

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



MOŽNOSTI VYUŽITÍ MÝTNÝCH SYSTÉMŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Boleslav KADLEČEK, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Viktor NOVÁK

Praha 2014

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Boleslava KADLEČKA, CSc., a použil jsem přitom jen uvedené prameny a literaturu.

V Praze dne 5. 4. 2014

Viktor NOVÁK

Poděkování:

Chtěl bych na tomto místě poděkovat mému vedoucímu práce doc. Ing. Boleslavu KADLEČKOVÍ, CSc., za ochotu, trpělivost, vstřícnost i poskytnuté cenné rady. Zároveň bych chtěl poděkovat také celé své rodině, která mne v průběhu studia i psaní této práce výrazně podporovala.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá elektronickým výběrem mýtného a možnostmi dalšího rozvoje a využití této technologie. Cílem práce je provést rešerši jednotlivých systémů výběru mýtného, specifikovat jejich technické parametry a uvést příklady jejich využití v praxi. Na základě získaných poznatků pak v rámci stávajícího systému v ČR navrhnout další možnosti jeho využití pro nadstavbové telematické aplikace v oblasti bezpečnosti a kvality dopravy, a také předložit návrhy pro celkové zvýšení efektivity jeho provozu.

Klíčová slova:

dopravní telematika, ITS, mýtné, Electronic Fee Collection, EFC, OBU, DSRC, GPS/GSM

Summary:

This diploma thesis deals with the Electronic Toll Collection and with the possibilities for further development and utilization of this technology. The objective of this work is to research the individual tolling systems, to specify their technical parameters and to give examples of their use in practice. Based on the acquired knowledge, the aim is to suggest further possibilities of its use for superstructural telematics services in security and quality of transportation, and also to submit proposals for an overall increase of operational efficiency under the current system in the Czech Republic.

Keywords:

Intelligent Transportation Systems, ITS, toll, Electronic Fee Collection, EFC, OBU, DSRC, GPS/GSM

OBSAH

ÚVOD	1
1 REŠERŠE ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO A DOPRAVNÍ TELEMATIKY	3
1.1 CÍLE A PŘÍNOSY DOPRAVNÍ TELEMATIKY	3
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY A KONCEPCE ZPOPLATNĚNÍ	5
1.3 LEGISLATIVNÍ RÁMEC ELEKTRONICKÉHO ZPOPLATNĚNÍ	10
1.4 ARCHITEKTURA SYSTÉMŮ ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO	14
1.5 TECHNOLOGIE VÝBĚRU MÝTNÉHO	18
1.6 ENFORCEMENT A NADSTAVBOVÁ TELEMATIKA	28
1.7 INTEROPERABILITA A JEJÍ AKTUÁLNÍ VÝVOJ	32
2 CÍLE A METODIKA PRÁCE	38
2.1 CÍLE PRÁCE	38
2.2 METODIKA PRÁCE	38
3 ANALÝZA DOPRAVNÍHO SYSTÉMU V ČESKÉ REPUBLICE	39
3.1 DOPRAVNĚ-TELEMATICKÁ ŘEŠENÍ V ČESKÉ REPUBLICE	39
3.2 GENEZE A STAV ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO V ČR	40
4 NÁVRHY DOPRAVNĚ-TELEMATICKÝCH OPATŘENÍ	44
4.1 ÚPRAVY SAZEB MÝTNÉHO	44
4.2 FINANCOVÁNÍ SILNIČNÍ DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY	51
4.3 ROZŠÍŘENÍ ZPOPLATNĚNÉ SÍŤE	55
4.4 DOHLEDOVÝ KAMEROVÝ SYSTÉM	64
4.5 LINIOVÉ ŘÍZENÍ PROVOZU	67
4.6 DYNAMICKÉ VÁŽENÍ - WIM	70
4.7 DALŠÍ MOŽNOSTI ZVYŠOVÁNÍ BEZPEČNOSTI	73
5 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ	75
ZÁVĚR	79

SEZNAM ZKRATEK

ANPR – *Automatic Numer Plate Recognition*

Identifikace vozidla založená na optickém rozpoznání a následné digitalizaci jeho registrační značky. Alternativně jsou v literatuře užívány zkratky ALPR nebo LPR.

DSRC – *Dedicated Short Range Communication*

Vyhrazené spojení krátkého dosahu prostřednictvím mikrovln. Zkratka je používána i pro celý systém výběru mýtného, který je založen na této technologii – též mikrovlnný systém.

EFC – *Electronic Fee Collection*

Elektronický (automatizovaný) způsob výběru poplatků za dopravní cestu. Alternativně též ETC (*Electronic Toll Collection*) nebo elektronické mýtné.

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

Určení polohy uživatele prostřednictvím příjmu signálu ze satelitů. GNSS je zastřešující zkratka pro technologii, mezi nejvýznamnější fungující systémy patří NAVSTAR GPS, GLONASS a GALILEO.

GNSS/CN – *Global Navigation Satellite System / Cellular Network*

Systém elektronického mýtného založený na kombinaci satelitního určení polohy a datové komunikaci prostřednictvím sítě mobilních telefonů. Rovněž se pro něj užívá označení GPS/GSM podle konkrétních zkratkou užitých technologií.

JSDI – *jednotný systém dopravních informací*

Komplexní systémové prostředí v rámci ČR pro sběr, zpracování, distribuci a prezentaci dopravních dat a informací. Zpracovává data z mýtného systému, detektorů dopravního proudu, meteorologického i kamerového systému, od Policie ČR i samotných řidičů.

LSVA – *Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe*

Celoplošný švýcarský systém elektronického mýta. Alternativně též HVF (*Heavy Vehicle Fee*).

OBU – *On Board Unit*

Palubní jednotka ve vozidle. Technické zařízení - „krabička“ - umožňující komunikaci s jednotlivými prvky systému EFC. Konektivita může být dle varianty jednotky prostřednictvím DSRC, GSM. OBU mohou přijímat i polohový signál GNSS.

PDZ

Proměnná dopravní značka z LED na černém pozadí.

RSE – *Road Side Equipment*

Technické zařízení u silnice, v systémech EFC obecně nazývané mýtná brána. Skládá se z fyzické konstrukce a příslušných komunikačních (DSRC) a detekčních prvků (kamery).

RZ

Registrační značka vozidla, dříve státní poznávací značka (SPZ).

ŘSD

Ředitelství silnic a dálnic České republiky.

