

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Votinský

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Porovnání technologie mýtných systémů

Název anglicky

Toll systems technology comparision

Cíle práce

Analyzovat mýtné systémy v ČR a EU, uvést jejich výhody a nevýhody, charakterizovat jednotlivé komponenty systému, porovnat stávající mýtné systémy a jednotný evropský systém elektronického mýtného (EETS)

Metodika

Na základě shromážděných dat a studie současných mýtných systémů v ČR a EU včetně jednotné evropské služby elektronického mýtného (EETS), provést jejich srovnání z hlediska ekonomického, ekologického, bezpečnostního a sociálního.

Doporučený rozsah práce

30 stran včetně tabulek a grafů

Klíčová slova

mýtné, mýtné systémy, legislativa, palubní jednotka

Doporučené zdroje informací

Příbyl P.: a kol.: "studie dopravní telematiky pro hl. města Prahu" Eltodo EG, Praha, červenec 2002, 270 str.

Příbyl P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. skriptum FD ČVUT. ISBN 978-80-01-03648-8, 2007.

Příbyl P., Mach R.: Řídící 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
publikace Technické služby hlavního města Prahy

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Dr. Ing. Retta Zewdie

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2015

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání technologie mýtných systémů 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:

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Dr. Ing. Retta Zewdie za poskytnuté rady a zkušenosti, které mi pomohly při zpracování této práce.

Porovnání technologie mýtných systémů

Abstrakt

Hlavním cílem předložené bakalářské práce je popsat a porovnat mýtné systémy v České republice a Evropské unii z technologického a ekonomického hlediska. Na začátku práce se věnuji elektronickému zpoplatnění dopravní infrastruktury, kde uvádím důvody pro jeho zavedení. Dále charakterizuji použité mýtné systémy v Evropě. Následně se zabývám provázaností jednotlivých systémů. V další části práce popisuji mýtný systém používaný v České Republice s důrazem na použité technologie a ekonomickou charakteristiku. Zde se také věnuji dalšímu rozšíření mýtného systému na našem území. V závěru práce uvádím srovnání mýtných systémů, včetně jejich výhod a nevýhod.

Klíčová slova:

mýtné, mýtné systémy, legislativa, palubní jednotka.

Toll System Technology Comparison

Abstract

The main aim of submitted bachelor thesis is to review and compare technological and economical perspectives of toll systems in the Czech Republic and European Union. First chapter is dedicated to electronic charging of transport infrastructure and arguments for its implementation. Subsequently, I describe toll systems used in Europe and their interoperability. Next chapter is devoted to toll system used in the Czech Republic. Here, I describe the technological and economical characteristics and discuss further development of Czech toll system. In the last chapter I compare toll systems technologies and discuss their advantages and disadvantages.

Key words:

toll, toll systems, legislation, on board unit

Obsah

1	Úvod	1
2	Pojem mýto.....	1
3	Elektronické zpoplatnění dopravní infrastruktury.....	2
3.1	Legislativní rámec	3
3.2	Dopravně ekonomický model.....	4
3.3	Důvody zavedení elektronického mýta	4
3.4	Systém elektronických plateb EFC (Electronic Fee Collection).....	5
4	Mýtné systémy v Evropské unii	8
4.1	Mikrovlnný systém	9
4.1.1	Kontrola vybírání	10
4.1.2	Architektura systému	11
4.1.3	Zařízení ve vozidle (OBU) a na infrastruktuře (RSE)	12
4.1.4	Řídící centrum.....	12
4.1.5	Země používající mikrovlnný systém.....	13
4.1.6	Shrnutí.....	14
4.2	Satelitní systém.....	15
4.2.1	Zařízení ve vozidle (OBU) a na infrastruktuře (RSE)	16
4.2.2	Výpočet poplatku	16
4.2.3	Řídící systém.....	17
4.2.4	Země používající satelitní systém.....	17
4.2.5	Shrnutí.....	20
4.3	Provázanost systémů – interoperabilita	21
4.3.1	Základní koncepty v interoperabilitě	21
4.3.2	TOLL2GO	22
4.3.3	VIA-T.....	22

4.3.4	Telepass EU	23
4.3.5	EasyGo+.....	23
4.4	LSVA.....	24
4.4.1	Zařízení na infrastruktuře (RSE).....	25
4.4.2	Zařízení ve vozidle (OBU)	25
4.4.3	Shrnutí.....	25
4.5	LPR.....	26
4.6	EETS.....	26
4.6.1	REETS	26
5	Mýtný systém České republiky	28
5.1	Technologie	29
5.2	Vozidla podléhající mýtnému systému a sazby.....	30
5.3	Velikost výnosů z výběru mýta	31
5.4	Odraz makroekonomických ukazatelů	32
5.5	Enforcement.....	33
5.6	Objíždění zpoplatněných úseků.....	33
5.7	Rozšiřování systému.....	34
5.7.1	Napojení na EETS	34
6	Porovnání mýtných systémů.....	35
6.1	Srovnání výnosů z mýta ve středoevropském regionu	35
6.2	Srovnání maďarského a českého mýtného systému	36
7	Závěr.....	37
8	Seznam použitých zdrojů.....	37
9	Seznam obrázků, tabulek, grafů	44

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá analyzováním mýtných systémů v Česku a Evropské unii, charakteristikou jednotlivých komponentů systému a porovnáním stávajících mýtných systémů a jednotného evropského systému elektronického mýtného.

Silniční doprava začala značně narůstat ve Spojených státech amerických již ve 20. letech minulého století. Tento motoristický boom se v 50. a 60. letech projevil i v Evropě. Silniční doprava se od té doby progresivně rozvíjí a získává stále větší podíl na přepravním trhu. Základem úspěchu tohoto druhu dopravy je zejména hustá síť pozemních komunikací různých kategorií, která je dále rozšiřována a udržována, což přispívá ke zkvalitnění služeb s dopravou souvisejících. Silniční doprava konkuruje ostatním druhům dopravy zejména svojí rychlostí, operativností, přizpůsobivostí a dostupností. A to jak v měřítku vnitrostátním, tak i mezinárodním.

Přeprava osob a zboží je jedním ze základních potřeb společnosti. Doprava se tedy, vzhledem k trvalému růstu všech jejích odvětví, stává jedním z hlavních témat rozvoje ekonomiky, ekologického zatížení a bezpečnosti. Velký nárůst silniční dopravy přináší negativní dopady, např. hluk, vibrace, exhalace, nehodovost a další. Externí náklady na odstranění následků, sanace a další doplňková protipatření ovšem nebyly zpoplatněny vůbec nebo jen částečně. Uživatelé silniční infrastruktury nebyli nuceni k ekologickému a ekonomickému chování, tak jak by si daná situace vyžadovala.

Uspokojivé řešení situace nabízí nové technologie v podobě různých systémů na výběr poplatků za využívání silniční infrastruktury. Tyto systémy již jsou zavedeny ve většině zemí Evropy včetně České republiky. Časové zpoplatnění pomocí dálničních známek je neuspokojivé a nespravedlivé, proto byl tento systém nahrazen výkonovým zpoplatněním v podobě mýta.

2 Pojem mýto

Slovo „mýto“ bylo přejato ze středohornoněmeckého „muta“ – clo. Významově se jedná o označení poplatku vybíraného za použití cest, silnic, dálnic, tunelů či mostů. Ve staré češtině toto slovo také označovalo mzdu nebo odměnu. Mýto

jakožto nástroj zpoplatnění úseku cesty je znám již ze středověku. Jako mýto se historicky také označovala místa, kde bylo mýtné vybíráno, a proto je toto slovo součástí názvů některých obcí. V České republice se tři obce jmenují Mýto, jedná se o Mýto v okrese Rokycany, Mýto v okrese Český Krumlov a Mýto v okrese Tachov. Dále se v okrese Ústí nad Orlicí nachází obec Vysoké Mýto, která byla založena Přemyslem Otakarem II. jako jedno z obchodních středisek na hlavní spojnici Čech s Moravou. A v okrese Znojmo je obec Grešlové Mýto. Mýta byla často zřizována na hranicích a nejčastější mírou poplatku byla hodnota přepravovaného zboží; byly to například desátky nebo třicátky (desetina, respektive třicetina hodnoty). [40]

Jedním z příkladů již zaniklého mýta je mostné. Poplatek za používání mostu se v českých zemích používal od pradávna. Mostné historicky navázalo na poplatky, které se platily za použití přivozu. Majitelé mostů doufali, že poplatek za použití jim částečně vrátí náklady vložené do stavby mostu. V Praze se mostné přestalo platit 24. ledna 1925. [14]

Druhá polovina 20. století přináší využití mýta jako prostředku k financování mimořádně nákladných staveb (mosty, dálnice, tunely). Toto využití je známé pod pojmem objektové mýto. Například poplatek za vjezd na Öresundský most, nejdelší most v Evropě spojující Švédsko a Dánsko, je 54€. [15]

3 Elektronické zpoplatnění dopravní infrastruktury

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] Elektronické mýto je tedy moderní způsob zpoplatnění dopravní cesty pomocí elektronického sledování pohybu vozidla. Vozidla musí být vybavena příslušnou palubní jednotkou. Systém elektronického mýtného lze kombinovat s poplatky hrazenými pomocí dálničních známek a s financováním prostřednictvím silniční daně.

Primárně se mýto zavádí z fiskálního hlediska, sekundárně může mít řadu dalších dopadů jako omezení kongescí, vyšší využívání veřejné dopravy apod. [6]

Nelze též zanedbat aspekt, kterým je možnost regulovat dopravu, kdy s pomocí stupňovaných poplatků je možné omezit různé skupiny uživatelů dopravní sítě, například individuální automobilovou dopravu v dopravní špičce. [6]

Zavedení takto rozsáhlého infrastrukturálního projektu s sebou přináší i přidanou hodnotu, kterou je kromě zmíněného vybírání poplatku i monitorování přepravních vztahů, sledování nebezpečných nákladů apod. Systém elektronického vybírání poplatků se tedy stává nástrojem, jak prosazovat aktivní dopravní politiku, a to na úrovni národní i evropské. [6]

3.1 Legislativní rámec

Základním dokumentem, který určuje rámec dopravní politiky, je „Bílá kniha EK – o vypracování společné dopravní politiky v budoucnosti“. Tento materiál, schválený v roce 1992, má za cíl zabezpečit správné fungování dopravních systémů v Evropské unii. Konstatuje, že výrazně vzrostla dopravní činnost silniční dopravy v porovnání s jinými druhy dopravy a soukromé vozidlo a nákladní automobil se staly ve státech EU dominantní. [6]

V březnu 2011 představila Evropská komise Bílou knihu o dopravě do roku 2050, celý název dokumentu je: „Bílá kniha – Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje“. Dokument odpovídá na hlavní výzvy v oblasti dopravy, zejména na omezenost energetických zdrojů a závislost Evropy na těchto zdrojích, emise CO₂, dopravní bezpečnost, dopravní zácpy a hluk dopravy. Cíle Bílé knihy jsou výrazným krokem směrem k efektivní dopravě. Ta by měla spotřebovávat méně energie a zlepšit efektivitu ve využívání stávající i nově budované dopravní infrastruktury. [41]

Bílá kniha obsahuje 4 hlavní cíle, které by měly být splněny do roku 2050.

1. žádná vozidla s konvenčním palivem ve městech
2. 40% využívání udržitelných nízkouhlíkových paliv v letecké dopravě a nejméně 40 % snížení emisí z lodní dopravy

3. 50% přesun cest na střední vzdálenosti v meziměstské osobní a nákladní dopravě ze silniční dopravy na železniční a vodní dopravu
4. uvedená opatření do roku 2050 přispějí k 60% snížení emisí z dopravy. [39] [41]

Z těchto hlavních cílů vycházejí cíle specifické dělené do tří kategorií – městská doprava, meziměstská doprava a doprava na dlouhé vzdálenosti společně s dopravou mezikontinentální. [4]

3.2 Dopravně ekonomický model

EFC není pouze technickoekonomickým nástrojem k dosažení rozpočtových, socioekonomických či dopravních cílů, je velmi důležitou součástí dopravního systému a z tohoto důvodu je nutné zkoumat dopady jeho zavedení. Kupříkladu špatně navržený systém může vést k odklonu vozidel na méně vhodné trasy. Dopravně ekonomická část projektu předcházející zavedení mýta slouží hlavně k hodnocení zavedení systému elektronických plateb mýtného pro dané kategorie vozidel z hledisek dopravního i ekonomického. [6]

Hlavními cíli dopravně ekonomického bloku projektu jsou:

Zkoumání citlivosti poplatku na objíždění – hodnotí se rizika a přibližný rozsah objíždění pro různé typy vozidel za předpokladu rozdílných výší poplatků zpoplatněných komunikací

Identifikace kritických míst a tras – vyhledají se místa či trasy na zpoplatněných komunikacích, kde je po zavedení EFC velké nebezpečí jejich objíždění

Analýza příjmů z EFC systému – stanoví se výše příjmů ze systému EFC pro různé výše poplatků a s tím související míry rizika objíždění. Poté dojde ke srovnání s příjmy z jiných druhů zpoplatnění (dálniční známky).

3.3 Důvody zavedení elektronického mýta

Hlavními důvody pro zavedení elektronického mýta je získání většího objemu finančních prostředků na financování rozvoje dopravní infrastruktury a narovnání konkurenceschopnosti mezi železniční a silniční dopravou.

Dalším z důvodů je vytvoření takového tlaku na dopravce, aby přecházeli ze silniční dopravy na kombinovanou dopravu. Upřednostňována je zejména kombinace s železniční dopravou. [7] Vedlejšími důvody je částečné snížení počtu kamionů a spravedlivější systém plateb za použitý úsek dopravní cesty. [13] Zavedení mýtného systému je zároveň podpora vstupu soukromého kapitálu do dopravní infrastruktury.

Česká republika přistoupila k zavedení elektronického mýta také proto, že okolní státy jako Rakousko, Německo a Slovensko měly zavedený mýtný systém, nebo jej připravovaly. Pokud by Česká republika mýtný systém nezavedla, stala by se velmi levnou tranzitní zemí, což by způsobilo značný nárůst dopravy na českých silnicích. V případě České republiky se jednalo i o reakci na enormní nárůst kamionové dopravy, která s sebou přinesla negativní jevy v podobě snížené bezpečnosti, vyššího opotřebení komunikací a zvýšené zátěže životního prostředí. Nárůst kamionové dopravy již nebylo možné vhodně regulovat zvýšením současných poplatků. Zavedením elektronického mýta se rovněž zvýšila výhodnost železniční nákladní dopravy. Cílem zavedení výkonového zpoplatnění je dosáhnout vyššího příjmu z poplatků placených uživateli a reinvestovat tyto prostředky do dopravní infrastruktury.

