

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Mýtné systémy a telematické aplikace  
jako nástroj regulace dopravy**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Retta Zewdie

Autor bakalářské práce: Vojtěch Řepka

Praha 2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vojtěch Řepka

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Mýtné systémy a telematické aplikace jako nástroj regulace dopravy**

Název anglicky

**Toll systems and telematics applications as a tool of traffic regulation**

---

### **Cíle práce**

Provést studii charakterizující mýtné systémy a problematiku telematiky a telematických systémů v oblasti zpoplatnění pozemních komunikací, dále charakterizovat komponenty jednotlivých systémů a kontrolní mechanismy.

### **Metodika**

Na základě shromážděných dat o současných mýtných systémech a telematice, provést studii z hlediska ekonomického, sociálního, ekologického a bezpečnostního. Dále doporučit vhodný mýtný systém s aplikací telematiky pro ČR.

**Doporučený rozsah práce**

30

**Klíčová slova**

mýto, mýtné systémy, emise, poplatky, telematika, regulace dopravy

---

**Doporučené zdroje informací**

Firemní letarutara provozovatelů mýta a mýtných systémů.

Novák, V.: Analýza mýtných systémů. Bakalářská práce 2012. TF ČZU

Příbyl P., Mach R.: Řídicí systémy silniční dopravy, skriptum, ČVUT, Fakulta dopravní, 2003, ISBN 80-01-02811-9

Příbyl P., Svítek M.: Inteligentní dopravní systémy, BEN, Praha 2001, ISBN 80-7300-029-6

Svítek, M., Bělinová, Z.: Mýtné systémy. Přednáška na Fakultě dopravní ČVUT, 2010 [online].

Svítek, M., Pejša, L., Kadleček, B. aj.: Ekonomické, ekologické a bezpečnostní řešení elektronického mýtného. Výroční zpráva 2004 Grant MD ČR č. 1F44G/092/120

Svoboda, V., Svítek, M.: Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: Vydavatelství ČVUT 2004. 263 s. ISBN 80-01-03087-3

---

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – TF

**Vedoucí práce**

Dr. Ing. Retta Zewdie

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 13. 1. 2017

**doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 06. 09. 2017

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Mýtné systémy a telematické aplikace jako nástroj regulace dopravy 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 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:

.....

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Dr. Ing. Retta Zewdie za jeho trpělivost, cenné rady a připomínky, které mi pomohly při zpracování této práce.

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce se zabývá mýtnými systémy používanými v České republice a v rámci celé Evropské unie. Mýtné systémy slouží každému státu jako dodatečný zdroj financí a současně jako nástroj regulace dopravy. Použité technologie v každé konkrétní zemi mají své výhody, ale i nevýhody. Dále se práce zabývá telematickými aplikacemi používanými pro regulaci dopravy. Možnostmi využití těchto systémů pro zvýšení propustnosti silnic, a s tím související zlepšení ekologie, zvýšení bezpečnosti a zamezení ekonomických ztrát. Součástí této práce je zhodnocení jednotlivých systémů a návrh řešení dopravní situace. V případě mýtných systémů se jako vhodnější jeví satelitní systém, vzhledem k nižším nákladům na pořízení i k časově méně náročné výstavbě tohoto systému. Telematické aplikace v současné době umožňují regulovat dopravu prakticky okamžitě při vzniku kongesce či nehody apod. Přesto doprava trpí častými kongescemi, je tedy stále na čem pracovat a co zlepšovat. V tomto ohledu je potřeba změnit přístup lidí využívajících individuální automobilovou dopravu, především v oblastech velkých měst.

**Klíčová slova:** mýto; poplatek; regulace dopravy; telematika; emise

### **Toll systems and telematics applications as a tool of traffic regulation**

**Summary:** This bachelor thesis deals with toll systems used in the Czech republic and within all the European union. Toll systems serves every state as an additional source of finance and simultaneously as a tool of traffic regulation. The technologists used in each particular country have advatages, but also disadvatages. Furthuremore, the work deals with telematics applications used for traffic regulation. Possibilities of using these systems to increase road permeability and related environmental improvements, increase safety and avoid economic losses. This work is an evaluation of individual systems and proposal of solution of traffic situation. In the comparision, concerning toll systems, the satellite system appears to be more appropriate, given the lower cost of acquisition and less time-consuming construction of the system. Currently, telematic applications allow traffic to be regulated almost immediately when congestion or accidents occur, etc. Yet, traffic suffers from frequent congestion, so it is still more to work on and to improve. In this aspect, there is a need to improve the access of people using individual car traffic, especially in areas of large cities.

**Key words:** toll; fee; traffic regulation; telematics; emission

## **Obsah**

1. Úvod .....	8
2. Cíl práce.....	9
3. Metodika práce .....	9
4. Rešeršní část .....	10
4.1 Telematika v dopravě .....	10
4.2 Dopravní management měst .....	10
4.2.1 MHD (Městská hromadná doprava).....	12
4.2.2 Parkoviště P+R (Park and Ride).....	13
4.2.3 Zóny omezení .....	14
4.3 Management silnic a dálnic .....	15
4.3.1 Preference obsazených vozidel.....	17
4.4 Elektronické zpoplatnění dopravní cesty.....	18
4.4.1 Mýtné a jeho význam v dopravě .....	18
4.4.2 Legislativa .....	19
4.4.3 Důvody zavedení .....	20
4.4.4 Dělení elektronického výběru poplatků.....	22
4.4.5 Mýtné systémy ve světě.....	24
4.4.6 Mýtné systémy v Evropě .....	27
4.4.6.1 Mikrovlnný systém .....	28
4.4.6.2 Satelitní systém.....	36
4.4.6.3 Porovnání satelitního a mikrovlnného systému.....	41
4.4.6.4 Švýcarský systém .....	41
4.4.7 Městské mýtné systémy LPR (Licence Plate Recognition).....	43
4.5 Vážení za jízdy .....	44
4.6 Telematické aplikace ve vozidle .....	45
4.6.1 Kooperující systémy C-ITS .....	45
4.6.2 Dynamické navigace.....	46
5. Závěr.....	47
Seznam použitých zdrojů.....	49
Seznam obrázků.....	56
Seznam tabulek.....	59
Seznam zkratk.....	60
Příloha 1.....	61

## 1. Úvod

Doprava představuje důležitou součást ekonomiky každého státu. Je nedílnou součástí moderní doby a využívá se k přepravě osob a zboží v rámci státu i mezinárodně. Současný stav a nárůst dopravy však znamená komplikace v podobě vzniku kongescí a tím dochází k ekonomickým ztrátám, zhoršení kvality životního prostředí v dané lokalitě, ať už se jedná o zvýšenou koncentraci emisí výfukových plynů, hluku apod. a v neposlední řadě samozřejmě dochází ke snížení bezpečnosti v těchto oblastech.

Využití mýtných systémů a telematických aplikací umožní sledovat dopravu a reagovat na aktuální stav dopravy. Zavádění těchto prostředků je však časově a finančně náročné, je tedy potřeba zohlednit jejich důležitost pro konkrétní oblasti, posoudit nejen dle aktuálních požadavků, ale zohlednit i budoucí požadavky a zvolit vhodnou technologii.

V případě mýtných systémů převzala iniciativu myšlení na budoucnost EU (*Evropská Unie*), která legislativně vymezuje možnosti technologií, které mohou členské státy používat. Klade se zde důraz na interoperabilitu systémů. Zatímco v případě ostatních telematických aplikací není standardizace nijak zvlášť ošetřena. Jako výjimku lze uvést iniciativu C-ROADS, která si stanovuje za cíl standardizaci kooperujících systémů C-ITS (*Cooperative Intelligent Transport System*) v rámci zemí střední Evropy.

Bakalářská práce popisuje použité technologie mýtných systémů, země v rámci EU, jejich mýtné systémy a zavedené technologie. Je zde zmíněno i několik příkladů ze světa. Dále práce popisuje telematické aplikace a možnosti jejich využití při regulaci dopravy.



## **2. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit problematiku telematiky v dopravě, charakterizovat jednotlivé mýtné systémy, porovnat je z hlediska vlivu na dopravu a bezpečnost. Zhodnotit technologie zpoplatnění dopravní infrastruktury v rámci EU. Dále popsat druhy telematických aplikací využívaných na pozemních komunikacích. Zhodnotit jejich přínos z pohledu bezpečnosti, a především jejich vliv na možnost regulování dopravy.

## **3. Metodika práce**

Metodika spočívá ve shromáždění informací o současných mýtných systémech a dopravní telematice na stránkách provozovatelů a dalších odborných webových stránkách či odborné literatury. S využitím odborné literatury dále zpracovat studii, která se zabývá problematikou regulace dopravy a její dopady na další oblasti lidské činnosti jako je sociální, bezpečnostní, ekologické a ekonomické hledisko.

## **4. Rešeršní část**

V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé telematické aplikace, jejich funkce a možnosti uplatnění. Současně kapitola popisuje jednotlivé druhy mýtných systémů, včetně popisu jejich funkce a využití v jednotlivých státech.

### **4.1 Telematika v dopravě**

Dopravu je možné z pohledu sociálního a ekonomického definovat jako „specifickou lidskou činnost, jíž se provádí cílevědomé přemístění osob a hmotných statků, které se svými (nehmotnými) efekty projevuje v socioekonomickém systému společnosti.“ [1]

„Telematika je systémově inženýrský obor, zabývající se tvorbou a účelným využitím informačního prostředí pro homeostatické procesy územních celků, až po globální síťová odvětví.“[1]

Telematika v dopravě tedy spojuje informační a telekomunikační technologie spolu s dopravním inženýrstvím a dalšími vědními obory. Účelem dopravní telematiky je zvýšení bezpečnosti na silnicích, dále zefektivnění dopravy, zvýšení dopravního výkonu a s tím související zvýšení komfortu přepravy. Telematické systémy pro svou správnou funkci využívají více subsystémů, které jsou spojeny do jednoho za účelem dosažení požadované funkce. Dopravní telematiku nacházející se v okolí pozemních komunikací lze kategorizovat do tří základních oblastí, které se dále dělí na další subsystémy. Základní oblasti jsou následující: dopravní management měst, dopravní management dálnic a ekologický management. Před zavedením telematického systému je potřeba provést analýzu dopravní situace. Na základě analýzy se zvolí vhodné řešení. [1][2]

### **4.2 Dopravní management měst**

Ve městech se soustřeďuje velké množství vozidel, nicméně kapacitu silnic často není možné rozšiřovat. Z tohoto důvodu je nutné využít prostředky dopravní telematiky, pomocí kterých je možné docílit lepšího využití silnic a tím i zlepšit kvalitu dopravy. K tomu se využívá statických a dynamických systémů, které regulují dopravu. Samotné řízení se provádí pomocí světelného signalizačního zařízení. Tato světelná signalizační zařízení jsou řízena pomocí radičů, které zaznamenávají přítomnost vozidel či chodců v dopravním uzlu. [2]

Dopravní síť je tvořena dopravními uzly. Její řízení tedy vychází z řízení dopravních uzlů, které může být časově závislé, kde jsou na základě historických dat přednastaveny veličiny, prostřednictvím kterých se řídí doprava. Nebo je možné využít systém dopravně závislý, který na základě momentální situace přepočítává řídicí veličiny a tím je schopen regulovat dopravu. V tomto režimu pracuje každá jednotka zvlášť, nebo jsou řazeny do linií, jedná se tedy o liniové řízení. Dále se využívá řízení s optimalizací, které využívá pro optimalizaci dopravy dopravní ústřednu. Adaptivní řízení využívá předchozí metody a současně si ponechává lokální inteligenci, tedy vyhodnocování dopravní situace provádí každý prvek samostatně. Dále pak expertní a heuristické řízení využívá databázi podmínek, které se neustále modifikují a tím simulují práci experta. [2]

Z výše uvedeného je patrný rozdíl mezi jednotlivými systémy řízení. Pro řízení dopravního proudu ve městech se využívají dva druhy řízení:

**Centralizovaná inteligence řízení** – v řízené oblasti se nacházejí detektory, které snímají stav dopravy. Data jsou následně vyhodnocována a je možné v reálném čase měnit řídicí veličiny. Jako příklad může sloužit metoda SCOOT (*Split, Cycle and Offset Optimization Technique*). Tato metoda pracuje on-line, to znamená, že na základě nejnovějších měření dopravního proudu přepočítává každých několik vteřin predikci chování dopravního proudu. Na základě vypočtených dat se mění signální plány za ty, které systém předpoví jako prospěšné.

**Decentralizovaná inteligence řízení** – při decentralizovaném řízení sbírá řídicí počítač informace od všech detektorů a mění řídicí veličiny podle aktuálního dopravního stavu. Reaguje tedy okamžitě na vzniklou situaci a odděluje úlohy řízení příslušející centrálnímu řízení a takové úlohy, které lze uskutečnit lokálně. Příkladem decentralizovaného řízení je metoda MOTION (*Method for the Optimisation of Traffic Signals In On-line controlled Networks*). Tato metoda umožňuje na základě účinného dopravního modelu rozpoznat dopravní situaci. Tím je umožněno pružně reagovat na vzniklé situace. Řídicí program obsahuje topologii sítě, geometrii uzlu a současně strategie řízení (např. stupně priorit). [2] [3]

### 4.2.1 MHD (*Městská hromadná doprava*)

Městskou hromadnou dopravu nalezneme v každém větším městě. Avšak rozvoj individuální automobilové dopravy, ke kterému v posledních desetiletích dochází, znamená pokles zájmu lidí o využívání hromadné dopravy. To však pro města znamená zhoršení plynulosti dopravy v centrech měst a s tím související zvýšení ekologické zátěže. Řešení této situace je možné prostřednictvím zatraktivnění využívání MHD. Toho je možné dosáhnout minimalizací zpoždění prostředků MHD a dobrou informovaností o jízdních řádech.

