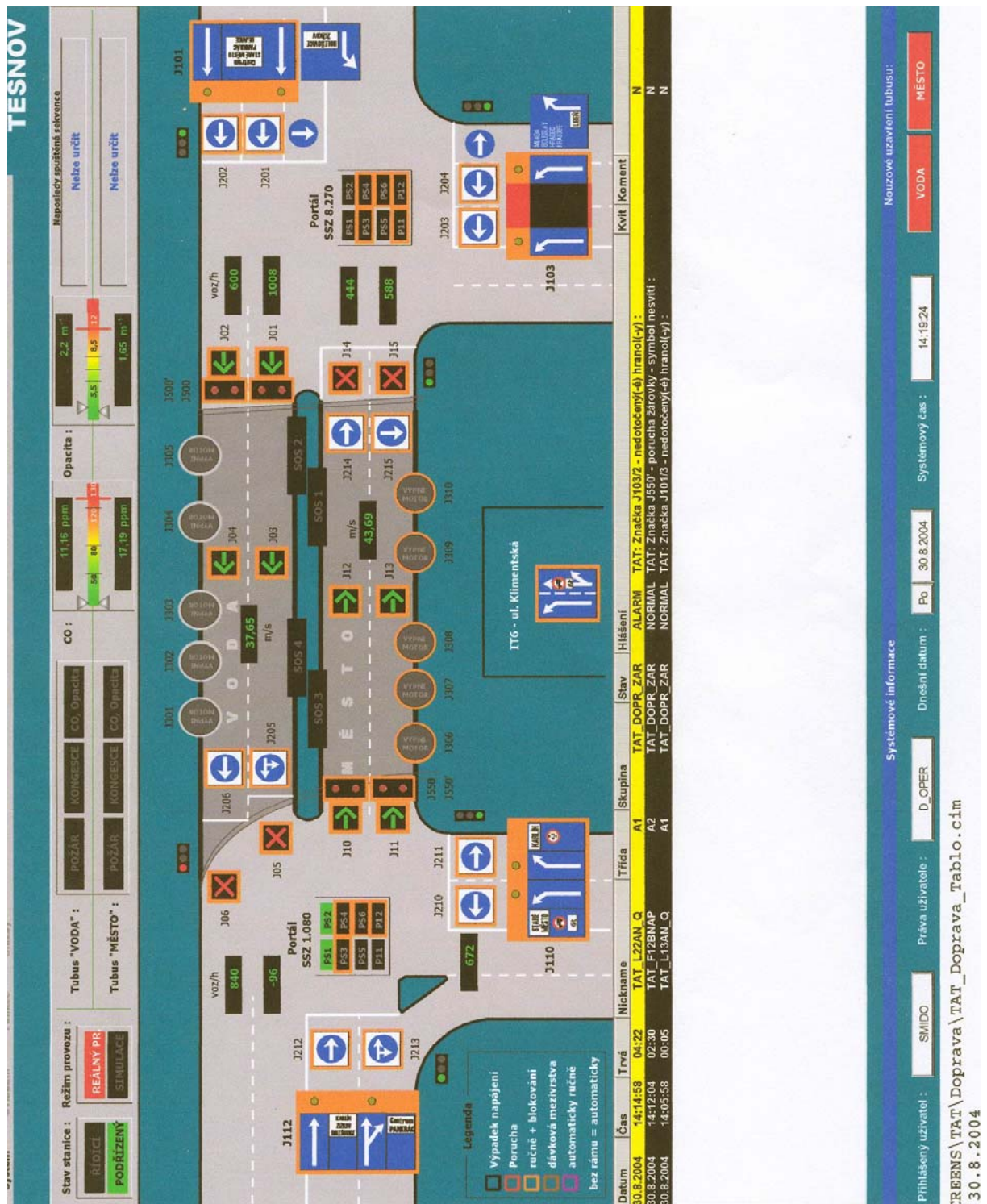
Graf 1-1: Porovnání naměřených rychlostí na ul. Čimická a Evropská .....	50
--	----