3.4 Systém elektronických plateb EFC (Electronic Fee Collection)

Integrovaný platební systém EFC je přijatá platforma, standardizovaná na úrovni Evropské unie. Součástí skupiny standardů jsou metody výměny informací o elektronické platbě mezi dopravními operátory a jednotlivými platebními systémy. [5]

Používá se buď systém, kde je placena skutečně ujetá vzdálenost, anebo systém, kde se platí za vjezd do určité oblasti, ale další jízdy uvnitř oblasti již nejsou sledovány. První způsob je používán pro komunikace v extravilánu (území ležící mimo zastavěné území obce), zatímco druhý systém používají města.

1. Zpoplatnění závislé na ujeté vzdálenosti v oblasti

Výše poplatku se stanovuje na základě ujeté vzdálenosti, a to pro vybrané komunikace – případ *a*, pro vybrané malé úseky komunikací – případ *b* nebo pro všechny komunikace včetně místních – případ *c*

a) Zpoplatnění vybraných komunikací

Může zahrnovat dálnice, či komunikace nižších tříd a různé kategorie vozidel. Systém je možno rozdělit na:

Otevřený systém – poplatek je zaplacen uživatelem dopravní infrastruktury při vjezdu do placeného prostoru v místě, které je umístěno tak, aby jím uživatel musel projet a tím zaplatil celý úsek. Přenos informace mezi vozidlem a zařízením na komunikaci je uskutečněn pouze jednou. [6]

Uzavřený systém – na každém vjezdu a výjezdu do placeného prostoru se nachází portál nebo virtuální platební místo. Poplatek je počítán od místa vjezdu do místa opuštění placeného prostoru. Přenos mezi vozidlem a zařízením na komunikaci je uskutečněn dvakrát. [3]

b) Zpoplatnění konkrétních úseků

Jedná se o zpoplatnění určitého místa dopravní sítě. Například platba za přejetí mostu nebo za vjezd do tunelu. Příkladem takového zpoplatnění jsou tunely v Alpách nebo již zmíněný Öresundský most.

c) Zpoplatnění všech komunikací na určitém území

Vybrané kategorie vozidel mají zpoplatněný každý kilometr jejich jízdy, nebere se v potaz třída komunikace. Jedná se tedy o systém celoplošný, kdy je vozidlo zaregistrováno při vjezdu a poté jsou v pravidelných intervalech odečítány projeté vzdálenosti. Tato aplikace vyžaduje vhodnou technologii.

2. Zpoplatnění oblastí

Do těchto systémů patří kordonové zpoplatnění a zpoplatnění za vjezd do oblasti

a) Kordonové zpoplatnění

Uživatelé dopravní sítě zaplatí pouze za přejetí vybrané hranice zpoplatněné zóny, a to vždy, když ji překročí. Toto opatření vede obvykle ke snížení vstupů do zpoplatněné zóny.

b) Zpoplatnění vstupu do oblasti

Tento systém spadá do skupiny kordonového zpoplatnění, je zvláštní tím, že se platí pouze za vstup do oblasti, a to jednou denně. Účinek řízení poptávky tedy není tak velký jako u běžného kordonového zpoplatnění. Tento systém je používán v Londýně.

Pokud je použito elektronické vybírání poplatku, je v zásadě možné projet kolem výběrové stanice bez nutnosti zastavení nebo zpomalení vozidla. Dle stupně volnosti jízdy se systémy EFC dělí na tyto kategorie: [6]

Jednopruhový výběrový systém – vozidla jsou úmyslně vedena do jednotlivých jízdnic pruhů. Pruhy musí být fyzicky odděleny.

Pseudo vícepruhový výběrový systém – předpokládá se, že vozidla pojedou v několika jízdnicích pruzích, ale nebudou mezi nimi přejíždět, protože ty nejsou fyzicky odděleny.

Vícepruhový výběrový systém – nejsou stanoveny žádné podmínky pro projíždějící vozidla. Tento systém umožňuje snadný průjezd mnoha vozidel a nezpůsobuje zpomalení dopravního proudu. [3]

Systém EFC se skládá z těchto subjektů:

Uživatel – uživatelem je osoba využívající placených služeb, vybavená platební kartou.

Provozovatel služby – provozovatelem je společnost nabízející placenou službu.

Vydavatel – je zodpovědný za bezchybnou činnost zařízení ve vozidle a je také vydavatelem elektronických platebních karet.

Operátor výběru – jeho povinností je vybírat a spravovat transakce za využívání infrastruktury.

Finanční operátor – jedná se o zprostředkovatelskou společnost prodávající a distribuující vydané platební karty.

Mezi další zúčastněné subjekty patří nezávislý pozorovatel, kterým je často státní správa, například Ministerstvo dopravy. Tento pozorovatel je odpovědný za sledování správné činnosti systému a za právní stránku transakcí, například uschování informací.

Systém EFC v současnosti nabízí dvě základní varianty výběru poplatku, jedná se o systém DSRC (Dedicated Short Range Communication) a GNSS/CN (Global Navigation Satellite System/Cellular Networks). Mezi vedlejší systémy patří LSVA (Leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe), používaný ve Švýcarsku a LPR (License-plate Recognition), který je používán v Londýně.

4 Mýtné systémy v Evropské unii

Směrnice 2004/52/ES o interoperabilitě elektronických systémů pro výběr mýtného definuje dvě základní technologické platformy, které jsou budovány v celé Evropě. Tato směrnice reaguje na vývoj vzájemně nekompatibilních mikrovlnných a satelitních systémů.

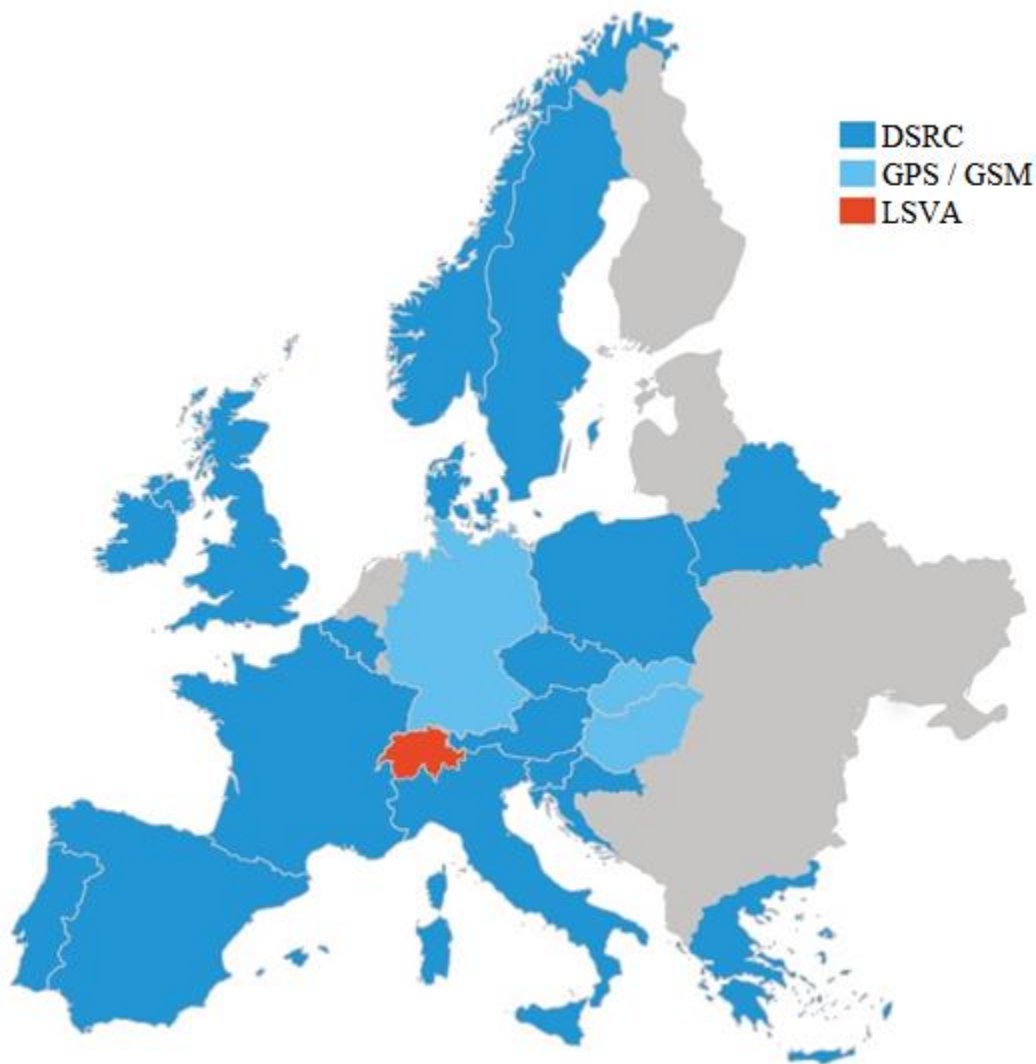
Směrnice definuje technologické základy, podle kterých musí země využívat jedno ze dvou technologických řešení.

1. Kombinace satelitního určení polohy GNSS (nyní pomocí GPS (Global Positioning System), výhledově pomocí systému GALILEO) a mobilní komunikace používající standardy sítí GSM (Global System for Mobile Communications) /GPRS (General Packet Radio Service)
2. Mikrovlnná komunikace na frekvenci 5,8 GHz pomocí technologie DSRC (dle standardů CEN TC278) [23]

V současné době je převládající technologií mikrovlnná komunikace, kterou jsou zpoplatněny páteřní komunikace, na kterých je provoz s vysokou intenzitou. Konkrétně se jedná o země: Rakousko, Polsko, Francie, Česká Republika a další.

Satelitní systém lze v Evropě najít pouze v Německu, Maďarsku a na Slovensku. Švýcarsko, které není členem EU, používá technologii LSVA, která kombinuje digitální tachograf se zúčtováním mýta.

Obrázek 1 - Použité technologie výběru mýta v Evropě.



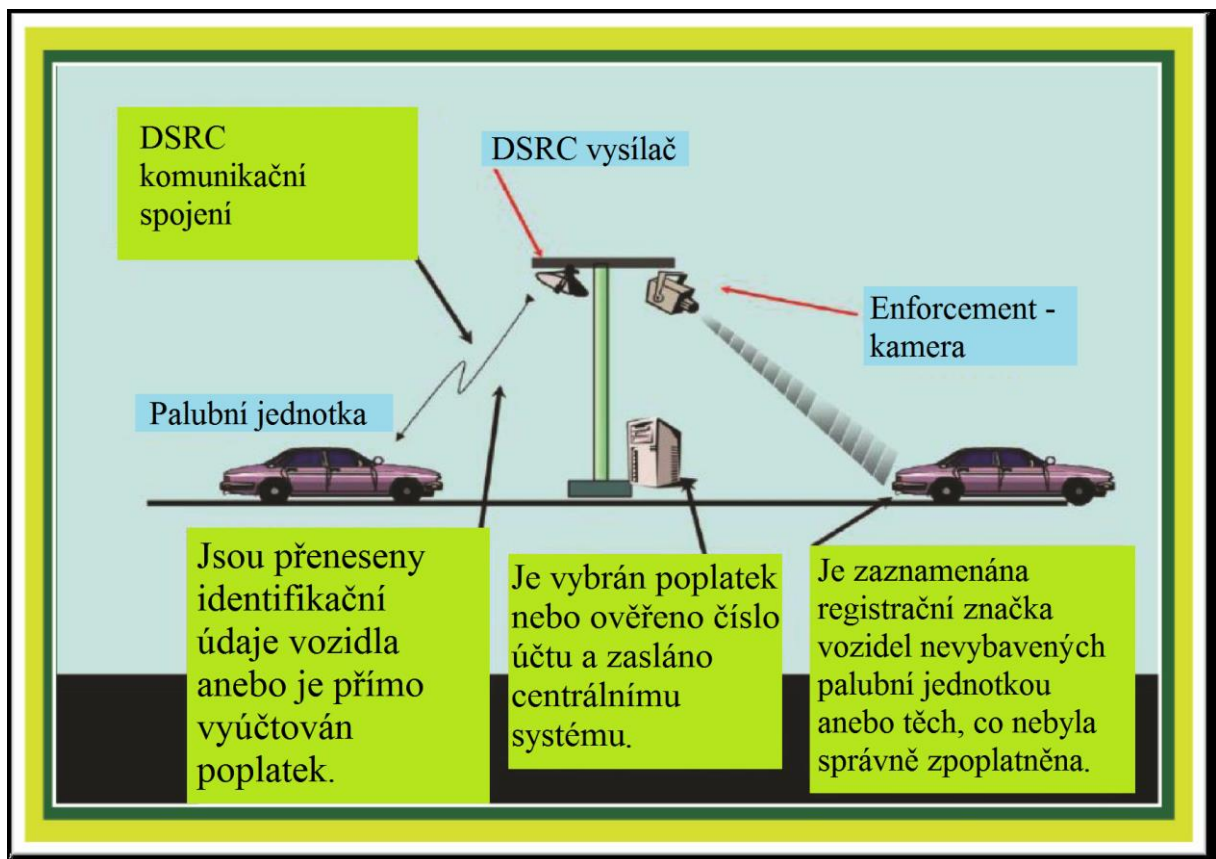
4.1 Mikrovlnný systém

Využívá technologii DSRC (Dedicated Short Range Communication), která realizuje přenos identifikačních údajů z vozidlové jednotky umístěné ve vozidle do kontrolní brány. Technologie pracuje v pásmu 5,8 GHz, z tohoto důvodu musí být přímá viditelnost mezi komunikačními zařízeními. [1] Kontrolní brána je vybavena

dohledovým systémem, který rozpozná registrační značku vozidla, a pokud je soulad mezi RZ a elektronickými údaji, jsou údaje zaslány centru zpracování. [3]

Tato technologie pracuje v mikrovlnném pásmu rádiových kmitočtů, je vysoce spolehlivá, energeticky úsporná a umožňuje datovou komunikaci mezi různými zařízeními na krátkou vzdálenost. Na obrázku 2 je znázorněno schéma systému DSRC.

