

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Technické prostředky pro monitorování vozidel v provozu

Bakalářská práce

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Hart, Ph.D.

**Autor práce:** Michal Tomáš

Praha 2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Tomáš

Zemědělské inženýrství

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

**Technické prostředky pro monitorování vozidel v provozu**

Název anglicky

**Technical means for monitoring vehicles in operation**

---

### Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na přehled externí sensoriky monitorující provoz vozidel. Hlavním cílem je provést přehledný ucelený popis externí sensoriky pro monitoring provozu vozidel. Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- popsat jednotlivé prvky externí sensoriky pro monitoring vozidel,
- navrhnout a popsat systém monitorující rychlost a váhová specifika nákladních vozidel.

### Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na definování externí sensoriky monitorující provoz vozidel. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry bakalářské práce.

Osnova:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Přehled řešené problematiky
- 5 Vlastní řešení
- 6 Zhodnocení výsledků
- 7 Závěr a doporučení
- 8 Seznam použitých zdrojů
- 9 Přílohy

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran včetně obrázků a tabulek

## Klíčová slova

externí sensorika, kamerové systémy, GNSS

---

## Doporučené zdroje informací

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA, – MOCKOVÁ, D. *Základy teorie dopravy : úlohy*. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03791-1.

DRDLA, P. – UNIVERZITA PARDUBICE. KATEDRA TECHNOLOGIE A ŘÍZENÍ DOPRAVY. *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. ISBN 80-7194-804-7.

MACH, R. – PŘIBYL, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Řídicí systémy silniční dopravy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02811-9.

STRÁDAL, Z. – KADLEČEK, B. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA, – MATRAS, T. *Analýza pozemní dopravy v areálu letiště Praha – Ruzyně s cílem její optimalizace*. Disertační práce. Praha: 2009.

ŠTŮSEK, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA. *Řízení dopravy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta ve vydavatelství Credit, 2002. ISBN 80-213-0923-7.

VONKA, J. – UNIVERZITA PARDUBICE. KATEDRA TECHNOLOGIE A ŘÍZENÍ DOPRAVY. *Osobní doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-630-3.

---

## Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

## Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2020

**Ing. Martin Kotek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2020

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 07. 04. 2020

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Technické prostředky pro monitorování vozidel v provozu vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne: 18.4.2020

---

Michal Tomáš

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za odbornou pomoc, celkové vedení práce, které mi bylo poskytnuto a také za cenné rady, které jsem využil při zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval panu Lukáši Svobodovi správnímu technikovi telematických zařízení ve společnosti TSK Praha a.s. za poskytnutí cenných technických informací. Také bych rád poděkoval rodině za morální a finanční podporu po celou dobu studia.

## **Technické prostředky pro monitorování vozidel v provozu**

### **Abstrakt:**

Práce je zaměřena na problematiku technických prostředků pro monitorování vozidel v provozu. Nejprve jsou popsány základní druhy dopravy a jejich vlastnosti. Posléze je nastíněn vývoj a historie telematických systémů. Hlavní část je tvořena popisem jednotlivých prvků pro monitorování vozidel v provozu, mezi které se řadí akční členy nebo senzory. Na závěr je zpracován návrh systému, který monitoruje rychlost a váhová specifika nákladních vozidel.

### **Klíčová slova:**

externí senzorka; kamerové systémy; GNSS; váhový monitoring

## **Technical means for monitoring vehicles in operation**

### **Abstract:**

The work is focused on technical means for monitoring vehicles in traffic. At the beginning the basic types of transport are explained. Then the development and history of telematics systems is outlined. The main part contains a description of basic elements for monitoring vehicles in traffic, which include actuators or sensors. At the end of the work is designed system which monitors speed and weight specifics of trucks.

### **Keywords:**

external sensors; camera systems; GNSS; weight monitoring

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Metodika práce .....</b>	<b>3</b>
<b>4 Přehled řešené problematiky .....</b>	<b>4</b>
4.1    Doprava.....	4
4.2    Dopravní proud .....	6
4.3    Telematika .....	8
4.4    Technické prostředky dopravní telematiky.....	17
4.5    RDS-TMC.....	23
4.6    Satelitní Navigační systémy.....	23
4.7    Národní dopravní informační centrum.....	24
4.8    Mýtný systém EFC .....	24
4.9    Liniové řízení dopravy .....	27
<b>5 Vlastní řešení.....</b>	<b>29</b>
<b>6 Zhodnocení výsledků .....</b>	<b>33</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>34</b>
<b>8 Seznam použité literatury .....</b>	<b>35</b>
<b>9 Seznam obrázků.....</b>	<b>39</b>

# 1 Úvod

Historie automobilového průmyslu je starší než sto let. Pro mnohé z nás se toto odvětví stalo nepostradatelným jak v soukromém, tak i v profesním životě. Za poslední roky se můžeme setkat s trendem, který ovlivňuje každého z nás. Jedná se o rozvoj a rostoucí intenzitu osobní a nákladní silniční dopravy. Na druhou stranu se ukazují i negativní stránky v podobě dopravních problémů vyvolávající stres mezi řidiči, riziko vzniku nehod a kongescí, v neposlední řadě negativní vliv na životní prostředí.

S rostoucí intenzitou provozu vznikla potřeba kontroly, řízení a monitoringu dopravy. Mezi první projev řízení dopravy patří bezesporu automatizace světelných křižovatek. Řízení křižovatek je jednou z mnoha částí dopravní telematiky.

Pro správné fungování dopravně-telematických systémů je potřeba široká škála akčních členů a senzorů pro externí monitorování dopravy. Mezi nejpoužívanější akční členy patří světelná návěstidla, proměnné značky a informační tabule. Bez podpory senzorů není možné zajistit správné fungování akčních členů. Proto jsou dopravní senzory základem pro úspěšné řízení dopravy. Existuje řada senzorů založených na různých fyzikálních principech. Jedná se o elektromagnetické, optické, mikrovlnné senzory.

Fyzický stav pozemních komunikací se kromě jiného podílí i na bezpečnosti dopravního provozu. Největší měrou k tomuto opotřebení a poškození přispívají nákladní vozidla, zvláště pak přetížená. Vážení vozidel za pohybu je známé po celém světě desítky let, přesto se u nás téměř nepoužívá. Přitom právě přetížená vozidla mají největší vliv na stav silnic v České republice.



## 2 Cíl práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na přehled externí sensoriky monitorující provoz vozidel. Hlavním cílem je provést přehledný a ucelený popis externí sensoriky pro monitoring provozu vozidel.

Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky
- objasnit základy dopravy a dopravní terminologii
- definovat jednotlivé druhy dopravy
- popsat jednotlivé telematické prvky
- popsat základní druhy externích senzorů pro monitoring vozidel
- charakterizovat základní využití externích senzorů v telematických aplikacích
- navrhnout a popsat systém monitorující rychlost a váhová specifika nákladních vozidel
- zakreslit schéma systému

### **3 Metodika práce**

Metodika řešené problematiky je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Ke zpracování dané problematiky bude čerpáno z dostupné literatury a veškerá literatura bude uvedena v seznamu použitých zdrojů. Při zpracování budou nejprve objasněny základy dopravy a charakterizovány její jednotlivé druhy.

Bude nastíněn vývoj dopravní telematiky, a to jak v Evropě, tak i ve zbytku světa. Dále bude řešeno, jaké druhy senzorů a akčních členů je možné použít pro monitorování nejen nákladních vozidel, ale i celého dopravního provozu. Jednotlivé senzory s akčními členy budou popsány a bude vysvětlený jejich princip.

Praktický návrh bude zaměřen na systém pro monitorování rychlosti a váhových specifik nákladních vozidel. Vlastní návrh bude využívat jako základní stavební kámen mýtné brány, které po přechodu na nový systém ztratily své využití. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry.

## 4 Přehled řešené problematiky

Nároky na kvalitu dopravy a dopravní infrastruktury stále rostou, proto je nutné zdokonalovat zařízení a mechanismy dopravních systémů. <sup>1</sup>

Dopravní sektor se řadí mezi nejdůležitější oblasti národního hospodářství. Tento sektor prakticky ovlivňuje náš soukromý i pracovní život. Finančně je vysoce náročný, na druhou stranu také výrazně přispívá do veřejného rozpočtu. Jeho aktuální stav z velké části ovlivňuje konkurenceschopnost České republiky na evropském trhu. V případě pozdního řešení dopravních problémů, mohou nastat velké přímé i nepřímé finanční ztráty. Česká republika má z dopravního hlediska velice strategickou polohu, díky její poloze v srdci Evropy. Vstup ČR do Evropské unie v květnu 2004 se stal zásadní událostí, která ovlivňuje konkurenceschopnost ČR. Jednotný trh poskytuje širší možnosti pro uplatnění, zároveň zvyšuje nároky na kvalitu, přizpůsobivost a produktivitu. Vstupem do EU a následující zrušení pohraničních celních kontrol mělo pozitivní vliv na nákladní silniční dopravu. Mezi příznivé vlivy patří zvýšení plynulosti a rychlosti této dopravy, ale také zvýšení její poptávky za pomoci obchodních vazeb s okolními členskými státy. <sup>2</sup>

### 4.1 Doprava

Doprava by se dala definovat jako soubor činností, pomocí kterých se uskutečňuje pohyb dopravních prostředků po dopravních komunikacích a přemísťování osob a objektů dopravními prostředky nebo dopravními zařízeními. Můžeme ji dělit na dopravu nákladů, osob nebo zpráv. Je to činnost, která má za účel propojit všechny funkční složky území a odehrává se za pomoci dopravní infrastruktury. <sup>3</sup>

Když se bavíme o dopravě, jedná se o organizovanou činnost, při které se přepravují osoby nebo zboží za pomoci dopravních prostředků po dopravních cestách. Doprava lze dělit dle mnoha hledisek. <sup>3</sup>

Základní rozdělení dopravy dle prostředí a druhu dopravní cesty dělí Kočárová<sup>3</sup> dopravu na:

- Konvenční dopravu – mezi konvenční dopravu se řadí silniční a železniční doprava, vodní a letecká doprava.

- Nekonvenční dopravu – do nekonvenční dopravy lze zařadit potrubní a pásovou dopravu nebo například lanovkovou dopravu.
- Spoje – telekomunikace a radiokomunikace.