SFDI

Státní fond dopravní infrastruktury.

SSZ

Světelné signalizační zařízení (semafor).

WIM – *Weight in Motion*

Vážení za jízdy, dynamické vážení.

ZPI - zařízení pro provozní informace

Velkoplošné tabule umístěné především u dálnic a rychlostních silnic, které zobrazují aktuální dopravní informace v textové podobě i pomocí proměnných dopravních značek.

ÚVOD

Elektronické mýtné se v poslední době stává významným nástrojem dopravní i fiskální politiky v mnoha zemích. Převládající satelitní i mikrovlnná technologie umožňují vybírat poplatky způsobem spravedlivým, v závislosti na ujeté vzdálenosti, jakož i způsobem efektivním, který nijak negativně neovlivňuje dopravní proud.

Primárním cílem této technologie je získání potřebných finančních zdrojů pro rozvoj dopravní infrastruktury, cílem sekundárním pak regulace dopravní poptávky v místě i čase. Konečně cílem terciárním je pak využití této platformy k tzv. nadstavbové telematice, neboli rozšiřujícím službám, které lze využít ke sledování dopravy a ke zvyšování její kvality a bezpečnosti.

Předložená diplomová práce navazuje na práci bakalářskou a významně ji rozšiřuje. Cílem práce je, na základě získaných poznatků v oboru dopravní telematiky a teoretického rozboru organizačního i technického zajištění systémů elektronického mýta, navrhnout úpravy stávajícího mýtného systému v České republice vedoucí ke zvýšení efektivity jeho provozu, a také analyzovat a navrhnout další možnosti jeho využití v oblastech bezpečnosti, externalit a logistiky. Text práce je pro větší názornost doplněn řadou obrázků, tabulek, schémat a grafů.

Úvod práce se věnuje odborné rešerši teorie dopravní telematiky a mýtných systémů. Zahrnuty jsou aspekty koncepční, technologické i právní. Významná pozornost je také věnována aktuální interoperabilitě mezi mýtnými systémy.

Následuje analýza historického vývoje a stávajícího stavu dopravní telematiky a elektronického mýta v České republice. Jsou vyhledána slabá místa tohoto systému, kde se nabízí prostor pro vylepšení nebo pro další rozšíření funkčnosti.

Následně jsou na základě analýz dopravního proudu a geografických podmínek vypracovány jednotlivé návrhy, které mají za cíl zvýšit efektivitu provozování elektronického mýtného v České republice. Jsou hodnoceny možné změny rozsahu zpoplatněné sítě a je navrženo možné řešení.

Další návrhy vycházejí ze stávajícího stavu využití této platformy k nadstavbovým službám v oblasti monitoringu, kvality a bezpečnosti dopravy. Pro vybrané úseky jsou jednak navrhována řešení nová, jednak je hodnocena možnost rozšíření již lokálně užívaných technologií do širší sítě.

Na závěr jsou všechny předložené návrhy vyhodnoceny z hlediska jejich ekonomické bilance a z hlediska přínosu pro kvalitu a bezpečnost dopravy. Krátce je též diskutován další směr, kterým by se řešení této problematiky mohlo dále ubírat.

1 REŠERŠE ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO A DOPRAVNÍ TELEMATIKY

1.1 CÍLE A PŘÍNOSY DOPRAVNÍ TELEMATIKY

Elektronické zpoplatnění dopravní cesty, neboli tzv. **elektronické mýtné** (anglicky *Electronic Fee Collection*, nebo také *Electronic Toll Collection*, rovněž jsou užívány zkratky EFC, ETC), patří mezi základní aplikace **dopravní telematiky**. Tento název vznikl spojením pojmenování dvou jeho charakteristických atributů: **telekomunikací** a **informatiky**. Především v anglicky mluvících částech světa se pro tento obor užívá také označení **ITS** – *Intelligent Transport Systems*.

Dle definice Mezinárodní silniční organizace PIARC představuje ITS integrovaný systém komunikace, zpracování informací a řízení ve vztahu k dopravě, přičemž výslovně uvádí elektronické mýtné jako jednu z jeho aplikací.¹

Dopravní telematika je pak českými autory definována jako obor, který „integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících vědních oborů tak, aby se pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení dopravních a přepravních procesů.“²

Z předchozího je zřejmé, že ač jsou pro telematiku, potažmo ITS, užívány ve světě dva termíny, jedná se o jeden obor, který nabízí obdobná řešení. Příkladem může být elektronické mýtné vybírané technologií DSRC v Melbourne v Austrálii, na brazilské dálniční síti i v České republice.³

Uvažovaná dopravně-telematická řešení v rámci dopravního řetězce sledují různé cíle. Jedná se například o:^{4, 5}

- zlepšení ekonomie a návratnosti vložených investic
- zvýšení bezpečnosti dopravy osob a přepravy nákladu
- komfortnější hromadnou dopravu osob
- omezení kongescí

¹ PIARC: ITS Handbook – 2nd Edition. [online] dostupné z: <http://road-network-operations.piarc.org/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=71&lang=en> [cit. 2014-01-15].

² SVOBODA, V. – SVÍTEK, M.: Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: ČVUT, 2004, s. 9.

³ PIARC: ITS Handbook – 2nd Edition. ITS Case Studies. [online] dostupné z: <http://road-network-operations.piarc.org/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=71&lang=en> [cit. 2014-01-15].

⁴ SVOBODA, V. – SVÍTEK, M.: Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: ČVUT, 2004, s. 9.

⁵ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: ČVUT, 2005, s. 11-12.