Minimalizace zpoždění lze dosáhnout několika způsoby. Umístěním MHD pod povrch, případně nad vozovku, vyhrazenými jízdními pruhy, nebo prostřednictvím preference prostředků MHD na světelných křižovatkách. Právě využití preference se jeví jako vhodné řešení vzhledem k výši nákladů a efektivnosti. Preferenci vozidel MHD na světelných křižovatkách lze dělit na aktivní a pasivní a dále pak na absolutní a podmíněčnou.

**Pasivní preference** – pro pasivní preferenci se využívá měření pohybu vozidel MHD a následné zpracování pomocí statistických výpočtů. Nezáleží tedy na aktuální pozici vozidla, ale signální plány se upravují podle předpokládané pozice.

**Aktivní preference** – v tomto případě je vozidlo detekováno prostřednictvím bezdrátového detektoru. Ten zaznamená příjezd vozidla do řadiče křižovatky. Řadič dále zajistí takovou změnu signálního plánu, která zajistí vozidlu průjezd křižovatkou bez, nebo s malým zpožděním.

**Absolutní preference** – v případě absolutní preference dostává vozidlo volno, pokud je detekováno. Nebere se ohled na aktuální stav dopravy. Pouze se dodržují vyklízecí časy dané křižovatky.

**Podmínečná preference** – toto řešení vyžaduje vytvoření sady podmínek, podle které rozhodovací algoritmus rozhodne jak velkou, případně zdali vůbec nějakou preferenci vozidlo dostane. [4] [2] [3]

## 4.2.2 Parkoviště P+R (*Park and Ride*)

Parkoviště označené jako P+R obr.1, také nazývané jako „záchytné parkoviště“ se nejčastěji nachází na okraji velkých měst. Úkolem tohoto parkoviště je spojit využívání individuální automobilové dopravy v oblastech mimo město a prostředky MHD v rámci města. Důležité je budovat tato parkoviště na hlavních tazích do města. Současně také musí mít vyhovující kapacitu a musí být budována v blízkosti zastávek MHD. Takovéto řešení slibuje snížení intenzity automobilové dopravy v centrech měst a z toho vyplývající zlepšení ekologické situace, či snížení nároků na parkování. V neposlední řadě napomáhá k úspoře času stráveného cestováním. Pro zvýšení atraktivity je v první řadě důležitá kvalitní MHD, kratší dojezdový čas prostředky MHD, než soukromým vozidlem a také technické zařízení parkoviště. Tím je myšleno vybavení informačními tabulemi pro snadnou orientaci ve spojích a také automaty na prodej jízdenek. [2]



*Obr.1 Dopravní značení parkoviště P+R*

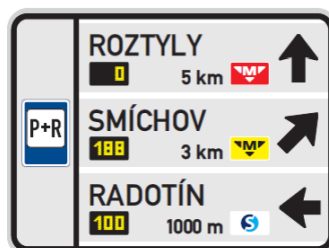
Dalším důležitým prvkem je samotný naváděcí systém. Parkoviště P+R využívá v závislosti na možnosti monitorování obsazenosti parkoviště a následné možnosti informování řidičů dva systémy navádění. Jedná se o statické a dynamické naváděcí systémy.

**Statické naváděcí systémy** – navádění probíhá pomocí svislých dopravních značek. Využívá se především dopravní značky „Parkoviště“ doplněnou o informace typu, název, vzdálenost a směr k nejbližšímu parkovišti, případně druh MHD, příklad tohoto značení je na obr.2. Nevýhodou je nemožnost informování řidičů o zaplnění parkoviště.



*Obr.2 Statické navádění*

**Dynamické naváděcí systémy** – využívají kombinaci statických prvků spolu s proměnlivými prvky, k vidění na obr.3. Tyto proměnlivé prvky řidiče informují podobně jako v případě statických naváděcích systémů o názvu, vzdálenosti, případně druhu MHD v blízkosti parkoviště. Mimo to však také informují o obsazenosti, případně umožňují využití alternativního parkoviště. [2]



*Obr.3 Dynamické navádění*

### 4.2.3 Zóny omezení

Ve městech vznikají oblasti, ve kterých je provoz určitých typů vozidel v problematickém období dne buď omezen, nebo zcela zakázán. Zřizují se za účelem odklonění dopravy z center měst, především kamionové dopravy, případně pro regulaci dopravy v problematické oblasti. Takovéto zóny jsou označeny příslušnými dopravními značkami, udávající zákaz nebo omezení podle použitých symbolů. Příkladem může být dopravní značka na obr.4, zakazující nejen vjezd konkrétních vozidel do dané oblasti, ale současně i zastavení v této oblasti. Ovšem nemusí se jednat pouze o zákaz vjezdu určitých typů vozidel, zákaz je možné vztahovat v podstatě na cokoliv, např. emisní třídu vozidla apod. [5]



Obr.4 Dopravní značka omezení vjezdu

### 4.3 Management silnic a dálnic

Provoz na silnicích a dálnicích mimo město je specifický tím, že na rozdíl od městského provozu se jezdí rychleji a na delší vzdálenosti. Z toho důvodu je podstatné, aby řidiči byli informováni o aktuálním stavu vozovky, či provozu na pozemní komunikaci. K tomuto účelu se využívají telematické aplikace, pomocí kterých se zvyšuje bezpečnost dopravy a současně se doprava reguluje. [2] [3]

Dopravní kongesce celosvětově způsobují ekonomické ztráty dosahující miliard eur. Nejedná se však pouze o ztráty ekonomické. V dopravních kongescích se výrazně zvyšuje riziko dopravních nehod, které s sebou přinášejí zranění účastníků, nebo i ztráty na životech. Dalším negativem tvorby kongescí je stres působící na řidiče. Použitím telematických prostředků se zvyšuje propustnost komunikací, která napomáhá k větší plynulosti dopravy. Plynulý provoz má pozitivní vliv na řidiče, stejně tak i na ekologii. [2]

Pro dosažení plynulého provozu se využívá liniové řízení RLTC (*Road Line Traffic Control*), které ke své činnosti využívá sběr dat týkajících se dopravního proudu (intenzita, rychlost, skladba) na delším úseku komunikace spolu s jejich následným vyhodnocováním. Následná regulace dopravního proudu se provádí prostřednictvím proměnných dopravních značek na obr.5. Tyto značky upozorní řidiče na změnu rychlosti, zákaz předjíždění apod. Dále se mohou využívat při řízení vjezdu na dálnice, kde se využívá systému RM (*Ramp Metering*). Hlavními cíli tohoto systému jsou harmonizace a stabilizace dopravního proudu a s tím související zvýšení bezpečnosti a propustnosti komunikace.



*Obr.5 Proměnné dopravní značení*

Pro dosažení těchto cílů se využívá stabilizace založená na omezování rychlosti vozidel. S nižší rychlostí se zmenšují odstupy jednotlivých vozidel a tím se zvyšuje propustnost komunikace. To má samozřejmě současně pozitivní vliv na bezpečnost. Další zvýšení bezpečnosti se dosahuje prostřednictvím dopravních značek upozorňující na potenciální nebezpečí. [2]

Mezi tyto systémy řadíme informace o aktuálním stavu vozovky, kterými jsou např. informace o teplotě na obr.7, tvorbě náledí, vody na vozovce apod.

„Využitím techniky nazývané ACC (*Automated Cruise Control*) lze významně omezit počet nehod. Pro fungující ACC systém je nutné vytvořit potřebnou infrastrukturu danou:

- monitorováním stavu komunikace (fyzikálních podmínek), monitorováním dopravního proudu a případných překážek (kongesce, nehody)
- zpracováním informací v dopravním centru
- předáním informací řidiči“ [3]

Informace získané měřením, videodohledem, hlášením policie nebo ostatních řidičů se odesílají do dopravního centra, kde jsou zpracovány, vyhodnoceny a dále poskytovány řidičům. Řidiči tyto informace přijímají prostřednictvím informačního systému ve vozidle, nebo častěji prostřednictvím informační tabule a proměnných dopravních značek, příklad na obr.8. [3]





Obr.7 Informace o teplotě



Obr.8 Proměnná dopravní značka

### 4.3.1 Preference obsazených vozidel

Princip systému HOV (*High Occupancy Vehicles*) spočívá ve vyhrazení jízdního pruhu pro vozidla s dvěma a více pasažéry (obr.6). Tím se zajistí lepší vytěžování vozidel. Používá se na pěti a vícepruhových komunikacích. Dva jízdní pruhy v každém směru jsou s prostředním jízdním pruhem odděleny pomocí elektronicky řízených dopravních značek a závor. Tento prostřední jízdní pruh je využíván v ranní špičce pro vjezd do města a ve večerní špičce pro výjezd z města, přičemž tento jízdní pruh smí využívat pouze vozidla s více pasažéry. Dodržování této podmínky kontroluje automatický videosystém, který je schopen rozpoznat registrační značku vozidla. [2]



Obr.6 Jízdní pruh HOV

## 4.4 Elektronické zpoplatnění dopravní cesty

„Elektronické vybírání poplatků EFC (*Electronic Fee Collection*) za použití dopravní infrastruktury (elektronické placení za parkování, za průjezdy městem, elektronické placení dálničních poplatků atd.) je částečným řešením problému financování dopravní infrastruktury. Zavedení poplatků za reálné využívání komunikací je jediným spravedlivým prostředkem, jak ocenit ztráty na komunikacích a ekologické dopady vyvolané vozidly.“ [6]

Zavedením EFC stát nezískává pouze nástroj k dosahování dodatečných zdrojů financování či naplňování dopravních cílů. Získává zároveň důležitou součást dopravního systému, kterou je nutné před jeho zavedením důkladně zkoumat. „Špatně koncipovaný systém může například vést k odklonu vozidel na jiné méně vhodné trasy.“ [6]

Je tedy důležité zkoumat z hlediska dopravního i ekonomického dopady a přínosy zavedení systému EFC. Jeho hlavními cíli jsou:

- **Zkoumání citlivosti poplatku na objíždění:** hodnotí se, jaký vliv bude mít výše poplatku u různých kategorií vozidel na riziko objíždění. Případně objem vozidel, která budou využívat alternativní nezpoptatněné trasy.
- **Identifikace kritických míst na trase:** v těchto místech se riziko objíždění zpoplatněných úseků oproti jiným místům na trase zvyšuje.
- **Analýza příjmů z EFC systémů:** v této části se stanovuje výše příjmů na základě stanovené výše poplatků, které se určí na základě míry rizika objíždění zpoplatněných úseků a cen dálničních známek či jiné možnosti zpoplatnění. [6]

### 4.4.1 Mýtné a jeho význam v dopravě

Pojem mýto značí poplatek za užití dopravní cesty. Ve staré češtině také označoval mzdu či odměnu. Prvopočátky mýtného systému lze vyzorovat již ve starověku, kdy správci nemohli nabídnout kvalitní dlážděné cesty. Namísto toho lidem cestujícím po těchto cestách nabízeli ochranu před bandity a bezpečí výměnou za jinou protihodnotu. Ve středověku si mýtné nárokoval král, postupně přenášel tyto pravomoci na šlechtu a města. Odtud pramení názvy některých měst. Tato města bohatla díky své poloze na důležitých obchodních stezkách. V česku se nachází pět měst, která nesou název Mýto a další, která jsou odvozená např.

Vysoké Mýto, které se nacházelo na důležité obchodní cestě na Moravu. Poplatky se postupně přesunuly na hranice velkých měst, kde se platil poplatek za vjezd do centra města a na mosty jako je například most Legií na Praze 1 obr. 9. [7][8][9]



*Obr.9 Výběrčí budky na mostě Legií*

#### **4.4.2 Legislativa**

Základní dokumenty dopravní politiky EU tvoří „Bílá kniha“ a „Doprava 2050“. Tyto dva dokumenty přijala Evropská komise v březnu roku 2011 a jejich cílem je vytvořit v Evropě konkurenceschopný dopravní systém. Poukazují na důležitost seznámení uživatele s celkovými náklady vynaloženými na správné fungování dopravní infrastruktury. Současně poukazují na nárůst silniční dopravy ve státech EU. Nastiňují strategii, kterou by se měly jednotlivé státy ubírat. Toto má vést k odstranění největších překážek, zvýšení mobility a podpoře ekonomiky. Současně si také dává za cíl zmírnění ekologických dopadů dopravy na životní prostředí. [6][10]

„K dosažení tohoto cíle bude třeba transformovat současný dopravní systém v Evropě. Hlavní cíle, jichž je třeba dosáhnout do roku 2050, jsou následující:

- žádná vozidla s konvenčním palivem ve městech;
- 40 % využívání udržitelných nízkouhlíkových paliv v letecké dopravě; nejméně 40 % snížení emisí z lodní dopravy;
- 50 % přesun cest na střední vzdálenosti v meziměstské osobní a nákladní dopravě ze silniční dopravy na železniční a vodní dopravu;

uvedená opatření do roku 2050 přispějí k 60 % snížení emisí z dopravy.“ [10]

Dále se legislativa zabývá zpoplatněním dopravní infrastruktury v členských státech. Umožňuje členským státům vytvořit vlastní způsoby zpoplatnění. V České republice (*dále jen ČR*) se zpoplatnění dopravní infrastruktury řídí zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Zpoplatněná vozidla jsou rozčleněna do kategorií podle jejich ekologických dopadů na životní prostředí. Do jaké kategorie vozidlo spadá a jaký poplatek tedy mohou státy vyměřit udává „Směrnice Evropského parlamentu a Rady 1999/62/ES ze dne 17. června 1999 o výběru poplatků za užívání určitých pozemních komunikací těžkými nákladními vozidly“. Výše vyměřeného poplatku závisí na ujeté vzdálenosti a vlastnostech vozidla. Tím rozumíme druh vozidla, maximální celkovou hmotnost, počet náprav, systém odpružení a emisní kategorii vozidla. [6][11]