Obrázek 2 - Schéma systému DSRC



4.1.1 Kontrola vybírání

Kontrolu řádného vybírání provozovatelem je třeba provádět tak, aby procento nezpoplatněných jízd bylo co nejmenší (méně než 1%). Kontrolní mechanismy jsou čtyři vzájemně se doplňující druhy kontrol. Jsou to kontroly: automatická, manuální, mobilní a provozní.

Automatické, manuální a mobilní kontroly se provádějí přímo na zpoplatněném úseku komunikace. Pomocí provozních kontrol se kontroluje splacení mýtného i po prošlé lhůtě v sídle dopravce. [3]

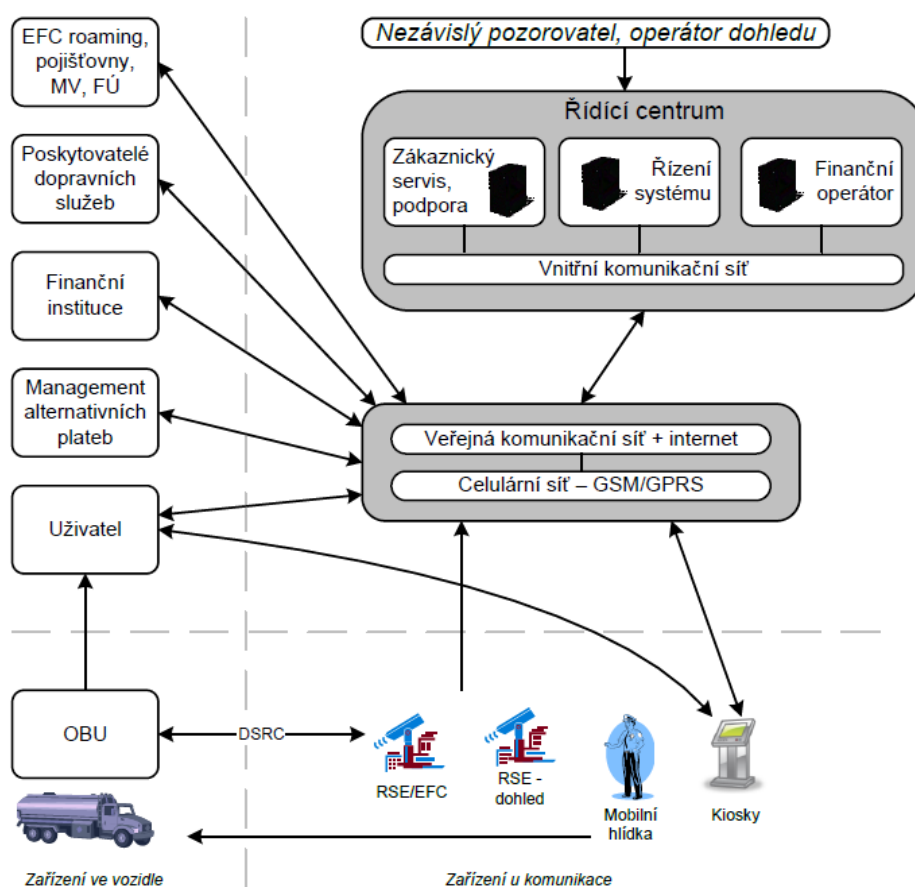
4.1.2 Architektura systému

Z technického hlediska je architektura systému založena na třech základních vrstvách. První vrstvou je OBU (On Board Unit) – jednotka na palubě vozidla a RSE (Road Side Equipment) - zařízení na dopravní infrastruktuře. RSE v sobě integruje systém výběru mýtného a systém dohledu. OBU udává při průjezdu pod RSE zašifrované informace, čímž jednoznačně identifikuje vozidlo.

Druhou vrstvou je vrstva komunikační. Brána s RSE je vybavena komunikační a počítačovou jednotkou, která zajišťuje přenos informací do centra. Do této vrstvy spadá rovněž komunikace mezi řídicím centrem a finanční institucí či provozovatelem EFC.

Třetí vrstvou je řídicí centrum EFC systému, které má vazbu na další EFC systémy umožňující platební roaming nebo další kontrolní procesy. Takto navržený systém musí být bezpodmínečně dozorován nezávislým pozorovatelem. [6]

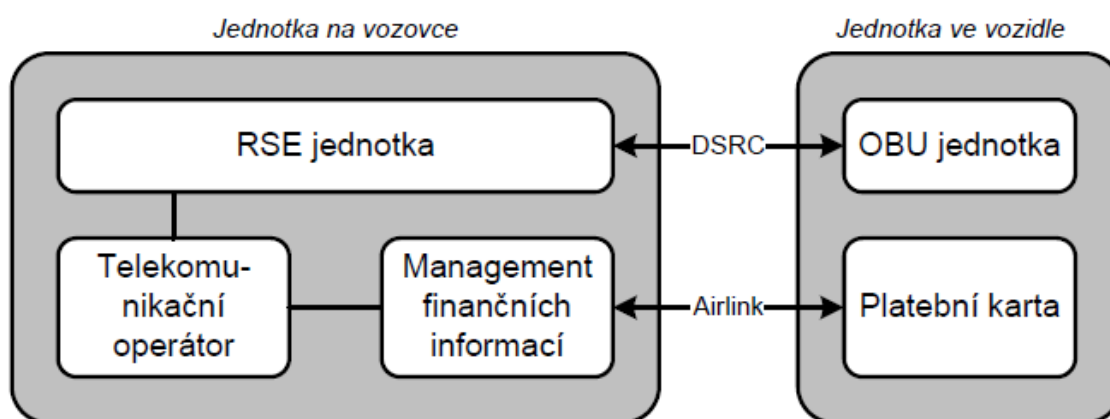
Obrázek 3 - Architektura technologie DSRC



4.1.3 Zařízení ve vozidle (OBU) a na infrastruktuře (RSE)

Komunikační zařízení systému DSRC může být umístěno buď na fyzické bráně, nebo výjimečně vedle vozovky (pokud se jedná o jednopruhovou komunikaci). Na obrázku 4 je zobrazeno technické schéma EFC na principu komunikace DSRC.

Obrázek 4 - Schéma systému vybírání poplatků na bázi DSRC



Z obrázku 4 je patrné, že komunikační protokol může obsahovat dvě informace. Jednotky OBU a RSE spolu komunikují přes DSRC a vzájemně si předávají data o elektronické identifikaci vozidla, klasifikační data vozidla atp. Pokud je jednotka vybavena platební kartou, slouží druhý kanál pro přenos platebních informací. Každá platba musí být potvrzena, proto je komunikace obousměrná. Na základě smlouvy s provozovatelem existují dva způsoby platby. Post-payment a pre-payment. Post-payment je platba na základě vystavené faktury čili zpětně, pre-payment je trvalé odečítání finančních prostředků z předem nastaveného účtu.

OBU je jednoduše instalovatelná, zpravidla za přední sklo. Problém v přenosu informací může vzniknout, pokud je vozidlo vybaveno metalizovanými skly. [6]

4.1.4 Řídicí centrum

Řídicí centrum zpracovává přijaté platby ze všech platebních míst, rozděluje kalkulované částky operátorovi (případně operátorům, pokud je více provozovatelů), vede podrobnou evidenci realizovaných transakcí a uzavírá nové kontakty s jednotlivými uživateli. Specializované servisy, pod hlavičkou řídicího centra, instalují a inicializují OBU jednotky. Řídicí centrum dále spravuje síť uživatelských terminálů. Hlavním úkolem je zajištění bezchybného provozu EFC systému. Vedlejší, ale důležitou součástí řídicího centra je dohledové centrum, které

dohlíží na dodržování předpisů a pravidel. Případné porušení znamená pro uživatele sankce. Řídicí centrum dále vede přímý styk s uživateli, tedy, vyřizuje stížnosti, informuje uživatele atd. [1] [6]

4.1.5 Země používající mikrovlnný systém

4.1.5.1 Rakousko

Rakousko zavedlo mikrovlnný elektronický mýtný systém pro vozidla nad 3,5 tuny 1. 1. 2004. Všechna vozidla podléhající mýtné povinnosti musí být vybavena palubní jednotkou Go-Box. Délka zpoplatněné sítě je 2 178 km. Spolu s klasickým mýtem se na pěti vybraných úsecích platí speciální vyšší sazby. [12] Mýtné je účtováno dle ujetých kilometrů a jednotlivé tarify jsou odvozeny od euro emisní třídy. Palubní jednotka je řidičům vozidel zapůjčována za jednorázový poplatek 5 EUR a je kompatibilní se švýcarským systémem Tripon (nutná registrace) a prostřednictvím služby Toll2Go také s německým Toll Collect. [38] Rakousko se dále v roce 2013 stalo členem skupiny EasyGO+. [12]

V roce 2013 se na mýtném vybralo 29,1 mld. Kč [12], v roce 2014 to bylo 34 mld. Kč [10] a s výjimkou roku 2009 výběr mýtného každoročně stoupá. [12] Průměrný výnos na 1 km činil v roce 2014 15,6 mil. Kč/km. [10]

Provozovatelem mýtného systému je společnost Asfinag, která zajišťuje provoz a výstavbu dálniční sítě.

4.1.5.2 Polsko

Polsko zavedlo mýtný systém viaTOLL od 1. 7. 2011, mýtnému podléhají všechny automobily nad 3,5 tuny a autobusy. Délka zpoplatněné sítě je 2 917 km. [10] Podle plánů bude viaTOLL v provozu na 7 000 km dálnic, a to do roku 2018. [2] V roce 2013 byl hrubý zisk Státního dopravního fondu 1,08 mld. PLN, 86 % z této částky bylo vybráno systémem viaTOLL, zbylých 14 % poté zaplatili řidiči osobních vozidel v turniketech mýtných bran. [2]

Výnosy pro rok 2014 činily 9,35 mld. Kč. Průměrný výnos na 1 km je 3,2 mil. Kč/km [10]

4.1.5.3 Francie

Mýtné ve Francii platí pro všechny uživatele dálnic, tedy osobní a nákladní automobily, autobusy a motocykly. Sazba mýtného se určuje v závislosti na druhu vozidla a emisní třídě. Dálniční síť ve Francii je dlouhá 11 882 km. Kromě mýtného za použití dálnic jsou vybírány poplatky za přejezd některých mostů a průjezd tunelů.

Pro vozidla s výškou nižší než 2 metry a hmotností nepřesahující 3,5 tuny je určeno automatické placení mýtného pomocí systému Liber-t. Tento systém umožňuje plně automatizované placení a pro vozidla jsou vyhrazeny speciální jízdní pruhy. Pokud vozidlo nedisponuje systémem Liber-t, je řidič nucen v mýtné bráně zastavit a zaplatit mýtné pomocí hotovosti, kreditní karty, soukromé palivové karty nebo bankovního či poštovního šeku. [47]

Vozidla s hmotností nad 3,5 tuny nebo vyšší než 3 metry mohou využít několik metod úhrady. Metoda TIS PL používá OBU jednotky UTA MultiBox a UTA MultiBoxLight. Případně je možné použít jednotku Telepass EU, která je univerzálním řešením pro mýtné v Itálii, Francii, Španělsku, Portugalsku, části Polska a tunelu Liefkenshoek v Belgii. [48]

4.1.6 Shrnutí

Technologie DSRC má, tak jako všechny technologie, své výhody a nevýhody. Mezi základní výhody lze počítat dlouholeté ověření v praxi a možnost nákupu technologie od více výrobců z celého světa a z toho plynoucí konkurenční prostředí, které má jistý tlak na cenu a dodavatelské podmínky. Na druhou stranu však nemusí být zařízení různých výrobců mezi sebou kompatibilní. Výhoda spočívá i ve snadné instalaci zařízení do vozidla. Instalace je finančně nenáročná a neomezuje elektroinstalaci samotného vozidla.

Podstatnou nevýhodou systému je velice složitá infrastruktura podél zpoplatněných úseků komunikace. Tato nevýhoda brání zavedení celoplošného systému. Mezi další nevýhody patří složitá kompatibilita se systémy GNSS/GSM.

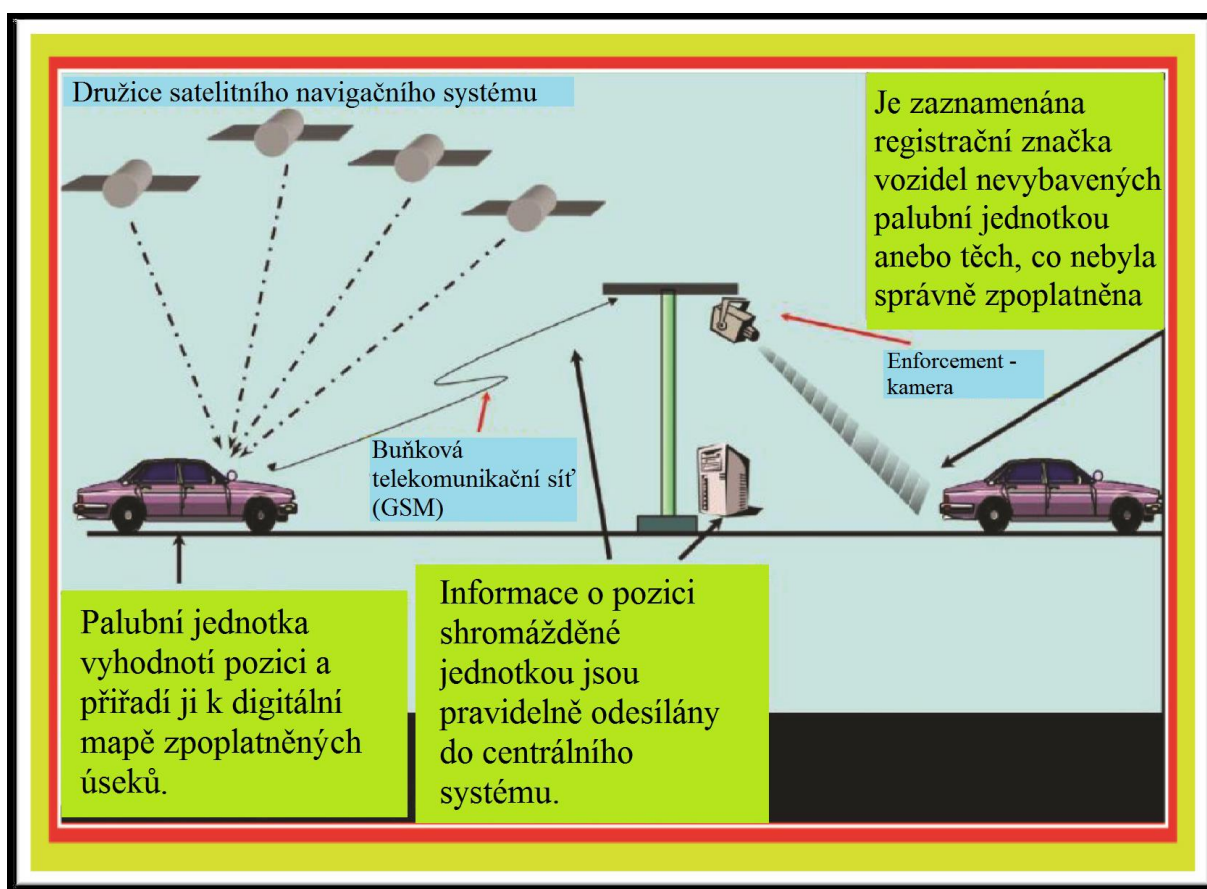
4.2 Satelitní systém

Satelitní mýtné systémy využívají pro lokalizaci vozidla družicové navigační systémy GNSS (Global Navigation Satellite System). Mezi tyto systémy patří americký systém GPS a ruský GLONASS. Další globální navigační systémy jsou ve fázi vývoje, jedná se o evropský systém Galileo, čínský systém Beidou-2, indický systém IRNSS a japonský systém QZSS. [31]

V současné době je používán americký systém GPS, obecně ovšem není problém použít jiný systém. Evropský systém Galileo je již v provozu, ovšem v omezeném počtu 18 satelitů (k plné funkci je potřeba satelitů 30). Přechod na Galileo je tedy otázkou budoucnosti.