- nástroj dopravní politiky státu
- zefektivnění logistického řetězce
- stanovení ceny realizace dopravního procesu
- účelné využití dopravních cest
- přínosy pro životní prostředí

Telematické služby (též telematické aplikace) lze rozdělit do několika kategorií, v závislosti na příjemci těchto služeb: ⁶

- služby pro cestující a řidiče (informace o dopravní cestě a o dopravním spojení, prostřednictvím zařízení u dopravní cesty nebo ve vozidle)
- služby pro správce dopravní infrastruktury (monitoring a řízení provozu)
- služby pro dopravce (sledování oběhu vozidel a volba optimální trasy)
- služby pro státní a veřejnou správu (provozní a statistická data ze silniční sítě, systémy detekce a postihu porušení dopravních předpisů, nástroj dopravní politiky na úrovni obcí až státu)
- služby pro integrovaný záchranný systém (detekce dopravních excesů a efektivnější organizace při odstraňování následků dopravních nehod)

Jmenované služby zahrnují širokou škálu produktů a řešení. Mezi typické aplikace patří on-line monitoring provozu v silniční síti, který poskytuje prostřednictvím detektorů i videopřenosu aktuální provozní data, a to jak správci infrastruktury, tak i řidičům. Tato data jsou využívána systémy liniového řízení, které regulují dopravní proud prostřednictvím proměnných dopravních značek. Mezi další typická řešení dopravní telematiky patří navigace a plánovače cest, určování polohy a sledování oběhů vozidel, ukazatele teploty, vážení za jízdy, automatizované měření rychlosti vozidel Policií ČR, management parkovišť, jakož i široká škála nejrůznějších asistentů, které patří do výbavy tzv. inteligentního vozidla.

Systémy elektronického mýtného, vedle primárního cíle výběru finančních prostředků, pak představují platformu, na níž jsou některé výše popsané služby realizovány. Tyto služby jsou pak také nazývány **nadstavbová telematika**. ⁷

⁶ SVOBODA, V. – SVÍTEK, M.: Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: ČVUT, 2004, s. 10-11.

⁷ SVÍTEK, M.: Telematické služby spojené so systémem elektronického mýtného. In: *Technologies & Prosperity*. Praha: WIRELESSCOM, 2006, ročník 11, č. e-toll edition, s. 13-14 [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/download/editorials/T%26P_itsbla07_web.pdf> [cit. 2014-01-15].

Základními koncepcemi zpoplatnění, jejich telematickým řešením, rozbořem jednotlivých technologií, možnostmi jejich využití k nadstavbovým telematickým aplikacím, jakož i legislativnímu zajištění celého procesu se zabývají následující kapitoly.

1.2 ZÁKLADNÍ POJMY A KONCEPCE ZPOPLATNĚNÍ

Zpoplatnění užívání dopravní infrastruktury může být buď nepřímé, kam lze zařadit např. spotřební daň z paliv a daň silniční, nebo přímé, vázané na konkrétní stavby a úseky. Evropská i národní legislativa přesněji definuje: ^{8,9}

- ❑ **mýtné** – částka závisající na typu vozidla a ujeté vzdálenosti. Také se užívá pojem *výkonové zpoplatnění*
- ❑ **časový poplatek** – částka za využívání zpoplatněných komunikací po určité časové období, bez závislosti na ujeté vzdálenosti (dálniční známka), neboli *časové zpoplatnění*

Legislativa zároveň zakazuje dvojí zpoplatnění téhož úseku pozemní komunikace, s výjimkou tunelů, mostů a horských průsmyků, což je např. v Rakousku hojně využíváno.

Přednosti i nedostatky obou koncepcí jsou zjevné. Výběr poplatků nevyžaduje finanční prostředky na stavbu a provoz nákladné infrastruktury sloužící k vlastnímu provádění výběru mýtného, jednoduše se vybírají, ale také hůře kontrolují. Chybí však přímá úměra mezi zaplacenou částkou a využíváním komunikace, a tím i mírou opotřebení komunikace a škod na životním prostředí. Limitujícím faktorem, proč je preferováno mýtné před časovým zpoplatněním, je stanovená maximální výše denního poplatku na 11 EUR ¹⁰, která však neumožňuje generovat takové výnosy jako mýtné.

Mýtné je známé již z historických dob, vybíráno bylo podél významných cest, na vjezdech do měst, na mostech. Tento odkaz se pak dochoval i v názvu některých českých obcí. Zejména platby za užití tunelů a mostů jsou dodnes brány jako něco zcela přirozeného, příkladem jsou alpské státy nebo významné mosty spojující země i ostrovy (Chorvatsko, Dánsko).

⁸ Směrnice 1999/62/ES, článek II.

⁹ Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 20.

¹⁰ Směrnice 2006/38/ES, příloha II.

V jihoevropských zemích byla dálniční síť stavěna na koncesním principu, a tedy byla od počátku koncipována jako zpoplatněná ¹¹ (patrně je to při pohledu do mapy při porovnání délky úseku mezi křižovatkami na dálnicích např. v Itálii a v zemích střední Evropy), a tak se zde v dobách, kdy ještě neexistovala technologie elektronického výběru mýtného, společně s dálnicemi stavěly i mýtné stanice pro výběr manuální, které jsou zde dodnes. Jejich existenci ocení především občasní uživatelé, zejména zahraniční návštěvníci, kteří nemusejí zakupovat drahé zařízení do vozidla pro jediný průjezd. Na druhou stranu představují mýtnice finančně náročné stavby, které musejí být dle konfigurace dálnice umístěny na každém vjezdu, popř. na úsecích mezi nimi, a které samy generují nemalé náklady na provoz a platy zaměstnanců. Navíc před nimi v době silného provozu pravidelně vznikají kongesce. Z těchto důvodů se i tato místa dodatečně vybavují technologiemi pro automatickou platbu, kdy je umožněn průjezd sníženou rychlostí bez nutnosti manuálního odbavení.

Elektronická platba mýtného tyto nevýhody eliminuje. Např. mikrovlnná technologie DSRC umožňuje teoreticky zpracování platby při průjezdu rychlostí až 480 km.h⁻¹.¹² Rovněž infrastruktura podél dálnic je v porovnání s klasickými mýtnicemi jednodušší, nebo v případě technologie satelitní (téměř) zcela odpadá. Pro uživatele tak představuje komplikaci nutnost pořízení palubní jednotky OBU pro každou zemi i jejich obsluha, nicméně v souvislosti se vznikem Evropské služby elektronického mýtného lze očekávat výrazné zjednodušení obsluhy i plateb.

Elektronické mýtné rovněž dokázalo eliminovat problém, který byl zaznamenán v Japonsku, kdy bylo 30 % všech kongescí zapříčiněno mýtnicemi.¹³ Nevhodná koncepce zpoplatnění infrastruktury tedy může spíše škodit nežli prospívat.

Elektronické systémy jsou přitom velice univerzální, plně nahrazují a ve výkonnosti logicky předčí výběr manuální, a lze je využít k nejrůznějším koncepcím zpoplatnění: ¹⁴

- ❑ **zpoplatnění jednotlivých staveb** – jak již bylo uvedeno, jedná se především o finančně náročné stavby dopravní infrastruktury, jmenovitě mosty, tunely a komunikace přes horské průsmyky, kde slouží elektronické zpoplatnění často jako doplněk k manuálnímu.