Dalším prvkem, kterým se legislativa zabývá je interoperabilita neboli provázanost systémů. Jedná se o schopnost umožňující více systémům komunikovat a vyměňovat si informace. V současné době v Evropě funguje několik EFC systémů, které však nejsou vzájemně kompatibilní. To přináší řadu komplikací pro dopravce, kteří musí svá vozidla vybavit několika OBU (*On Board Unit*) jednotkami, navíc musí mít uzavřenou smlouvu s každým provozovatelem jednotlivých mýtných systémů. V EU existují iniciativy, které se snaží tuto situaci vyřešit a zjednodušit tak dopravcům placení poplatků. Jedná se o EETS (*European Electronic Tolling Service*) a REETS (*Regional European Electronic Tolling Service*). Snahou těchto iniciativ je zajistit dopravcům jednu OBU jednotku a smlouvu s jedním poskytovatelem, která by platila na celém území Evropy. Legislativně řeší interoperabilitu „Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2004/52/ES“. [17][18]

### **4.4.3 Důvody zavedení**

V současné době slouží mýto jako zdroj financí sloužící k zajištění udržitelné dopravní infrastruktury a k jejímu rozvoji. Současně má vést k přesunu části nákladní dopravy ze silnic na železnici. [12]

Z počátku byl hlavním důvodem zavedení mýta zisk dodatečných zdrojů financování, které však nezahrnovaly náklady na výstavbu a rozvoj sítě. Později začalo mýto plnit i funkci regulační, kdy v páteční dopravní špičce platila zvýšená sazba mýtného. Tato funkce má za úkol snížit počet nákladních vozidel v dopravní špičce. Vzhledem ke stále volnějším vztahům mezi státy EU bylo potřeba přenést část nákladů spojených s údržbou a rozvojem dopravní

infrastruktury také na zahraniční dopravce. Zavedení výkonového zpoplatnění znamená shodné finanční zatížení pro tuzemské i zahraniční dopravce. [13] [14]

### ***Pozitivní vliv zavedení mýtného systému***

Mýtné systémy s sebou přinášejí řadu výhod, které jsou s tímto telematickým systémem spojeny. Mezi hlavní výhody se bezesporu řadí zisk pro státní rozpočet, plynoucí ze zpoplatnění vybraných pozemních komunikací. To je patrné z tab.1, která uvádí sumy vybrané od zavedení mýtného v ČR. Zavedení mýtného může rovněž vést k vyššímu využívání hromadné dopravy, které s sebou přináší omezení kongescí a zmírnění ekologického dopadu dopravy na životní prostředí. Dalším pozitivem je možnost regulace, kdy lze např. v dopravních špičkách omezovat různé druhy vozidel zvýšením sazby mýtného. [6]

Rok	CZK	EUR
2007	5 568 399 895	217 100 078
2008	6 144 464 851	239 559 626
2009	5 544 017 751	216 149 470
2010	6 529 312 980	254 564 037
2011	8 125 125 384	316 781 371
2012	8 679 886 477	338 410 327
2013	8 558 062 061	333 660 652
2014	8 733 698 146	340 508 330
2015	9 736 516 948	379 606 103
2016	9 890 492 814	385 609 295
2017	10 405 853 711	405 702 121
2018	10 805 238 568	421 273 288
2019(únor)	1 766 780 341	68 883 011
<b>Celkem</b>	<b>100 487 849 927</b>	<b>3 917 807 709</b>

*Tab.1 Vybrané mýtné v ČR*

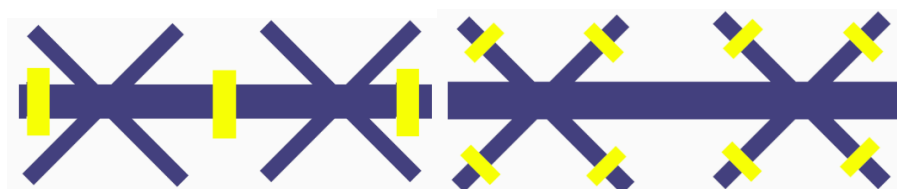
### ***Negativní vliv zavedení mýtného systému***

Zavedení mýtného s sebou kromě výhod v podobě dodatečných zdrojů financí či možnosti regulace přináší i negativní aspekty. Hlavní příčinou těchto negativních aspektů jsou dopravci. Jejich snaha ušetřit náklady na dopravu je vede k přesunu části dopravního výkonu na paralelní nezpoptatněné trasy. Tyto trasy vedou po silnicích I. třídy a nižších, které nejsou na takové zatížení stavěny a dochází k jejich degradaci, viz příloha 1. Dalším negativem je, že tyto silnice vedou přes obce. Dochází tedy ke zhoršení stavu ovzduší, dále k tvorbě kongescí a v neposlední řadě ke snížení bezpečnosti v těchto obcích. Studie zpracovaná pro Spolkové ministerstvo dopravy v Rakousku ukazuje, že po zavedení mýtného došlo k přesunu přibližně 2,3 % dopravního výkonu na nezpoptatněné trasy. [15][16]

#### 4.4.4 Dělení elektronického výběru poplatků

Electronic Fee Collection (*dále jen EFC*) systémy je možné dělit dle možností zpoplatnění oblasti. Jedná se o poplatky závislé na ujeté vzdálenosti. Tento způsob se využívá převážně v neobydlených oblastech. Druhý způsob je zpoplatnění vjezdu do určité oblasti, další pohyb v této oblasti není sledován ani zpoplatněn. Toto řešení se využívá především ve městech. Zpoplatnění závislé na ujeté vzdálenosti se může vyměřovat na vybraných komunikacích, vybraných úsecích, nebo na všech komunikacích v konkrétní oblasti. [6]

Zpoplatnění vybraných komunikací spočívá ve zpoplatnění dálnice či komunikací nižších tříd. Poplatky za ujetou vzdálenost mohou platit pouze vozidla určité kategorie. Systém zpoplatnění lze navrhnout jako otevřený obr.11, nebo uzavřený obr.12. Rozdíl spočívá v umístění mýtných bran. V případě otevřeného systému se mýtné brány nacházejí v úseku mezi křižovatkami, zatímco v případě uzavřeného systému se mýtné brány nacházejí na každém vjezdu a výjezdu na placený úsek. Dále je možné využít celoplošné zpoplatnění, kde je u konkrétních kategorií vozidel vybírán poplatek za každý ujetý kilometr v celé oblasti. Při vjezdu do této oblasti se vozidlo registruje a v určitých intervalech se odečítá ujetá vzdálenost. To klade nároky na použitou technologii. Tento systém zpoplatnění se využívá ve Švýcarsku.



Obr.11 Otevřený systém zpoplatnění Obr.12 Uzavřený systém zpoplatnění

V případě zpoplatnění konkrétních úseků se jedná spíše o kratší úseky než v předchozím případě. Tento konkrétní úsek na komunikaci, většinou most, nebo tunel je zpoplatněn jednorázovým poplatkem za průjezd. Jedná se o velice nákladné projekty a tímto způsobem se vláda snaží získat část prostředků zpět. Jako příklad lze uvést most přes Öresund obr.13, který spojuje severské státy Švédsko a Dánsko. Tato impozantní dopravní stavba se skládá ze tří částí, podmořského tunelu přibližně tři kilometry dlouhého, silnice po uměle vytvořeném ostrově asi čtyři kilometry a samotného mostu. Celková délka stavby je šestnáct kilometrů a za přejetí mostu je vyměřena platba až 100 €.



*Obr.13 Öresundský most*

Ve městech se používají dva druhy zpoplatnění. Jedná se o kordonové zpoplatnění, využívané v norských městech Oslo, Bergen a Trondheim, a zpoplatnění vstupu do oblasti využívaným v Londýně. Rozdíl spočívá v tom, že v případě kordonového zpoplatnění uživatel platí pokaždé, když překročí danou hranici, zatímco v případě zpoplatnění vstupu do oblasti uživatel platí poplatek pouze jednou za den. [6][19]

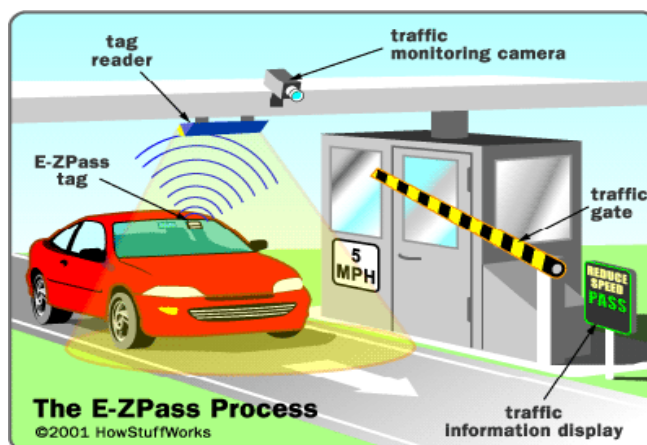
Dále se systém vybírání poplatků může dělit dle použité metody výběru v jednotlivých jízdnicích pružích na vícepruhových komunikacích. Ve většině případů jsou tyto pruhy v rámci urychlení využívány pouze pro jednu metodu hrazení poplatku, jak je možné vidět na obr.10. Samotné rozdělení je poté na jednopruhový systém, pseudo vícepruhový a vícepruhový systém. Rozdíl spočívá v oddělení jízdnicích pruhů, kdy v případě jednopruhového systému jsou jízdnicí pruhy fyzicky odděleny. Rozdíl mezi pseudo vícepruhovým a vícepruhovým je ten, že v případě prvního zmiňovaného se nepředpokládá přejíždění vozidel z pruhu do pruhu. [4]



*Obr.10 Rozdělení jízdnicích pruhů*

## 4.4.5 Mýtné systémy ve světě

**USA** – ve Spojených státech amerických se využívá hned několik metod, jak platit za průjezd zpoplatněnými úseky. Od klasických mýtných bran, kde se platí pouze hotově, přes elektronické systémy snímající poznávací značku, až po moderní a nejvíce rozšířenou metodu ve východních státech E-Zpass. Tato mikrovlnná technologie pracuje na kmitočtu 915 MHz. Pro svou funkci, patrnou z obr.14, využívá OBU jednotku a mýtné brány na pozemní komunikaci. [20][21]



Obr.14 E-Zpass

**Čína** – většina čínských dálnic je zpoplatněna pomocí karet, které řidič obdrží při vjezdu na dálnici. Při sjezdu z dálnice je řidiči vyměřen poplatek podle ujeté vzdálenosti. Čína stále rozvíjí svůj ETC (*Electronic Toll Collection*) elektronický systém vybírání poplatků. Na většině míst podporujících ETC je vyhrazený pruh pro tuto možnost úhrady poplatku. Mýtné brány obr. 15 jsou označeny podle způsobu platby. Poplatek se pohybuje okolo 0,5 CNY (*čínský juan*) za kilometr. [22]





*Obr.15 Mýtná brána v Číně*

**Malajsie** – v Malajsii jsou zpoplatněny veškeré dálnice. Využívají dva druhy zpoplatnění, otevřený a uzavřený systém. V případě otevřeného systému řidič zaplatí stanovenou částku při vjezdu na zpoplatněnou komunikaci, další poplatky mu nejsou účtovány. Uzavřený systém je naopak zpoplatněn v závislosti na ujeté vzdálenosti. Tento způsob zpoplatnění se využívá na North South Expressway, East Coast Expressway a South Klang Valley Expressway. Elektronický výběr mýtného zajišťují dva systémy Touch 'n Go a Smart TAG. Výše mýtného je jednotná viz. obr.16, s výjimkou Penang Bridge a tunelu SMART. [23]

E5 LEBUHRAYA SHAH ALAM		
PLAZA TOL SUNWAY		
KENDERAAN	KELAS	KADAR TOL
	1	RM 2.00
	2	RM 3.00
	3	RM 4.00
TEKSI	4	RM 1.00
	5	RM 1.50

SILA SEDIAKAN BAYARAN TEPAT

*Obr.16 Ceny mýtného-Malajsie*

**Austrálie** – australské dálnice nejsou zpoplatněné, výjimku tvoří dálnice v okolí měst Sydney, Melbourne a Brisbane. V těchto oblastech se využívá technologie DSRC (*Dedicated Short Range Communication*) pracující na frekvenci 5,8 GHz, s detekčním zařízením a videodohledovým zařízením. Stát Queensland, tedy okolí města Brisbane, využívá pouze možnost elektronické platby mýtného. Zbylé dvě oblasti využívají více metod úhrady mýtného. Každý stát má vlastní systém platby elektronického mýtného, které shodně vyžaduje registraci na internetových stránkách. Na těchto stránkách je možné uhradit poplatek předem, tzv. DayPass. Pro každodenní uživatele je možnost pořízení OBU jednotky. [24][4]

**Japonsko** – na japonských ostrovech se nachází více než 9 500 km dálnic. Většina z těchto dálnic je zpoplatněna. Řidič má možnost uhradit tyto poplatky manuálně ve výběřích mýtných branách a to hotově, nebo kartou. Alternativou je výběr mýta elektronicky. Japonsko využívá mikrovlnnou technologii DSRC pracující na frekvenci 5,8 GHz. Využívání této technologie je podmíněno vlastnictvím ETC karty a současně musí být vozidlo vybaveno čtečkou této karty, kterou lze vidět na obr.17. Pro získání ETC karty je vyžadováno vlastnictví japonské kreditní karty. [4][25]



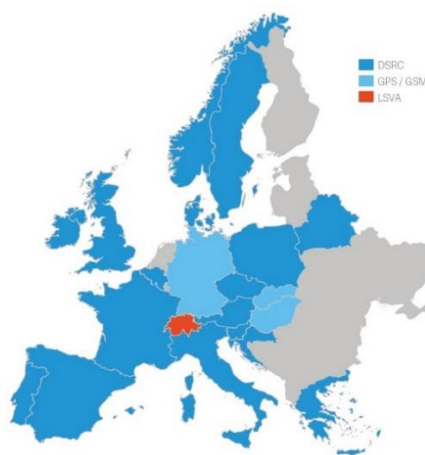
Obr.17 Čtečka ETC karty

## 4.4.6 Mýtné systémy v Evropě

Evropské mýtné systémy se řídí evropskou Směrnicí 2004/52/ES o interoperabilitě elektronických systémů pro výběr mýtného. Tato směrnice je závazná pro členské státy EU a definuje dvě základní metody vybírání elektronického mýtného. Reaguje tak na vzájemně nekompatibilní mikrovlnné a satelitní systémy. Elektronické mýtné systémy v EU uvedené do provozu po 1. lednu 2007 musí využívat jedno ze schválených technologických řešení:

1. kombinaci satelitního určení polohy GNSS (*Global Navigation Satellite System*) (v současnosti GPS (*Global Positioning System*), výhledově GALILEO) v kombinaci s mobilními sítěmi GSM/GPRS (*Global System for Mobile Communications / General Packet Radio Service*); nebo
2. mikrovlnnou technologii DSRC pracující na frekvenci 5,8 GHz.