Obecně lze říci, že z pohledu aplikace EFC je využití satelitní technologie nové a prozatím málo používané. Schéma systému GNSS/CN je patrné z obrázku 5.

Obrázek 5- Schéma systému GNSS/CN



4.2.1 Zařízení ve vozidle (OBU) a na infrastruktuře (RSE)

Na rozdíl od technologie DSRC, využívající stacionární fyzické brány, využívá GNSS/CN virtuální místa. Pozice těchto míst je uložena v digitální databázi OBU přímo ve vozidle. Virtuální místa lze flexibilně aktualizovat, nová poloha virtuálního místa je aktualizována přímo v databázi OBU. Pokud vozidlo projíždí zpoplatněným úsekem, OBU získává potřebná data pro následný výpočet platby. Tyto hodnoty jsou následovně předány pomocí sítě GSM.

Jednotka OBU pro systém GNSS/CN je náročnější, nákladnější a komplexnější než obdobná jednotka pro systém DSRC. Jednotka přijímá signál z GNSS a komunikuje na bázi DSRC, což umožňuje kontrolovat stav OBU bez nutnosti omezení jízdy vozidla. Dále jednotka umožňuje komunikaci pomocí GSM, přes který odesílá nashromážděná data. Pokud vozidlo projede virtuálním místem, je zaznamenán čas průjezdu a identifikace virtuálního místa. Jednotka OBU poté odešle potřebná data, na základě kterých je vypočten poplatek za použití komunikace. Aby nedocházelo k rozporům, je v jednotce OBU instalován bezpečný diagnostický systém, který eviduje hlášení o chybách, veškeré transakce atp. Tyto informace musí v případě rozporu ukázat, že řidič měl vůli za službu zaplatit, ale zařízení mělo poruchu. [1] [6]

4.2.2 Výpočet poplatku

Poplatek se vypočítává na základě reálného použití silniční infrastruktury a je účtován v daný den a čas. Výše poplatku je zaznamenávána v OBU a přenášena do řídicího centra.

Samotnou platbu je možno provést dvěma způsoby, před jízdou anebo po jízdě. Německý systém například umožňuje použití duálního systému, kdy řidič může pomocí vhodné OBU zaplatit poplatek bez zastavení vozidla, bez vazby na jízdní pruh, bez omezení rychlosti či bez předchozího stanovení trasy. Pokud není vozidlo vybaveno vhodnou OBU jednotkou, je možné zaplatit poplatek předem s předchozím stanovením trasy. Od této trasy není standardně možné se odchýlit.

Vybudování sítě platebních míst, kde se manuálně odvádějí poplatky, je při porovnání s automatizovaným výběrem nepoměrně nákladnější. Síť by měla být vybudována tak, aby bylo možno kdekoliv před vjezdem na zpoplatněný úsek

provést platbu s co nejmenším časovým zdržením. Zároveň je nutné u automatického i manuálního režimu stanovit stejnou cenu za ujetý kilometr. Platební místa musí také být vybavena možností vybrat hotovost a uskutečnit platbu pomocí platebních karet.

Z textu vyplývá, že dualita systému placení zvyšuje cenu a komplikuje aplikaci i provoz GNSS/CN. Tento problém může vyřešit povinné vybavení všech vozidel podléhajících zpoplatnění jednoduše montovatelnou a levnou OBU. [1] [6]

4.2.3 Řídicí systém

Řídicí systém pracuje velmi podobně jako u systému DSRC, zpracovává přijaté platby dle platných sazeb, rozděljuje platby operátorům, vede správu kont, uzavírá kontrakty s uživateli a provádí jejich elektronické transakce. Zároveň zajišťuje inicializaci a servis OBU jednotek. Centrální systém distribuuje provozní data, tarify, konfiguraci, atd. Centrum zajišťuje správný provoz všech zařízení OBU systému EFC. [6]

4.2.4 Země používající satelitní systém

V současné době (březen roku 2017) je satelitní systém použit pouze ve třech evropských zemích: Německu, Slovensku a Maďarsku. [23]

4.2.4.1 Německo

Německo jako první zavedlo v roce 2005 mýtný systém založený na satelitní lokalizační technologii GPS, a to pro vozidla nad 12 tun. Pro komunikaci palubních jednotek s centrálním systémem je využito mobilní síť GSM. [12] Německý systém nenařizuje dopravcům mít vozidla vybavena palubní jednotkou, mýto je možné uhradit i u manuálních poplatkových terminálů nebo přes internet na základě přesně naplánované trasy. V roce 2012 byla síť zpoplatněných komunikací rozšířena o 1 135 km spolkových dálnic a v roce 2013 bylo rozšíření sítě doplněno. Nyní je délka zpoplatněné sítě 13 999 km. [12] Mýtné platí pro všechna vozidla nad 7,5 tuny s výjimkou autobusů. [34]

Aktuální informace (článek z 24. 3. 2017) hovoří o zavedení mýtného pro osobní automobily na německých dálnicích od roku 2019. Toto opatření je kritizováno německou opozicí a některými evropskými státy, včetně České republiky. Výše mýtného by se měla lišit v závislosti na objemu motoru a emisní třídě. Německo

tento zákon již schválilo v roce 2015, ale kvůli výhradám Evropské komise a sousedních států jej dosud nezavedlo. Původní norma byla Evropskou komisí považována za diskriminační, z tohoto důvodu byla spolková republika zažalována u unijního soudu. Avšak po přibližně dvou měsících došlo mezi oběma stranami ke kompromisu. [49]

Náklady na čistý výnos, které jsou dobrým indikátorem efektivního výběru, činily v roce 2015 28 %. [35] Průměrný výnos na 1 km činil v roce 2014 8,97 mil. Kč/km a hrubý výnos v roce 2014 byl 125 mld. Kč. [10] Systém provozuje společnost Toll Collect.

4.2.4.2 Slovensko

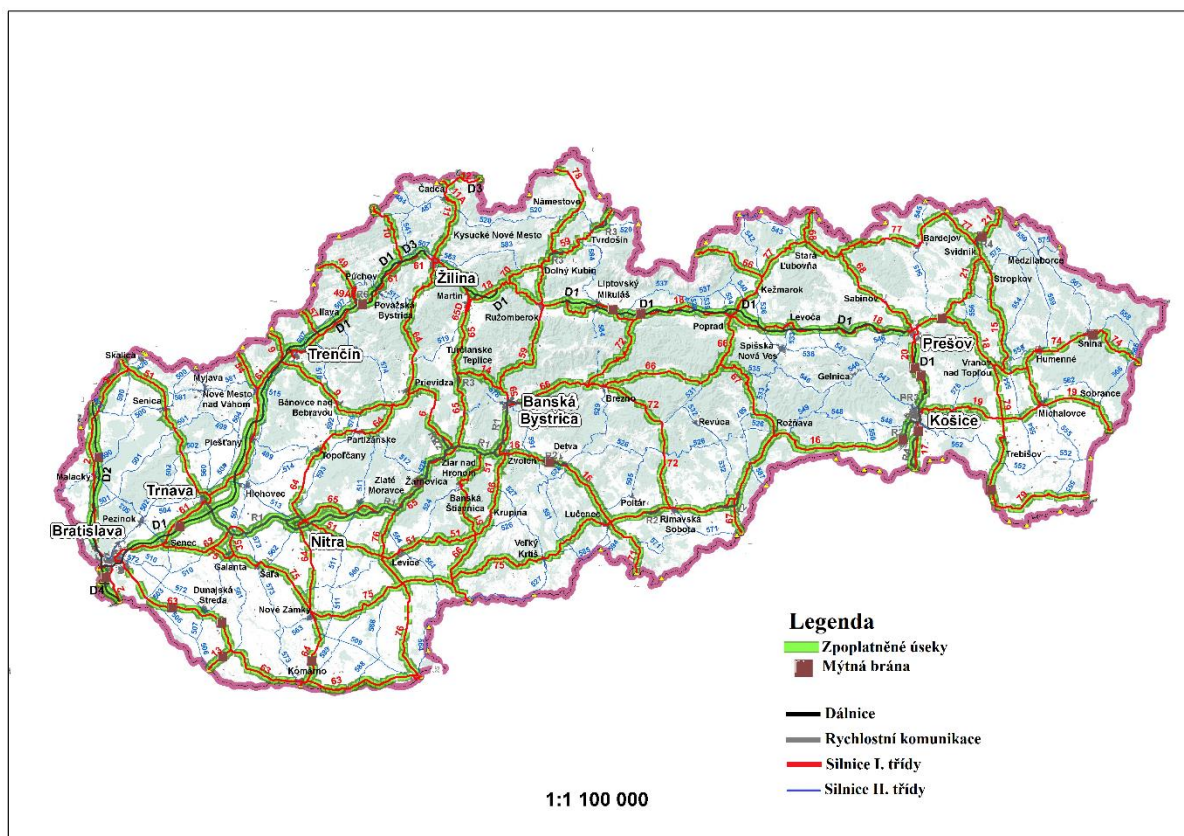
Elektronické mýtné pro vozidla s celkovou hmotností nad 3,5 tuny bylo na Slovensku zavedeno k 1. 1. 2010. Zavedení mýtného doprovázely protesty autodopravců, které posunuly platnost mýtného na silnicích prvních tříd na 1. 3. 2010. Slovensko má zbudovaný mýtný systém na 17 738 km dálnic a silnic první třídy, na většině z nich ovšem platí nulový tarif a pouze se sleduje, jakou trasu automobily absolvují. Na počátku roku 2014 bylo zpoplatněno 2 681 km dálnic a silnic první třídy. [32] Silnice první třídy představují téměř 73 % zpoplatněné sítě. [12]

Výnos z mýtného činil v roce 2014 5 mld. Kč a průměrný výnos na 1 km činil 2,2 mil. Kč/km. Oproti tomu výnos ve stejném roce v Česku byl 8,71 mld. Kč a průměrný výnos na 1 km byl 6,08 mil. Kč/km. [10] Z uvedených hodnot vyplývá, že výnosy z mýtného jsou na Slovensku výrazně nižší než v Česku.

Za roky 2010 až 2013 se vybralo 610 mil. EUR, ale náklady na elektronický výběr mýta pohltily 74 % vybrané sumy. [33]

Slovenský mýtný systém vybudovala a bude do roku 2023 provozovat společnost SkyToll. [12]

Obrázek 6 - Síť zpoplatněných komunikací na Slovensku

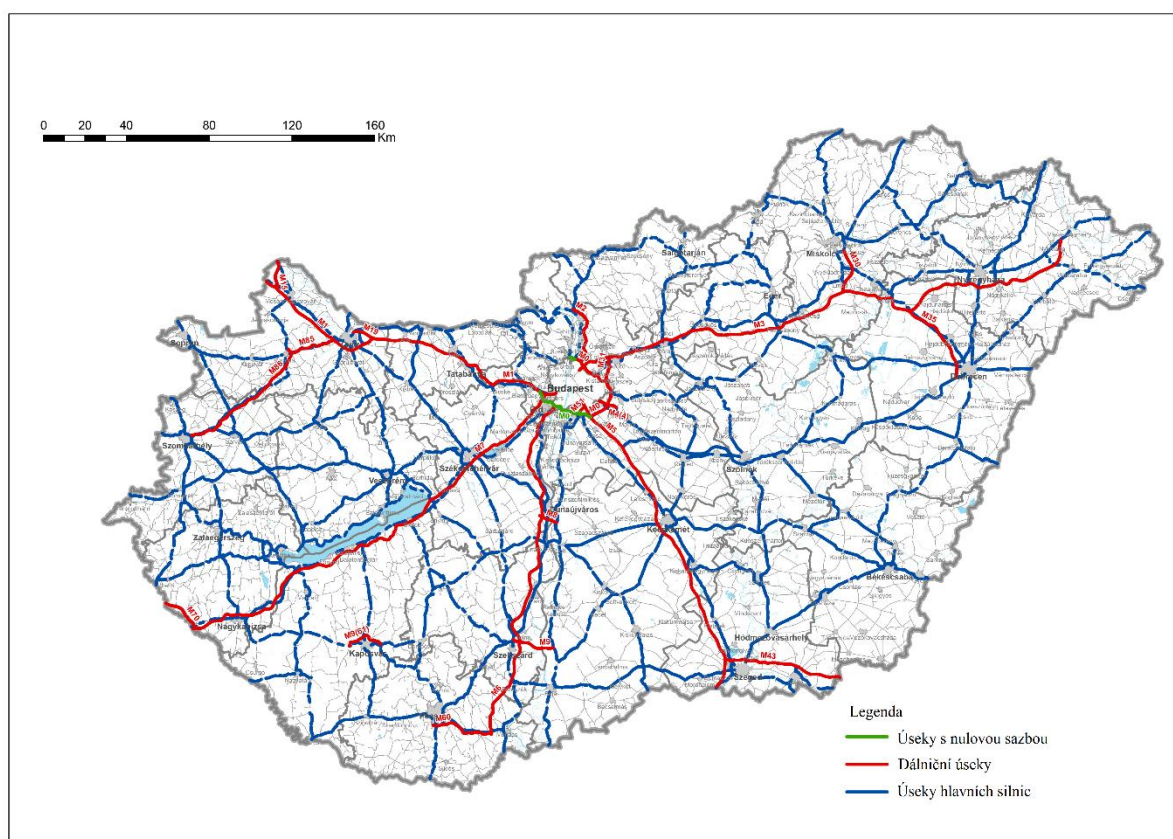


4.2.4.3 Maďarsko

Od 1. 7. 2013 byl v Maďarsku zaveden elektronický systém výběru mýtného, a to pro všechny vozy s maximální povolenou hmotností přesahující 3,5 tuny. Délka zpoplatněné sítě je 6500 km a zahrnuje dálnice, rychlostní komunikace a hlavní silnice. [36] Výnosy v roce 2015 činily 185 mld. HUF, což je 16,3 mld. Kč. [37]

Maďarský systém odpovídá technologickým požadavkům Evropské unie a je kompatibilní se směrnicemi EETS (viz. dále). Výše poplatku závisí na typu použité komunikace, ujeté vzdálenosti a kategorii motorového vozidla. Mýtný systém provozuje firma Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltatató Zrt.