¹¹ Zaostrěno na elektronické mýtné systémy. In: *Automatizace, ročník 48, č. 9, s. 516-519* [online]. dostupné z: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=820>> [cit. 2014-01-05].

¹² PŘÍBYL, P. - SVÍTEK, M.: *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN, 2001, s. 460.

¹³ EMMELMANN – BOCHOW – KELLUM: *Vehicular Networking*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010, s. 6.

¹⁴ PŘÍBYL, P.: *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: ČVUT, 2007, s. 194-195.

- ❑ **zpoplatnění liniových staveb** – typicky se jedná o zpoplatnění dálniční sítě v dané zemi, popř. i o jiné silniční úseky s intenzivní dopravou nebo s rizikem objíždění. Jedná se o nejčastější formu zpoplatnění.
- ❑ **zpoplatnění celé sítě** – v provozu je zatím pouze ve Švýcarsku, poplatky jsou vybírány za užití jakékoli silnice v zemi stanovenými vozidly. Zvláštním řešením v rámci dané koncepce je *inverzní* zpoplatnění se zlevněným přístupem na dálniční síť.¹⁵
- ❑ **zpoplatnění oblasti** – představuje vybírání poplatků za vjezd do uzavřených oblastí, typicky městských center – tzv. *congestion pricing*, ale také např. do chráněných oblastí. Rozlišuje se zpoplatnění *kordonové*, kdy se platí za každé jedno přejetí stanovené hranice, a *zpoplatnění vstupu*, kdy se platí za pobyt v oblasti jen jednou denně.

Musí-li být vozidlo pro používání stanovené infrastruktury povinně vybaveno jednotkou OBU, jedná se o *systém unitární*, je-li mu umožněna platba i jinými způsoby, jde o *systém duální*. Příkladem unitárního systému jsou dálnice v ČR a v Rakousku, duální systémy jsou zavedeny např. v Itálii (DSRC + manuální platba) nebo Německu (GPS/GSM + manuální zadání trasy). Je zjevné, že duální systémy celý provoz komplikují a prodražují, na druhou stranu mohou být přínosem pro občasné uživatele.¹⁶

V rámci zpoplatnění liniových staveb se navíc rozlišuje tzv. otevřený a uzavřený systém, dle umístění mýtných bodů (tj. mýtnic nebo automatických portálů), kde dochází k tarifkaci. V uzavřeném systému jsou mýtné body umístěny na každém sjezdu a nájezdu na zpoplatněný úsek, naopak v otevřeném systému jsou mýtné body vždy v úseku mezi křižovatkami (každý v jednom směru). Uzavřený systém je tedy náročnější co do rozsahu související infrastruktury. Schematické nákresy obou systémů jsou zobrazeny na obrázcích 1 a 2, uzavřený systém je typický např. pro Itálii, otevřený pak v ČR nebo v Rakousku.¹⁷

¹⁵ SVÍTEK, M. - BĚLINOVÁ, Z.: Mýtné systémy. Přednáška na Fakultě dopravní ČVUT, 2010 [online] dostupné z: <<http://www.lss.fd.cvut.cz/vyuka/tss/soubory/5-mytne-systemy.pdf>> [cit. 2014-01-22].

¹⁶ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 196.

¹⁷ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 194.



Obrázek 1: Uzavřený systém ¹⁸



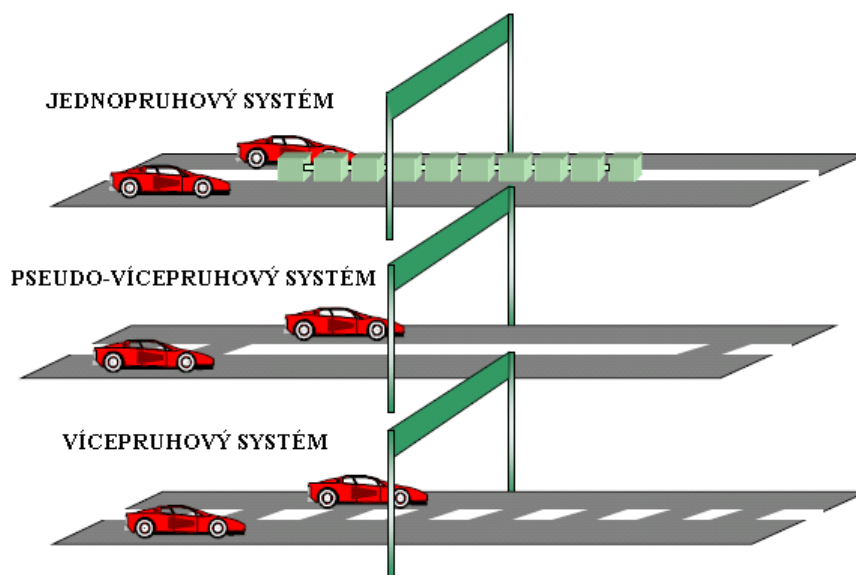
Obrázek 2: Otevřený systém ¹⁵

Elektronické způsoby výběru lze dále kategorizovat dle stupně volnosti jízdy jednotlivých vozidel. Jsou-li v rámci mýtnice vyhrazeny a fyzicky odděleny jednotlivé pruhy pro elektronický výběr mýtného, jedná se o *jednopruhový výběrový systém*. Tento je využíván na klasických mýtnicích ve vyhrazených pruzích. Naopak *vícepruhový výběrový systém* nijak neomezuje vozidla v pohybu (vzájemném předjíždění) a zachovává tak rychlost dopravního proudu. Průjezd mýtným bodem nemusí řidič nijak hlídat a zaznamená jej pouze díky pípnutí palubní jednotky OBU. Ač se jedná o systém technicky nejsložitější, pokrývá v současnosti většinu dálnic s elektronickým mýtným, a to kvůli nulovému vlivu na kvalitu dopravního proudu. Často je pro něj používán rovněž anglický název *multi-line free flow system*. Poslední způsob je kombinací obou předchozích, tzv. pseudo-vícepruhový výběrový systém, který předpokládá průjezd vozidel ve stanovených pruzích, ale dokáže detekovat ojedinělá vozidla, která pruh právě mění. Schematické znázornění popsanych způsobů výběru je na obrázku 3. ^{19 20}

¹⁸ Upraveno dle: PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 194.