Pro určení hlavních výhod a nevýhod jednotlivých druhů dopravy je třeba určit kritéria, dle kterých budeme jednotlivé typy dopravy hodnotit. Mezi vhodná kritéria patří přepravované množství, vzdálenost mezi odesílatelem a příjemcem, požadovaná rychlost přepravy, bezpečnost a také vliv na životní prostředí.<sup>3</sup>

#### **4.1.1 Silniční doprava**

Za pomoci silniční dopravy lze převážet všechny druhy komodit, až na výjimku objektů, které výrazně překračují běžné rozměry. Její rychlost a operativnost se stala nenahraditelnou a díky nejhustší dopravní síti zajišťuje v plném rozsahu spojení mezi dodavatelem a příjemcem. Mezi stinné stránky silniční dopravy patří negativní vliv na životní prostředí. Jako jeden z hlavních problémů se řadí vysoká produkce výfukových plynů, a tím i vysoká produkce oxidu uhelnatého, dále pak vysoká hlučnost a vibrace, které se přenášejí přes vozovku. Kvůli své pružnosti a univerzálnosti se stala stěžejním druhem dopravy na celém světě. Operativnost, nízké přepravní náklady a krátké dopravní časy způsobují, že objem zboží přepravovaného po silnicích neustále roste. V přepravním řetězci nejčastěji tvoří zpravidla až poslední článek celé přepravy. Průměrná vzdálenost přepravy se pohybuje okolo 700 kilometrů.<sup>4</sup>

#### **4.1.2 Letecká doprava**

Každým rokem stoupá počet leteckých přepravců, přitom bylo ve Spojených státech amerických pouze 1,5 % z celkového objemu přepraveno za pomoci letadel. Masivnímu rozšíření brání vysoké přepravní náklady a vysoká energetická náročnost. Na druhou stranu letecká přeprava nabízí transport nákladu na dlouhé vzdálenosti za nejkratších přepravních časů. Nejmodernější letadla mohou dosahovat rychlostí přesahujících 1 000 km/hod. Průměrná vzdálenost přepravy je 1 300 km. Mezi hlavní odvětví patří přeprava osob, nákladní přeprava je spíše doplňkovou činností, u které se dle aktuální volné kapacity využívá přepravních prostor letadla. Letecká doprava se převážně uplatňuje tam, kde je hlavní kritérium rychlost nebo při přepravě na velké vzdálenosti.<sup>4</sup>

### **4.1.3 Vodní doprava**

Patří mezi nejstarší známé metody přepravy v historii lidstva. Vodní dopravu lze dělit na vnitrozemskou a námořní. V roce 2006 bylo v Čechách přepraveno za pomoci říční dopravy 1 507 milionů tun nákladu, po labsko-vltavských vodních cestách. Hlavně se převážela paliva, rudné a stavební materiály, nerostné suroviny a průmyslové komodity. Materiály převážené za pomoci vodní dopravy zpravidla nejsou náročné na rychlost. Pomalá a hospodárná doprava je pro ně vhodná. Ekonomické efekty lze pozorovat při přepravě na vzdálenost 300–400 km a více, tedy převážně do zahraničí a zpět. V České republice chybí kvalitní napojení na mezinárodní vodní systém. Mezi přednosti řadíme vysokou přepravní kapacitu, výkonnost a rychlost speciálních lodí a hospodárnost z hlediska nákladů na dopravu. Jako nevýhody považujeme silný vliv počasí, vysoké vstupní investice, omezenou síť cest a omezenou rychlost přepravy. <sup>4</sup>

### **4.1.4 Železniční doprava**

Tento dopravní obor je vhodný pro přepravování většího množství nákladu na dlouhé vzdálenosti. Nejvyužívanější je v Rusku a pak také v Číně. Nejčastěji je železniční doprava využívána pro přepravu velkoobjemových komodit na značné vzdálenosti. V současné době je velkým konkurentem potrubní doprava, která je využívána především pro přepravu surovin. Průměrná přepravní vzdálenost se pohybuje v Evropě přes 1 100 km. Dostupnost železničních stanic je v České republice vysoká, lze ji nalézt téměř v každém menším městě. Rozsáhlost a provázanost je však oproti silniční dopravě výrazně nižší. Mezi hlavní výhody železniční dopravy patří vysoká spolehlivost přepravní techniky, nižší náklady na velké vzdálenosti oproti silniční dopravě, možnost přepravy nebezpečných nákladů a dobrá predikce přepravního času. Hlavní nevýhody jsou omezená flexibilita, snížení manévrovacích prostor a vázanost na jízdní řády, které snižují přepravní rychlost. <sup>4</sup>

## **4.2 Dopravní proud**

Doprava je realizována prostřednictvím pozemních komunikací v dopravních proudech vozidel. Vyjadřuje hybnost osob nebo materiálu neboli jejich přemístění z bodu A do bodu B. Dopravní proud je složený z různých druhů vozidel. Každý druh vozidla má svoje specifické znaky a vlastnosti. Na dopravní proud působí mnoho faktorů, na druhou stranu i doprava ovlivňuje své okolí. <sup>5</sup>

Řízení dopravního proudu je složitý proces, jelikož se vozidla mohou pohybovat všemi směry. Optimální všesměrové šíření vozidel po dopravní síti je charakterizováno minimálním počtem zastavení, nejkratší možnou dobou stání za zachování maximálního pohodlí jízdy pro řidiče. Obecně lze v městském prostředí řídit dopravní proud třemi způsoby:

- Zastavováním
- Změnou jízdních parametrů
- Informováním a navigováním <sup>1,6</sup>

Typickým znakem řízení dopravy za pomoci zastavování je řízení světelnými návěstidly. Při signálu „Volno“ vozidlo jede, při signálu „Stůj“ vozidlo nemůže pokračovat v jízdě. Pro zvýšení bezpečnosti řidičů jsou určena jasná pravidla a jejich porušení je trestáno. Mezi ekologické nevýhody se řadí nutnost zastavení a následná akcelerace vozidla, která má za následek nutnost zvýšení výkonu motoru a tím je zvýšená produkce výfukových plynů. <sup>1,6</sup>

Hlavní výhodou řízení změnou jízdních parametrů oproti předchozímu typu je, že vozidlo nezastavuje, ale pouze mění parametry jízdy. Jednou z možností může být upravení rychlosti na základě značky „Maximální dovolená rychlost“ nebo příkázáním změny jízdního pruhu. Tento způsob se využívá nejen pro harmonizaci dopravního proudu u liniového řízení dopravy, ale také pro zvýšení bezpečnosti v městských systémech. <sup>1,6</sup>

Řízení informováním a navigováním se využívá ke změně trasy vozidla. Uplatnění tohoto druhu řízení se stále zvyšuje z důvodu přetížení komunikací. Kategorie by se dala rozdělit do čtyř částí:

1. Řízení informováním individuálního vozidla
2. Řízení informováním dopravního proudu
3. Řízení navigováním individuálního vozidla
4. Řízení navigováním dopravního proudu <sup>1,6</sup>

Informační a navigační systémy se dělí dle místa působnosti. Mohou být umístěny přímo ve vozidle, kde působí pouze na dané vozidlo. Druhá možnost je uložení vedle pozemní komunikace, tím ovlivňují celý dopravní proud. Řízení informováním pouze řidiče informuje o dopravní informaci před ním. Rozhodnutí, jakým směrem změni svoji novou trasu je přímo na řidiči vozidla. U řízení navigováním jsou vozidla přímo naváděna dopravním značením a

tím je i určená nová trasa pro vozidla. Informace o dopravní situaci před vozidlem jsou do individuálního vozidla přenášeny formou mluvené zprávy nebo nápisu na displeji rádiového přijímače. Pro informování dopravního proudu jsou zpravidla využívány informační tabule. Pasivní nebo aktivní navigační systémy se používají pro navigování individuálních vozidel, naopak u navigování dopravního proudu je potřeba vyznačení nové trasy po celé objížděné trase, tento způsob je velmi náročný na technické vybavení. <sup>1,6</sup>

### 4.3 Telematika

Historie telematických systémů se začala psát na začátku šedesátých let minulého století, souběžně na několika území světa, a to v USA, Evropě a Japonsku. Tyto dopravní systémy byly v USA a Japonsku nazvány „Intelligent Transportation Systems“ – zkráceně ITS. Na druhou stranu v Evropě složením kombinace slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ vznikl název „Telematika“. Navzdory rozdílným názvům byla základní myšlenka obou systémů stejná, a to:

- Poskytování globálních informací a vědomostí účastníkům provozu a řídicím centřům.
- Zlepšení stylu života a zvýšení účinnosti ekonomiky.
- Zvýšení bezpečnosti provozu a zlepšení ekologie. <sup>7</sup>

Japonsko v šedesátých a sedmdesátých letech zavedlo systém CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control System). Úlohou toho systému bylo směřování vozidel na ploše asi 30 km<sup>2</sup> do zadaného cíle. Systém CACS využíval antény, které fungovaly na principu induktivní smyčky. Byly zabudované v pozemních komunikacích a fungovaly jako komunikační linka mezi vozidly a dopravní infrastrukturou. <sup>7</sup>

V době, kdy Japonsko testovalo projekt CACS, začaly Spojené státy americké testovat řízení dopravního proudu za pomoci informačních tabulí a v Evropě se začaly zakládat integrovaná centra řízení dopravy. <sup>7</sup>

Začátek osmdesátých let je spojen s druhou fází vývoje a rozvoje telematických systémů. Velkou měrou tomu dopomohl prudký rozvoj elektroniky a komunikačních technologií. V Evropě byly uskutečněny projekty DRIVE, ROMANSE a PROMETHEUS. Jednalo se o národní projekty podporované Evropskou unií. Japonské projekty UTMS a ASV a Americké projekty MOBILITY 200 A IVHS byly podporované vládou, protože považovali

rozvoj ITS za strategickou záležitost. Evropa převzala inspiraci u USA a Japonska a svolala konferenci ministrů dopravy v roce 1997. Konference ministrů se shodla, že podpora států je důležitá pro rozvoj telematických dopravních systémů. Systém by měl být ekonomicky a technicky efektivní, měl by splňovat nejvyšší bezpečnostní normy a zároveň normy ochrany životního prostředí. <sup>7</sup>

Telematika je oblast vědy, která využívá postupy a technologie pro získání dopravních dat na všech úrovních řízení dopravy. Telematika se tedy týká řízení jedné světelné křižovatky, ale také globálního řízení dopravy moderní metropole. Velmi důležitou vlastností telematiky je správné využití získaných dat. Dobře navržený dopravní telematický systém data sbírá a zároveň využívá výsledky pozorování pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. <sup>8</sup>

#### **4.3.1 Telematika v dopravě**

Mezi nedílnou součást dopravní infrastruktury a vozidlového parku jsou řazeny telematické aplikace. Tyto aplikace jsou moderní informační a komunikační technologie, které v reálném čase sledují aktuální dopravní situaci a vyhodnocují konkrétní charakteristiku provozu. Dále informují o aktuální dopravní situaci nebo dle stanovených pravidel provoz na komunikaci řídí. Také umožňují na daném úseku průběžně kontrolovat a vyhodnocovat základní charakteristiky dopravního proudu, jako jsou hustota a intenzita provozu nebo průměrná rychlost jízdy. Kromě řízení dopravního provozu umožňují zpětnou analýzu nebo předpověď budoucího vývoje dopravní situace. <sup>9</sup>

Veškerá data jsou zpracována v Národním dopravním informačním centru (NDIC). Tyto informace jsou poté distribuovány k řidičům za pomoci dalších telematických systémů, příkladem nám jsou proměnné tabule nebo značky. Jako výstup správně navrženého telematického systému považujeme zvýšený přepravní výkon, efektivitu, zvýšený komfort a bezpečnost dopravy. <sup>10</sup>

Do dopravní telematiky je zahrnuta široká řada aplikací, subsystémů a systémů, které poskytují rozmanitou množinu služeb. Z počátku byly systémy ITS brány z velmi úzkého pohledu, spíše jako lepší výbava vozidel nebo aplikace s úzkým zaměřením. V minulosti nebyly tyto systémy dostatečně propojeny, z toho důvodu vznikly problémy při technické koordinaci. S rostoucím počtem aplikací vznikla potřeba propojovat jednotlivé aplikace. Takto propojené aplikace nabývaly na svém významu a staly se z nich komplexní aplikace