Obrázek 7 - Síť zpoplatněných komunikací v Maďarsku



4.2.5 Shrnutí

Nespornou výhodou je podpora satelitního systému v rámci Evropy, a to i v souvislosti se zaváděním navigačního systému Galileo. Satelitní systém, ze své podstaty, pokrývá celé území, proto je zpoplatnění možné upravovat na základě potřeb dopravy a ekonomiky. Další výhodou je univerzálnost jednotky OBU, kterou lze použít nejen pro elektronický výběr poplatku, ale i další telematické aplikace: přeprava nebezpečných nákladů, on-line sledování přepravních vztahů, pokráčežové systémy, kontrola platby daní atp. [6]

Nevýhodou satelitního systému je možná nepřesnost v určení polohy. Pomocí systému GPS lze v běžně dostupných zařízeních dosáhnout přesnosti v řádu jednotek až desítek metrů a systém Galileo by měl dosahovat přesnosti do čtyř metrů. Přesnost ovšem může být ovlivněna okolní krajinou či zástavbou. V údolích a městech nedosahuje GPS takové přesnosti, existuje tedy možnost, že vozidlo bude systémem detekováno na jiné komunikaci, než na které se skutečně nachází. Toto hrozí zejména u komunikací nižších tříd, které jsou v určitých úsecích paralelní se zpoplatněnou komunikací.

Mezi nevýhody systému patří prozatímní malá zkušenost v této oblasti, protože spojením funkčního GNSS systému s funkčním platebním CN systémem nevzniká automaticky funkční EFC systém na bázi GNSS/CN. [6]

4.3 Provázanost systémů – interoperabilita

Prvotní úvahy o interoperabilitě probíhaly v evropských institucích na začátku tisíciletí. Uvažovalo se o zavedení jednotného evropského systému. Nicméně, volný trh způsobil, že v mnohých zemích začaly vznikat různé systémy od různých dodavatelů, které nehleděly na představy komise. Tím vznikla situace, že při průjezdu Evropou je nutné mít více rozdílných „krabiček“ – palubních jednotek, a zároveň je nutné uzavírat různé smlouvy. [45]

Přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2004/52/ES o interoperabilitě elektronických systémů pro výběr mýta bylo začátkem sladění systémů výkonového zpoplatnění a jejich možné propojení. Směrnice určuje, že systémy elektronického mýta by měly být interoperabilní a neměly by omezovat žádné výrobce a dodavatele. *„Tato směrnice stanoví podmínky nezbytné k zajištění interoperability elektronických systémů silničního mýtného ve Společenství. Vztahuje se na elektronické vybírání všech typů silničních poplatků na celé městské a meziměstské silniční síti Společenství, na dálnicích, hlavních a vedlejších silnicích.“* [46] Směrnice stanovuje, že všechny elektronické mýtné systémy, uvedené do provozu po 1. lednu 2007, musí používat jednu ze stanovených technologií. Upřednostňováno je použití technologie satelitní a GSM. [46]

4.3.1 Základní koncepty v interoperabilitě

1. Z hlediska předmětu
 - I. Technická interoperabilita – využívá se jedna palubní jednotka pro více zemí, ale smluvní vztah i zúčtování mezi uživatelem a výběřčím mýtného je dvojitý (několikanásobné)
 - II. Smluvní interoperabilita – jedna jednotka pro více zemí, uživatel ji získává od poskytovatele, který zajistí smluvní vztahy a zúčtování s výběřčími
2. Z hlediska rozsahu
 - I. Bilaterální interoperabilita – přístup s jednou jednotkou do dvou zemí, respektive obecněji do systémů dvou výběřčích mýtného

- II. Multilaterální interoperabilita – přístup s jednou jednotkou do více než dvou zemí, respektive k více než dvěma výběřčím. [26]

4.3.2 TOLL2GO

TOLL2GO je služba umožňující pomocí jedné jednotky OBU hradit mýtné v Německu a Rakousku. [44] Jedná se tedy o jednu službu výběru mýta pro satelitní i mikrovlnou technologii. Technické řešení vytvořily v rámci společného projektu rakouská firma ASFINAG a německý Toll Collect. Dopravní a logistické podniky si zavedení nové mýtné služby pochvalovaly. [43] Vyúčtování ovšem stále probíhá odděleně a smlouvu je nutné uzavřít s oběma provozovateli mýtného systému. [24] Na obrázku je zobrazena jednotka OBU systému TOLL2GO.

Obrázek 8 - OBU systému TOLL2GO



4.3.3 VIA-T

Systém výběru mýtného VIA-T umožňuje vozidlům nad 3,5 tuny projet mýtnými branami ve Španělsku, kde je přibližně 4000 km zpoplatněných komunikací. Jednotka Telepass OBU používaná ve Francii je s tímto systémem kompatibilní. Vzhledem k interoperabilitě španělského a portugalského mýtného systému lze v těchto třech zemích použít jednu OBU.

4.3.4 Telepass EU

Pro platby mýtného pro vozidla s hmotností nad 3,5 tuny ve Francii, Portugalsku, Itálii, Španělsku, tunelu Liefkenshoek (Belgie) a části dálnice A4 v Polsku (úsek Katowice – Krakov) je od dubna 2016 možné použít elektronickou palubní jednotku Telepass EU. Touto jednotkou se nahrazuje jednotka Telepass EU DSRC, která ovšem zůstává stále funkční.

Obrázek 9 - OBU systému Telepass EU



4.3.5 EasyGo+

EasyGo+ je evropské partnerství mezi Dánskem, Norskem, Švédskem, Německem a Rakouskem, které umožňuje dopravcům použití jedné OBU ve více jak padesáti mýtných stanicích v uvedených zemích a také použití trajektové dopravy. [25]

Výhodou tohoto systému je, že na vozidlo je potřeba pouze jedna palubní jednotka a zároveň přijde dopravci pouze jedna faktura. Interoperabilita spočívá v možnosti použití jednotky AutoPASS či BroBIZZ na zpoplatněných komunikacích v Norsku a Rakousku, na vybraných mostech ve Švédsku, Norsku a Dánsku a pro trajektové služby mezi Dánskem a okolními zeměmi. [10]

Obrázek 10 - Země systému EasyGo+



4.4 LSVA

Švýcarský systém LSVA je první aplikací systému svého druhu v Evropě. Byl spuštěn v roce 2001 a je určen pro platbu za přepravní výkon (hmotnost x vzdálenost) nákladních vozidel, a to na celém území státu. Švýcarsko není členem EU, proto nebyly brány v potaz směrnice a doporučení platné pro státy Unie. [6]

Systému podléhají všechna vozidla s hmotností nad 12 tun. Výpočet poplatku je následující: maximální povolená hmotnost vozidla se vynásobí ujetou vzdáleností a koeficientem zohledňujícím emise. Tímto postupem odpadá složité a drahé vážení vozidel a zároveň toto opatření tlačí na dopravce, aby využívali plnou kapacitu vozidel a nejezdili s prázdnými vozidly.

Placenou zónou je celé území státu, proto musí hraniční přechody, působící jako vstupy a výstupy, disponovat požadovaným vybavením. [6]

4.4.1 Zařízení na infrastruktuře (RSE)

Portály s DSRC komunikační jednotkou jsou umístěny na hraničních přechodech. Pokud je vozidlo vybaveno palubní jednotkou OBU, aktivuje či deaktivuje se při přejezdu kolem portálu záznam ujetých kilometrů. Všechna tuzemská vozidla jsou povinně vybavena jednotkou OBU.

Pokud vozidlo nemá jednotku OBU jsou na hraničních přechodech umístěny terminály. Při prvním vjezdu do země, obdrží řidič kartu s údaji o vozidle, kterou vloží do terminálu, zadá trasu a terminál vypočítá cenu, kterou řidič zaplatí. Druhou možností je po vložení karty zadat stav tachografu. Terminál v tomto případě vydá lístek a řidič při opuštění území vyplní aktuální stav tachografu a zaplatí požadovanou částku. [6]

4.4.2 Zařízení ve vozidle (OBU)

Palubní jednotky pro systém LSVA jsou oproti ostatním jednotkám dražší a složitější, a to z toho důvodu, že jednotka používá k měření ujeté vzdálenosti dva technicky nezávislé systémy: elektronický digitální tachograf a satelitní systém GNSS.

Jednotka OBU také umožňuje komunikovat s RSE pomocí DSRC 5,8 GHz. V tomto případě je zde vidět snaha o interoperabilitu s okolními systémy EFC. Ujetá vzdálenost je měřena pomocí digitálního tachografu, jehož činnost je verifikována satelitní navigací. Při vjezdu do země je aktivován záznam počtu ujetých kilometrů a při opuštění je záznam deaktivován. [6]

4.4.3 Shrnutí

Systém ve Švýcarsku je určen pro všechna vozidla nad 12 tun a zpoplatněno je celé území (nejen dálnice). Výhodou je možná interoperabilita se systémy DSRC a teoreticky možná interoperabilita se systémy GNSS. Systém je velice vhodný pro celoplošné zpoplatnění. Výhodou švýcarského systému je nemožnost objetí zpoplatněné trasy.

Nevýhodou je, že Švýcarsko není členem Evropské unie, systém proto nesplňuje požadavky Evropské komise (například zpoplatňuje veškeré komunikace). Vysoká cena OBU odpovídá možnému univerzálnímu použití. [6]

4.5 LPR

System výběru poplatků v Londýně (Licence-plate Recognition) je velice netypický, vybírá se jednorázový poplatek nezávislejší na ujeté vzdálenosti. System je pouze dohledový a na základě rozpoznání registrační značky je schopen detekovat neplatiče.

Projíždějící vozidlo je snímáno kamerou, software rozpozná registrační značku, která je zaslána do centra k vyhodnocení. Takto lze s vysokou přesností identifikovat vozidlo a porovnat jeho registraci se záznamy platících uživatelů. Tato metoda je základem kontrolních systémů. Tyto systémy jsou důležitou a nedílnou součástí aplikací pro výběr mýtného fungujících na DSRC nebo GNSS/CN. Samotný výběr mýtného je jednou ze dvou částí systému. Druhou část, která je neméně důležitá, tvoří kontrolní systém, který umožňuje identifikaci uživatelů systému a rozpoznání neplatičů. [3]

Výhodou systému je jeho jednoduchost a snadná realizovatelnost. Vozidla není nutné vybavovat jednotkami OBU. Hlavní nevýhoda spočívá v nemožnosti použití systému k výběru mýtného na vybraných komunikacích.

4.6 EETS

European Electronic Toll Service – Evropská služba elektronického mýtného je iniciativa Evropské unie, která má zajistit zjednodušení platby mýtného pro dopravce EU. Jedná se o zavedení multilaterální interoperability na území Evropy. [29] Nyní je nutné při průjezdu různými státy registrovat vozidlo do všech systémů fungujících v těchto státech. Odstranění této povinnosti a umožnění průjezdu různými zeměmi s jednou jednotkou OBU je základem iniciativy. Smlouva a vyúčtování by mělo být od jednoho poskytovatele služby. EETS je pouze technologický koncept, ke konkrétní realizaci slouží projekt REETS.

4.6.1 REETS

Regional European Electronic Toll Service – Regionální evropská služba elektronického mýtného. Projekt REETS je projektem Evropské unie a analyzuje smluvní, procedurální a technické otázky za účelem vypracování doporučení a konkrétního řešení, které povede k zavedení EETS. [27]

Cílem tohoto projektu je přenést technologický koncept EETS do ekonomické reality provozovatelů mýtných systémů. Projekt je spolufinancován Evropskou unií a má za cíl urychlit zavedení EETS pomocí otevření a podpory dialogu mezi výběřčími mýtného a poskytovateli služeb.