Výjimku představuje Švýcarsko se svým vlastním systémem celoplošného zpoplatnění LSVA (*Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe*). Důvodem je, že Švýcarsko není členem EU, tudíž se nemusí řídit jejími nařízeními. Mezi členskými státy je nejrozšířenější mikrovlnná technologie, jak je patrné z obr.18. [26]



Obr.18 Používané mýtné technologie v Evropě

### 4.4.6.1 Mikrovlnný systém

Tento systém využívá technologii DSRC. Fyzická brána, nacházející se na zpoplatněné komunikaci, případně v těsné blízkosti zpoplatněné pozemní komunikace, komunikuje s palubní jednotkou OBU umístěnou ve vozidle. Komunikace probíhá pomocí rádiových, případně infračervených vln, které zajistí vzájemnou výměnu dat. Funkce mikrovlnného systému jsou znázorněny na obr.19. Tato technologie zajišťuje detekci a lokalizaci vozidel.[4]



Obr.19 Funkce mikrovlnného systému

Pomocí této technologie je zajištěna vysoce spolehlivá zabezpečená komunikace na krátkou vzdálenost. Frekvence 5,8 GHz využívaná v Evropě vyžaduje přímou viditelnost mezi zařízeními. Vzhledem k poloze mýtné brány je snadné určit polohu projíždějícího vozidla. Tento systém lokalizace je velmi spolehlivý. [27][6]

#### ***Fyzická architektura mikrovlnného systému***

Fyzická architektura systému využívající DSRC technologii využívá tři vrstvy. První vrstvou je OBU jednotka ve vozidle spolu s RSE (*Road Side Equipment*) zařízením na dopravní infrastruktuře. RSE zajišťuje samotný výběr poplatku, současně slouží jako dohledový systém. OBU jednotka slouží k identifikaci projíždějícího vozidla.

Druhou vrstvu tvoří komunikační zařízení umístěné na RSE, které umožňuje spojení s řídicím centrem. Současně do této vrstvy patří komunikace mezi provozovatelem EFC a řídicím centrem.

Třetí vrstvou je vazba řídicího centra na jiná EFC centra, zajišťující kontrolní procesy. Tím rozumíme kontrolu plateb, registr odcizených vozidel, pojišťovny a další. Takto koncipovaný systém je nutné dozorovat nezávislým pozorovatelem. [6]

## ***Zařízení ve vozidle a na vozovce***

Palubní jednotka nacházející se ve vozidle OBU komunikuje se zařízením RSE, které se nachází na vozovce. Tyto jednotky si vzájemně vyměňují informace o projíždějícím vozidle. OBU jednotka (obr.20), se umístí za čelní sklo a dovnitř se vloží elektronická karta. Elektronická karta ve vozidle může být přeplacená „pre-pay“, nebo v případě smlouvy uzavřené s provozovatelem probíhá platba formou vyúčtování „post-pay“. RSE je tvořen fyzickou branou (obr.21), kde je umístěno komunikační zařízení, které zabezpečuje komunikaci mezi OBU jednotkou ve vozidle a fyzickou branou. Dále jsou na RSE umístěna zařízení sloužící jako dohledový systém a komunikační zařízení spojující mýtnou bránu s řídicím centrem.

Mimoto je možné mýtné brány doplnit o další prvky, ať už se jedná o bezpečnostní, nebo kontrolní prvky. Jedná se o kamerové systémy a různá čidla a senzory zjišťující rozměry vozidel, povětrnostní podmínky apod. Mýtné brány mohou být také vybaveny zařízením na měření rychlosti. Dále je možné zjišťovat hmotnost vozidel prostřednictvím vážení vozidel za jízdy (viz kapitola 4.5). Důležitým bezpečnostním prvkem je zjišťování směru jízdy. Senzory na mýtných branách neustále sledují veškerý provoz na dálnici a vyhodnocují směr jízdy jednotlivých vozidel. Princip je velmi jednoduchý. Zjednodušeně lze říci, že senzor vysílá dva paprsky a podle toho, jak vozidla protnou tyto paprsky, senzory zjistí směr jízdy vozidla. Vozidlo jedoucí ve správném směru nejprve protne paprsek A a následně paprsek B, zatímco vozidlo jedoucí v protisměru protne paprsky v opačném pořadí.[28] [4][29]



*Obr.20 OBU jednotka*



*Obr.21 Fyzická mýtná brána*

### ***Dohledový systém***

Dohledový systém slouží jako kontrola, zda projíždějící vozidla splnila mýtnou povinnost. Při průjezdu vozidla mýtnou branou je toto vozidlo pomocí čidel detekováno, kategorizováno a současně snímáno prostřednictvím průmyslových kamer. Dále se zjišťuje, zda proběhlo splnění mýtné povinnosti. Pokud je OBU vadná, nebo se ve vozidle nenachází a nedojde ke komunikaci, dohledový systém pořídí snímek registrační značky vozidla. [4]

Součástí dohledového systému je také celní správa. Příslušníci celní správy mohou zastavovat a kontrolovat podezřelá vozidla zjištěná zařízením na mýtných branách. Mohou také sami kontrolovat vozidla prostřednictvím směrové antény umístěné na vozidle celní správy (obr.22). Směrovou anténu mohou využívat za jízdy stejně tak jako na parkovištích, případně mohou stát na okraji pozemní komunikace. Směrová anténa komunikuje s jednotkami OBU v kontrolovaných vozidlech a předává informace na monitor hlídce celní správy. [30]



*Obr.22 Směrová anténa na vozidle celní správy*

## ***Řídící centrum***

Řídící centrum zpracovává přijaté platby, rozděluje částky mezi provozovatele dálnic. Vede evidenci veškerých přijatých plateb a uzavírá smlouvy s uživateli. Zajišťuje instalaci a servis OBU jednotek a současně spravuje síť uživatelských terminálů. Zajišťuje bezproblémový chod EFC systému, včetně komunikace s uživateli, či správními institucemi. [6]

## ***Země využívající mikrovlnný systém***

Mikrovlnný systém je v Evropě nejpoužívanějším systémem elektronického výběru mýtných poplatků. Mezi země využívající tuto technologii patří mimo jiné i Česká republika.

## **Česká republika**

Povinnost platit mýtné za užití zpoplatněné komunikace je v ČR od roku 2007. Zpočátku tato povinnost platila pouze pro vozidla nad 12 tun. Od roku 2010 se přidala i vozidla s povolenou hmotností nad 3,5 tuny. Provozovatelé vozidel podléhající platbě mýtného nejsou povinni vylepovat časový kupón. Zpoplatněné úseky jsou označeny dopravní značkou (obr.23), celková délka činí 1 460 km. [31][32][12][33]



*Obr.23. Dopravní značka označující začátek a konec mýtného*

V České republice se využívá mikrovlnná technologie DSRC, je tedy vytvořena síť zpoplatněných komunikací vybavená fyzickými mýtnými branami. Zpoplatněné komunikace jsou vyznačeny na obr.24. Projetím této mýtné brány vzniká mýtná povinnost, nezávisle na tom, je-li vozidlo vybaveno OBU palubní jednotkou či nikoliv. Od roku 2008 se mikrovlnný systém rozšířil o systém satelitní. Vznikl tzv. „hybridní systém“. Přestože byla tato hybridní technologie otestována, není doposud v ČR využívána k výběru mýtného. [32][34]



Obr.24 Zpoplatněné komunikace v ČR

Regulační funkci mýtného systému začala využívat ČR, stala se tak průkopníkem v této oblasti. Tento druh regulace spočívá ve zvýšení sazby mýtného v páteční špičce. V období od 15 do 20 hodin (dříve 21 hodin) se zvýší sazba za průjezd placeným úsekem. Tím jsou dopravci motivováni uskutečňovat přepravu v jiném období. Výše sazby za 1 km určuje Nařízení Vlády ČR. Sazba je závislá na maximální povolené hmotnosti, počtu náprav, emisní třídě, skutečně ujeté vzdálenosti a denní době. Jednotlivé sazby včetně zvýšené sazby v páteční špičce jsou uvedeny v tab.2. Provozovatelem mýtného systému v ČR je rakouská firma Kapsch, avšak od roku 2020 by se měly provozovatelem mýtného systému stát firmy CzechToll a SkyToll. [14][32][35]

emisní třída	EURO 0-II			EURO III-IV			EURO V			EURO VI		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
počet náprav	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
dálnice	3,34	5,70	8,24	2,82	4,81	6,97	1,83	3,13	4,52	1,67	2,85	4,12
pátek 15-20 h	4,24	8,10	11,76	3,58	6,87	9,94	2,33	4,46	6,46	2,12	4,05	5,88
silnice I. třídy	1,58	2,74	3,92	1,33	2,31	3,31	0,87	1,50	2,15	0,79	1,37	1,96
pátek 15-20 h	2,00	3,92	5,60	1,69	3,31	4,74	1,10	2,15	3,07	1,00	1,96	2,80
autobusy	1,38			1,15			1,04			0,80		

Tab.2 Sazby mýtného v ČR



## Rakousko

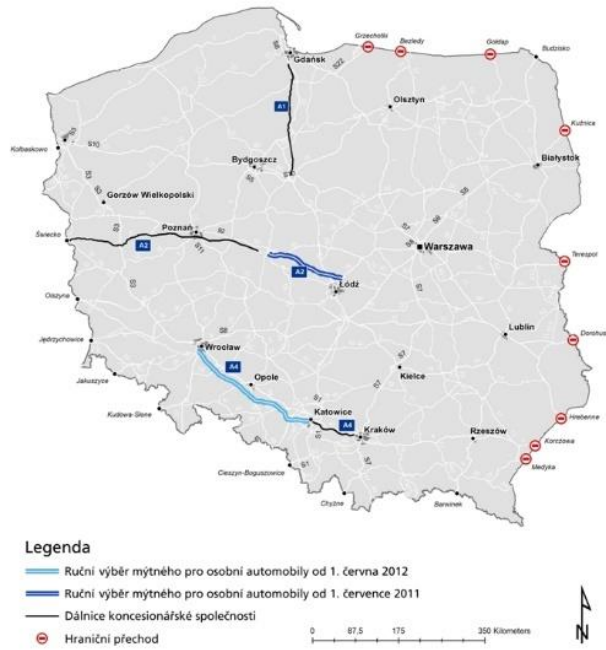
V Rakousku se podobně jako ve většině států Evropy vybírá mýtné prostřednictvím mikrovlnné technologie. Společnost Asfinag spravuje mýtný systém na území Rakouska. Mýtná povinnost se vztahuje na všechna vozidla nad 3,5 tuny. Tato vozidla musí být vybavena palubní jednotkou GO-box. Sazba mýtného závisí na počtu ujetých kilometrů, počtu náprav a emisní třídě vozidla. Na úsecích nákladných na výstavbu platí povinnost platit mýtné pro všechna vozidla bez výjimky. Jedná se o alpské oblasti, tedy především o tunely zbudované v těchto oblastech. Tyto úseky jsou ohraničeny mýtnými branami. Na obr.25 lze vidět zpoplatněné úseky na území Rakouska jejich délka je téměř 2 200 km. Modře jsou vyznačeny oblasti zpoplatněné pro všechna vozidla. [36][37]



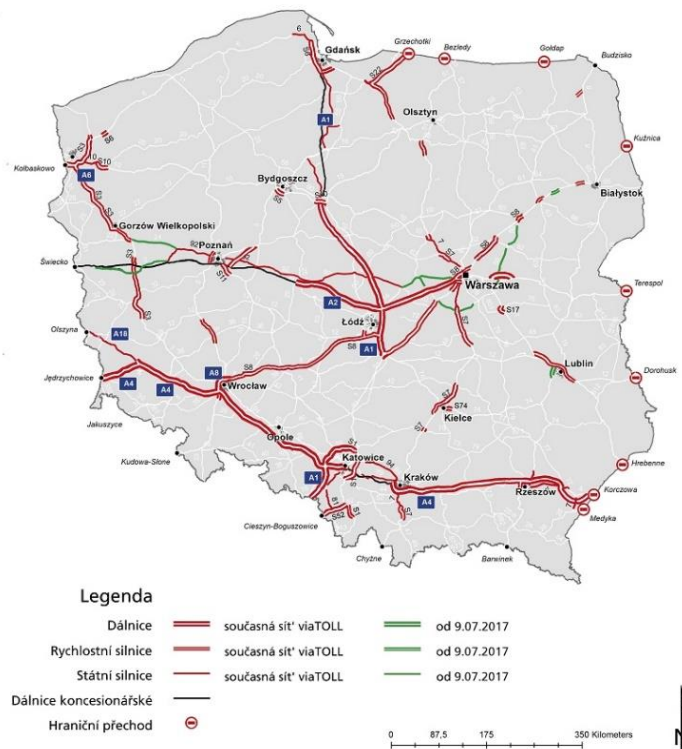
Obr. 25 Mapa zpoplatněných komunikací Rakousko

## Polsko

Polský mýtný systém spravuje firma viaTOLL. Jedná se o mikrovlnný systém, který je využíván pro nákladní, tedy pro vozidla nad 3,5 tuny, ale i osobní dopravu, vozidla s hmotností menší než 3,5 tuny. Celková délka zpoplatněných komunikací je 2 650 km. Tento systém komunikuje s palubní jednotkou viaBOX. Vozidla vybavená touto palubní jednotkou mohou na zpoplatněných úsecích využívat pruhy pro výběr elektronického mýtného. Manuální výběr se uskutečňuje pouze na vybraných úsecích uvedených na obr.26 a je určen pouze pro vozidla do 3,5 tuny. Úseky zpoplatněné elektronickým mýtným jsou znázorněny na obr.27. [38][39]



Obr.26 Úseky manuálního výběru Polsko



Obr.27 Zpoplatněné komunikace Polsko

## Francie

Na území Francie platí na dálnicích mýtná povinnost pro všechna vozidla. Výběr poplatku probíhá v mýtných branách. Způsob hrazení probíhá několika způsoby. Jedním ze způsobů je technologie DSRC. Pro tento způsob hrazení poplatku existují dva systémy. Vozidla nad 3,5 tuny nebo vyšší než 3 metry využívají systém TIS PL. Vozidla pod 3,5 tuny využívají systém Liber-t. Pro vozidla vybavená touto technologií je určen průjezd označený písmenem t značící Telepass. Pro ostatní účastníky je určen vjezd se zelenou šipkou. V takto označeném vjezdu obdrží při nájezdu na dálnici lístek, který uhradí při sjezdu z dálnice v mýtné bráně.