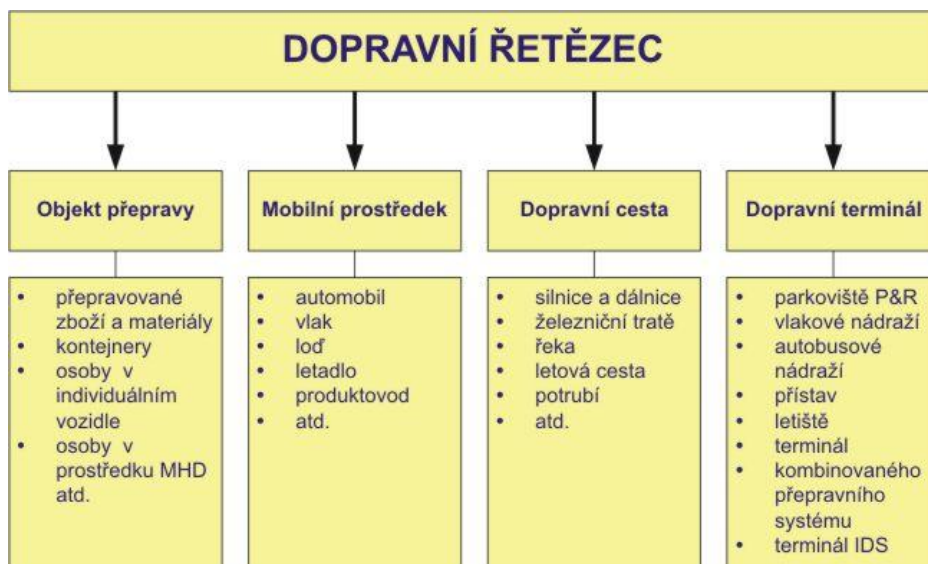


pro ITS. Mezi důležité vlastnosti ITS patří vzájemná kompatibilita mezi dopravní infrastrukturou a dopravním prostředkem, a to na národní i mezinárodní úrovni. Jeden z hlavních požadavků koncového uživatele patří zajištění kontinuální služby po celou dobu jízdy bez ohledu na aktuální polohu, přičemž se může využívat infrastruktura různých vlastníků nebo vozidla různých dopravců. Tento požadavek zdůrazňuje nutnost propojení systémů ITS a potřebu koordinace při budování ITS systémů založeného na mezinárodních standardech. Do telematických aplikací je možné integrování dalších systémů. Například se může jednat o globální navigační družicové systémy pro určení aktuální polohy sledovaného vozidla. Z pohledu koncového uživatele může být tento systém prezentován ve formě zobrazení polohy na digitální mapě.<sup>11</sup>

### **4.3.2 Dopravní řetězec**

Pro správné pochopení dopravní telematiky je nutné si nejprve popsat a vysvětlit celý dopravní řetězec. Objekt přepravy definuje souhrnný pohyb pro přepravu materiálu, zboží a osob. Dle vlastností přepravovaného objektu lze rozdělit dopravu na nákladní a osobní. Z pohledu telematiky je důležité zmínit, že přepravní jednotka může být vybavena globálním, lokálním nebo veřejným informačním systémem. Systém provádí identifikaci druhu nákladu, směru přepravy a určení reálné polohy nákladu. Dopravní prostředek se zbožím, surovinami nebo speciálními přepravními systémy považujeme za přepravní jednotku. V případě osobní dopravy může tuto globální, lokální a veřejnou logiku reprezentovat univerzální platební karta, která jednoznačně určí držitele karty. Dopravní prostředek definuje element nebo komplet, který se pohybuje po dopravní komunikaci. Může se jednat o vozidlo, loď, letadlo nebo vlak. Podle typu dopravního prostředku a charakteru dopravní cesty členíme dopravu na silniční, železniční, leteckou a vodní. Dopravní prostředky mohou obsahovat globální, lokální i veřejné systémy pro identifikaci polohy, typu a dalších parametrů dopravního prostředku. Dopravní cesta definuje prostor, po kterém se pohybují dopravní jednotky a komplety. Silniční doprava se dělí na extravilán a intravilán u. Extravilánem se rozumí dálnice a silnice 1, 2 a 3 třídy, intravilánem jsou pak města a zastavěné obce. U železniční dopravy dělíme tratě na celostátní a regionální. Letecká doprava lze rozdělit dle typu vzdušného prostoru, ve kterém let probíhá. Vodní doprava se dělí dle povoleného ponoru na vodní cestě. Rozdělení dopravních cest má klíčovou roli u výběru telematického systému, pro vhodné zvolení technologie. Dopravní terminál definuje prostor, ve kterém dochází k nakládce, vykládce a překládce objektu přepravy. Může zde docházet ke změně druhu dopravy. Terminálem lze

považovat u individuální automobilové dopravy například parkoviště. Pro rozvoj dopravy jsou důležité terminály multimodální dopravy. Na obrázku 1 je zobrazeno schéma dopravního řetězce včetně jednotlivých prvků. <sup>8</sup>



Obrázek 1 - Dopravní řetězec <sup>12</sup>

### 4.3.3 Architektura telematiky

Jedná se především o metodiku, která popisuje požadavky uživatelů a národní dopravní politiky, za získáním funkčního konceptu výstavby jednotlivých ITS aplikací. Jasně stanovení architektury dopravních telematických systémů je podstatné pro další vývoj. Při realizaci národního či globálního systému je potřeba celý systém řádně standardizovat a definovat jednotlivé podsystémy pro zajištění správné vzájemné komunikace. Při absenci jednotné architektury by provázanost jednotlivých systémů byla obtížná a aplikace by při vysokých pořizovacích a provozních nákladech měli jen úzké a omezené použití. Architektura dopravních telematických systémů rozděluje celý systém na šest základních prvků.

#### 1. Referenční

Primárním cílem referenční architektury je detekování základních aktérů a procesů v dopravním systému. Definiuje základní cílové charakteristiky systému a vztahy s okolím.

## 2. **Funkční**

Provádí definici funkčnosti, která je nutná pro zajištění telematických služeb a zařízení, definovaných v uživatelských potřebách. Je složena z funkcí, datových toků a databází.

## 3. **Informační**

Informační architektura, která se někdy nazývá také datová, určuje základní principy, dle kterých je tvořena struktura informačního systému. Cílí na charakter dat a na jejich způsob zpracování, uchování a zabezpečení.

## 4. **Fyzickou**

Jsou definována fyzická zařízení, která mají za úkol vykonávat jednotlivé funkce tak aby byla zachována funkčnost jednotlivých aplikací.

## 5. **Komunikační**

Popisuje formu přenosu informací v systému, a to v úzké spolupráci s fyzickou architekturou.

## 6. **Organizační**

Stanovuje zásady pro tvorbu struktury a přiřazuje funkce k jednotlivým úrovním managementu.<sup>13</sup>

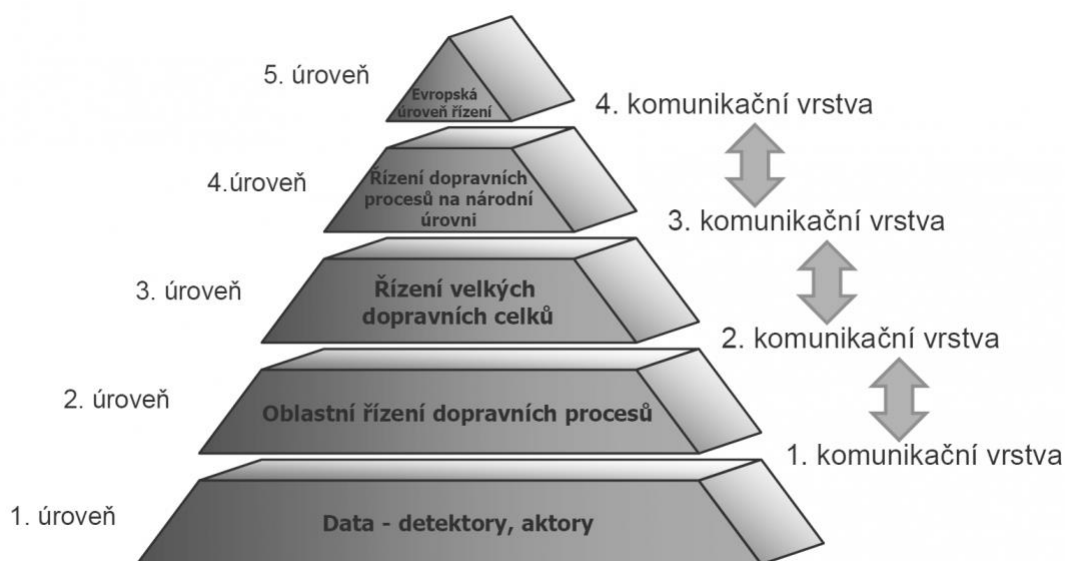
Dopravní telematika není otázkou pouze lokální nebo národní úrovně. Architektura jednotlivých systémů tak může být provázána z širšího hlediska. Z tohoto pohledu lze definovat architekturu na více úrovních:

1. **Globální** – na této úrovni se jedná převážně o sjednocení přístupu v celosvětovém měřítku.
2. **Evropská** – hlavním cílem je vytvoření a sjednocení metodiky pro národní architektury. Bere však ohled na dopravní politiku Evropy a sleduje prognózu vývoje dopravy.
3. **Národní** – primárním cílem je dosažení interoperability systémů dopravní telematiky na národní úrovni, s ohledem na dopravní politiku a specifika v dané zemi.
4. **Lokální** – jejím cílem je dosažení plné interoperability na úrovni implementace. Je zde vyžadováno definování protokolů, pilotní pověření atd.<sup>13</sup>

Hierarchickou strukturu telematického systému lze definovat do pěti základních úrovní, které musí vzájemně komunikovat. V každé vrstvě je zahrnuta jak infrastruktura, tak i uživatelé. Mezi první a druhou úrovní jsou kladeny nejvyšší nároky na bezpečnost a spolehlivost

přenosu, jelikož zde dochází k největšímu přenosu dat. Směrem nahoru do vyšších vrstev se objem dat a požadavky na přenos snižují. <sup>1</sup>

První úroveň je tvořena detektory a akčními členy. Na této úrovni dochází ke sběru statických i dynamických dat o dopravní cestě, dopravních prostředcích a dopravních terminálech. Do druhé úrovně patří oblastní ústředny velkých měst, tunelové ústředny a řízení za pomoci dispečinku. Jedná se o operativní řízení na menších úsecích dopravních cest, jednotlivých terminálů a mobilních prostředků. Ve třetí vrstvě je zahrnuta celá dopravní síť velkých měst a celků. Integruje řídicí systémy z druhé vrstvy a vytváří centrální dispečink řízení. Čtvrtá vrstva reprezentuje dopravní systém na státní úrovni. Tato vrstva se zabývá i infomačními systémy v regionech a jejich návazností na systém, může se jednat o digitální mapu a informace o uzavírkách. Poslední pátá vrstva se pohybuje na úrovni evropské dopravní politiky a integruje jednotlivé státy do jednoho velkého celku. Zahrnuje rozdělování dotací, financování a plánování významných cest pro evropské zájmy. Základní hierarchická struktura ITS je znázorněna na obrázku 2. <sup>1, 13</sup>