Projekt je rozdělen do dvou hlavních fází:

1. Analytická fáze – analyzuje smluvní, procedurální a technické aspekty pro efektivní a stálou implementaci systému EETS. Fáze se skládá z pěti částí.
 - 1.1. Smluvní rámec a řízení rizik
 - 1.2. Certifikační proces
 - 1.3. Klíčové referenční ukazatele
 - 1.4. Administrativní podpora rozhraní
 - 1.5. Správa interoperability
2. Zaváděcí fáze – zavedení otevřené informační platformy zahrnující všechny účastnické země a některé pilotní projekty pro zavedení EETS.
 - 2.1. Informační platforma
 - 2.2. Monitorování testování a zavádění [50]

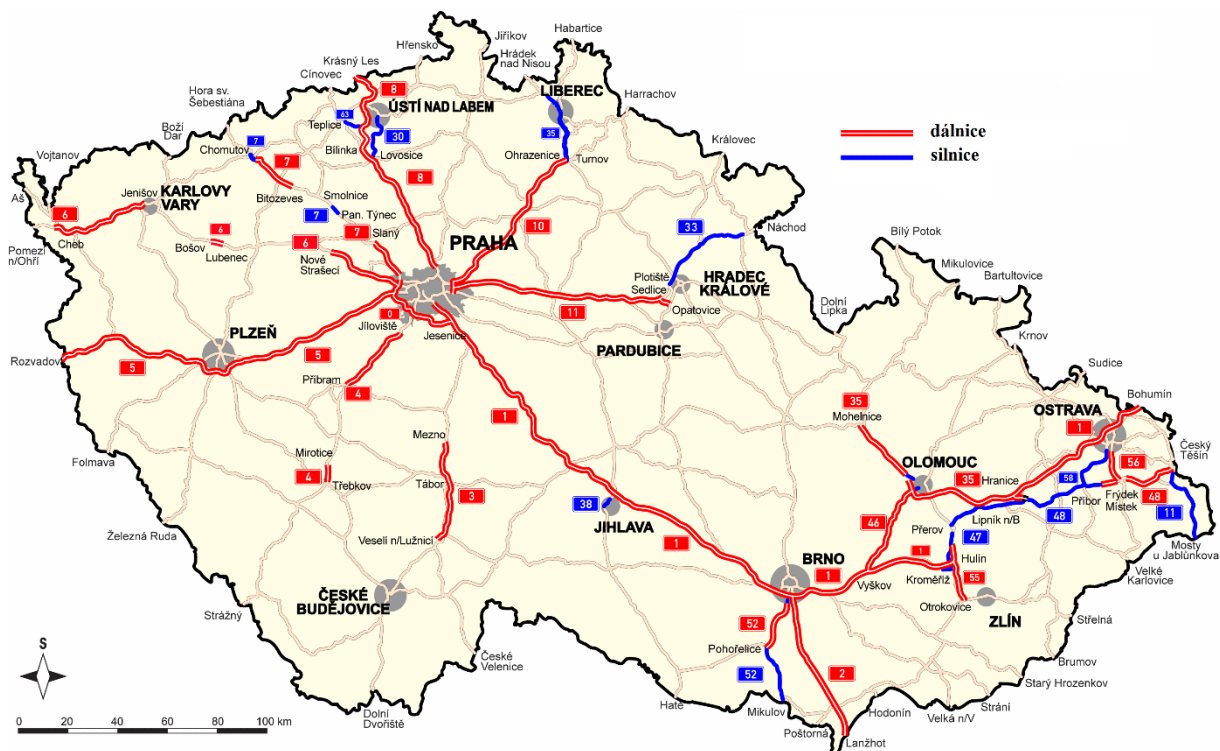
Projektu se na straně výběřčích mýtného zúčastní subjekty z Francie, Rakouska, Německa, Polska, Španělska, Itálie, Švýcarska a Dánska. Země, kde je počet výběřčích větších, jsou zastoupeny asociacemi. Strana budoucích poskytovatelů EETS služeb je reprezentována asociací AETIS (Asociace elektronického mýtného a interoperabilních služeb). Česká republika se, jako výběřčí mýta projektu REETS neúčastní. [28]

5 Mýtný systém České republiky

Novelou Zákona o pozemních komunikacích (13/1997 Sb.) bylo od 1. ledna 2007 zavedeno elektronické mýtné pro vozidla s hmotností nad 12 tun. V této první fázi se jednalo o 970 km dálnic a silnic pro motorová vozidla. [8] Od 1. ledna 2008 se mýtné začalo platit i na 200 km silnic I. třídy, které „nahrazují“ chybějící dálnice. V současnosti se jedná o přibližně 1400 km zpoplatněných komunikací, na kterých je celkem 265 mýtných bran, z nichž 47 je kontrolních. Od 1. ledna 2010 se povinnost platit mýtné rozšířila i na vozidla o celkové hmotnosti nad 3,5 tuny. [9]

Do výběrového řízení se v roce 2005 přihlásili čtyři uchazeči, a to s kombinovaným nebo mikrovláknovým systémem. Ministerstvo dopravy tři nabídky vyloučilo pro technické a jiné důvody. Vítězem výběrového řízení se stala firma Kapsch. Přestože bylo výběrové řízení předmětem kritiky médií, Úřad pro ochranu hospodářské soutěže výsledek v roce 2006 potvrdil. [19] Počáteční investice do mýta přišla na 3,4 mld. Kč bez DPH [16]

Obrázek 11 - Síť zpoplatněných komunikací od 1. 2. 2016



5.1 Technologie

Mýtný systém v České republice používá mikrovlnný systém elektronického mýtného a je koncipován jako tzv. „Multi Lane Free Flow.“ Tento systém umožňuje uživatelům vysoký komfort při platbě mýtného a nijak neomezuje dopravu jako takovou. Výběr mýtného probíhá pomocí OBU (On Board Unit) jednotky, a to ve všech jízdnicích pruzích, bez nutnosti zastavit vozidlo, či jinak omezovat okolní dopravu. [1] [18]

Obrázek 12 - Mýtná brána



Technologií DSRC je realizován přenos dat z palubní jednotky (OBU) na mýtnou bránu (obrázek 11), která slouží jako komunikační a kontrolní bod. Mýtné brány jsou vybaveny komunikační jednotkou DSRC a kontrolním video systémem, který je schopný rozpoznat registrační značku vozidla. Pokud se mýtná transakce uskuteční a poplatek je zaplacen, je o tom řidič informován jednotkou OBU pomocí krátkého zvukového signálu. Transakce tedy probíhá automaticky bez zásahu řidiče.

Z obrázku 13 vyplývá, že nejprve je přijíždějící vozidlo snímáno kamerou, v průběhu snímání dojde k detekci vozidla. Poté proběhne komunikace mezi OBU a bránou a ke klasifikaci vozidla.

Obrázek 13 - Schéma funkce kontrolní mýtné brány.



5.2 Vozidla podléhající mýtnému systému a sazby

V České republice podléhají mýtnému systému všechna vozidla nad 3,5 tuny a autobusy (na rozdíl od Německa). Při zavádění mýtného systému byly snahy o vyjmutí alespoň linkových autobusů z povinnosti mýtné platit. Mýtnému systému nepodléhají vozidla IZS (Integrovaný záchranný systém) a vozidla ozbrojených sil, ovšem musí být vybavena OBU.

Mýtné je účtováno za použití určených úseků komunikací, a to v okamžiku uskutečnění transakce, tedy průjezdu vozidla mýtnou bránou, která odpovídá danému úseku. Sazbu mýtného za užití 1 km komunikace stanovuje Nařízení vlády ČR č. 240/2014 Sb. Sazba je určena podle počtu náprav, emisní třídy vozidla a času.

[42]

Tabulka 1 - Sazby mýtného platné od 1. 1. 2015 [Kč/km]

emisní třída	EURO 0-II			EURO III-IV			EURO V			EURO VI, EEV		
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
dálnice	3,34	5,7	8,24	2,82	4,81	6,97	1,83	3,13	4,52	1,67	2,85	4,12
- pátek 15-20 hod.	4,24	8,1	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	1,5	2,15	0,79	1,37	1,96
- pátek 15-20 hod.	2	3,92	5,6	1,69	3,31	4,74	1,1	2,15	3,07	1	1,96	2,8
autobusy	1,38			1,15			1,04			0,8		

5.3 Velikost výnosů z výběru mýta

Velikost výnosu z mýta se na počátku odhadovala na 10 mld. Kč za rok. Po rozšíření na automobily nad 3,5 tuny se odhady pohybovaly kolem 26 mld. Kč za rok. [13] Do roku 2015 se na mýtném vybralo 67 635 311 164 Kč. V roce zavedení, tedy v roce 2007, se na mýtném vybralo 5 565 277 630 Kč. V roce 2015 to bylo 9 732 139 723 Kč. [11] Z tabulky 1 vyplývá, že objem vybraného mýta s výjimkou let 2009 a 2013 stále stoupá.

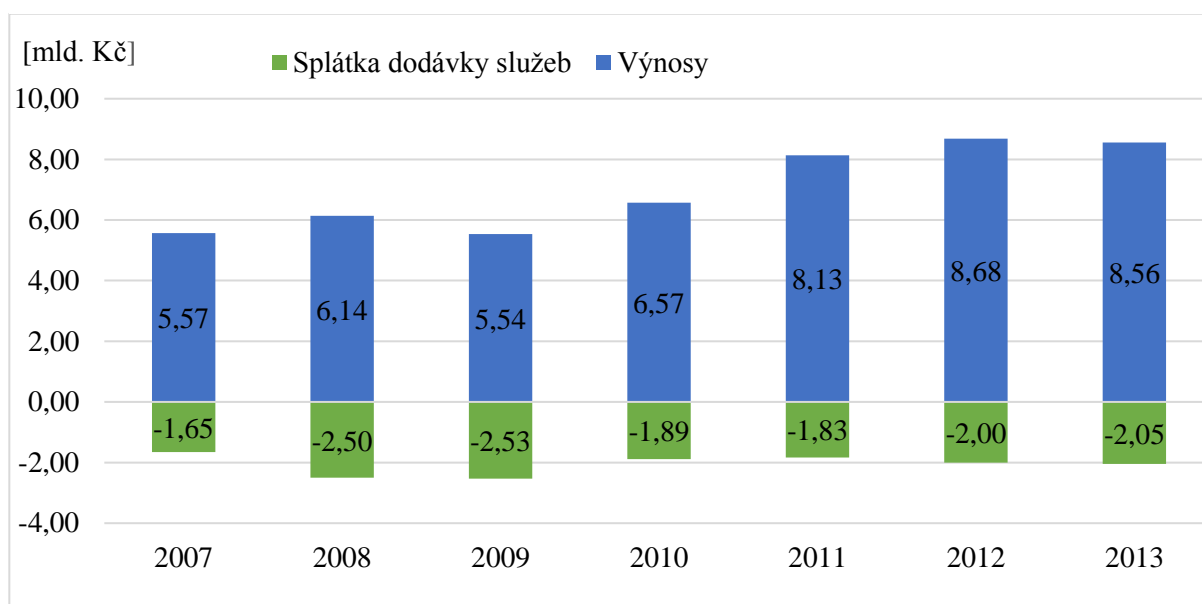
Od vybraného mýta je nutné odečíst investiční a provozní náklady. Výstavba byla financována výhercem výběrového řízení a splacena státem až z následně vybraného mýta.

Tabulka 2 – Vybrané mýtné z let 2007 až 2015

Rok	Vybrané mýtné [Kč]	Meziročně
2007	5 565 277 630	-
2008	6 144 152 102	+ 10,4 %
2009	5 543 272 476	- 9,78 %
2010	6 574 441 233	+ 18,6 %
2011	8 126 016 899	+ 23,6 %
2012	8 680 051 033	+ 6,82 %
2013	8 554 998 250	- 1,44 %
2014	8 714 961 818	+ 1,87 %
2015	9 732 139 723	+ 11,67 %
celkem	67 635 311 164	

Hrubý zisk mýtného systému je jeho výnos (předepsané mýtné) po odečtení splátek dodávky a následných provozních služeb. V letech 2007 až 2013 dosáhl takto vyjádřený hrubý zisk 34,7 mld. Kč. [17] Průměrně tedy systém vydělal 4,96 mld. Kč hrubého zisku ročně. V grafu 1 jsou uvedeny hodnoty výnosů a splátek od roku 2007 do roku 2013.

Graf 1 - Poměr mezi výnosy a splátkami z let 2007 až 2013

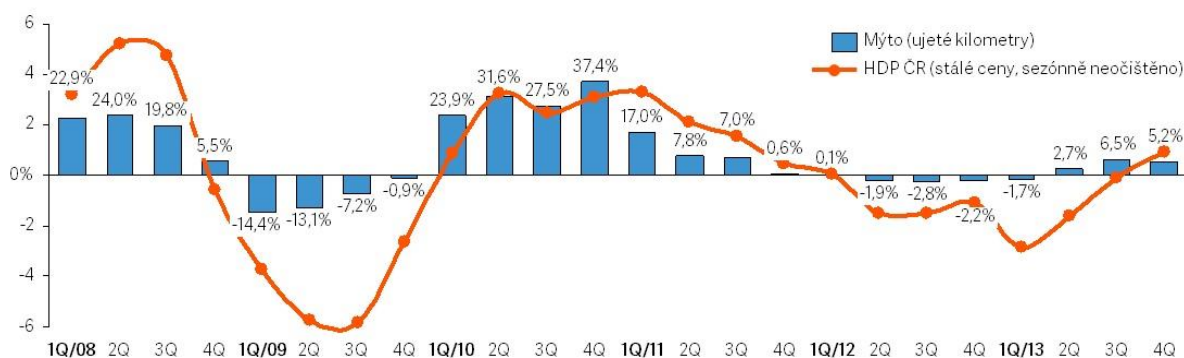


5.4 Odras makroekonomických ukazatelů

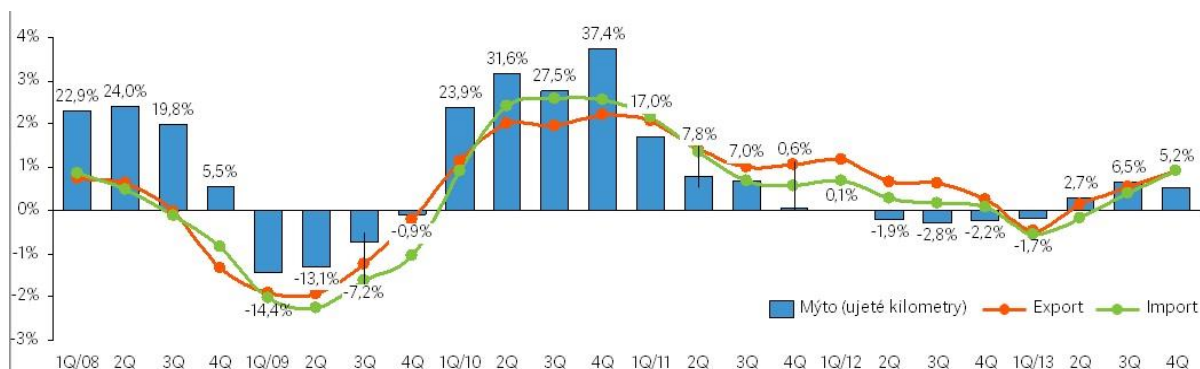
„Prostřednictvím principu výkonového zpoplatnění podle skutečně ujetých kilometrů a tím pádem skutečného dopravního výkonu se v mýtném odráží ekonomická situace České republiky, respektive celého střeoevropského regionu.“
[51]

Z grafů 2 a 3 vyplývá, že vývoj HDP (hrubý domácí produkt) s dopravním výkonem zpoplatněných vozidel na zpoplatněné síti koreluje. Patrná je také korelace s exportními a importními toky. Z grafů je dobře viditelný propad HDP i dopravního výkonu spojený s finanční krizí.