## Seznam příloh

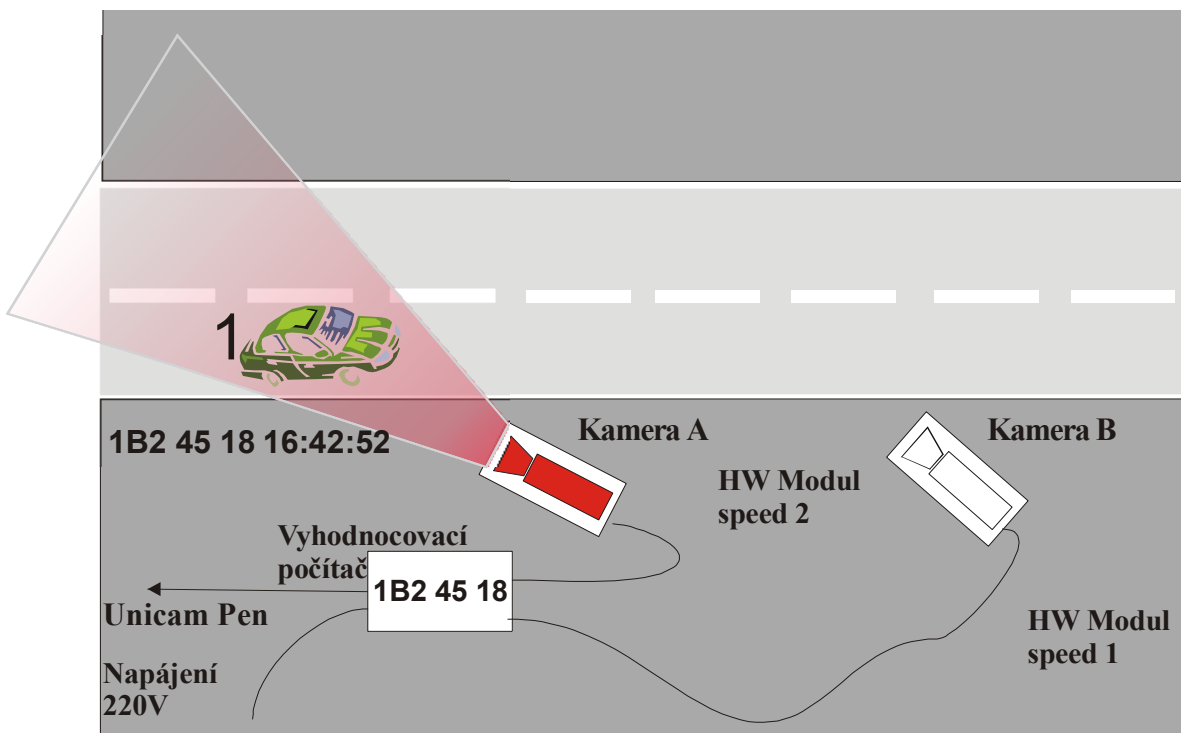
Příloha 1 - Řídicí systém Těšnovského tunelu
Příloha 2 - Měření rychlost v úseku (UnicamVelocity)
Příloha 3 - Statistika úsekových radarů na území hl. města Prahy (5 – 10/2009)
Příloha 4 - Detekce jízdy na červenou pomocí zařízení Unicam Gross
Příloha 5 - Externí náklady emisí znečišťujících látek do ovzduší v dopravě ]