Obrázek 2 - hierarchická struktura ITS <sup>13</sup>

#### 4.3.4 Využití telematických dat

U telematických dat se nám nabízí široké spektrum využití, může se jednat o stopování, sledování, správu a řízení.<sup>1</sup>

Jednou z možností, jak využít telematická data je stopování. Sledování polohy vozidla a základních údajů o provozu nám umožňuje získat systém GPS. Tyto informace jsou generovány na základě pozice vozidla a zároveň na stavu, zdali je v pohybu nebo v klidové poloze. U jízdy můžeme také rozeznávat soukromý a pracovní účel. Bohužel využití telematických systémů u stopování je velmi omezené. Jako další z možností se jeví monitoring neboli sledování.<sup>1</sup>

Sledování je řešeno přímo pomocí senzorů a nepřímo od přijímaných dat které vysílá NDIC, jenž udává dopravní informace na národní úrovni. V případě sledování jsou data o vozidle okamžitě odesílána. Následně jsou získaná data zpracována v řídicím středisku pro další možné využití. Systémy pro sledování jsou s vozy propojeny přes sběrnici CANbus nebo FMS, díky kterým je možné zjistit důležitá data o vozidle jako je například průměrná rychlost vozidla, spotřeba pohonných hmot, styl jízdy daného řidiče a mnoho dalších. Za pomoci takto získaných dat, je možné lépe určit status vozidla.<sup>1</sup>

Správa, pro tuto aplikaci jsou využívány výkonné mobilní počítače, které díky telematice pomáhají objevovat nové funkce a použití. K těmto počítačům lze také připojit moduly, pro komunikaci řidičů s obsluhou nebo navigační display. Pokročilejší prostředky umožňují připojení různých externích senzorů včetně teplotního čidla nebo čidla otevření dveří.<sup>1</sup>

Řízení je nejvyšší úroveň, která lze u telematických systémů využít, a to zejména v logistických společnostech. Vozidlo vysílá on-line lokační a technické informace, a za kombinace informačních systémů lze vyhodnotit danou situaci a vyslat poplachové zprávy při předem definovaných situacích (odklonění od zadané trasy, neplánovaná zastávka).<sup>1</sup>

Primárním cílem dopravní telematiky je poskytovat služby uživatelům, na tyto služby je možné nahlížet v různých rovinách např.:

1. Služby pro cestující a řidiče – zprostředkovávají informace o dopravních cestách a spojích. Dopravní informace jsou sdělovány řidičům za pomoci informačních systémů na dálnici nebo prostřednictvím rádia, televize a internetu.
2. Služby pro bezpečnostní a záchranný systém IZS – provázání systému dopravní telematiky a integrovaného záchranného systému a bezpečnostního systému státu. Využití při organizaci zásahu IZS při likvidaci nehod. Zvýšení prevence před vznikem mimořádných událostí, které by mohly mít nežádoucí ekologické důsledky.
3. Služby pro správce infrastruktury – sledují aktuální stav, kvalitu a sjízdnost dopravních komunikací. Řídí údržbu dopravní infrastruktury, sledování bezpečnosti dopravního provozu.
4. Služby pro dopravce – asistence při volbě dopravních cest s cílem najít nejvýhodnější a nejekonomičtější trasu. Řízení oběhu vozového parku a dálkovou diagnostiku vozidel. Monitorování chování řidičů.
5. Služby pro státní a veřejnou správu – propojují systém národní dopravní telematiky a informační systém veřejné správy. Za pomoci toho je možné sledovat a vyhodnocovat přepravu osob a nákladů, řešit financování dopravní infrastruktury.<sup>8</sup>

Výsledkem správné systémové aplikace nástrojů dopravní telematiky je vznik informační nástavby nad dopravou. Tato informační nástavba umožňuje efektivní řízení a správu dopravní infrastruktury, dopravních procesů a ekonomicky výhodné využívání současných zdrojů, jako je dopravní infrastruktura nebo dopravní prostředky.<sup>8</sup>

#### **4.3.5 Organizace telematiky**

Přístup Evropy k dopravně-telematickým systémům je sjednocený, velký význam mají projekty na nadnárodní a národní úrovni, které podporuje Evropská unie. Mezi tyto organizace patří například: ERTICO, PIARC nebo Sdružení pro dopravní telematiku.<sup>1</sup>

ERTICO ITS Europe bylo založeno roku 1991 z iniciativy 15 hlavních představitelů průmyslu a Evropské komise. Vznikla za úmyslem vyplnění mezery mezi výzkumem a praktickým zavedením mobilních služeb na silnicích. Jedná se o platformu pro spolupráci při vývoji a zavádění ITS v Evropě. Od roku 2000 ERTICO organizovalo 38 evropských i celosvětových

kongresů s tematikou ITS, počet partnerů se rozšířil z 15 na 120 a převzalo klíčovou roli ve veřejných konzultacích a politických programech. Toto partnerství spojuje veřejný a soukromý sektor. ERTICO společně se svými partnery provádějí celou řadu aktivit zaměřených převážně na vývoj a následné nasazení inteligentních dopravních systémů, za účelem bezpečnější, chytřejší a čistší mobility. <sup>14</sup>

PIARC je nezisková mezinárodní silniční organizace, která byla založena v roce 1909. Hlavním účelem této organizace je propagace mezinárodní spolupráce v otázkách dopravy a silniční dopravy a zároveň vydává řadu doporučení a odborných publikací. Mezi hlavní členy organizace patří silniční agentury zastupující více než 120 zemí. Organizace každé 4 roky pořádá kongresy, na kterých se setkávají přední světový odborníci pro silniční, ekonomické a provozní obory. <sup>7</sup>

Základním posláním Sdružení pro dopravní telematiku zkráceně SDT je aktivní a koordinovanou činností urychlit rozvoj dopravní telematiky v oblastech pozemních komunikací, železniční, vodní i letecké dopravy. Přinášet technické, ekonomické i ekologické přínosy Českému hospodářství a členům tohoto sdružení. <sup>15</sup>

Mezi hlavní cíle SDT se řadí:

- vytváří informační platformu pro výměnu dopravních informací mezi nejrůznějšími organizacemi (např. státní správa nebo automobilový průmysl),
- poskytuje informační servis v oblasti dopravní telematiky,
- systematicky popularizuje svoji činnost v Čechách i v zahraničí a navazuje kontakty s obdobnými zahraničními organizacemi,
- podporuje obchodní zájmy svých členů v zahraničí a tvaruje jednotnou tvář proexportní politiky českého telematického průmyslu,
- organizuje vzdělávací činnost za spolupráce se státní a veřejnou samosprávou. Zajišťuje informační servis, profesní vzdělávání a formu rekvalifikace při řešení problému zaměstnanosti,
- působí jako integrační faktor ve všech druzích dopravy a zároveň pomáhá koordinovat činnosti a projekty ITS. <sup>15</sup>

## 4.4 Technické prostředky dopravní telematiky

Pro úspěšnou aplikaci dopravně-telematických systémů musí být vytvořena infrastruktura v níž podstatnou součástí tvoří senzory a aktory. Senzory měří dopravní, teplotní, povětrnostní a jiné parametry. Aktory působí na účastníky dopravního provozu a ovlivňuje jejich chování.<sup>1</sup>

### 4.4.1 Akční členy

Skupinu akčních členů dopravně telematických aplikací tvoří informační tabule, proměnné dopravní značky a světelná návěstidla.<sup>1</sup>

Informační tabule řidiče informují v podobě alfanumerických znaků nebo za pomoci jednoduchých piktogramů. Proměnné informační tabule jsou ovládány přímo z informačního centra, nebo mohou být rovnou ovládány dopravními zařízeními, toto se aplikuje primárně u tunelů. Hlavní nevýhodou informačních tabulí je jejich pouze informativní charakter, jelikož účastníkovi provozu nic nezakazují či nepřikazují.<sup>1</sup>

Proměnné dopravní značení je děleno na pasivní a aktivní. Mezi pasivní značky se řadí trojboké natáčecí hranoly, které jsou schopny zobrazit maximálně tři symboly, jelikož jejich konstrukce vyobrazení více symbolů nedovoluje. Na značkách jsou nalepeny reflexní folie pro zvýšení viditelnosti za tmy. Nastavení aktuálního symbolu na značce lze kontrolovat elektronicky. Aktivní světelné značky tvořené LED diodami jsou principiálně jednodušší. Jejich jednoduchost a dlouhá životnost patří mezi kladné stránky, za to omezená rozmanitost barev a nižší svítivost mezi záporné stránky. Primárně se využívají jako zákazové značky, například při omezení rychlosti nebo omezení vjezdu. Používají se také jako příkazové značky.<sup>1</sup>

Světelná návěstidla jsou základní akční člen, se kterým se lze běžně setkat, převážně na křižovatkách. Na návěstidlech se zobrazují světelné signály, které slouží k řízení dopravního proudu.<sup>1</sup>



#### 4.4.2 Senzory monitorující provoz vozidel

Dopravní senzory používané pro silniční dopravu monitorují aktuální dopravní stav v daném místě. S jejich využitím lze zajistit dynamické řízení dopravy a získat potřebné dopravní informace. Za pomoci senzorů získáváme dopravní parametry a informace, které mají vliv na řízení a organizaci dopravy. Mezi tyto parametry patří:

- intenzita dopravního proudu,
- rychlost vozidel,
- obsazenost jízdnic pruhů,
- klasifikace vozidel dle jejich kategorie. <sup>16</sup>

Informace získané touto cestou je možné využít pro predikci cestovních časů, optimalizaci dopravních toků. Využívání těchto detektorů zvyšuje efektivnost provozu a snižuje výskyt kongescí během špičkových hodin. V praxi se nejčastěji využívají indukční smyčky, video detekce, a mikrovlnné detektory. <sup>16</sup>

Uplatnění dopravních senzorů se dělí do tří hlavních skupin: <sup>6</sup>

První skupina obsahuje jednorázové nebo trvalé dopravní průzkumy. Takto získané hodnoty se využívají pro návrh dopravního systému nebo pro následnou analýzu. <sup>6</sup>

Druhou skupinou je online měření dopravních parametrů. Jedná se o základ pro reálné řízení dopravně-telematických systémů. <sup>6</sup>