Při nájezdu na dálnici je tedy nutné sledovat v kterém jízdním pruhu probíhá požadovaný způsob úhrady poplatku. Označení mýtných bran je vidět na obr.28. Francouzská dálniční síť čítá téměř 13 tisíc km, z nichž většina úseků je placena. Placené úseky dálnic jsou označeny dopravní značkou péage, (obr.29). [40][41][42][43][44]



*Obr.28 Mýtné brány ve Francii*



*Obr.29 Dopravní značka označující mýtnou bránu*

## ***Shrnutí***

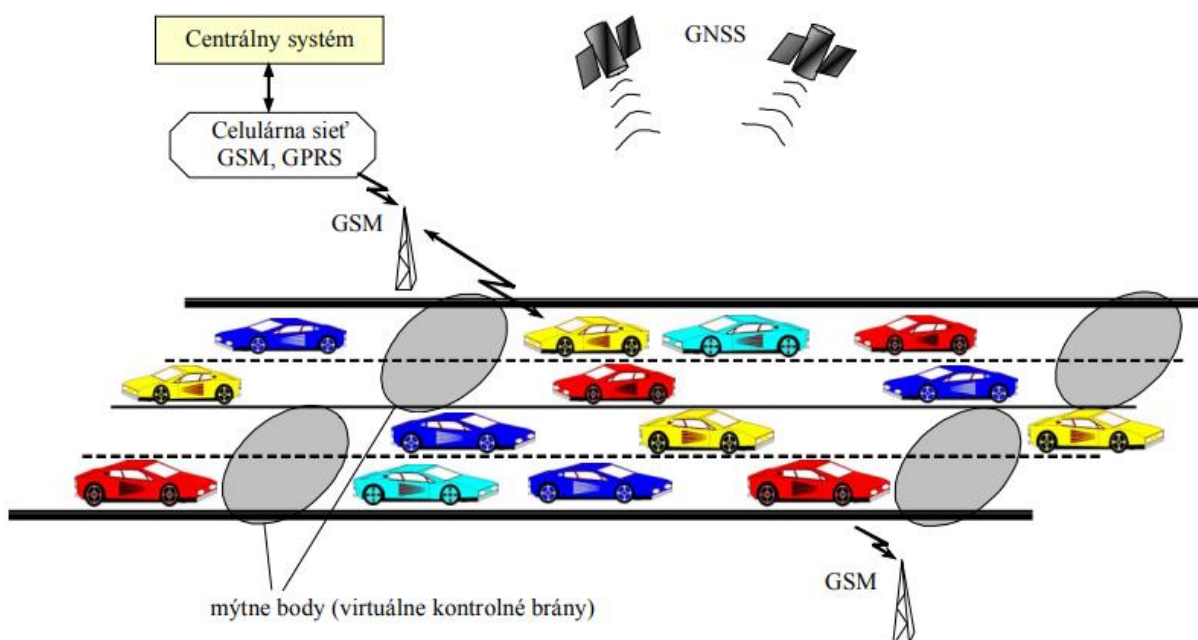
Mikrovlnný systém má pro svou rozšířenost nesporné výhody, které z tohoto faktu plynou. Mimo dlouholetého ověření praxí má také výhodu konkurenčního prostředí, tedy cenu a dodavatelské podmínky. Další nespornou výhodou je jednoduchost instalace OBU jednotky ve vozidle. Mezi nevýhody patří nutnost budování fyzických bran podél zpoplatněných komunikací a problémy s kompatibilitou jednotlivých systémů. [6]

### **4.4.6.2 Satelitní systém**

Satelitní systém založený na GPS/GSM pracuje na podobném principu jako DSRC. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že satelitní systém využívá virtuální mýtné brány uložené v paměti OBU. Není tedy potřeba stavět fyzické brány. V současnosti se k určování polohy využívá americká GPS, v principu však na použité technologii nezáleží. Dalšími alternativami tedy jsou např. ruský Glonass či evropský Galileo (po jeho dokončení, v současnosti se ve vesmíru nachází 22 z 24 potřebných družic). [45][46]

#### ***Zařízení ve vozidle a lokalizace***

Jednotka OBU ve vozidle je složitější než v případě DSRC technologie. Musí umožňovat příjem GNSS signálu a současně musí komunikovat s DSRC technologií, která tvoří dohledový systém. Lokalizace vozidla se provádí pomocí satelitních družic a mobilních sítí. Poloha vozidla se pomocí satelitní navigace porovnává s virtuálními body uloženými v OBU jednotce. Pokud algoritmus OBU jednotky zaznamená průjezd placeným úsekem, vznikne záznam o průjezdu. Tento je dále zpracován a pomocí mobilní sítě GSM/GPRS odeslán do řídicího centra. Zde se na základě ujeté vzdálenosti, kategorie vozidla, počtu náprav a emisní třídy EURO určí výše mýtného. Výhodou tohoto řešení je flexibilita. Jednotlivé mýtné brány lze libovolně aktualizovat pouze prostřednictvím aktualizace OBU palubní jednotky. Princip funkce satelitního systému znázorňuje obr.30. [47][48][4][6]



Obr.30 Princíp činnosti satelitního systému zpoplatnění

### ***Dohledový systém***

Dohledový systém se prakticky neliší od systému používaném DSRC technologií. Spočívá ve vybudování kontrolních míst na komunikaci. Jedná se v podstatě o subsystém pracující na mikrovlnné technologii. K tomuto účelu se používají pevné, nebo přenosné mýtné brány a mikrovlnná technologie zabudovaná v OBU s těmito bránami komunikuje. Tato kontrolní místa jsou vybavena dalšími prvky jako v případě DSRC technologie. Důležitým parametrem je hustota dohledového systému. V případě příliš řídkého dohledového systému může dojít ke snížení kvality samotného systému. [48][4][26]

### ***Řídící centrum***

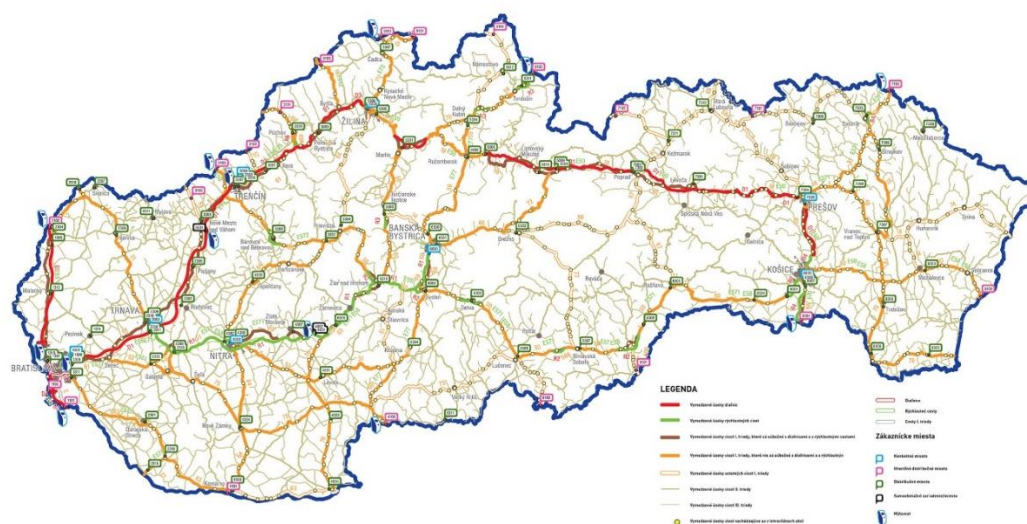
Řídící centrum satelitního systému má obdobnou úlohu jako v případě mikrovlnného systému. Zpracovává přijaté platby a dále je rozděljuje. Spravuje síť uživatelských terminálů a provádí inicializaci a servis OBU jednotek. Dále distribuuje provozní data, tarify, konfiguraci apod. Tedy zajišťuje bezchybnou funkci celého EFC systému a komunikaci s uživateli. [6]

### ***Země využívající satelitní systém***

Satelitní systém výběru elektronického poplatku za užití pozemních komunikací v Evropě používají pouze tři státy. Využívá se v Německu, na Slovensku a v Maďarsku.

## Slovensko

Na Slovensku byl mýtný systém spuštěn 1.ledna 2010. Tamní mýtný systém spravuje firma SkyToll. Nejmodernější satelitní systém výběru mýtného zařadil Slovensko mezi špičku v této oblasti. Při svém spuštění pokrýval tento systém téměř 2 400 km komunikací. Od 1.ledna 2014 se počet zpoplatněných komunikací rozrostl na téměř 17 770 km. Z toho je patrná flexibilita zvoleného systému. Zpoplatněné úseky je možné vidět na obr.31. Mýtná povinnost platí pro vozidla s maximální povolenou hmotností nad 3,5 tuny. Díky zvolené technologii se Slovensko stalo zemí, která v rámci výběru elektronického mýtného, má zpoplatněnou nejdelší síť pozemních komunikací. Současně je tento systém připraven na interoperabilitu s okolními státy. [48]



Obr.31 Mapa zpoplatněných úseků Slovenska

## Německo

Německu využívá tzv. duální systém výběru mýtného. Používají mikrovlnnou a satelitní technologii výběru mýtného. Společnost provozující mýtný systém v Německu se nazývá Toll Collect. Povinnost odvádět mýtné platí pro vozy nad 7,5 tuny, výjimku tvoří autobusy, které jsou od placení osvobozeny. Od 1.července 2018 se povinnost platit mýtné rozšířila na všechny silnice spolkové republiky. Tím se zpoplatněná silniční síť rozrostla téměř na 52 000 km. Při takovém nárůstu zpoplatněných úseků bylo nutné rozšířit dohledový systém, který se rozšířil o téměř 600 kontrolních stanovišť. Uživatelé mají dvě možnosti, jak uhradit mýtné, a to

automaticky využitím OBU jednotky a manuálně před zahájením jízdy. Mohou tak učinit pomocí mobilní aplikace, prostřednictvím internetu anebo v mytném terminálu. [49][50]

Dálniční síť v Německu je velmi rozsáhlá, (obr.32). Její délka je více než 12 000 km. Mezi nejvytíženější tahy v Německu patří tahy ze severu země na jih. Především dálnice A1, A3, A7 a A9. Dále pak tahy z východu na západ a to dálnice A2 a A6. [51]



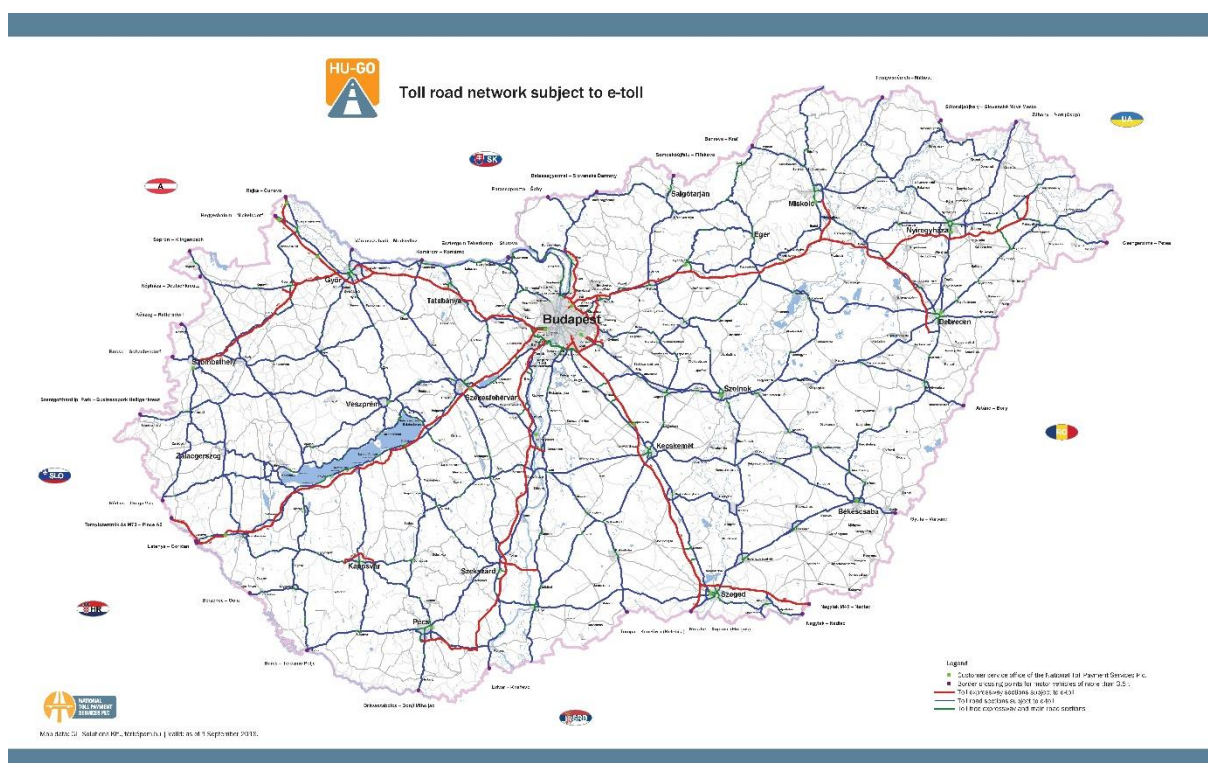
Obr.32 Dálnice v Německu

Německo začalo jako první internalizovat ekologické externality. To znamená, že začalo vybírat poplatky nejen za užití pozemní komunikace, ale i za znečištění. Od roku 2015 se poplatek za průjezd rozděluje na dvě části. První je platba za užití pozemní komunikace, která se skládá z povolené hmotnosti vozidla a počtu náprav. Druhá část poplatku je přírážka za znečištění dle emisní třídy vozidla. [14]

## Maďarsko

Maďarsko využívá elektronický systém výběru mýtného od 1. července 2013. Vybírají se na dálnicích, rychlostních komunikacích a hlavních silnicích. Celková délka zpoplatněných úseků je vidět na obr.33 a její délka činí 6 500 km. Povinnost platit mýtné mají vozidla nad 3,5 tuny a jeho výše je závislá na typu použité komunikace, ujeté vzdálenosti, kategorii vozidla a emisní třídě.