¹⁹ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 194.

²⁰ EFKON AG: Terrestrial Free Flow Tolling, 2013. [online] dostupné z: <<http://www.efkon.com/en/products-solutions/ITS/terrestrial-free-flow-tolling.php>> [cit. 2014-01-22].



Obrázek 3: Elektronické systémy výběru ²¹

Stanovení výše poplatku probíhá zásadně na základě ujeté vzdálenosti. V praxi to probíhá tak, že příslušný správce zpoplatněné infrastruktury oznámí sazbu za kilometr v příslušné kategorii a má rovněž tabelovány kilometrické vzdálenosti odpovídající jednotlivým úsekům. Při projetí mýtným bodem je vozidlo automaticky detekováno a je mu připsána příslušná sazba za daný úsek, čili platí jednoduchá rovnice **MÝTNÉ = SAZBA x VZDÁLENOST**. Kriteria, dle kterých je sazba určována, je celá řada, v zásadě reflektují míru poškození komunikace a znečištění ovzduší daným vozidlem, ale mohou zahrnovat i jiné faktory, viz následující výčet: ²²

- typ vozidla** (nákladní do 12 t, nákladní nad 12 t, autobus)
- max. přípustná **hmotnost** vozidla/soupravy
- počet náprav** vozidla/soupravy (včetně zdvižených náprav!)
- emisní třída** vozidla (EURO 0 – EURO VI)
- typ pozemní komunikace** (silnice, dálnice)
- denní doba** (špička, sedlo, víkend, noc)
- přirážka** nebo **sleva** za daný úsek (např. horská přirážka, množstevní slevy)

²¹ JANOTA, A. - SPALEK, J.: Elektronický výběr mýtného v SR – požadavky a možnosti. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-01-23].

²² viz Nařízení Vlády ČR 354/2011 Sb.

Toto je výčet faktorů, na základě kterých se v evropských zemích běžně stanovuje sazba mýtného. V úvahu však připadají další faktory, které by do výpočtu mohly být zahrnuty. Jelikož se jedná o proces automatizovaný, nemusí představovat zavedení dalších faktorů významnější překážku. V úvahu připadají například:

- skutečná hmotnost** vozidla/soupravy
- skutečná tvorba emisí** závisující na stylu jízdy
- dodržování pravidel** silničního provozu (bonus/postih)
- bonus/postih v závislosti na **aktuální intenzitě provozu**

Vlastní úhrada mýtného probíhá v režimu předplaceného kreditu nebo dodatečné fakturace. Úhrada **pre-pay** je analogií využívání předplacených karet do mobilních telefonů. Uživatel na kontaktním nebo distribučním místě dobije příslušnou částku, z níž je mu během jízdy kredit postupně odčerpáván. Na nízký stav kreditu je řidič upozorněn akustickým signálem z jednotky OBU. Při pokračování v jízdě bez kreditu vzniká dluh a hrozí sankce.

V režimu **post-pay** se platba provádí naopak dodatečně, na konci sjednaného zúčtovacího období. Při způsobu úhrady post-pay jsou zákazníkovi souhrnně fakturována všechna předepsaná mýta za stanovené období, možná je i pohodlná platba inkasem. Podmínkou je však v tomto případě schválená bankovní záruka, která slouží i jako kauce za palubní jednotku OBU, za kterou jinak český provozovatel požaduje kauci 1550 Kč.^{23 24}

1.3 LEGISLATIVNÍ RÁMEC ELEKTRONICKÉHO ZPOPLATNĚNÍ

Podrobnější analýze politického a legislativního ošetření elektronického mýtného byla věnována část mé bakalářské práce, v následující kapitole proto budou zmíněny pouze základní dokumenty, a především ty, u kterých došlo v mezidobí ke změnám.

Na celoevropské úrovni představuje Společná dopravní politika EU základní nástroj k naplnění primárních cílů v rámci vnitřního trhu, a sice volného pohybu osob a zboží mezi členskými státy. Tato politika je blíže definována ve strategických dokumentech vydávaných Evropskou komisí, tzv. Bílých knihách. V resortu dopravy se jedná o dokument z roku 2011

²³ Smluvní podmínky Provozovatele systému elektronického mýtného. [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/docs/cz/MYTOCZ_325_smluvni_podminky_cs_2014.pdf> [cit. 2014-02-02].

²⁴ Vyhláška Ministerstva dopravy č. 470/2012 Sb., o užívání pozemních komunikací zpoplatněných mýtným.

s názvem „Bílá kniha - Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje“. ²⁵

Z této strategie pak vycházejí konkrétní směrnice EU, jejichž obsah musejí po schválení Evropskou radou a Evropským parlamentem členské státy implementovat do svých právních řádů. Poslední směrnicí upravující danou problematiku je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2011/76/EU, tzv. **Směrnice o euroviněťě**, kterou byly postupně novelizovány směrnice 1999/62/ES a 2006/38/ES. Tyto směrnice stanovují v současně platném znění následující pravidla: ²⁶

- ❑ směrnice se vztahuje především na transevropskou silniční síť. Tímto není dotčeno právo na zavádění mýtného i na ostatních silnicích (při dodržení ustanovení této směrnice)
- ❑ směrnice se vztahuje na vozidla s max. přípustnou hmotností nad 3,5 t (definované výjimky pro zpoplatnění vozidel až od 12 t)
- ❑ zákaz přímé i nepřímé diskriminace na základě státní příslušnosti dopravce ²⁷
- ❑ směrnice stanoví maximální výši ročních a denních poplatků za užívání – max. denní sazba činí 11 EUR
- ❑ dle principu „uživatel platí“ a „znečišťovatel platí“ se mýtné skládá z částí „poplatek za pozemní komunikace“ a „poplatek za externí náklady“
- ❑ výše části mýtného „poplatek za pozemní komunikace“ se řídí principem ekonomické návratnosti investic na stavbu, údržbu, provoz a rozvoj silničních komunikací, a také zahrnuje náklady na vlastní provoz mýtného systému
- ❑ výše části mýtného „poplatek za externí náklady“ se stanoví lokálně, dle typu externality je stanovena její maximální výše v příloze směrnice
- ❑ za stanovených podmínek jsou umožněny slevy nebo přírážky složky mýtného „poplatek za pozemní komunikace“. V odůvodněných případech jsou umožněny

²⁵ Bílá kniha - Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje. [online] dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:CS:PDF>> [cit. 2014-02-02].