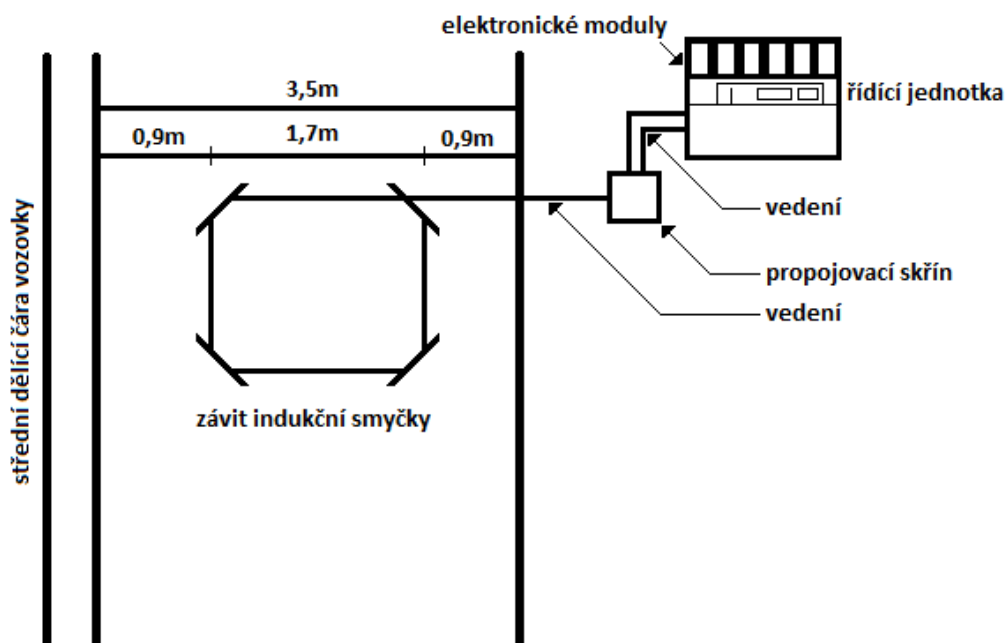
Třetí podstatnou skupinou je využití detektorů za speciálními účely, může se jednat o bezpečnostní systémy, systémy informující o obsazenosti parkoviště nebo systémy pro monitoring kongescí. Detektory je možné dělit na základní kategorie dle:

- fyzikálního způsobu činnosti,
- dopravně telematického použití,
- vstupních a výstupních hodnot,
- stavebně technického uspořádání. <sup>6</sup>

### 4.4.3 Indukční detektory

Indukční smyčka je umístěna pod povrchem vozovky, nejčastěji do předem připravené spáry v jízdním pruhu. Detektor se dělí na vodič, který tvoří samotnou smyčku, impedanční transformátor a detektor v řadiči. Při přejetí smyčky vozidlem, kolem nebo jiným kovovým předmětem se změní indukčnost smyčky. Tato změna je za pomoci impedančního transformátoru zaznamenána vyhodnocovacím zařízením. <sup>16</sup>

Mezi výhody indukční smyčky patří její spolehlivá funkce a snadná instalace. Cena je ve srovnání s jinými způsoby detekce relativně nízká. Při měření rychlosti za pomoci jedné smyčky získáváme výsledky s velkou nepřesností, proto je nutné pro přesné měření využít smyčky dvě. Jedna z nejvýraznějších nevýhod je nutnost narušení vozovky při samotné instalaci smyček. Zkušenosti z praktického použití ukazují, že náklady na údržbu jsou vysoké. V oblasti křižovatek, kde dochází k zastavení vozidel jsou více náchylná na přerušení smyčky. Na obrázku 3 je vyobrazeno schéma základního provedení indukčního detektoru, který obsahuje pouze jednu smyčku. <sup>6</sup>



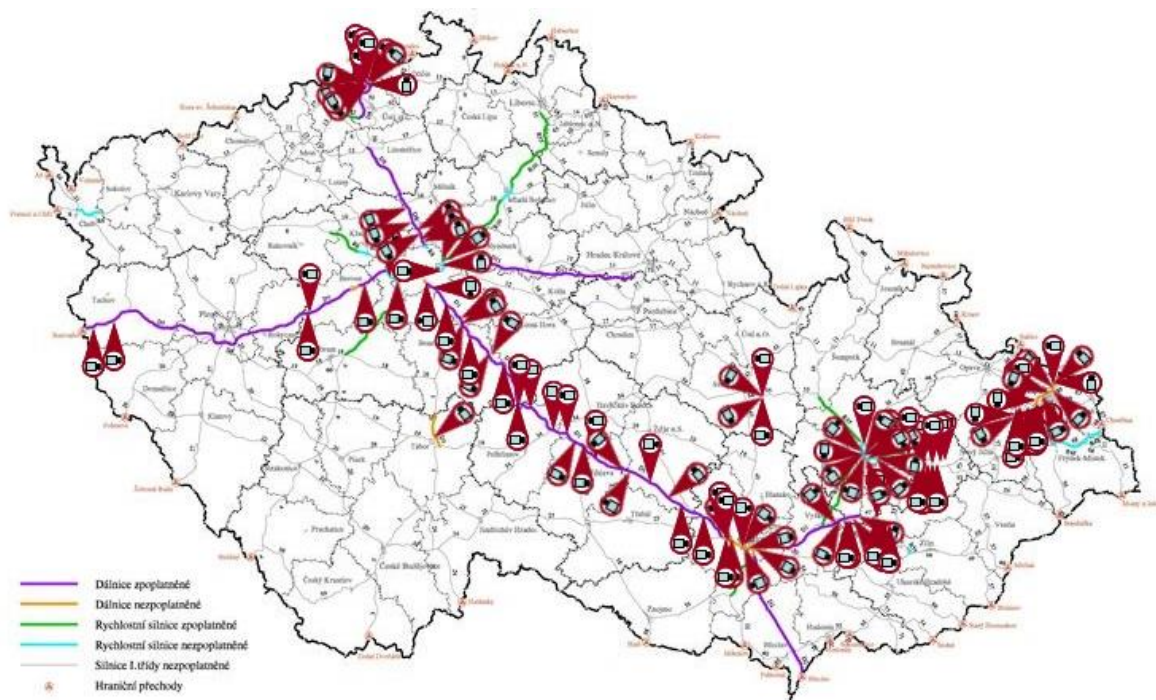
Obrázek 3 - schéma indukčního detektoru <sup>17</sup>

#### 4.4.4 Videodetekční systémy

Videodetekční systémy jsou základním kamenem monitorování dopravy. Oproti indukčním detektorům, které měří dopravní parametry pouze v bodě je předností videodetekce využitelnost celého zorného pole kamery. Lze tedy měřit hustotu a délku kolon, shluky vozidel a rychlostní profil podél komunikace. Mezi hlavní nevýhody se řadí problémy při extrémním počasí. Primární vlastnosti videodetekce:

- možnost vyhodnocovat několik dopravních parametrů zároveň (hustotu, rychlost, obsazení ploch, délku kolon atd.),
- obraz z kamer může být zobrazen na monitorech v řídicím centru pro kontrolu aktuální dopravní situace,
- bez dalších finančních nákladů je možné využívat další typy videodetekční technologie (detektory nehod nebo sledovací detektory),
- eliminace provozních nákladů za chod a údržbu smyčkových detektorů,
- poloha detektoru lze zákazníkem kdykoliv upravit. <sup>16</sup>

Obrázek 4 zobrazuje místa osazená dohledovými kamerami. Lze si povšimnout strategie rozmístění jednotlivých kamer dohledového systému, těmito systémy jsou osazena klíčová místa pro dopravu. Kamerové moduly dohledových systémů se podle jejich mobility dělí na pevné a mobilní. Pevné moduly se instalují na stabilnějších stanovištích, mohou být otočné a zároveň umožňují změnu ohniskové vzdálenosti. Mobilní kamerový modul se umísťuje na přechodnou dobu na komunikace, kde jsou déle trvající omezení provozu nebo jinak přetížené úseky. V případě mobilních kamerových modulů není vybudována stabilní telematická infrastruktura, z toho důvodu je statický obraz přenášen pomocí GPRS. <sup>16, 18</sup>



Obrázek 4 - rozmístění monitorovacích kamer v ČR <sup>18</sup>

#### 4.4.5 Monitoring pomocí vážení vozidel

Objem dopravy každý rok roste, zvláště v případě nákladní dopravy. S rostoucí hmotností vozidel se zvyšuje i vliv na opotřebení mostů a povrchu pozemních komunikací. Vozidla, která jsou nadlimitně zatížena přispívají k rychlé degradaci vozovky. <sup>19</sup>

Z tohoto důvodu bylo započato hlídání hmotnosti nákladních vozidel. Vážení vozidel probíhá za pomoci stacionárních a mobilních měřicích stanovišť. Mezi značné nevýhody těchto opatření se řadí nutnost zastavit vozidlo, omezená kapacita měřicích stanovišť a snaha řidičů nesplňující limity vyhnout se tomuto měření. Z toho důvodu byly navrženy systémy, které by plynulost dopravy minimálně omezily a zároveň umožnily přesné měření. Na obrázku 5 je vidět princip dynamického vážení nákladních vozidel. Systémy pro vážení motorových vozidel za jízdy lze rozdělit na dvě hlavní skupiny. <sup>19</sup>

High Speed Weight-In-Motion (HS-WIM) neboli vysokorychlostní systémy pro měření hmotnosti vozidel. Tento systém umožňuje zvážení vozidla při běžné cestovní rychlosti, většinou ani není vzbuzena pozornost řidiče. Přesnost tohoto systému se pohybuje okolo 15 %

a pro použití systému pro účely uložení poplatku za překročení povolené hmotnosti je nutné podezřelé vozidlo odklonit z provozu a provést převážení na kontrolním stanovišti. <sup>19</sup>

Low Speed Weight-In-Motion (LS-WIM) neboli nízkorychlostní systémy pro měření hmotnosti vozidel. Tento systém pro měření obsahuje kolové nebo nápravové váhy, rychlost přejezdu vozidla je snížena na 1-16 km/h. Díky tomu je vážení přesnější, bohužel však mají omezenou kapacitu a vyžadují přerušení plynulé jízdy. Z toho důvodu se převážně uplatňují jako kontrolní stanoviště doplňující HS-WIM systémy a dále se mohou uplatnit jako vážicí zařízení při přepravě materiálu nebo zboží, například v logistických centrech nebo průmyslových areálech. Ve většině případů mohou vážit i v režimu, kdy vozidlo úplně zastaví. <sup>19</sup>



Obrázek 5 - princip WIM <sup>20</sup>

## 4.5 RDS-TMC

Tato zkratka znamená „Radio Data System – Traffic Message Channel“. Jedná se o službu, s cílem poskytnout řidičům dopravní informace během jízdy. K šíření signálu RDS-TMC se v České republice používají frekvence Českého rozhlasu Radiožurnál a rádia Plus.<sup>1, 21</sup>

RDS je systém určený pro přenos doplňkových informací v sítích velmi krátkých vln frekvenčně modulovaných radiových vysílačů. Principem toho přenosu je vytvoření pomocného kanálu na nosném kmitočtu 57 kHz, kde jsou informace namodulovány, aby nemohly ovlivnit vlastní kanály pro přenos zvuku.<sup>1, 21</sup>

Mezi jednu z rozšiřujících se služeb patří TMC, tato služba slouží k poskytování dopravních informací před a během jízdy. Dá se o ní hovořit také jako o „dynamické navigaci“, díky které je řidič informován o aktuálních uzavírkách, dopravních nehodách a jiných komplikacích, které se mohou na silnici vyskytnout. Díky tomu může pružně reagovat a upravit plánovanou trasu tak, aby se vyhnul nepříjemným komplikacím. Systém se používá ve všech zemích západní Evropy, mezi státy s nejpokročilejším využitím se řadí Německo a Velká Británie.<sup>1, 21</sup>