Použitý systém nese název HU-GO, jejím provozovatelem je společnost Nemzeti Útdíj fizetési Szolgáltató Zrt. Tento systém je v souladu se směrnicí EU o interoperabilitě. [52]



Obr.33 Zpoplatněné komunikace v Maďarsku

## Shrnutí

Satelitní systém pokrývá celé území, jeho předností je tedy snadná úprava zpoplatněných úseků podle aktuální potřeby dopravy či ekonomiky. Jednotka OBU umístěná ve vozidle umožňuje mnohem více funkcí než pouze výběr mýtného, což je výhodné. Mezi tyto funkce patří online sledování přepravy, systém přepravy nebezpečných nákladů, pokrádežové systémy, kontrola platby daní apod.



Nevýhodou jsou vysoké náklady na pořízení OBU jednotky a prozatímni nepříliš velká zkušenost s tímto systémem. Dále je nevýhodou nutnost budování dohledového systému, který zvyšuje finanční náročnost systému. [6][53]

#### **4.4.6.3 Porovnání satelitního a mikrovlnného systému**

Mikrovlnný mýtný systém je na rozdíl od satelitního nákladnější na výstavbu, má však výhodu při identifikaci vozidel. Na kontrolní bráně probíhá nejen výběr poplatku, ale současně i skenování vozidla a kontrola velikosti a profilu vozidla. Pokud některé údaje nesouhlasí s údaji v OBU palubní jednotce, je na vozidlo upozorněna celní správa, která provede kontrolu.

Výstavba mikrovlnných systémů se doporučuje na frekventovaných úsecích. Naopak satelitní technologie se doporučuje pro silnice nižších tříd. Nespornou výhodou satelitního systému je jeho flexibilita. Lze totiž prakticky libovolně měnit mýtné body, nebo dokonce přidávat celé kategorie silnic. To se může projevit při rozšiřování systému. Zatímco v případě mikrovlnné technologie by bylo zavedení celoplošného mýtného ekonomicky nevýhodné, v případě satelitního systému je tato možnost velmi příznivá.

Mikrovlnný i satelitní systém lze využít i pro sledování vytížení pozemních komunikací a pro statistické účely. Ovšem satelitní systém může také přinést výhodu v podobě sledování vytěžování pozemních komunikací, které nejsou zpoplatněny. [54][26][55]

#### **4.4.6.4 Švýcarský systém – LSVA**

Systém LSVA byl ve Švýcarsku zaveden v lednu 2001. Jedná se o jedinečný systém zpoplatněných komunikací v Evropě. Zpoplatněna jsou všechna vozidla, jejichž maximální povolená hmotnost přesahuje 3,5 tun. Systém je jedinečný v tom, že se platí celková ujetá vzdálenost, bez ohledu na to, po jaké pozemní komunikaci vozidlo jede. Výše poplatku se tedy stanoví z hmotnosti vozidla, ujeté vzdálenosti, koeficientu zohledňující emisní třídu vozidla, počtu náprav a dnu v týdnu. Výhodou tohoto systému je, že se ujetá vzdálenost se počítá na všech typech komunikací. Není tedy možné se vyhybat placeným komunikacím. [6] [4][47]

### ***Zařízení ve vozidle***

Jednotka OBU využívá pro svoji činnost obě předchozí technologie, tedy DSRC a GPS/GSM současně. Tyto technologie jsou doplněny digitálním tachografem. Palubní jednotka OBU pracující v systému LSVA musí být schopná komunikovat s technologií DSRC pracující na frekvenci 5,8 GHz, přijímat signál GPS a současně přijímat data z digitálního tachografu. Digitální tachograf zaznamenává veškerou činnost vozidla, jehož správná činnost je ověřována prostřednictvím satelitní navigace. Toto nepřetržitě pracující zařízení zaznamenává údaje spojené s provozem vozidla, jako je doba jízdy, povinné bezpečnostní přestávky a také začátek a konec jízdy. Jedná se tedy o složitější zařízení než v předchozích případech. S tím souvisí i jeho cena, což je možné považovat za nevýhodu. [4][47] [56][6]

### ***Zařízení na komunikaci***

Zařízení na komunikaci RSE je umístěno na vjezdu do zpoplatněné oblasti, tedy na hranicích státu. Princip činnosti spočívá v tom, že při přejezdu hranic OBU palubní jednotka aktivuje počítačlo ujetých kilometrů prostřednictvím technologie DSRC. Dále je v činnosti digitální tachograf a GPS/GSM technologie. Při opětovném průjezdu hranic, tedy opuštění státu, je opět v činnosti DSRC technologie, která zajistí deaktivaci počítačla ujetých kilometrů.

Tuzemská vozidla jsou povinna tuto palubní jednotku vlastnit. To ovšem neplatí pro zahraniční řidiče, ti mohou využít uživatelské terminály. Do těchto terminálů zadají trasu a ten jim vykalkuluje cenu, případně mohou zadat stav tachometru při vjezdu, terminál vydá lístek a při opuštění země řidič opět vyplní stav tachometru a zaplatí požadovanou částku. [4][47][57][6]

### ***Dohledový systém***

Dohledový systém je v tomto případě velmi jednoduchý. Důležitou součástí je samotná OBU palubní jednotka, která prostřednictvím diod informuje o aktivaci při průjezdu hranic, zda má vozidlo přívěs a podobně. To slouží policii a celní správě, která je schopna tyto signály přečíst bez nutnosti zastavení vozidla. Dalším prvkem jsou namátkové kontroly policií či celní správou. [4]

#### 4.4.7 Městské mýtné systémy LPR (*Licence Plate Recognition*)

Tento systém se od předchozích značně liší. Nevyužívá totiž žádnou OBU palubní jednotku. Projíždějící automobil je identifikován pomocí registrační značky. Jedná se o systém využívaný ve městech, především v Londýně.

Systém pracuje v zásadě na jednoduchém principu. Vozidlu projíždějícímu mýtným bodem je pomocí kamery zachycena registrační značka, následně je zpracována pomocí algoritmu a odeslána k vyhodnocení. Rozpoznání registrační značky (*dále jen RZ*) vozidla je ovšem složitý proces sestávající se z následujících kroků. [47][58]

- 1) Lokalizace poznávací značky – tato funkce slouží ke zjištění, která část vozidla je vlastní RZ. Algoritmus hledá na vozidle části, které mají obdélníkové proporce. Mohou to být zrcátka, světlomety, nálepky a mnoho dalších. Je tedy potřeba potvrzovací algoritmus. Ten potvrdí, že se skutečně jedná o RZ.
- 2) Rozměry a orientace RZ – tento algoritmus upraví sklon RZ a přepočítá ji na optimální velikost.
- 3) Normalizace – algoritmus upraví jas a kontrast RZ
- 4) Segmentace znaků – v této části algoritmus hledá znaky stejné barvy a struktury, které následně rozdělí na jednotlivé znaky.
- 5) Optické rozpoznání znaků – převádí nalezené znaky na text.
- 6) Syntaktická/geometrická analýza – ověřuje zjištěné textové informace a uspořádání s určitou sadou pravidel. [58]

Tento systém lze snadno realizovat, je jednoduchý a výhodný pro řidiče, jelikož nevyžaduje investice na pořízení OBU jednotky. Nevýhodou je složitost rozpoznání RZ vozidla vzhledem k tvaru vozidla a samotné RZ. Různé státy totiž používají odlišné znakové sady a barvy pro RZ, jak lze vidět z obr.34. [47][58]



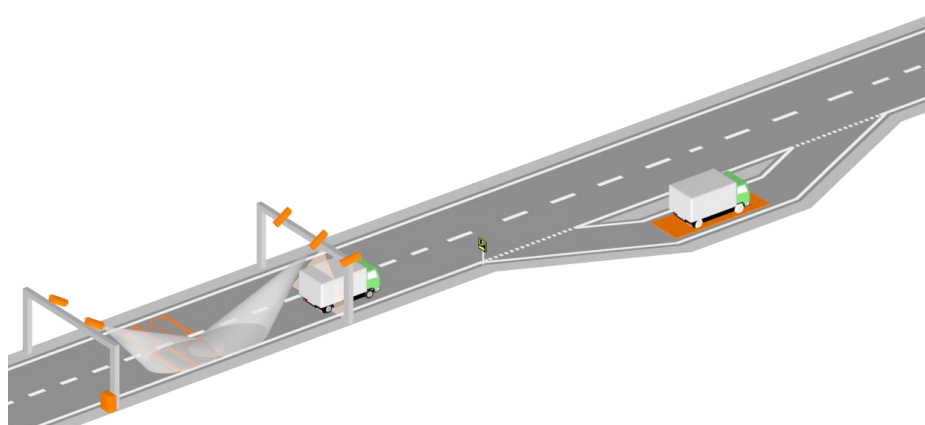
Obr.34. Typy registračních značek

## 4.5 Vážení za jízdy

Hmotnost a rozměry vozidel se v EU řídí směrnici 96/53/EC vydané Evropskou radou. Přesto však dochází k přetěžování vozidel, které je jedním z nevýznamnějších faktorů degradace silnic a snižování jejich životnosti. Prosazování politiky placení za externalitu, tedy za to, co vozidlo skutečně způsobuje, vyžaduje kontrolní mechanismus. Zjišťování hmotnosti vozidla za jízdy WIM (*Weight In Motion*) toto umožňuje.

Tento systém měří a zaznamenává hmotnost vozidla, nápravy, nebo pouze jednotlivých kol bez nutnosti zastavení vozidla. Děje se tak prostřednictvím senzorů zabudovaných ve vozovce, a to při běžných rychlostech. Nedojde tak k omezení plynulosti provozu. Vážení se může provádět pro účely penalizační, výzkumné a statistické, z bezpečnostních důvodů nebo jako součást výkonového mýta. [6][59]

Technologie WIM využívá pro svoji činnost systémy proměnlivých dopravních značek, senzorů a telekomunikační a přenosová zařízení, která předávají informace do nadřazených center. Systém může být kombinovaný s dalšími prvky, jako měření rychlosti, detekci rozměrů, pátráním po vozidlech apod. Vzhledem k možným nepřesnostem se vážení pro penalizační účely nejčastěji realizuje jako dvoustupňové na obr.35, kde po dynamickém zvážení vozidla následuje vážení statické, pokud je podezření, že je vozidlo přetížené. Přesnost měření je závislá na použitém senzoru a jeho vlastnostech. Mezi používané senzory patří např. piezoelektrický, piezokřemenný, tenzometrický, tlakový a další. [6][59]



*Obr.35 Dvoustupňové vážení*

Data získaná z vážních stanic je nutné transformovat na jednotné a strukturované informace sloužící k reálnému hodnocení stavu vozovky. Současný model hodnocení životnosti vozovky není věrohodný. Data se získávají prostřednictvím dopravních průzkumů a jsou přepočítávány podle tabulkových hodnot z intenzit a skladby dopravního proudu. To ovšem nevypovídá o skutečném zatížení. Naproti tomu vážná místa poskytují řadu komplexních informací, nejen o zatížení náprav a celkové hmotnosti vozidel. Využitím těchto dat ve výpočtovém modelu lze získat přesnější výsledky, které můžeme použít pro plánování opravy, údržby a rekonstrukce vozovky. [6]

## 4.6 Telematické aplikace ve vozidle

V současné době dochází k výraznému nárůstu počtu vozidel na silnicích. S přibývajícím množstvím je důležité řešit otázku bezpečnosti. V moderních vozidlech se nachází nepřeborné množství asistentů, které mají za úkol předejít dopravním nehodám, případně informovat o dění na silnicích. „Systém aktivní bezpečnosti můžeme dělit z hlediska funkce v čase na systémy fungující trvale a systémy, které zahajují svoji činnost v okamžiku potencionálního nebezpečí (v předzvěsti dopravní nehody).“ [6]

### 4.6.1 Kooperující systémy C-ITS

Česká republika je členem mezinárodní iniciativy C-ROADS, která si klade za cíl harmonizaci a spolupráci při zavádění C-ITS v zemích střední Evropy. Základní myšlenkou těchto systémů je využívání dat generovaných vozidly při jízdě. Tato data si mohou vyměňovat vozidla mezi sebou, nebo vozidlo s infrastrukturou.

**Car2Car** – tato technologie předpokládá vzájemnou komunikaci mezi jednotlivými vozidly. Vozidla si předávají informace o dopravní situaci a tím umožní řidiči reagovat a volit například alternativní cestu v případě nehody či kongesce. V mezním případě bude možný i zásah elektroniky do řízení.

**Car2x** – umožňuje komunikovat vozidlu se stacionárními systémy, tedy s dopravním či výstražným zařízením. Toto upozorní řidiče na dopravní omezení, případně jinou nepředvídatelnou situaci. [6][60]

## 4.6.2 Dynamické navigace

Navigační systém v dnešní době velmi usnadňuje cestování. Řidič jej na své cestě využije nejen na počátku, kdy si nastaví cíl cesty kam ho navigace dovede, aniž by řidič musel zastavovat a orientovat se pomocí map. Ale současně i během jízdy, kdy navigace přijímá informace o aktuálním stavu dopravy. V případě tvorby kongescí, dopravní nehody či jiného zdržení nabídne řidiči alternativní cestu.