²⁶ Směrnice 1999/62/ES, 2006/38/ES a 2011/76/EU [online] dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/>> [cit. 2014-02-03].

²⁷ Vzniká tak možný rozpor se záměrem vlády Spolkové republiky Německo na zavedení „dálničních poplatků pro cizince“. V současnosti platí v SRN mýtné nákladní vozidla nad 12 t, ostatní využívají dálniční síť zdarma. Zavedení poplatků pro cizince pro vozidla do 3,5 t by tak nebylo v rozporu s touto směrnicí (ale v možném rozporu s pravidly volného trhu EU). Poplatky pro vozidla nad 3,5 t však v rozporu se směrnicí jsou. Možné řešení je např. rozšíření současné mýtné povinnosti pro všechna vozidla nad 3,5 t.

přirážky k mýtnému (horská přirážka, přirážka v době dopravní špičky). Naopak slevy ke složce „poplatek za externí náklady“ povoleny nejsou

- výše mýtného je dána především skutečným ekologickým i provozním impaktem vozidla (emisní třída EURO, max. hmotnost, počet náprav)
- preferovaným způsobem výběru je systém elektronický (DSRC nebo GPS/GSM), který splňuje směrnici o interoperabilitě – viz níže.

Poslední důležitou právní úpravou v dané problematice jsou tzv. **směrnice o interoperabilitě** 2004/52/ES a související rozhodnutí Komise 2009/750/EC. Směrnice vychází z nejednotnosti jednotlivých evropských mýtných systémů, což přináší zvýšené náklady pro uživatele a diskomfort (nutnost instalace několika palubních jednotek), způsobuje tak překážky na vnitřním trhu a představuje problémy finanční i právní. Směrnice proto nařizuje využití určitých technologií, které budou zaručovat vzájemnou slučitelnost jednotlivých systémů. Dle směrnice musejí být nově zřizované systémy EFC od 1.1. 2007 budovány již jako *interoperabilní*, tj. schopné vzájemné spolupráce.

Při stavbě nových systémů EFC musí být použito pouze následujících technologií:

- satelitní určení polohy GNSS
- mobilní komunikace normy GSM-GPRS
- mikrovlnná technika 5,8 GHz
- jiné technologie lze využít pouze tehdy, nepovede-li to k dodatečné zátěži uživatelů

Volbu technologie – při dodržení předepsaných standardů – ponechává směrnice na zřizovateli, nicméně vzhledem na širší možnosti využití a s ohledem na postupné zavádění evropského systému určování polohy GALILEO je doporučována technologie družicového určování polohy. Předpokládá se rovněž využití systémů elektronického mýtného pro další telematické služby.²⁸

Pro zajímavost dodávám, že projekt GALILEO měl být dle této směrnice v provozu od roku 2008. Lze se rovněž domnívat, že doporučení satelitní technologie vychází také z objemu prostředků, které byly to této technologii v rámci projektu GALILEO investovány.

Pro uživatele hmatatelným výstupem tohoto procesu je vznik Evropské služby elektronického mýtného (**EETS – *The European Electronic Toll Service***), která je přesněji definována

²⁸ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/52/ES [online] dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0052:20090420:CS:PDF>> [cit. 2014-02-12].

příslušným Rozhodnutím Komise 2009/750/EC. Služba EETS specifikuje technické normy a smluvní požadavky pro poskytovatele služeb elektronického mýta a představuje tak jednotný systém výběru mýtného, definovaný souborem pravidel a opatření, s cílem zajistit snadnou propojitelnost mezi jednotlivými národními systémy. EETS tak lze jednoduše přirovnat k roamingu mobilních operátorů GSM, kdy bude umožněno užívání jednotky OBU v zahraničí stejně snadno, jako užívání mobilního telefonu.^{29, 30}

Cílem Směrnice o interoperabilitě je pak výběr mýtného v rámci EU na principu „jedna smlouva, jedna OBU, jedna faktura“, kdy by uživatel dostal za příslušné časové období pouze jednu fakturu se všemi předepsanými mýty.³¹

Aktuální strategický dokument na národní úrovni České republiky, který se zabývá dopravní telematikou a elektronickým výběrem mýtného, představuje „Dopravní politika ČR pro období 2014-2020 s výhledem do roku 2050, v pracovní verzi z roku 2012“. Kromě obecných frází o rozvoji telematiky si vzhledem k řešené problematice stanovuje následující konkrétní cíle:³²

- vytvoření právního rámce pro zavádění mýtného do městských center
- postupné zavádění výkonového zpoplatnění na silnicích I. třídy, případně i dalších silnicích ve správě krajů a obcí. Přitom nesmějí režijní náklady přesahovat 30 % vybrané částky³³
- postupné rozšiřování výkonového zpoplatnění na další kategorie vozidel
- maximální rozlišení sazeb mýtného v závislosti na emisní třídě vozidla, počtu náprav a době jízdy. Zohlednění měrné spotřeby vozidla při stanovení výše mýtného
- regulace využití silnic nižších tříd pro těžkou nákladní dopravu, s cílem jejího maximálního udržení na dálnicích a rychlostních silnicích
- zpoplatnění externích nákladů způsobovaných silniční nákladní dopravou
- příprava interoperability mýtných systémů v rámci EU

²⁹ Rozhodnutí Komise 2009/750/EC [online] dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:268:0011:0029:CS:PDF>> [cit. 2014-02-15].

³⁰ Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 22b.

³¹ NOUZA, J.: Skúsenosti z implementácie mýtného systému v ČR. In: e-Toll Slovakia '06. Bratislava: SDT, 2006. [online] http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html [cit. 2014-02-11].

³² Dopravní politika ČR pro období 2014-2020 s výhledem do roku 2050. První pracovní verze (stav k 12.6.2012). [online] dostupné z: <<http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/05F0E9E7-D76B-4A36-84AE-E56710F3D881/0/DP.pdf>> [cit. 2014-01-16].

³³ Toto pravidlo má původ ve směrnici 2006/38/ES.