# Přílohy

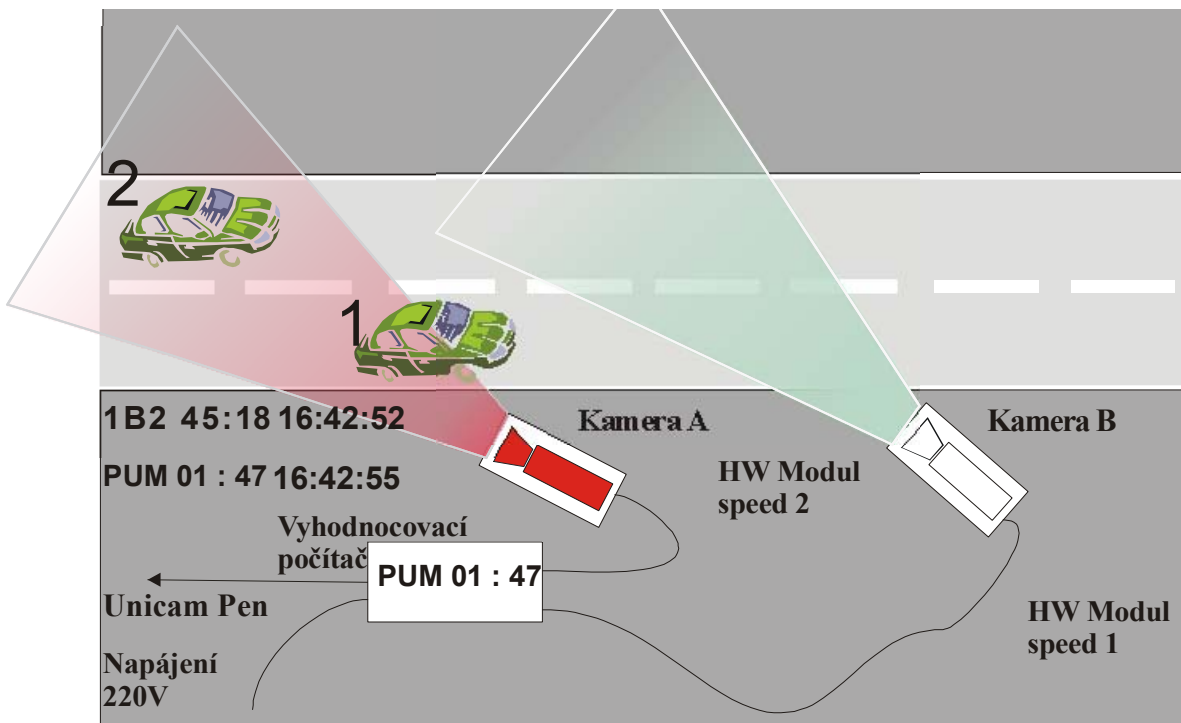
Příloha 1 - Řídicí systém Těšnovského tunelu [Zdroj Policie ČR]