Graf 2 - Porovnání meziročních kvartálních změn vývoje aktivity mýtného systému a hrubého domácího produktu České republiky



Graf 3 - Porovnání meziročních změn vývoje aktivity mýtného systému s objemem exportu a importu České republiky



5.5 Enforcement

Anglickým výrazem „enforcement“ (dohled, prosazování, vymáhání, vynucení) se rozumí kontrola správnosti prováděných transakcí. Tato kontrola má dva hlavní úkoly: určit, kdo je neplatič a zajistit důkazní materiál. Ke kontrole jsou určeny kontrolní stanice vybavené příslušnou speciální technikou, která umožňuje odhalit chybně provedené nebo neprovedené transakce. Kontrolní stanice mohou být stacionární nebo mobilní, ty slouží pro náhodné kontroly. Technika na kontrolních stanicích určí, zda mají vozidla instalovanou příslušnou jednotku OBU, jestli je správně nastavena a zda došlo ke správnému provedení transakce. V případě chybového hlášení se do kontrolního centra systému odešle automatická zpráva s fotografií vozidla a jeho registrační značkou. Kontrolní centrum zjistí, zda byl nebo nebyl přestupek vyhodnocen správně. Pokud ano, je kontaktována mobilní kontrola, která vozidlo odstaví a zkontroluje nahlášený přestupek. [1]

5.6 Objíždění zpoplatněných úseků

Při zavádění mýta v České republice docházelo k obavám z tendencí objíždět zpoplatněné úseky po silnicích I., II. nebo II. třídy a s tím spojených negativních dopadů zejména v menších obcích. Objížděné trasy lze rozdělit na dva druhy:

- a) Paralelní – zpravidla se jedná o silnice II. nebo I. třídy, které jsou se zpoplatněnou komunikací paralelní. Použití této nezpoplatněné komunikace nezkrátí délku trasy.

b) Tangenciální – jedná se o nejkratší trasu mimo koridory zpoplatněné sítě. Zpravidla se jedná o silnice I. třídy a využití této komunikace zkracuje cestovní dobu. [52]

Tendence k objíždění zpoplatněných úseků by vyřešilo zavedení satelitního systému výběru mýta na komunikacích, kde dosud není zaveden mikrovlnný systém. Tendence k objíždění zpoplatněných úseků se dá zvýšit nevhodným nastavením sazeb za ujetou vzdálenost, proto je nutné volit sazby rozumně. Vzhledem k faktoru objíždění nemusí zvýšení sazeb za ujetou vzdálenost znamenat odpovídající zvýšení výnosů z výběru mýta.

5.7 Rozšiřování systému

Zprovoznění satelitního – hybridního systému na silnicích nižších tříd je dalším uvažovaným krokem. Uvedení tohoto projektu by měla předcházet studie výnosnosti. Je nutné zvolit takové sazby a rozsah zpoplatnění, aby byl celý systém ekonomicky výhodný. Nově vybudovaný systém by měl platit pro vozidla s hmotností nad 3,5 tuny na přibližně šesti až deseti tisících kilometrech silnic druhé a třetí třídy. Prostředky získané tímto zpoplatněním by se daly použít na údržbu a výstavbu nové infrastruktury. Zároveň by se tímto opatřením zamezilo možnosti objíždět zpoplatněné úseky. [1]

O zavedení mýtného pro osobní automobily do 3,5 tuny se při zavádění mýtného systému uvažovalo jako o možnosti budoucího rozšíření. V roce 2010 byl tento návrh kritizován profesorem dopravní fakulty ČVUT Petrem Moosem, který odhadl, že od roku 2011 do roku 2016 by při zavedení mýta pro osobní automobily došlo ke ztrátě 4-8 miliard korun. [20] V pořadu České televize Otázky Václava Moravce se bývalý ministr dopravy Antonín Prachař a jeho předchůdce Zbyněk Stanjura shodli na tom, že mýtný systém pro osobní automobily do 3,5 tuny není jedním z cílů pro další roky. [30]

5.7.1 Napojení na EETS

Všechny země EU by měly zprovoznit infrastrukturu pro EETS a umožnit přístup poskytovatelům jednotné služby do svých mýtných systémů nejpozději do 13. října 2014. [22] Toto datum Česká republika nesplnila. Nyní (březen roku 2017)

se dle vyjádření ministra dopravy Dana Ťoka počítá s napojením na EETS do poloviny roku 2017. [21]

6 Porovnání mýtných systémů

Technologie DSRC je vhodná ke zpoplatnění páteřních úseků komunikací. Pro komunikace nižších tříd se jako vhodnější jeví použití technologie GNSS/CN. Mikrovltný systém lze vybudovat v poměrně krátkém čase, Rakousko realizovalo svůj systém za osmnáct měsíců a za dalších osm měsíců byl systém splacen. Roční náklady se zvyšují v závislosti na velikosti území, proto je vhodné tento systém použít v malých státech jako je Česká republika, Rakousko nebo Slovensko (které však zavedlo systém satelitní). Nevhodný je systém DSRC například pro Německo vzhledem k husté dálniční síti. [53]

Oba systémy umožňují získat statistický přehled o jízdách po zpoplatněných komunikacích. Satelitní systém navíc poskytne i data o jízdách mimo zpoplatněné úseky. Tyto statistické údaje lze použít pro zjišťování použitelnosti určitých dopravních úseků. [53]

Mikrovltný systém, konkrétně jeho OBU, je určena pouze pro výběr mýta, žádné jiné využití se zatím nenabízí. OBU, která komunikuje se satelitním navigačním systémem, nabízí mnohá další využití, jako je zjištění aktuálního stavu dopravy na určitých úsecích (podle rychlosti pohybu vozidla a jejich četnosti), sledování nejvyužívanějších tras vozidel, či případné sledování určitého vozidla například pro bezpečnostní účely.

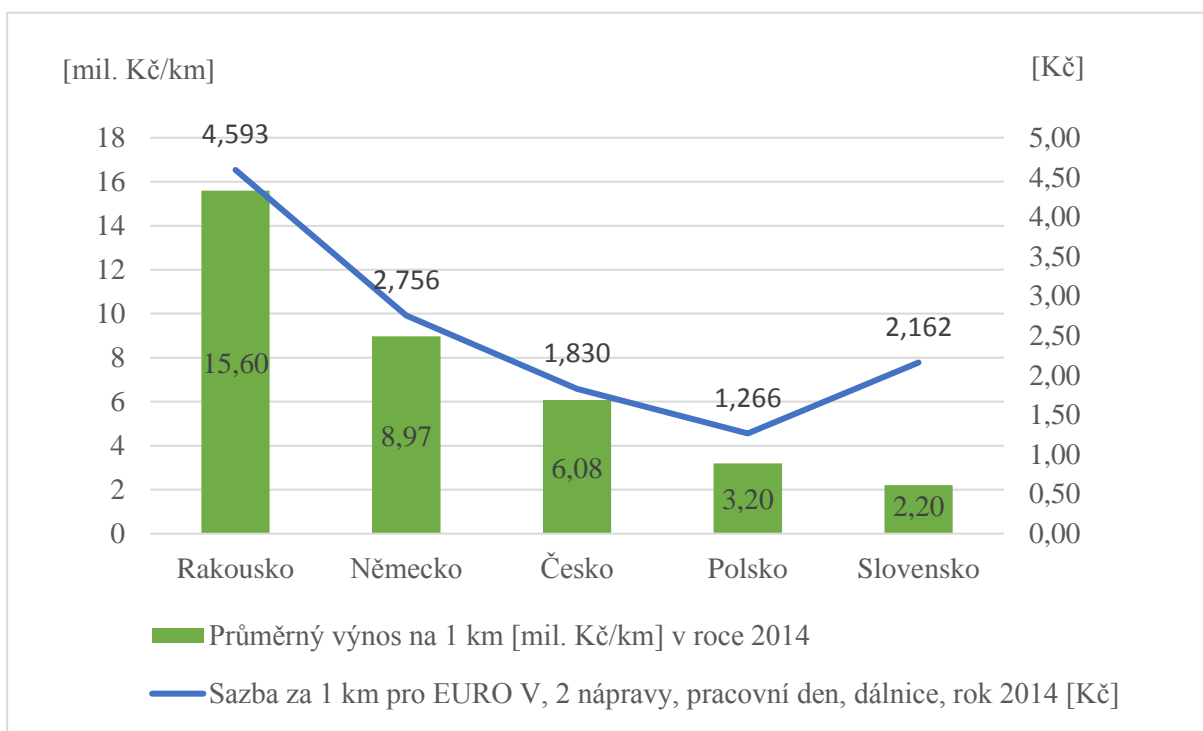
Při zavedení celoplošného zpoplatnění dojde k odstranění problému objíždění zpoplatněných úseků. Mikrovltný systém celoplošné zpoplatnění neumožňuje, není reálné vybudovat potřebnou infrastrukturu při dnešní hustotě silniční sítě a zároveň by se jednalo o ekonomicky extrémně nevýhodné řešení. Oproti tomu satelitní systém umožňuje celoplošné zpoplatnění silniční sítě. [53]

6.1 Srovnání výnosů z mýta ve středoevropském regionu

Země střední Evropy, tedy Rakousko, Německo, Polsko, Slovensko a Česko, mají všechny zavedeny mýtný systém. V grafu 4 jsou uvedeny hodnoty průměrného výnosu na jeden kilometr a sazby mýtného za jeden kilometr pro vozidlo s hmotností

nad 3,5 tuny (a menší než 12 tun) plnicí emisní normu EURO V a využívající dálnici v běžný pracovní den pro rok 2014. [10] [55] [56] [57] [58] [59] Z grafu je patrné, že výše průměrného výnosu na jeden kilometr je do určité míry ovlivněna výškou sazby za jeden kilometr. Dále je patrné, že slovenský mýtný systém nedokáže proměnit výšku sazby v odpovídající výnos.

Graf 4 - Průměrné výnosy a sazby ve střední Evropě.



6.2 Srovnání maďarského a českého mýtného systému

Česká republika momentálně diskutuje o dalším směřování mýtného systému. Oproti tomu Maďarsko uvedlo za velmi krátkou dobu kompletní mýtný systém HU-Go (viz kapitola 4.2.4.3), jehož zavedení bylo řádově levnější než zavedení českého systému a který je založen na lokalizaci GPS, tedy na technologii doporučené Evropskou komisí. Tabulka 3 ukazuje, že i přes více než čtyřikrát delší síť zpoplatněných komunikací stálo zavedení maďarského systému patnáctkrát méně než zavedení českého systému. Dopravci, kteří chtějí využít zpoplatněné komunikace v Maďarsku, mají na výběr ze dvou možností: buď si pořídí palubní jednotku u některé z certifikovaných firem, nebo si koupí lístek s údaji o trase, velikosti a váze vozidla, emisní třídě a poznávací značce. Toto řešení eliminuje dva problémy, které má český mýtný systém – stát nemá na starosti palubní jednotky,

případné reklamace vyřizuje klient s firmou, která mu jednotku dodala. V případě pouhého průjezdu Maďarskem, není dopravce nucen si jednotku kupovat, stačí zaplatit a vytisknout jednorázový lístek. Oproti tomu Česko kupuje palubní jednotky od monopolního prodejce a poté jej půjčuje klientům na kauci. Stává se, že uživatelé projíždějící Českem pouze jednou jednotku nevrátí. Takováto jednotka pak v systému chybí. [54]

Tabulka 3 - Srovnání maďarského a českého mýta.

	Česko (průměr z let 2007–2015)	Maďarsko (projekce z 6 měsíců provozu)
délka zpoplatněných úseků [km]	1426	6500
náklady na vybudování [mld. Kč]	27,995	1,804
roční náklady na provoz [mld. Kč]	1,509	1,083
roční hrubý příjem [mld. Kč]	7,515	14,219
roční čistý příjem [mld. Kč]	4,96	13,136
nákladovost	26%	8%

7 Závěr

Cílem práce bylo popsat mýtné systémy v Česku a Evropské unii a porovnat je. Mýtné systémy jsou důležitým nástrojem zisku pro další rozvoj dopravní infrastruktury. Obě hlavní technologie (satelitní a mikrovlnná) výběru poplatku za použití dopravní komunikace mají své uplatnění v dopravních systémech zemí Evropské unie. Ze zjištěných poznatků se mi jeví jako nejvýhodnější kombinace mikrovlnného systému na páteřních komunikacích a satelitního systému na ostatních komunikacích. Toto řešení je ovšem vhodné pouze v zemích, kde je již mikrovlnný systém zavedený, například v České republice. Aplikování satelitního systému do již fungujícího mikrovlnného systému s sebou nepřináší extrémně velké investiční náklady, jak pro stát, tak pro uživatele dopravních komunikací. Vhodnost tohoto řešení spatřuji hlavně v eliminaci tendencí k objíždění zpoplatněných úseků a v získání většího objemu finančních prostředků pro další rozvoj dopravní

infrastruktury. Česká republika by toto rozšíření měla zavést v co nejkratší možné době. Výhodou tohoto řešení je i trvalá podpora projektu Galileo ze strany Evropské unie. Funkční satelitní navigační systém ve vlastnictví Evropské unie je nejenom důležitý pro bezpečnost, ale přináší s sebou i velké množství využití v ostatních oborech lidské činnosti dopravu nevyjímaje.

Zemím, které o zavedení mýtného systému uvažují a jsou členy Evropské unie, bych jako vhodnou technologii doporučil satelitní systém. Investiční náklady na zavedení satelitního systému jsou nižší a lze jej následně rychle a bez větších nákladů rozšířit na jiné případně nové komunikace. Využití satelitního systému je doporučenou variantou i ze strany Evropské unie.

Jednotný evropský systém elektronického mýtného je vhodná iniciativa Evropské unie, která se bohužel potýká s již existujícími interoperabilitami mezi jednotlivými členskými státy. Zůstává otázkou, zda by využití některého rozšířeného interoperabilního systému na zbylé státy Unie nebylo vhodnějším řešením, jak ze strany ekonomické, tak technologické. Nicméně vzhledem k posunu v projektu REETS se zdá, že toto řešení nebude využito. Zavedení jednotného evropského systému elektronického mýta by mělo být důležitým a rychle naplněným bodem v dalším směřování rozvoje dopravy v Evropě. Důvodem k rychlému zavedení je především redukce počtu nutných OBU pro průjezd Evropou na jednu, jednotná fakturace a registrace pouze do jednoho systému.