Strategický dokument dopravní politiky České republiky představuje v některých ohledech velmi ambiciózní cíle a – bude-li realizován – rovněž významné dopady na zpoplatnění silniční dopravy. Především počítá s výkonovým zpoplatněním na silnicích I. třídy, a také se zaváděním výkonového zpoplatnění pro další kategorie vozidel. Jelikož v současné době podléhají u nás výkonovému zpoplatnění již všechna vozidla nad 3,5 t, vyplývá z textu logicky snaha zavést mýtné i pro ostatní automobily do 3,5 t. V souvislosti se zahrnutím externích nákladů do poplatků za dopravní cestu lze také počítat se zvyšováním sazeb mýtného.

Je otázkou, nakolik jsou stanovené cíle reálné, a zda je vůbec výhodné je takto realizovat. Nesoulad mezi politikou deklarovanou a realizovanou je bohužel v českých podmínkách častý: příkladem může být obsáhlá definice práv a povinností³⁴ v rámci služby EETS, přitom na tomto poli nebylo dosud vykonáno prakticky nic.

K elektronickému mýtnému v rámci ČR se vztahují následující předpisy:

- ❑ zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 20 až 23: stanovuje pravidla pro uživatele a poskytovatele elektronického mýta
- ❑ vyhláška Ministerstva dopravy ČR č. 470/2012 Sb.: definuje rozsah zpoplatněné sítě
- ❑ nařízení vlády ČR č. 354/2011 Sb. a 352/2012 Sb.: určuje výši mýtného a slevy

Praktické důsledky uvedených právních předpisů, jakož i detailnější posouzení cílů dopravní politiky ČR a návrhy dalšího řešení jsou popisovány v kapitole o mýtném systému ČR a následujících kapitolách ve druhé části této práce.

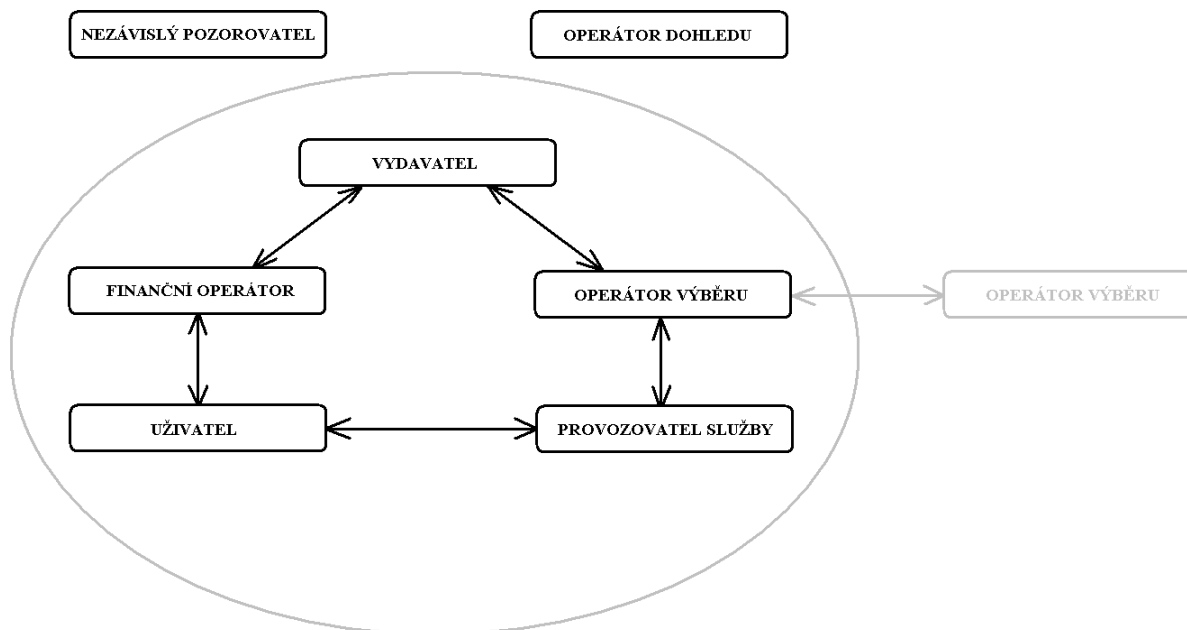
1.4 ARCHITEKTURA SYSTÉMŮ ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO

Jednotný popis telematického systému ve formě unifikovaného modelu se nazývá architektura systému. Skládá se z dílčích modelů funkčního, informačního, fyzického, organizačního a telekomunikačního. Systémy EFC jsou vytvářeny dle standardu prENV ISO 17573 „*Electronic Fee Collection (EFC) – System architecture for vehicle related to transport services*“. Na základě citované normy byla vytvořena „pentagonální“ koncepce organizačního uspořádání systémů EFC – viz obrázek 4.^{35 36}

³⁴ Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 22b-g.

³⁵ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: ČVUT, 2005, s. 31.

³⁶ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 195-196.



Obrázek 4: Pentagonální koncepce systémů EFC ³⁷

Tato koncepce je obecně platná pro všechny dále popisované systémy EFC. Rozdíly mezi nimi jsou především ve způsobu stanovení polohy vozidla. Všechny systémy elektronického zpoplatnění mají dále společné tyto tři základní systémové komponenty: ³⁸

- ❑ **sběr informací** tedy způsob identifikace vozidla a jeho lokalizace na dopravní síti
- ❑ **systém dohledu (enforcement)**, který kontroluje soulad mezi mýtnou povinností a uskutečněním platby
- ❑ **zpracování informací (centrum)**, které zajišťuje veškeré postupy od registrace přes platby, enforcement až po správu celého systému a kontakt se zákazníkem. V rámci ČR je toto centrum umístěno v sídle konsorcia Kapsch v Praze ³⁹

Systémy elektronického mýtného vyžadují také příslušné technické vybavení podél komunikace a ve vozidle (nikoli však nezbytně vždy). Příslušnými technickými prvky jsou:

³⁷ upraveno dle: PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 196

³⁸ OLIVKOVÁ et al.: Dopravní telematika II. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 23.