**Příloha 2 - Měření rychlost v úseku (UnicamVelocity)**

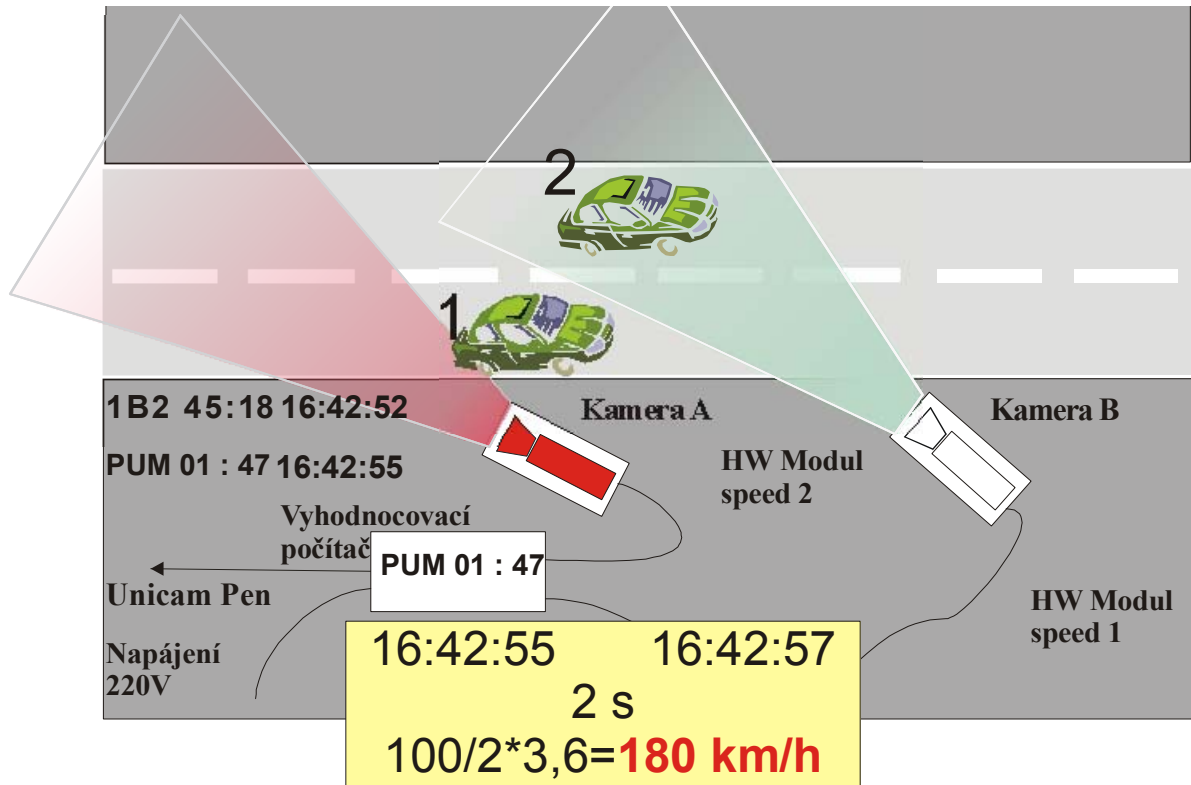


Snímání jízdy prvního auta kamerou A.