Zavedení povinnosti platit mýtné na vozidla do hmotnosti 3,5 tuny považuji za možný další krok, před kterým ale musí být splněny některé podmínky. Německo se k tomuto kroku již odhodlalo a v souvislosti s tímto opatřením vyvstává otázka, zda zavedení mýtného pro osobní vozidla pouze v jedné členské zemi EU není diskriminační pro vozidla z jiných zemí. Dle mého názoru nelze jednoznačně říci, že se jedná o diskriminaci. Kvalita německých komunikací a hustota dálniční sítě je jakýmsi kvalitním produktem a za kvalitní produkt je oprávněné nechat si zaplatit. Na druhé straně by se ovšem státy Unie měly řídit společnou dopravní politikou a podporovat rozvoj všech členských zemí stejně jako svůj vlastní. Oproti tomu zavedení mýtného pro vozidla do 3,5 tuny v Česku se nedá prezentovat jako platba za kvalitní produkt. Pokud by více zemí Unie dokázalo vybudovat velice kvalitní silniční síť, nevidím v zavedení zpoplatnění pro vozidla do 3,5 tuny problém.

8 Seznam použitých zdrojů

Tištěná literatura

- [1] BENEŠ, Vojtěch. *Mýtný systém v České republice*. Praha, 2012. Diplomová práce. Vedoucí práce doc. Ing. Lubomír Zelený, CSc.
- [2] JAKEŠ, Petr. *Mýtný systém v Polsku*. Praha, 2015. Bakalářská práce. Vedoucí práce doc. Ing. Lubomír Zelený, CSc.
- [3] OLIVKOVÁ, KŘIVDA a kol. *Dopravní telematika II*. Vyd. 1. Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1932-7.
- [4] PRACHAŘ, Petr. *Právní úprava společné dopravní politiky*. Brno, 2012. Diplomová práce. Vedoucí práce JUDr. David Sehnálek, Ph.D.
- [5] PŘIBYL, Pavel – SVÍTEK Miroslav. *Inteligentní dopravní systémy*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6
- [6] PŘIBYL, Pavel. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 2007. ISBN 978-80-01-03648-8
- [7] VÁGNER, Patrik. *Elektronické mýtné*. Pardubice. 2009. Bakalářská práce. Vedoucí práce prof. Ing. Karel Šotek, CSc.

Internetové zdroje

- [8] RÝC, DOKOUPIL. *Ekonomické cíle mýta v České republice*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://perverscontacts.upce.cz/31_2013/Ryc.pdf
- [9] Wikipedie [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A9_m%C3%BDtn%C3%A9_v_%C4%8Cesku
- [10] Inoxive s.r.o. *Osm let Elektronického mýtného 2007–2014* [online]. [cit. 2017-13-03]. Dostupné z: www.ceskemyto.cz/documents/4/Osm_let_elektronického_mýtného_2007-2014.pdf

- [11] NESTRAŠIL, FEIX. *Český elektronický mýtný systém v roce 2014*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: www.mytocz.eu/files/files/press/2015/20150121_TZ-MYTO_CZ.pdf
- [12] Inoxive s.r.o. *Sedm let Elektronického mýtného 2007–2013* [online]. [cit. 2017-13-03]. Dostupné z: www.ceskemyto.cz/.../3/Sedm_let_elektronického_mýtného_v_ČR_2007-2013.pdf
- [13] Ministerstvo dopravy České Republiky. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Pozemni-komunikace/Nejcastejsi-dotazy-k-elektronickemu-mytneму#A-1341065434>
- [14] idnes.cz. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/praha-pred-85-lety-prestala-vybirat-mostne-ani-v-krizi-ho-cesko-neobnovi-1ms-/ekonomika.aspx?c=A100122_160808_ekonomika_spi
- [15] Wikipedie. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Most_p%C5%99es_%C3%96resund
- [16] Česká Televize – Otázky Václava Moravce. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1126672097-otazky-vaclava-moravce/214411030510309-otazky-vaclava-moravce-2-cast/titulky>
- [17] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-velky-je-hruba-zisk-generovany-mytne-m-systemem/>
- [18] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/proc-je-elektronicke-myto-efektivnejsi-nez-klasicke-manualni-myto/>
- [19] Novinky.cz. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/75855-uohs-potvrdil-ze-vitezem-tendru-na-mytne-je-kapsch.html>
- [20] kurzy.cz. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/zpravy/216437-moos-cvut-elektronicke-mytne-pro-osobni-vozidla-bude-ztratove/>

- [21] Česká Televize – Otázky Václava Moravce. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1126672097-otazky-vaclava-moravce/216411030500904/>
- [22] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/co-je-evropska-sluzba-elektronickeho-mytneho/>
- [23] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jake-mytne-technologie-jsou-pouzivany-v-zemich-eu/>
- [24] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jsou-jiz-dnes-mezí-nekterými-státy-evropy-mytne-jednotky-interoperabilní/>
- [25] Easygo.com. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://easygo.com/en>
- [26] ZAVORAL, Ondřej. Pracovní skupina elektronické mýtné. *Bilaterální interoperabilita*. 2014. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/.../eets.../zavoral_ondrej.pdf
- [27] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/co-je-predmetem-projektu-reets/>
- [28] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jake-staty-se-ucastni-projektu-reets/>
- [29] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektronickemytne.cz/jaky-je-rozdil-mezí-eets-a-reets/>
- [30] Česká Televize – Otázky Václava Moravce. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1126672097-otazky-vaclava-moravce/214411030500914/obsah/350152-antonin-prachar-ano-ministr-dopravy-zbynek-stanjura-ods-byvaly-ministr-dopravy>
- [31] Wikipedie. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_dru%C5%BEicov%C3%BD_polohov%C3%BD_syst%C3%A9m

- [32] Wikipedie. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A9_m%C3%BDtn%C3%A9_na_Slovensku
- [33] Najvyšší kontrolný úrad Slovenskej republiky. *Súhrnná správa o výsledku kontroly poplatkov za používanie cestnej infraštruktúry, efektívnosti a účinnosti výnosov z príjmov elektronického mýtného systému a diaľničných nálepiek, zmluvných vzťahov realizovaných v rokoch 2010-2013*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <https://www.nku.gov.sk/documents/10157/4ba7dab0-0a54-4f25-af8b-82a39b130cd5>
- [34] Tolls.eu. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.tolls.eu/cs/germany>
- [35] Investaura.co. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.investaura.co/2014/11/the-business-case-for-the-german-electronic-toll-collection-etc-system/>
- [36] Hu-go.hu. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <https://www.hu-go.hu/articles/article/zaveden-systmu>
- [37] Bbj.hu. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://bbj.hu/economy/revenue-from-tolls-vignettes-climbs-about-16_109739
- [38] Tolls.eu. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.tolls.eu/cs/austria>
- [39] businessinfo.cz. [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/strategie-doprava-2050-5161.html>
- [40] NOVOTNÝ, Michal. *Mýto*. [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/regina/slova/_zprava/118038
- [41] SEHNALOVÁ, Olga. [online]. [cit. 2017-19-03]. Dostupné z: <http://www.sehnalova.cz/clanek/co-mozna-jeste-nevite-o-bile-knize-o-doprave-do-roku-2050-2012-1-12.html>
- [42] Nařízení vlády České republiky ze dne 27. října 2014. [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: http://www.mytocz.eu/files/files/uni/MYTOCZ_312-8_narizeni_240-2014.pdf

- [43] Dopravní noviny. [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z:
<http://www.dnoviny.cz/silnicni-doprava/mytne-v-rakousku-i-nemecku-lze-hradit-s-jedinou-obu>
- [44] Plose.it. [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.plose.it/services/tolls-taxes/germany/>
- [45] PŘIBYL, HRUDKAY, *Interoperabilita a európska spoplatňovacia služba*. [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z:
http://www.fce.vutbr.cz/PKO/holcner.p/5M3/35_Hrudkay_Pribyl_VUD_CVUT.pdf
- [46] *Směrnice č. 2004/52/ES o interoperabilitě*. [online]. [cit. 2012-03-15] Dostupné z:
www: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0052:20090420:CS:PDF>
>
- [47] Tolls.eu. [online]. [cit. 2012-03-15] Dostupné z: <http://www.tolls.eu/cs/france>
- [48] uta.com. [online]. [cit. 2012-03-15] Dostupné z:
http://www.uta.com/tankkarte/tindex/cs_lkw-mytne-francie.htm
- [49] idnes.cz. [online]. [cit. 2012-03-15] Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/nemecko-dalnice-placeni-myto-cesi-dqa-/eko-doprava.aspx?c=A170324_104622_eko-doprava_bur
- [50] reets.eu. [online]. [cit. 2012-03-15] Dostupné z:
http://www.reets.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=107
- [51] Pracovní skupina elektronické mýtné. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z:
<http://www.elektronickemytne.cz/jak-myto-odrazi-makroekonomicke-ukazatele-ceske-republiky/>
- [52] KUMPOŠT, Petr. *Vliv zavedení mýta na dopravní situaci v ČR*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://expert.fd.cvut.cz/datastore/2nd_seminnar/Kumpost.pdf
- [53] ZEWDIE, Retta. *Telematika – přednáška*.

[54] lidovky.cz. MEIER, Vladimír. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z:
http://byznys.lidovky.cz/myto-vsude-rychle-a-lacino-madari-vsadili-na-satelit-a-vyplatilo-se-1d3-/doprava.aspx?c=A140204_175152_statni-pokladna_mev

[55] emyto.sk. [online]. [cit.-2017-03-29]. Dostupné z:
<https://www.emyto.sk/web/guest/toll/rates>

[56] toll-collect.de [online]. [cit.-2017-03-29]. Dostupné z: https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/rund_um_die_maut/maut_tarife/maut_tarife.html

[57] doprava.vpraxi.cz. [online]. [cit-2017-03-29]. Dostupné z:
http://www.doprava.vpraxi.cz/myto_pl.html

[58] myto.cz.eu. [online]. [ciz.-2017-03-29]. Dostupné z: <http://www.myto.cz.eu/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html>

[59] doprava.vpraxi.cz. [online]. [cit-2017-03-29]. Dostupné z:
http://www.doprava.vpraxi.cz/myto_au.html

9 Seznam obrázků, tabulek, grafů

- Obrázek 1 - Použité technologie výběru mýta v Evropě. 9
(zdroj: <http://www.elektronickemytne.cz/jake-mytne-technologie-jsou-pouzivany-v-zemich-eu/>)
- Obrázek 2 - Schéma systému DSRC 10
(zdroj: ZEWDIE, Retta. *Telematika – přednáška*. - upraveno)
- Obrázek 3 - Architektura technologie DSRC 11
(zdroj: BENEŠ, Vojtěch. *Mýtný systém v české republice*. Praha, 2012. Diplomová práce. Vedoucí práce doc. Ing. Lubomír Zelený, CSc.)
- Obrázek 4 - Schéma systému vybírání poplatků na bázi DSRC..... 12
(zdroj: BENEŠ, Vojtěch. *Mýtný systém v české republice*. Praha, 2012. Diplomová práce. Vedoucí práce doc. Ing. Lubomír Zelený, CSc.)
- Obrázek 5- Schéma systému GNSS/CN..... 15
(zdroj: ZEWDIE, Retta. *Telematika – přednáška*. - upraveno)
- Obrázek 6 - Síť zpoplatněných komunikací na Slovensku..... 19
(zdroj: <http://www.cdb.sk/sk/Vystupy-CDB/Mapy-cestnej-siete-SR/SR.alej>)

Obrázek 7 - Síť zpoplatněných komunikací v Maďarsku.....	20
(zdroj: https://www.hu-go.hu/files/document/document/6269/orsz%C3%A1gos_UD2017-01_ENG.jpg)	
Obrázek 8 - OBU systému TOLL2GO	22
(zdroj: http://www.plose.it/media/2015/04/plosebox3-507x440.png)	
Obrázek 9 - OBU systému Telepass EU.....	23
(zdroj: http://www.petrol.cz/aktuality/archiv/2016/27/uta-nabizi-telepass-eu-7281.aspx)	
Obrázek 10 - Země systému EasyGo+	24
(zdroj: http://easygo.com/en/countries)	
Obrázek 11 - Síť zpoplatněných komunikací od 1. 2. 2016	28
(zdroj: http://www.myto.cz/sk/mytny-system-2/mapa-zpoplatnenych-komunikaci-1/index.html)	
Obrázek 12 - Mýtná brána	29
(zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cholupice,_Pra%C5%BESk%C3%BD_okruh,_m%C3%BDtn%C3%A1_br%C3%A1na.jpg)	
Obrázek 13 - Schéma funkce kontrolní mýtné brány.	30
(zdroj: BENEŠ, Vojtěch. <i>Mýtný systém v české republice</i> . Praha, 2012. Diplomová práce. Vedoucí práce doc. Ing. Lubomír Zelený, CSc.)	
Tabulka 1 - Sazby mýtného platné od 1. 1. 2015 [Kč/km].....	30
(zdroj: http://www.myto.cz/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html)	
Tabulka 2 – Vybrané mýtné z let 2007 až 2015	31
(zdroj: www.myto.cz/files/files/press/2015/20150121_TZ-MYTO_CZ.pdf)	
Tabulka 3 - Srovnání maďarského a českého mýta.	37
(zdroj: ZEWDIE, Retta. <i>Telematika – přednáška</i> .)	
Graf 1 - Poměr mezi výnosy a splátkami z let 2007 až 2013	32
(zdroj: http://www.elektronickemytne.cz/jak-velky-je-hruba-zisk-generovany-mytnym-systemem/)	
Graf 2 - Porovnání meziročních kvartálních změn vývoje aktivity mýtného systému a hrubého domácího produktu České republiky.....	32
(zdroj: http://www.elektronickemytne.cz/jak-myto-odrazi-makroekonomicke-ukazatele-ceske-republiky/)	

Graf 3 - Porovnání meziročních změn vývoje aktivity mýtného systému s objemem exportu a importu České republiky 33
(zdroj: <http://www.elektronickemytne.cz/jak-myto-odrazi-makroekonomicke-ukazatele-ceske-republiky/>)

Graf 4 - Průměrné výnosy a sazby ve střední Evropě..... 36