## 4.6 Satelitní Navigační systémy

Systém NAVSTAR-GPS (Navigation Signal Timing And Ranging – Global Position System). Tento systém je provozovaný ministerstvem obrany Spojených států amerických. Jedná se o nejstarší a nejvyužívanější navigační systém, který využívá satelity na oběžné dráze Země. Na počátku se jednalo o čistě vojenský projekt, ze které ho se postupem času stal systém, který využívá jak vojenský ale i tak civilní veřejný a soukromý sektor. Přesnost polohového systému se pohybuje řádově v jednotkách centimetrů pro vojenskou sféru. Pro civilní sektor je však dostupná pouze nižší verze, u které se přesnost pohybuje okolo 10 m. Proto je potřeba s touto odchylkou při návrhu navigačních a sledovacích systémů řízení dopravy počítat. Navigační systém GPS se skládá ze tří základních podsystémů: kosmického, řídicího a uživatelského. Kosmický podsystém je tvořen z 24 družic. Pro správné určení trojrozměrné polohy je zapotřebí minimálně čtyř družic. Trojrozměrná poloha se rozumí určení zeměpisné délky, šířky a výšky. Pokud detekujeme méně než tři družice, není detekce polohy možná, a naopak čím více družic jsme schopni detekovat, tím získáme přesnější polohu. Řídicí podsystém je tvořen hlavní řídicí stanicí a dalšími bezobslužnými stanicemi, které jsou

rozmístěny po obvodu Země, většinou rovnoměrně v blízkosti rovníku. Tento podsystém zodpovídá za správu a údržbu družic. Uživatelský podsystém je složen z jednotlivých GPS přijímačů, které mají uživatelé přímo u sebe. Jedná se pouze o pasivní přijímače, které se satelity nekomunikují, ale pouze přijímají signál. <sup>22, 23</sup>

GLONASS je ruský globální navigační polohový systém, který pracuje na podobném principu jako GPS. Byl vyvinut za účelem získání nezávislosti ruského civilního a vojenského sektoru od amerického GPS. Jelikož je tento systém modernější, vyznačuje se menší poziční odchylkou, a to do 1 metru už ve veřejném sektoru. <sup>22</sup>

Navigační systém Galileo je autonomní evropský globální družicový polohový systém. Jedná se o odpověď Evropské kosmické agentury zkráceně ESA na satelitní systémy GPS a GLONASS. Tento systém je technologicky kompatibilní s ostatními systémy, hlavní rozdíl je však v použití toho systému, který je výhradně určen pro civilní použití. Využití systému Galileo se nabízí v mnoha civilních oblastech, především však v dopravě, a to ve všech jeho odvětvích. <sup>22, 23</sup>

#### **4.7 Národní dopravní informační centrum**

Jedná se o centrální operační pracoviště, které je v nepřetržitém provozu, které provozuje Ředitelství silnic a dálnic. NDIC zajišťuje sběr, zpracování a následné vyhodnocení a ověření dopravních informací týkající se silniční dopravy. Zpracovává informace z desítek různých zdrojů, poté je šíří pomocí televizního a rádiového zpravodajství, online mapové aplikace, nebo pomocí systému RDS-TMC. Hlavním cílem NDIC je monitorovat vývoj dopravní situace a distribuovat ověřené dopravní informace k řidičům. <sup>24</sup>

#### **4.8 Mýtný systém EFC**

Systémy EFC dělíme dle konfigurace výběrových míst nebo podle počtu jízdnic pruhů. Dále dělíme EFC podle základních technologií:

1. DSRC: Jedná se o technologii komunikačního spojení na krátkou vzdálenost. Spojení je zprostředkováno mezi mýtnou branou, která je uložena na dopravní infrastruktuře a jednotkou ve vozidle. Komunikace probíhá v mikrovlnném nebo infračerveném pásmu.

2. GSM/GPS: Systém pracuje s virtuálními mýtnými místy. Poloha vozidla a ujetá vzdálenost je určena pomocí systému GPS. Digitální bezdrátový systém GSM zajišťuje mobilní komunikaci.
3. Systém LSVA: Je používán výhradně ve Švýcarsku. Princip této technologie spočívá v inteligentní jednotce umístěné ve vozidle. Jednotka získává informace o ujeté vzdálenosti z elektronického tachografu a pro zvýšení přesnosti kontroluje ujetou vzdálenost za pomoci GPS. <sup>1</sup>

#### **4.8.1 Technická koncepce systému EFC**

V devadesátých letech minulého století byla do praxe zavedena první technologie na principu radiové komunikace mezi OBU jednotkou ve vozidle a mýtným zařízením na dopravní infrastruktuře. Pro přenos se využívalo mikrovlnné pásmo 5,8 GHz, dosah komunikace byl omezen pouze na několik desítek metrů. Z důvodu relativně malého dosahu se o tomto systému začalo mluvit jako o dedikovaném spojení krátkého dosahu DSRC (dedicated Short Range Communication). Využívanou modifikací k mikrovlnám je spojení v infračerveném pásmu, které se používá primárně mimo Evropu. Všeobecně se považovala technologie založená na GNSS ve spojení s komunikačním kanálem GSM za technologii budoucnosti. U tohoto systému není potřeba umisťovat zařízení na dopravní infrastrukturu. Označení počátku a konce zpoplatněné sítě je pouze virtuální. Úseky jsou zaznamenány v OBU a vozidlo se svou lokalizací se k nim přihlásí. Za pomoci toho je možné flexibilně měnit rozsah a parametry zpoplatněné sítě. <sup>1, 25</sup>

#### **4.8.2 Způsoby výběru mýtného**

Architektura systému pro elektronický výběr poplatků za využití pozemní komunikace je standardizována Evropskou unií. Standardizace umožňuje vytvoření stejného prostředí pro všechny výrobce, zároveň ale zabezpečuje kompatibilitu mezi jednotlivými výrobci v rámci celé Evropské unie. Systém pro výběr mýtného na vybraných komunikacích lze rozdělit na:

1. Otevřený systém EFC, u tohoto systému jsou uživatelé identifikováni pouze v jednom místě celého úseku (ve většině případů se jedná o mezi křižovatkový úsek). Umístění mýtné brány je situováno tak, aby uživatel musel tímto místem projet, a tak zaplatit za celý úsek komunikace. Poloha zařízení pro DSRC je volena vždy s ohledem na

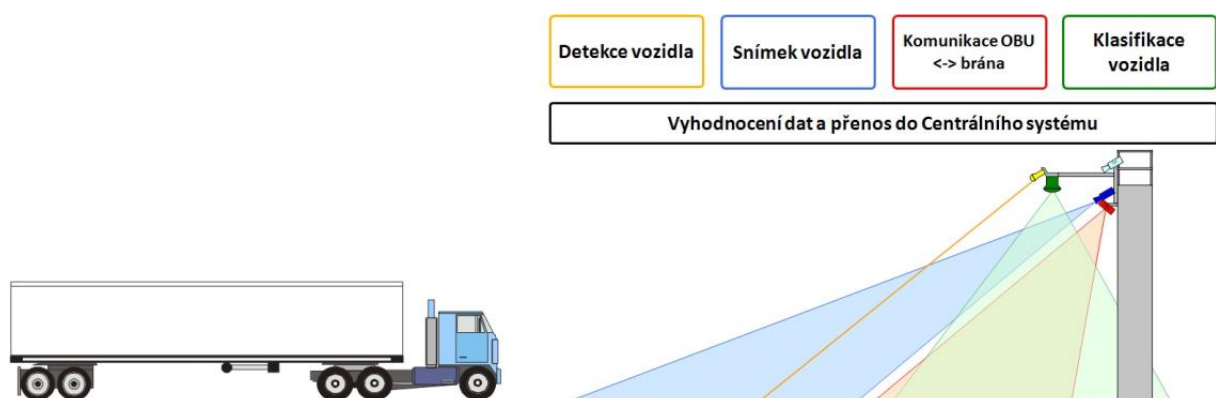


jednoduchost napojení k datové síti tak i k napájení. V tomto smyslu je i realizován mýtný systém v České republice.

2. Uzavřený systém EFC, hlavním znakem tohoto systému je umístění portálu nebo virtuálního platebního místa na každém vjezdu a výjezdu placeného úseku. U uzavřeného systému se tedy platí opravdu pouze za ujetou vzdálenost, tedy od vjezdu k výjezdu. Jedná se o náročnější řešení, příklady využití uzavřeného systému můžeme pozorovat na dálnicích v Itálii či Francii.<sup>25</sup>

### 4.8.3 Mikrovlnný systém

Realizaci mýtných bran dostala v roce 2007 za úkol firma Kapsch. Pro realizaci byla upřednostněna koncepce DSRC (dedicated short range communication). Principiálně toto řešení využívá mikrovlnných přenosů, které komunikuje na krátkou vzdálenost několika metrů. Komunikace probíhá mezi palubní jednotkou uloženou ve vozidle a infrastrukturou kontrolní brány. Fyzická část otevřeného systému EFC je konstrukčně rozdělena do tří vrstev. První vrstva je tvořena jednotkou OBU (On Board Unit), která je umístěna ve vozidle a na dopravní infrastruktuře (RSE). Do RSE je zahrnuto jednak dohledový systém, tak i systém výběru mýtného. Jednotka OBU je jednoduché a levné zařízení. Všechna vozidla spadající do mýtné povinnosti musí být touto jednotkou povinně vybaveny. Druhá komunikační vrstva zajišťuje přenosy informací mezi řídicím centrem, provozovatelem EFC a portálem RSE. Třetí vrstva je tvořena řídicím centrem EFC, u které je vazba na Státní fond dopravní infrastruktury. Na obrázku 6 je vidět základní koncepce mikrovlnného mýtného systému.<sup>1, 25</sup>



Obrázek 6 – Schéma DSCR<sup>26</sup>

#### **4.8.4 Satelitní systém**

Satelitní systém pro elektronický výběr mýtného se zakládá na principu určení polohy vozidla za pomoci družicového systému. Na rozdíl od systému DSRC, který pracuje s reálnou infrastrukturou, systém na bázi GNSS/CN (Global Navigation System/Celular Network) pracuje s virtuálními mýtnými místy. Virtuální místa je možné jednoduše měnit a aktualizovat bez výrazných zásahů do systému. Pozice mýtných míst je uložena v databázi OBU jednotky ve voze. Při průjezdu vozidla placeným úsekem je za pomoci dat z OBU jednotky vypočítána konkrétní platba. Získané data jsou předávány za pomoci GSM sítě. Systém založený na této technologii je koncipován jako uzavřený vzhledem k existenci pouze virtuálních mýtných bran. Jedna z nevýhod oproti DSRC jsou vyšší nároky na OBU jednotku umístěnou ve vozidle. Tato jednotka umožňuje přijímat signály GNSS, pro určení polohy vozidla, ale zároveň může komunikovat i na principu DSRC. <sup>1, 25</sup>