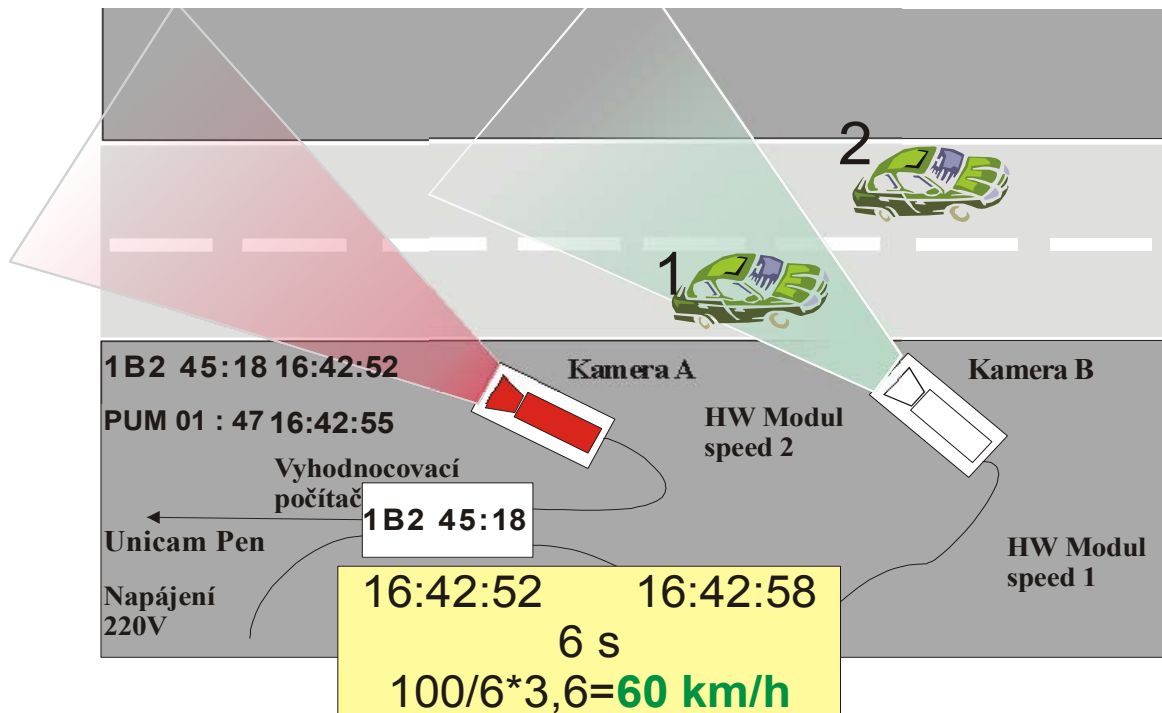


Snímání jízdy druhého auta kamerou A.





Snímání kameru B průjezd druhého auta a vyhodnocení jeho rychlosti.



Snímání kamerou B jízda prvního auta a vyhodnocení jeho rychlosti.

**Příloha 3 - Statistika úsekových radarů na území hl. města Prahy (5 – 10/2009)**

Měřený úsek	květen 2009		červen 2009		červenec 2009		srpen 2009		září 2009		říjen 2009	
	Přestupků	%	Přestupků	%	Přestupků	%	Přestupků	%	Přestupků	%	Přestupků	%
5. května do centra	87 024	8%	76 369	7%	77 121	8%	73 675	8%	52 418	6%	N/A	N/A
Bélohorská z centra	17 127	2%	16 679	2%	17 230	2%	11 750	2%	7 749	1%	12 054	1%
Dobříšská směr Barrandov	27 098	4%	37 063	4%	37 705	5%	17 282	5%	10 842	4%	4 039	3%
Dobříšská směr Mrázovka	20 146	5%	36 887	5%	36 812	5%	12 412	5%	52	0%	7 518	1%
Evropská do centra	16 586	4%	16 583	4%	14 722	4%	17 989	5%	18 132	5%	18 405	5%
Jižní spojka 1	30 207	1%	27 156	1%	28 928	1%	24 151	1%	15 069	0%	15 977	0%
Jižní spojka 2	42 718	4%	50 153	4%	50 822	5%	46 831	4%	12 043	1%	9 846	2%
Jižní spojka 3	60 488	7%	51 674	6%	78 273	10%	87 098	9%	74 186	7%	43 237	4%
Jižní spojka 4	97 276	18%	102 781	17%	101 713	17%	106 717	18%	93 012	16%	92 005	14%
Mrázovka směr Barrandov	24 137	4%	23 059	4%	16 759	3%	15 926	3%	23 449	4%	19 669	3%
Mrázovka směr Strahovský tunel	23 099	5%	23 325	5%	20 251	5%	14 592	3%	22 505	5%	19 836	4%
Podolské nábreží do centra	16 916	7%	17 389	7%	14 966	6%	12 392	5%	15 220	6%	16 896	6%
Poděbradská do centra	17 382	5%	18 103	5%	19 254	6%	18 671	6%	13 378	4%	13 375	3%
Poděbradská směr Černý Most	14 001	4%	13 914	4%	13 512	4%	12 688	4%	6 061	2%	6 614	2%
Strahovský tunel směr Břevnov	11 849	3%	13 529	3%	12 788	3%	11 396	3%	12 202	3%	9 525	2%
Strahovský tunel směr Mrázovka	16 030	4%	1	0%	N/A	N/A	N/A	N/A	186	2%	N/A	N/A
Strakonická směr do centra	5 741	0%	5 207	0%	4 692	0%	5 066	0%	4 315	0%	4 052	0%
Ústecká z centra	6 984	4%	7 696	4%	8 098	5%	8 185	5%	5 725	3%	5 495	3%