Tato navigace může pracovat buď jako online navigace, tzn. využívá externích zdrojů informací s využitím internetu. Tyto navigace jsou schopny nabídnout řidiči dodatečné informace o místě příjezdu, jako například informace o hotelech, turistických atrakcích apod. Další možností je komunikace navigace s informačním systémem RDS-TMC (*Radio Digital System – Traffic Message Channel*). Tento systém využívá k předání informací o aktuálním dění na silnici zprávy na velmi krátkých vlnách. Tyto zprávy jsou přijímány radiopřijímačem a následně je řidiči nabídnuta alternativní trasa. [6][3]

## 5. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo porovnat a zhodnotit jednotlivé druhy mýtných systémů. Mýtné systémy jsou z ekonomického pohledu dobrým nástrojem pro získání financí a tím přispívají k dalšímu rozvoji dopravní infrastruktury. Z hlediska regulace dopravy je vhodnější celoplošný systém zpoplatnění, vzhledem k nemožnosti vyhýbat se placeným komunikacím. Pro takovéto řešení je nutné vybrat vhodnou technologii. V ČR, kde je v současné době v činnosti systém mikrovlnného zpoplatnění na páteřních sítích, se jako nejvhodnější varianta zpoplatňování dalších úseků jeví využití satelitní technologie. Vzhledem k nákladům na výstavbu mikrovlnné technologie je satelitní technologie levnější a současně nabízí větší variabilitu řešení. Výhodou mikrovlnných systémů je dohledový systém, který je součástí mýtných bran a snižuje tak riziko nevhodného nastavení OBU ze strany dopravců.

Současně jsou mýtné systémy jednoduchým nástrojem, jak lze regulovat dopravu v období dopravních špiček. Zvýšením sazby mýtného lze „donutit“ dané kategorie vozidel, aby nevyužívaly pozemní komunikace v době dopravních špiček a zvýšit tak kapacitu těchto komunikací. Lze tak snížit riziko tvorby kongescí a současně zvýšit bezpečnost a snížit ekologickou zátěž, kterou s sebou takovéto situace přinášejí.

Dalším úkolem této práce bylo popsat a zhodnotit vliv telematických aplikací na regulaci dopravy. Vzhledem k nárůstu dopravy, ke kterému v současné době dochází, se jeví jako nutnost zavádět a správně využívat telematické aplikace, které umožní regulaci dopravy v závislosti na aktuálním stavu dopravy. ČR využívá systém proměnlivých dopravních značek, které umožní regulaci změnou rychlosti, popřípadě zákazem jízdy kamionu v levém pruhu. Dále se využívají k upozornění na různé nebezpečné situace a omezení.

Otázka regulace dopravy ve městech je v současné době velmi důležitá. Pro tyto účely je vyvinuto hned několik opatření, jak s tímto problémem více či méně úspěšně bojovat. Jedná se o různé městské mýtné systémy, zóny zákazu vjezdu určitých typů vozidel v danou denní dobu apod. Mezi nejúčinnější nástroje pro regulaci dopravy můžeme zařadit motivaci lidí k využívání prostředků MHD. Toto je ovšem složité, protože lidé se nechtějí vzdát pohodlí, které nabízí individuální automobilová doprava. Je proto nutné zajistit, aby MHD nabízela jisté výhody, tím je myšleno spolehlivost při dodržování jízdních řádů, dostatečná kapacita a intenzita vzhledem k denní době a v neposlední řadě přehlednost, srozumitelnost a dostupnost jízdních řádů. Dalším důležitým faktorem je, aby cesta prostředky MHD trvala méně času než jízda autem do

stejného místa. To lze zajistit vyhrazenými pruhy, preferencí prostředků MHD na světelných křižovatkách apod.

Pokud se městům podaří zatraktivnit MHD, je vhodné spojit tento systém s další aplikací, a to parkovišti P+R. Tato parkoviště nacházející se nejčastěji v okrajových částech města mají dobrou návaznost na prostředky MHD a umožní řidiči spojit individuální automobilovou dopravu mimo město s dopravou po městě prostředky MHD a tím lze regulovat dopravu v daném městě. Současně je dobré motivovat řidiče k lepšímu vytěžování vozidel. Toho lze dosáhnou využitím telematické aplikace HOV, tedy preference více obsazených vozidel. Kombinace obou těchto systémů, tedy HOV a MHD je základem ke snížení kongescí v městských oblastech a tím současně k zvýšení bezpečnosti a zlepšení stavu životního prostředí v dané lokalitě.



## Seznam použitých zdrojů

- [1] SVOBODA, Vladimír a Miroslav SVÍTEK. *Telematika nad dopravními sítěmi*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 8001030873.
- [2] PŘIBYL, Pavel. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 8001031225.
- [3] TICHÝ, Tomáš. *ŘÍDICÍ SYSTÉMY DOPRAVY - DOPRAVNÍ TELEMATIKA* [online]. nedatováno [vid. 2018-11-24]. Dostupné z: <http://www.lss.fd.cvut.cz/Members/tichy/dokumenty-k-vyuce/ITS>
- [4] PŘIBYL, P a M SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. B.m.: BEN, 2001. ISBN 9788073000295.
- [5] *Pro řidiče* [online]. [vid. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/pro-ridice/>
- [6] PŘIBYL, Pavel. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 9788001036488;
- [7] *ENCYKLOPEDIE MOSTŮ -- PRAHA* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: <https://libri.cz/databaze/mosty/heslo.php?id=782>
- [8] *MÝTUS MÝTO: Z historie zpoplatnění silnic* | *Veterán.auto.cz* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: <http://veteran.auto.cz/clanek/201/mytus-myto-z-historie-zpoplatneni-silnic>
- [9] *Mýto* | *Regina* [online]. [vid. 2019-02-05]. Dostupné z: <https://regina.rozhlas.cz/myto-7287938>
- [10] *Společná dopravní politika EU* | *BusinessInfo.cz* [online]. 2011 [vid. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/spolecna-dopravni-politika-eu-5163.html>

- [11] *Ministerstvo dopravy ČR - Zpoplatnění dálnic a vybraných silnic I. třídy* [online]. [vid. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Pozemni-komunikace/Zpoplatneni-dalnic-a-vybranych-silnic-I-tridy>
- [12] *Ministerstvo dopravy ČR - Nejčastější dotazy k elektronickému mýtnému* [online]. 2018 [vid. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Pozemni-komunikace/Nejcastejsi-dotazy-k-elektronickemu-mytnemu#A-1341065434>
- [13] RÝC, Ivo a Bohuslav DOKOUPIL. *EKONOMICKÉ CÍLE MÝTA V ČESKÉ REPUBLICE ECONOMIC GOALS OF TOLL COLLECTION SYSTEM IN CZECH REPUBLIC* [online]. 2013 [vid. 2018-10-16]. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/31\\_2013/Ryc.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/31_2013/Ryc.pdf)
- [14] *Elektronické mýtné 2007-2015* [online]. 2016 [vid. 2018-10-22]. Dostupné z: [http://www.ceskemyto.cz/documents/16/myto2015\\_final\\_cz\\_low.pdf](http://www.ceskemyto.cz/documents/16/myto2015_final_cz_low.pdf)
- [15] MÁCA, Vojtěch, Hana ŠKOPKOVÁ a Tomáš BRZOBOHATÝ. *Efekty zavedení výkonového zpoplatnění dopravy* [online]. 2008 [vid. 2018-11-24]. Dostupné z: <http://www.dopravnifederace.cz/publikace/get/efekty-zavedeni-vykonoveho-zpoplatneni-dopravy>
- [16] BRZOBOHATÝ, Tomáš. *Analýza vlivů mýtného na intenzitu silniční nákladní dopravy v české republice* [online]. 2008 [vid. 2018-11-24]. Dostupné z: <http://www.dopravnifederace.cz/publikace/get/vlivy-mytneho-na-intenzitu>
- [17] PŘIBYL, Pavel; a Karol HRUDKAY. *Interoperabilita a európska spoplatňovacia služba* [online]. nedatováno [vid. 2019-02-08]. Dostupné z: [https://www.fce.vutbr.cz/PKO/holcner.p/5M3/35\\_Hrudkay\\_Pribyl\\_VUD\\_CVUT.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/PKO/holcner.p/5M3/35_Hrudkay_Pribyl_VUD_CVUT.pdf)
- [18] *Co je evropská služba elektronického mýtného? | Pracovní skupina elektronické mýtné* [online]. [vid. 2019-02-08]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/co-je-evropska-sluzba-elektronickeho-mytneho/>

- [19] *Nejdelsí most na světě, který spojuje dva státy - iDNES.cz* [online]. [vid. 2019-02-05]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/cestovani/kolem-sveta/nejdelsi-most-na-svete-ktery-spojuje-dva-staty.A090319\\_180728\\_igsvet\\_tom](https://www.idnes.cz/cestovani/kolem-sveta/nejdelsi-most-na-svete-ktery-spojuje-dva-staty.A090319_180728_igsvet_tom)
- [20] *Guide to USA Toll Roads - VroomVroomVroom* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.vroomvroomvroom.com/driving-tips/usa-toll-roads/>
- [21] *E-ZPass* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/E-ZPass>
- [22] *Expressways of China* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Expressways\\_of\\_China](https://en.wikipedia.org/wiki/Expressways_of_China)
- [23] *Malaysian Expressway System* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Malaysian\\_Expressway\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Malaysian_Expressway_System)
- [24] *Australian Toll Roads - A Guide to Toll Roads in Australia* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.rhinocarhire.com/Car-Hire-Blog/June-2016/Australian-Toll-Roads-Toll-Roads-in-Australia.aspx>
- [25] *Japanese Expressways* [online]. [vid. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.japan-guide.com/e/e2354.html>
- [26] *Jaké mýtné technologie jsou používány v zemích EU? | Pracovní skupina elektronické mýtné* [online]. [vid. 2018-11-01]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jake-mytne-technologie-jsou-pouzivany-v-zemich-eu/>
- [27] *Jak funguje mikrovlnné mýto? | Pracovní skupina elektronické mýtné* [online]. 2013 [vid. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-funguje-mikrovlnne-myto/>
- [28] *Mýtné systémy v Česku i Rakousku mohou chránit životy řidičů | Truck Magazín* [online]. [vid. 2019-03-03]. Dostupné z: <http://www.truckmagazin.cz/2012/09/mytne-systemy-v-cesku-i-rakousku-mohou-chranit-zivoty-ridicu/>
- [29] *Platební styk - MYTO CZ* [online]. 2018 [vid. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.mytocz.eu/cs/novy-uzivatel/platebni-styk/index.html>

- [30] *Den s celníky: Služba není družba* | *SvetMotoru.cz* [online]. [vid. 2019-03-03].  
Dostupné z: <https://svetmotoru.auto.cz/clanek/servis/4075/den-s-celniky-sluzba-neni-druzba.html>
- [31] *České dálnice* | *Elektronické mýto* [online]. [vid. 2018-11-01]. Dostupné  
z: <http://www.ceskedalnice.cz/pro-ridice/elektronicke-myto/>
- [32] *Mýtný systém - MYTO CZ* [online]. [vid. 2018-11-01]. Dostupné  
z: <http://www.mytocz.eu/cs/novy-uzivatel/mytny-system-1/index.html>
- [33] *Vyhláška č. 470/2012 Sb. o užívání pozemních komunikací zpoplatněných mýtným*  
[online]. nedatováno [vid. 2019-03-11]. Dostupné  
z: [http://www.mytocz.eu/files/files/uni/MYTOCZ\\_313\\_vyhlaska\\_470-2012.pdf](http://www.mytocz.eu/files/files/uni/MYTOCZ_313_vyhlaska_470-2012.pdf)
- [34] *Co přesně znamená “hybridní systém”, který vznikl v České republice?* | *Pracovní skupina elektronické mýtné* [online]. [vid. 2018-11-01]. Dostupné  
z: <http://www.elektronickemytne.cz/co-presne-znamenahybridni-system-ktery-vznikl-v-ceske-republice/>
- [35] *Ministerstvo dopravy ČR - Média a tiskové zprávy* [online]. [vid. 2018-11-23].  
Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Novym-provozovatelem-mytneho-systemu-ma-byt-od-rok>
- [36] *GO Box for HGV and bus* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné  
z: <https://www.asfinag.at/toll/go-box-for-hgv-and-bus/>
- [37] *Route and Digital section toll* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné  
z: <https://www.asfinag.at/toll/route-and-digital-section-toll/>
- [38] *Jak systém funguje? - viaTOLL* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné  
z: <https://www.viatoll.pl/cz/osobni-vozidla-manualni-vyber/manualni-system/jak-system-funguje>
- [39] *Jak systém funguje? - viaTOLL* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné  
z: <https://www.viatoll.pl/cz/nakladni-vozidla/system-viatoll/jak-system-funguje>