#### **4.9 Liniové řízení dopravy**

S rostoucí intenzitou dopravy se zvyšuje i výskyt konfliktních situací na pozemních komunikacích. Následkem těchto konfliktů mohou být nebezpečné dopravní nehody. Jako prevence vzniku těchto situací se nám nabízí moderní telematická aplikace – systém liniového řízení dopravy. Využití toho systému lze uplatnit na dálnicích, na úsecích, kde se dálnice větví nebo naopak spojuje, nebo před vjezdy do tunelu. Jedná se o automaticky řízený systém telematických prvků umístěný na pozemní komunikaci který, umožňuje v případě potřeby přímý zásah obsluhou systému. Systém může dle aktuálního stavu na vozovce snižovat povolenou rychlost nebo měnit organizaci jízdnicích pruhů. Díky této organizaci dopravy se můžeme při vysoké hustotě vyhnout nepříjemnému jevu tzv. Stop and Go vlnám. Liniové řízení dopravy zvyšuje bezpečnost a plynulost dopravy a zároveň včas informuje řidiče o dopravních změnách, jako jsou například dopravní nehody, nebo varování před nepříznivými klimatickými podmínkami. <sup>27, 28</sup>

Řízení dopravy se provádí za použití proměnných příkazových a zákazových značek. Značky se umisťují na portály vedle vozovky, nebo nad jednotlivé jízdní pruhy. Jednotlivé portály jsou od sebe vzdáleny 1-1,5 Km. Kromě proměnných značek je systém doplněn o proměnné informační tabule, jejíž hlavním úkolem je informovat řidiče o aktuálním dění na pozemní komunikaci. Pro dynamické řízení dopravy v daném úseku dopravní komunikace je třeba využít veškerá data získaná z dopravních a meteo detektorů. Tyto data se získávají v každém dopravním pruhu u každého portálu. Na obrázku 7 je dopravní portál osazený proměnnými značkami. Tyto značky jsou základním prvkem pro liniové řízení dopravy.<sup>29</sup>



Obrázek 7 – portál pro liniové řízení dopravy<sup>29</sup>

## 5 Vlastní řešení

Fyzický stav dopravních komunikací je poškozován a opotřebováván průjezdem každého jednotlivého vozidla. Největší měrou se na tomto stavu podílí nákladní doprava. Jako neúčinnější aplikace pro vážení nákladních vozidel se jeví kontrola jejich hmotnosti již na hraničních přechodech doplněná o kontrolní vážení ve vnitrozemí. Převážně na hlavních dálničních tazích. Tato kombinace by eliminovala praktiku, kterou někteří řidiči kamionů využívají, jedná se o metodu, jak snížit opotřebení pneumatik a zároveň snížit spotřebu pohonných hmot. Tato metoda spočívá ve zvednutí jedné nápravy vozidla. Toto počínání však zvyšuje tlak na pozemní komunikaci a urychluje její deformaci.

Přetížení vozidel, ať se jedná o celkové přetížení nebo o přetížení jedné nápravy má vliv i na vozidlo samotné. U přetíženého vozidla se prodlužuje brzdná dráha, zhoršuje se ovladatelnost a jízdní vlastnosti vozidla.

Technická správa komunikací hlavního města Prahy již nějakou dobu systém pro měření váhy vozidel využívá, zatím pouze ze statistického hlediska, jelikož systém ještě není legislativně schválen. Množství přestupků, které aktuálně zaznamenávají je tak vysoké, že by nebyli schopni vyřešit všechny přestupky z důvodu nedostatečné kapacity. Aktuálně probíhá měření například na ulici Strakonická na Praze 5. Za třetí kalendářní měsíc roku 2019 technická správa komunikací zaznamenala v Praze 19 384 přetížených vozidel. V tabulce 1 jsou zapsána data za první tři kalendářní měsíce roku 2020. Toto měření proběhlo na ulici Strakonická ve směru do Prahy. Z naměřených hodnot lze vypočítat, že zhruba každé 561 vozidlo nesplňuje povolené hodnoty pro provoz vozidel na pozemní komunikaci.<sup>30</sup>

rok	měsíc	počet průjezdů	přetížená vozidla
2020	1	104 119	150
2020	2	156 563	189
2020	3	412 513	838
2020	Σ	673 195	1 177

Tabulka 1 – měření ulice strakonická<sup>30</sup>

Jelikož naměřené hodnoty byly získány na vstupním tahu do hlavního města České republiky, dá se očekávat, že počet přetížených nákladních vozidel na hlavních tranzitních tazích bude několika násobně vyšší.

V České republice z důvodu přechodu na jiný typ výběru mýtného pro nákladní dopravu, zůstane mnoho mýtných bran bez využití. Jedná se o přechod ze systému DSRC, na systém určování polohy za pomoci satelitních technologií. Tento systém již nepotřebuje fyzické mýtné brány, jelikož jsou nahrazeny za virtuální. Navrhovaný systém monitorující rychlost a váhová specifika nákladních vozidel, těchto nevyužitých mýtných bran využívá.

Mezi hlavní výhody využití stávající struktury mýtných bran v České republice patří:

- Fyzická přítomnost jednotlivých bran – nevzniká potřeba stavět nové konstrukce pro umístění kamer.
- Vyhovující umístění kamer pro sledování dopravy – kamery je vhodné umístit co nejvýše přímo nad dopravní cestu. Jelikož i předešlý systém DSCR, měl podobné požadavky na uložení detektoru pro správnou funkčnost, jeví se toto uložení za vhodné.
- Stávající rozvod elektrické energie – díky tomu nevznikají žádné finanční náklady na rozvod nové eklektické sítě, stávající rozvod energie k mýtným branám je dostatečný.

Monitorování nákladního vozidla začíná v okamžik, kdy vjede na první prvek systému. Jedná se o prvek pro měření váhy (1), který dokáže zvážit nákladní vozidlo i za běžné cestovní rychlosti. Ten je doplněn o původní mýtnou bránu osazenou kamerou (2), která při průjezdu vozidla zaznamená registrační značku daného vozidla a změří jeho aktuální rychlost. Po průjezdu vozidla touto částí mohou nastat tři následující scénáře:

- V prvním případě vozidlo nepřekročilo maximální povolenou hmotnost. Kritérium lze vyhodnotit i přes odchylku měření, tudíž je možné se stoprocentní pravděpodobností prohlásit, že vozidlo splňuje maximální povolenou hmotnost Dopravní prostředek může bez omezení pokračovat dál ve své trase. Na schématickém obrázku 8 je tato varianta reprezentována červenou šipkou.
- U druhého případu se výsledek měření pohybuje mezi hodnotami, u kterých není možné jednoznačně určit, zda maximální povolenou hodnotu překračují či ne. Z tohoto důvodu je vozidlo odkloněno za pomoci proměnného dopravního značení (3) na prvek

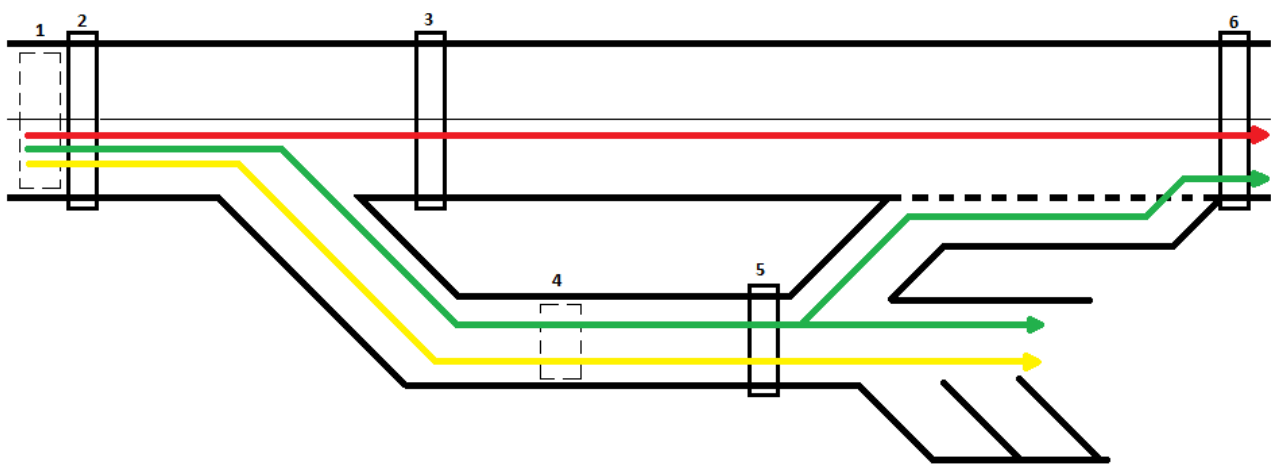
pro kontrolu váhy vozidla (4). Jedná se o nízkorychlostní systémy pro měření hmotnosti vozidel (WIM-LS), který je opět doplněn o kameru pro detekci registrační značky. Zde už jde s přesností určit, zda vozidlo splňuje váhové podmínky pro provoz na pozemní komunikaci. Pokud je vyhodnoceno vážení kladně a vozidlo je způsobilé k jízdě je opět za pomoci proměnného dopravního značení (5) navedeno zpět na komunikaci ze které bylo odkloněno. Pokud podmínku nespĺňuje, je vozidlo odstaveno z provozu a kontaktován správní orgán, pod který tento prohřšek spadá. Na obrázku 8 znázorněno zelenou barvou.

- Ve třetím případě je již při vysokorychlostním měření jasné, že je překročena maximální povolená hodnota, z toho důvodu je vozidlo rovnou odkloněno z provozu a kontaktován správní orgán, pod který tento prohřšek spadá. Na schématickém obrázku 8 zakresleno žlutě.

Ve druhém a třetím případě, když řidič neuposlechne systém a pokračuje ve své cestě po rychlostní komunikaci, je zachycen dopravní kamerou (6). Tento přestupek je opět předán správnímu orgánu, který o přestupku informuje dopravní policii. Dopravní policie vozidlo dostihne a odkloní k další nejbližší stanici s prvem pro vážení nákladních vozidel.

Návrh systému obsahuje několik základních prvků pro monitorování a následné řízení nákladních vozidel. Jedná se o:

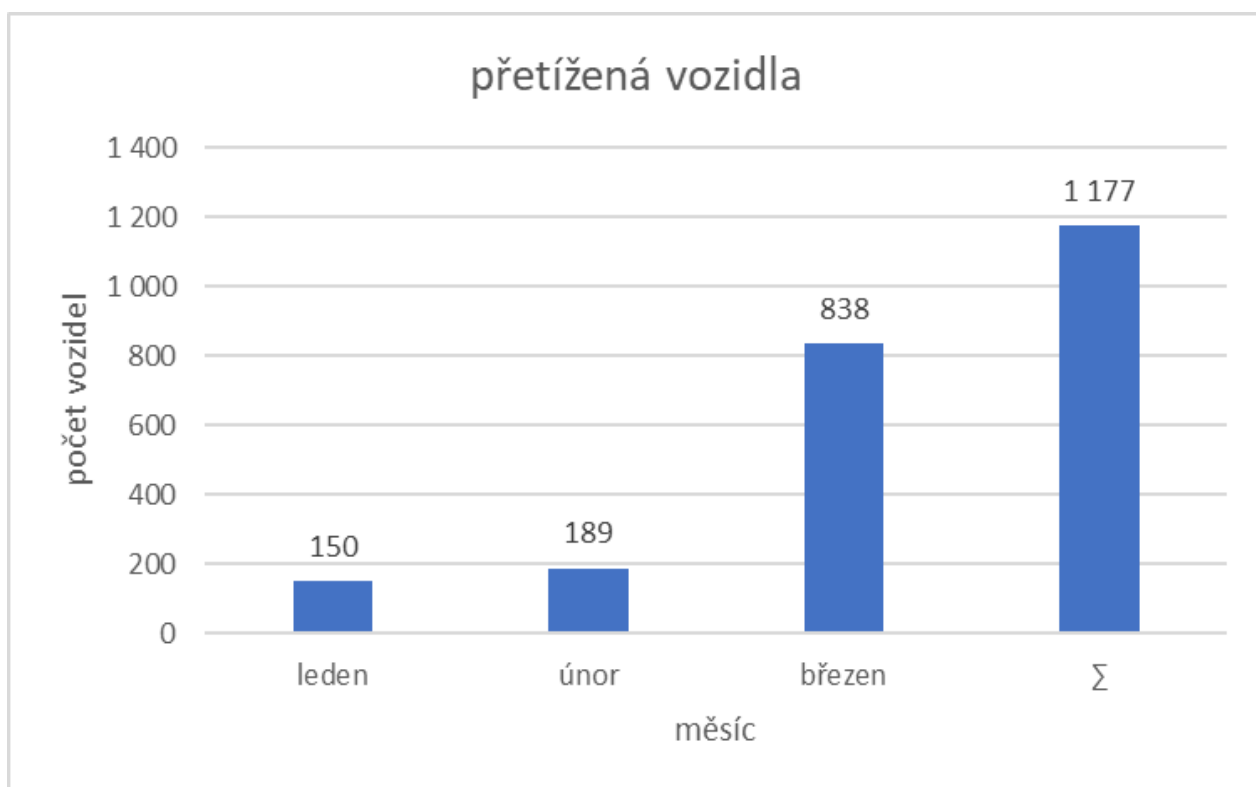
1. vysokorychlostní systémy pro měření hmotnosti vozidel (WIM-HS)
2. stávající mýtní brána osazená kamerovým monitorovacím systémem
3. proměnné dopravní značení
4. nízkorychlostní systémy pro měření hmotnosti vozidel (WIM-LS)
5. proměnné dopravní značení
6. kamerovým monitorovacím systémem



Obrázek 8 - schéma navrhovaného systému

## 6 Zhodnocení výsledků

Během analýzy informačních zdrojů byly vybrány nejvhodnější prvky pro navrhovaný systém. Nejdůležitější částí celého systému je váha pro měření nákladních vozidel, která je schopna i za běžné cestovní rychlosti poměrně spolehlivě určit hmotnost projíždějícího vozidla. Váha je doplněna o kameru, která nejen že zaznamená registrační značku vozidla, ale je i schopna určit jeho aktuální rychlost. Předpokládané pokrytí hlavních tranzitních tahů by mohlo odhalit většinu přestupků u mezinárodní nákladní přepravy. Značnou výhodou tohoto systému je, že pro přesné měření není potřeba vozidlo nijak omezovat. Jelikož měření probíhá po celé šířce vozovky, není možné se mu vyhnout. Z toho vyplývá, že by mělo být na daném úseku zaznamenáno 100 % přestupků. V grafu 1 jsou zaznamenána data, které byly naměřeny na ulici Stakonická za první tři kalendářní měsíce.



Graf 1 – Přetížená vozidla na ulici Strakonická <sup>30</sup>



## 7 Závěr

Téma bylo zpracováno na základě poznatků z dostupné odborné literatury, materiálů Ministerstva dopravy a webových informací. Sběrem a shromážděním těchto informací je podán základní přehled druhů dopravy a jejich vlastností. Jsou objasněny základní pojmy spojené s dopravou.

Základní pojmy spojené s dopravní telematikou a řízením dopravy jako dopravní proud nebo druhy řízení jsou v práci popsány. Jsou zde vyjmenovány a vysvětleny základní prvky pro monitorování silniční dopravy. Dopravní telematika v dnešní době prochází značným rozvojem, jelikož je zde velký prostor pro uplatnění těchto technologií. Tyto technologie mají vysoký potenciál v kombinaci s částečnou automatizací. Může se jednat o systém pro kontrolu a řízení tunelu, nebo systém pro vážení vozidel.

Navrhovaný systém je situován na dvouproudovou dálnici. Jsou zde jasně definované kroky, dle kterých se systém řídí. Přetížená nákladní doprava je dlouhodobý problém, se kterým Česká republika bojuje a systém, který by nepřetržitě měřil váhu každého vozidla zatím není využíván. Zatím se převážně používají přenosné váhy, u kterých je zapotřebí, aby vozidlo zastavilo na váze. Alarmující je, že za březen roku 2019 bylo v Praze zaznamenáno 19 384 případů přetíženého nákladního vozidla. Z toho počtu případů je jasné, že se jedná o poměrně častý prohřešek, proto je vhodné se této problematice věnovat. Rozšíření toho monitorovacího systému po hlavních dálničních tazích, by mohlo většinu těchto prohřešků odhalit. Mezi výhody navrhovaného systému se řadí použití stávajících mýtných bran, které je možné znovu využít a tím snížit náklady na stavbu tohoto systému. Dalším zajímavým prvkem tohoto systému je využití senzoru pro měření váhy vozidel za vysoké rychlosti. Tento typ měření se v České republice zatím hojně nevyužívá a stávající aplikace zatím nesplňují legislativní náležitosti.

## 8 Seznam použité literatury

1. PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN – technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.
2. MDČR. *Dopravní politika ČR pro období 2014–2020 s výhledem do roku 2050* [online]. [cit. 2020-02-28]. Dostupné z: <<https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Dopravni-politika-CR-pro-obdobi-2014-2020-s-vyhled/Dopravni-politika-CR-2014-%E2%80%93-2020.pdf.aspx>>
3. KOČÁRKOVÁ, Dagmar et. al. *Základy dopravního inženýrství*. Praha: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04233-5.
4. Ministerstvo pro místní rozvoj. *Principy a pravidla územního plánování* [online]. [cit. 2020-03-20], Dostupné z: <<http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/pap-komplet-pro-tisk-23-03-2016.pdf>>
5. TICHÝ, Jiří. *Vztahy základních charakteristik dopravního proudu* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <[http://kds.vsb.cz/krivda/www-di\(vb3-dos\)/02-dopr-proud.pdf](http://kds.vsb.cz/krivda/www-di(vb3-dos)/02-dopr-proud.pdf)>
6. PŘIBYL, Pavel a Radim MACH. *Řídicí systémy silniční dopravy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02811-9.
7. PŘIBYL, Pavel. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-003122-5.
8. SVOBODA, Vladimír a Miroslav SVÍTEK. *Telematika nad dopravními sítěmi*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN isbn80-01-03087-3.
9. MDČR. *Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023 s výhledem do roku 2030* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <<https://www.mdcr.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Koncepce-nakladni-dopravy-pro-obdobi-2017-%E2%80%93-2023-r/Koncepce-nakladni-dopravy.pdf.aspx>>

10. MDČR. *Telematické systémy – obecné informace* [online]. [cit. 2020-03-10].  
Dostupné z: <<http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/obecne-informace>>
11. Ministerstvo dopravy ČR. *Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <[https://www.dataplan.info/img\\_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/ap-its-zakladni-dokument.pdf](https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/ap-its-zakladni-dokument.pdf)>
12. *Dopravní řetězec* [online]. [cit. 2020-03-12], Dostupné z: <[http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok\\_2001/obrazky/obr41.jpg](http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2001/obrazky/obr41.jpg)>
13. *Dopravní inženýrství: kurz zajišťuje Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-730-7.
14. ERTICO. *Naše vize a poslání* [online]. [cit. 2020-03-06].  
Dostupné z: <<https://ertico.com/vision-mission/>>
15. Sdružení pro dopravní telematiku. *O sdružení* [online]. [cit. 2020-03-15].  
Dostupné z: <<http://www.sdt.cz/page.php?id=2&lang=cz>>
16. AŽD Praha. *Dopravní detektory* [online]. [cit. 2020-03-19].  
Dostupné z: <<https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/175->>
17. PŘIBYL, Ondřej. *indukční smyčka* [online]. [cit. 2020-03-25].  
Dostupné z: <<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQRI62nAVDog47febzn-mRJEbBIYYV4itJHf5VJskwd53yXSHL0cQ&s>>
18. NDIC. *Telematické systémy – dohledový kamerový systém* [online]. [cit. 2020-03-12].  
Dostupné z: <<http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/dohledovy-kamerovy-system>>
19. KAŠPÁREK, Ladislav. *Dynamické vážení vozidel* [online]. Brno, 2009 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30296914.pdf>> Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce JURA Pavel.

20. Tenzováhy. *Dynamické nápravové váhy VM-1.2 pro automatické vážení vozidel za jízdy* [online]. [cit. 2020-03-05].  
Dostupné z: <<https://www.tenzovahy.cz/data/filecache/3a/@1200x0/VM%2BPC.png>>
21. RDS-TMC.cz. *RDS TCM v České republice* [online]. [cit. 2020-03-25].  
Dostupné z: <<https://www.rds-tmc.cz/>>
22. ČÁBELKA, Miroslav. *Globální navigační satelitní systémy v Evropě* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <[https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/aktuality/gr2704\\_cabelka-final.pdf](https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/aktuality/gr2704_cabelka-final.pdf)>
23. ŠEBESTA, Jiří. *Globální navigační systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2012. ISBN 978-80-214-4500-0.
24. MDČR. *Národní dopravní informační centrum (NDIC)* [online]. [cit. 2020-03-22].  
Dostupné z: <<http://portal.dopravniinfo.cz/informacni-a-ridici-centra-dopravy/narodni-dopravni-informacni-centrum>>
25. BRŮŽOVÁ, Michaela. *Mikrovlnná technologie mýtných bran v České republice v komparaci se satelitním mýtným systémem* [online]. Hradec Králové, 2014 [cit. 2020-3-17]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/jb7xba/STAG85340.pdf>>. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové. Vedoucí práce RADOCHA Karol.
26. MDČR. *Funkce mýtné brány* [online]. [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <<http://portal.dopravniinfo.cz/public/files/gallery/9/funkce-mytne-brany.png>>
27. AŽD Praha. *Liniové řízení* [online]. [cit. 2020-03-19].  
Dostupné z: <<https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/189->>
28. ŠŮSTEK, Miroslav. *Řízení dopravy na liniových komunikacích. Silnice-zeleznice.cz* [online]. [cit. 2020-03-029]. Dostupné z: <<http://old.silnice-zeleznice.cz/clanek/rizeni-dopravy-na-liniovych-komunikacich>>
29. MDČR. *Liniové řízení provozu* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <<http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/liniove-rizeni-provozu>>

30. Informace poskytl SVOBODA Lukáš, Správní technik telematických zařízení ve společnosti TSK Praha a.s. Praha 3.4.2020.

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Dopravní řetězec <sup>12</sup> .....	11
Obrázek 2 - hierarchická struktura ITS <sup>13</sup> .....	13
Obrázek 3 - schéma indukčního detektoru <sup>17</sup> .....	19
Obrázek 4 - rozmístění monitorovacích kamer v ČR <sup>18</sup> .....	21
Obrázek 5 - princip WIM <sup>20</sup> .....	22
Obrázek 6 – Schéma DSCR <sup>26</sup> .....	26
Obrázek 7 – portál pro liniové řízení dopravy <sup>29</sup> .....	28
Obrázek 8 - schéma navrhovaného systému .....	32