**Příloha 4 - Detekce jízdy na červenou pomocí zařízení Unicam Gross [Zdroj  
Policie ČR]**

Vlastník (provozovatel):

RZ:

**441-0002**

Tovární značka:

Barva vozidla:

Přestupek: **Jízda na červenou**

Čas od červené: 1,3 s

Datum a čas: **26.4.2006, 15:26:05**Místo: **Praha; Bohdalecká - Chodovská**

### Příloha 5 - Externí náklady emisí znečišťujících látek z ovzduší v dopravě [Ročenka dopravy 2008]

<b>Olovo (Pb) [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	2	1	1	1,1	1
IAD	2	1	1	1	1
Silniční nákladní doprava	0	0	0	0	0
Letecká	0	0	0	0	0

<b>Emise pevných částic [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	5 699	6 372	6 340	6568	6250
IAD	875	1 000	948	985	879
Silniční veřejná osobní doprava	1 393	1 590	1 629	1767	1711
Silniční nákladní doprava	3 177	3 543	3 527	3554	3406
Železniční doprava - motorová trakce	238	225	220	249	241
Vodní doprava	16	13	16	13	13

<b>SO<sub>2</sub> [t]</b>	<b>2 004</b>	<b>2 005</b>	<b>2 006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	2 584	621	641	651	626
IAD	1 151	320	322	327	314
Silniční veřejná osobní doprava	347	60	65	65	61
Silniční nákladní doprava	953	164	177	179	168
Železniční doprava - motorová trakce	64	9	8	10	9
Vodní doprava	4	1	1	1	1
Letecká doprava	65	67	68	69	73

<b>CH<sub>4</sub> [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	1 844	1 884	1 804	1743	1624
IAD	1 002	933	840	804	738
Silniční veřejná osobní doprava	232	272	279	284	256
Silniční nákladní doprava	386	448	453	452	416
Železniční doprava - motorová trakce	18	17	17	19	18
Vodní doprava	1	1	1	1	1
Letecká doprava	205	213	214	183	195

<b>N<sub>2</sub>O [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	2 264	2 446	2 520	2507	2387
IAD	1 775	1 876	1 929	1886	1789
Silniční veřejná osobní doprava	77	92	94	97	88
Silniční nákladní doprava	251	312	330	353	329
Železniční doprava - motorová trakce	16	15	15	17	17
Vodní doprava	1	1	1	1	1
Letecká doprava	144	150	151	153	163

<b>NO<sub>x</sub> [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	95 490	101 560	96 803	94212	88019
IAD	27 360	24 490	19 757	18353	16459
Silniční veřejná osobní doprava	14 094	16 507	16 971	17380	16566
Silniční nákladní doprava	46 802	53 385	52 919	50923	47246
Železniční doprava - motorová trakce	3 085	2 915	2 848	3221	3124
Vodní doprava	203	170	203	170	170
Letecká doprava	3 946	4 093	4 105	4165	4454

<b>CO</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	235 649	232 772	213 308	204212	185102
IAD	129 077	114 123	96 811	93378	84180
Silniční veřejná osobní doprava	15 122	17 161	17 718	18213	17072
Silniční nákladní doprava	88 421	98 671	95 981	89613	80843
Železniční doprava - motorová trakce	1 795	1 697	1 657	1874	1818
Vodní doprava	118	99	118	99	99
Letecká doprava	1 116	1 021	1 023	1035	1090

<b>CO<sub>2</sub> [t]</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Celkem	16 700	18 191	18 650	19629	19187
IAD	9 266	9 791	9 812	10165	9796
Silniční veřejná osobní doprava	1 637	1 868	1 996	2149	2188
Silniční nákladní doprava	4 421	5 132	5 442	5819	5769
Železniční doprava - motorová trakce	285	270	264	298	289
Vodní doprava	19	15	18	15	15
Letecká doprava	1 072	1 115	1 118	1183	1130