- [40] *Dálniční poplatky Francie - Tolls.eu* [online]. [vid. 2018-11-07]. Dostupné z: <https://www.tolls.eu/cs/france>
- [41] *Placení mýta ve Francii* [online]. [vid. 2018-11-07]. Dostupné z: <http://www.uamk.cz/aktuality/1345-placeni-myta-ve-francii>
- [42] *Mýtné pro nákladní automobily Francie – vyúčtování mýtného prostřednictvím UTA* [online]. [vid. 2018-11-07]. Dostupné z: [https://www.uta.com/tankkarte/tindex/cs\\_lkw-mytne-francie.htm](https://www.uta.com/tankkarte/tindex/cs_lkw-mytne-francie.htm)
- [43] *Tol (péage) en Tolkosten | Ardechefriends.com* [online]. [vid. 2018-11-07]. Dostupné z: <https://www.ardechefriends.com/reizen/tol/>
- [44] *Dálnice ve Francii – Wikipedie* [online]. [vid. 2019-03-03]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Dálnice\\_ve\\_Francii](https://cs.wikipedia.org/wiki/Dálnice_ve_Francii)
- [45] *Jak funguje satelitní mýto? | Pracovní skupina elektronické mýtné* [online]. [vid. 2019-02-07]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-funguje-satelitni-myto/>
- [46] *Vypuštění družic Galileo posunulo navigační síť k dokončení / Czech Republic / ESA in your country / ESA* [online]. [vid. 2019-03-02]. Dostupné z: [http://www.esa.int/cze/ESA\\_in\\_your\\_country/Czech\\_Republic/Vypusteni\\_druzic\\_Galileo\\_posunulo\\_navigacni\\_sit\\_k\\_dokonceni](http://www.esa.int/cze/ESA_in_your_country/Czech_Republic/Vypusteni_druzic_Galileo_posunulo_navigacni_sit_k_dokonceni)
- [47] PLIŠKA ZDENĚK. *Časopis Automa Elektronický výběr poplatků* [online]. 2016 [vid. 2018-10-27]. Dostupné z: [http://automa.cz/cz/casopis-clanky/elektronicky-vyber-poplatku-2003\\_12\\_29025\\_2197/](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/elektronicky-vyber-poplatku-2003_12_29025_2197/)
- [48] *Systém elektronického výberu mýta | Portál elektronického systému výberu mýta v Slovenskej republike* [online]. [vid. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.emyto.sk/sk/elektronicke-myto/system-elektronickeho-vyberu-myta>
- [49] *Mýto pro nákladní automobily v Německu* [online]. [vid. 2018-11-02]. Dostupné z: [https://www.toll-collect.de/en/toll\\_collect/microsites/cs/cestina.html#](https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/microsites/cs/cestina.html#)

- [50] *Toll Collect / Toll on all federal trunk roads successfully started* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: [https://www.toll-collect.de/en/toll\\_collect/unternehmen/presse/pressemitteilungen/detailseite\\_press\\_6016.html](https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/unternehmen/presse/pressemitteilungen/detailseite_press_6016.html)
- [51] *České dálnice | Německo* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/pro-ridice/zahranici/nemecko/>
- [52] *ELEKTRONICKÝ SYSTÉM HU-GO VÝBĚRU MÝTNÉHO* [online]. [vid. 2019-02-07]. Dostupné z: <https://www.hu-go.hu/articles/article/zaveden-systemu>
- [53] KŘÍŽ, Jiří. *Gordický uzel kolem elektronického mýtného* [online]. 2005 [vid. 2019-02-08]. Dostupné z: <https://ekonom.ihned.cz/c1-16137130-gordicky-uzel-kolem-elektronickeho-mytneho>
- [54] *Jaký systém výběru myta je výhodnější? Mikrovlnný nebo satelitní? | Plus* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/jaky-system-vyberu-myta-je-vyhodnejsi-mikrovlunny-nebo-satelitni-6526184>
- [55] *Mýtné systémy – Zvítězí v ČR mikrovlnný nebo satelitní systém výběru myta? | Automobil Revue* [online]. [vid. 2019-03-03]. Dostupné z: [https://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/praxe/mytne-systemy-zvitezi-v-cr-mikrovlunny-nebo-satelitni-system-vyberu-myta\\_43775.html](https://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/praxe/mytne-systemy-zvitezi-v-cr-mikrovlunny-nebo-satelitni-system-vyberu-myta_43775.html)
- [56] *Digitální tachograf: povinnosti, rady a tipy | TRUCKMALL.CZ* [online]. [vid. 2018-11-23]. Dostupné z: <https://www.truckmall.cz/blog/5-digitalni-tachograf-povinnosti-rady-a-tipy.html>
- [57] *Systém LSVÁ - elektronický výběr mýtného ve Švýcarsku* [online]. 2007 [vid. 2018-11-01]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/system-lsva-elektronicky-vyber-mytneho-ve-svycarsku/?id=1313>
- [58] *How License Plate Recognition Works* [online]. [vid. 2018-11-01]. Dostupné z: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>
- [59] *Vážení za jízdy (WIM) :: CAMEA* [online]. [vid. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.camea.cz/cz/doprava/vazeni-za-jizdy-wim/>

[60] *C-ROADS / C-ROADS Czech Republic* [online]. [vid. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://c-roads.cz/>

## Seznam obrázků

*Obr.1 Dopravní značení parkoviště P+R*

Zdroj: [https://www.vsechny-autoskoly.cz/dopravni\\_znacka/parkoviste\\_p\\_a\\_r/](https://www.vsechny-autoskoly.cz/dopravni_znacka/parkoviste_p_a_r/)

*Obr.2 Statické navádění*

Zdroj: <https://www.izdoprava.cz/fotkyCMPaR2/P4210024.JPG>

*Obr.3 Dynamické navádění*

Zdroj: [https://ezak.ropid.cz/document\\_audit\\_226/h-standardy-pro-navadeni-na-zachytne-parkoviste-p-r-na-uzemi-hl-m-prahy-pdf](https://ezak.ropid.cz/document_audit_226/h-standardy-pro-navadeni-na-zachytne-parkoviste-p-r-na-uzemi-hl-m-prahy-pdf)

*Obr.4 Dopravní značka omezení vjezdu*

Zdroj: <https://policie.litomerice.cz/zona-placeneho-stani-v-litomericich/nggallery/thumbnails>

*Obr.5 Proměnné dopravní značení*

Zdroj: [https://www.metro.cz/na-prazskem-okruhu-se-bude-testovat-nove-interaktivni-znaceni-p7m-praha.aspx?c=A120503\\_153753\\_co-se-deje\\_jbs](https://www.metro.cz/na-prazskem-okruhu-se-bude-testovat-nove-interaktivni-znaceni-p7m-praha.aspx?c=A120503_153753_co-se-deje_jbs)

*Obr.6 Jízdní pruh HOV*

Zdroj: <https://www.scoopnest.com/user/fox5dc/1068495820490715137-hov-violator-crackdown-virginia-state-police-are-intensifying-their-patrols-friday-along-parts-of-the-interstate-66-express-lanes-in-an-effort-to-catch-drivers-trying-to-avoid-high-tolls-by-illegally-using-the-high-occupancy-vehicle-lanes>

*Obr.7 Informace o teplotě*

Zdroj: <http://tecoacademy.cz/?p=280>

*Obr.8 Proměnná dopravní značka*

Zdroj: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/promenne-dopravni-znacky-pdz-a-zarizeni-pro-provozni-informace-zpi>

*Obr.9 Výběrčí budky na mostě Legií*

Zdroj: <https://libri.cz/databaze/mosty/heslo.php?id=782>



*Obr. 10 Rozdělení jízdních pruhů*

Zdroj: [https://www.nj.com/traffic/index.ssf/2017/08/how\\_to\\_save\\_money\\_during\\_the\\_e-zpass\\_border\\_war.html](https://www.nj.com/traffic/index.ssf/2017/08/how_to_save_money_during_the_e-zpass_border_war.html)

*Obr.11 Otevřený systém zpoplatnění*

Zdroj: vlastní zpracování dle PŘIBYL, P.: *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: ČVUT, 2007, s. 194.

*Obr.12 Uzavřený systém zpoplatnění*

Zdroj: vlastní zpracování dle PŘIBYL, P.: *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: ČVUT, 2007, s. 194.

*Obr.13 Öresundský most*

Zdroj: <https://medium.com/d%C3%A1nsko-o%C4%8Dima-studenta/z%C3%A1kladn%C3%AD-d%C3%A1nsk%C3%A1-fakta-a-zaj%C3%ADmavosti-fa5a7ec55127>

*Obr.14 E-Zpass*

Zdroj: <https://auto.howstuffworks.com/e-zpass2.htm>

*Obr.15 Mýtná brána v Číně*

Zdroj: <https://www.alamy.com/suzhou-jiangsu-china-highway-toll-booth-between-suzhou-and-shanghai-electronic-toll-collection-lane-image207014244.html>

*Obr.16 Ceny mýtného Malajsie*

Zdroj: [https://en.wikipedia.org/wiki/Malaysian\\_Expressway\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Malaysian_Expressway_System)

*Obr.17 Čtečka ETC karty*

Zdroj: <http://aretcars.com/car-owners-guide/>

*Obr. 18 Používané mýtné technologie v Evropě*

Zdroj: <http://www.elektronickemytne.cz/jake-mytne-technologie-jsou-pouzivany-v-zemich-eu/>

*Obr.19 Funkce mikrovlnného systému*

Zdroj: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/elektronicke-myto#>

*Obr.20 OBU jednotka*

Zdroj: <http://www.vseprodopravce.cz/obu-premid-cz>

*Obr.21 Fyzická mýtná brána*

Zdroj: <https://www.irozhlas.cz/zpravy-tag/mytna-brana>

*Obr.22 Směrová anténa na vozidle celní správy*

Zdroj: <https://svetmotoru.auto.cz/clanek/servis/4075/den-s-celniky-sluzba-neni-druzba.html>

*Obr.23. Dopravní značka označující začátek a konec mýtného*

Zdroj: [https://zpravy.idnes.cz/znacky-hlasi-mytne-aniz-se-nekdo-ptal-kraju-mensi-zlo-rika-ministerstvo-1a4-/domaci.aspx?c=A100107\\_193902\\_domaci\\_jw](https://zpravy.idnes.cz/znacky-hlasi-mytne-aniz-se-nekdo-ptal-kraju-mensi-zlo-rika-ministerstvo-1a4-/domaci.aspx?c=A100107_193902_domaci_jw)

*Obr.24 Zpoplatněné komunikace v ČR*

Zdroj: <http://portal.dopravniinfo.cz/servis-ridicum/zpoplatnene-useky>

*Obr. 25 Mapa zpoplatněných komunikací Rakousko*

Zdroj: <http://www.uamk.cz/sluzby-produkty-nabidka/dalnicni-kupony/rakousko>

*Obr. 26 Úseky manuálního výběru Polsko*

Zdroj: <https://www.viatoll.pl/cz/osobni-vozidla-manualni-vyber/mapa/manualni-vyber-mytneho>

*Obr. 27 Zpoplatněné komunikace Polsko*

Zdroj: <https://www.viatoll.pl/cz/nakladni-vozidla/mapa>

*Obr. 28 Mýtné brány ve Francii*

Zdroj: <https://www.ardechefriends.com/reizen/tol/>

*Obr. 29 Dopravní značka označující mýtnou bránu*

Zdroj: <https://janvaverka.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=668218>

*Obr.30 Princip činnosti satelitního systému zpoplatnění*

Zdroj: [http://www.telematika.cz/tp/etoll/contributions/ID09\\_Janota.pdf](http://www.telematika.cz/tp/etoll/contributions/ID09_Janota.pdf)

*Obr.31 Mapa zpoplatněných úseků Slovenska*

Zdroj: <https://solverttech.cz/mytne-zvysuje-naklady/>

*Obr.32 Dálnice v Německu*

Zdroj: <https://www.irozhlas.cz/fotogalerie/5407465?fid=5521829>

*Obr.33 Zpoplatněné komunikace v Maďarsku*

Zdroj: <https://www.hu-go.hu/files/document/document/6269/Toll%20road%20network%20subject%20to%20e-toll%2001.09.2018.pdf>

*Obr.34. Typy registračních značek*

Zdroj: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>

*Obr.35 Dvoustupňové vážení*

Zdroj: <https://www.camea.cz/cz/doprava/vazeni-za-jizdy-wim/>

## **Seznam tabulek**

*Tab.1 Vybrané mýtné v ČR*

Zdroj: [http://data.ioda.cz/#ds=149s\\_all-all&so=line&d=tabulka](http://data.ioda.cz/#ds=149s_all-all&so=line&d=tabulka)

*Tab.2 Sazby mýtného v ČR*

Zdroj: <http://www.mytocz.eu/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html>

## **Seznam zkratek**

**ACC** - *Adaptive Cruise Control*

**C-ITS** - *Cooperative Intelligent Transport System*

**ČR** - *Česká republika*

**DSRC** - *Dedicated Short Range Communication*

**EETS** - *European Electronic Tolling Service*

**EFC** - *Electronic Fee Collection*

**ETC** - *Electronic Toll Collection*

**EU** - *Evropská Unie*

**GNSS** - *Global Navigation Satellite System*

**GPRS** - *General Packet Radio Service*

**GPS** - *Global Positioning System*

**GSM** - *Global System for Mobile Communications*

**HOV** - *High Occupancy Vehicles*

**ITS** - *Intelligent Transport System*

**LDWS** - *Lane Departure Warning System*

**LPR** - *Licence Plate Recognition*

**LSVA** - *Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe*

**MHD** - *Městská Hromadná Doprava*

**MOTION** - *Method for the Optimisation of Traffic Signals In On-line Controlled Networks*

**OBU** - *On Board Unit*

**P+R** - *Park and Ride*

**RDS-TMC** - *Radio Digital System – Traffic Message Channel*

**REETS** - *Regional European Electronic Tolling Service*

**RLTC** - *Road Line Traffic Control*

**RM** - *Ramp Metering*

**RSE** - *Road Side Equipment*

**RZ** - *Registrační Značka*

**SCOOT** - *Split, Cycle and Offset Optimization Technique*

**VAC** - *Vehicle Automation Control*

**WIM** - *Weight In Motion*

## Příloha 1 – deformace dopravní infrastruktury



Vyjeté koleje

Zdroj: <http://www.mojecesty.com/fotoalbum/alzirsko---rijen--2015/trochu-vyjete-koleje-----mezi-alzirem-a-setifem.html>



Deformace mostu přetížením (Horní Ves)

Zdroj: autor



Deformace mostu přetížením (Horní Ves) pohled shora

Zdroj: autor



Deformace silnice přetížením (Horní Ves)

Zdroj: autor



Deformace silnice přetížením (Horní Ves)

Zdroj: autor



Deformace silnice přetížením (Bezděčín)

Zdroj: autor



Deformace mostu přetížením (Batelov)

Zdroj: autor



Deformace silnice přetížením (Batelov)

Zdroj: autor





Deformace průjezdu (Horní Cerekev)

Zdroj: autor



Deformace průjezdu (Horní Cerekev)

Zdroj: autor



Deformace průjezdu (Horní Cerekev)

Zdroj: autor