³⁹ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

OBU (*On Board Unit* – palubní jednotka)

Jedná se o technické zařízení v kabině vozidla, jehož prostřednictvím probíhá identifikace vozidla a komunikace s okolím. Zařízení představuje obvykle malou krabičku - viz Obrázek 5 - do níž jsou nahrána příslušná data o vozidle. Konektivita OBU je dána technologií mýtného systému, v zásadě se může jednat o mikrovlnné spojení DSRC, popřípadě infračervené IR DSRC, komunikaci v síti GSM nebo přijímač pozičního signálu GNSS. Do jednotky OBU jsou při pořízení zaznamenány patřičné údaje (např. RZ vozidla, emisní třída vozidla, nejnižší možný počet náprav), před jízdou je však třeba nastavit aktuální počet náprav, za což zodpovídá řidič vozidla. Akustickým signálem pak jednotka buď potvrdí proběhlou transakci, nebo ohlásí chybu. ⁴⁰



Obrázek 5: Palubní jednotka PREMID užívaná v České republice ⁴¹

Dle složitosti instalace palubní jednotky lze rozlišovat tzv. „lehké“ a „těžké“ OBU. „Lehké“ OBU – obvykle v systémech DSRC – stačí obvykle připevnit na sklo a nastavit, instalace „těžkých“ vyžaduje odborný servisní zásah. Jedná se v tomto případě zejména o jednotky s přijímačem polohového signálu a jednotky interoperabilní; v současnosti je odborná

⁴⁰ Mýto CZ: Průvodce elektronickým mýtným, vydání 2014 [online] dostupné z: http://www.myto.cz/files/files/docs/cz/MYTOCZ_301_e-toll_guide_cz.pdf [cit. 2014-02-10].

⁴¹ Kapsch TrafficCom: Czech Republic. A succesful toll road network. [online] dostupné z: http://www.kapsch.net/ktc/downloads/reference/Kapsch-KTC-SS-CZ_Toll_Road_Network?lang=en-US [cit. 2014-02-10].

instalace OBU vyžadována například v Německu ⁴² a v režimu platby *post-pay* na Slovensku, kde jinak stačí „lehká“ montáž obdobně, jako v České republice. ⁴³

Interoperabilní jednotka OBU, která splňuje požadavky směrnice 2004/52/ES a odpovídá stanoveným normám, se nazývá **EOBU**. Ta má být v budoucnosti využívána na zpoplatněných komunikacích v rámci Evropské unie, musí být funkční v každém národním mýtném systému a musí pracovat vždy shodně, bez ohledu na to, ve kterém systému elektronického mýtného je právě využívána. ⁴⁴ Ačkoli požadovaná technologie již existuje, pro provozovatele je stále levnější i spolehlivější užívat několika jednotek OBU. ⁴⁵ Nicméně v provozu je již dnes řada částečně interoperabilních jednotek, a to jak v rámci mikrovlnného systému DSRC, tak i mezi ním a systémem satelitním, a dokonce i systémem švýcarským. Bližší informace o těchto projektech jsou uvedeny v kapitole o interoperabilitě.

RSE (Road Side Equipment – technické zařízení u silnice)

Jedná se o fyzickou část infrastruktury EFC, která je instalována podél silnic – **mýtná brána**. Tyto konstrukce jsou v závislosti na technické koncepci mýtného systému vybaveny nejrůznějšími prvky, které nejenom zajišťují výběr mýta, zprostředkovávají dohled nad jeho výběrem, ale umožňují i další funkce v rámci dopravní telematiky. Pomocí datových linek jsou brány spojeny s centrem. Konkrétně mohou být tyto brány osazeny následujícími technickými zařízeními: ⁴⁶

- modul pro DSRC komunikaci
- přehledová kamera videodohledu
- ANPR kamera ke čtení RZ vozidel
- laserový detektor detekující přijíždějící vozidlo
- radiový skener pro klasifikaci vozidel
- detektory dopravního proudu

⁴² Toll Collect GmbH: LKW-Maut in Deutschland. Nutzerinformationen. Berlin, Toll Collect GmbH, 2014 [online] dostupné z: <http://www.toll-collect.de/fileadmin/content/Dokumente/PDFs/Informationen/Nutzerinformationen/nutzerinfo_d.pdf> [cit. 2014-02-15].

⁴³ Česmad Slovakia: Postup při zabezpečení pevnej montáže [online] dostupné z: <<http://www.cesmad.sk/page.php?kat=282>> [cit. 2014-02-15].

⁴⁴ PŘIBYL, P.: Řešení interoperability elektronických platebních systémů v Evropě. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-02-15].

⁴⁵ SCHIERHACKEL, K.: Europe's electronic toll service closer to operational reality In: *ITS International*, 2014. [online] dostupné z: <<http://www.itsinternational.com/sections/comment-interview/interviews/europes-electronic-toll-service-closer-to-operational-reality/>> [cit. 2014-02-15].

⁴⁶ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 197.

V rámci mikrovlnných systémů se brány dělí **výběrové** (pouze DSRC komunikace) a **dohledové** (s přidavnými detektory a kamerami). Lze je jednoduše rozeznat dle množství instalovaných zařízení.



Obrázek 6: Mýtná brána na km 13 dálnice D1 ⁴⁷

Příklad mýtné brány v podmínkách České republiky je zobrazen na fotografii na Obrázku 6. Ve směru z Prahy (vlevo) jsou namontovány pouze detektory dopravního proudu a DSRC komunikátory, ve směru do Prahy (vpravo) jsou zde navíc komponenty dohledového systému. Za povšimnutí stojí, že ve *free-flow systému* neodpovídá počet DSRC komunikátorů počtu jízdnicích pruhů – zde třem, a to proto, aby bylo možno zachytit i vozidla, která jízdnicí pruh právě mění. V jednopruhovém výběrovém systému např. na klasických mýtnicích je každý pruh vybaven jedním komunikátorem. Podrobnější popis jednotlivých zařízení na mýtné bráně je uveden v kapitole 5.1 na příslušné fotografii.

1.5 TECHNOLOGIE VÝBĚRU MÝTNÉHO

Jak již bylo zmíněno, jednotlivé komponenty v rámci systémů elektronického mýtného jsou z hlediska jejich účelu použití shodné. Odlišný je způsob stanovení polohy vozidla v dopravní síti. Otázka mýtného systému bývá často zjednodušována zda „mikrovlna, či satelit“, jedná se skutečně o dva převládající systémy elektronického zpoplatnění. Je to dáno také tím, že pouze

⁴⁷ foto: autor

tyto dva systémy jsou povoleny směrnicemi EU. V následujícím textu budou popsány oba dominantní systémy, ale také více či méně okrajové systémy LSVA a ANPR.

MIKROVLNNÝ SYSTÉM DSRC

DSRC (*Dedicated Short Range Communication*, vyhrazené spojení krátkého dosahu) je technologie pro komunikaci mezi vozidly navzájem (V2V, *vehicle to vehicle*) nebo pro komunikaci mezi vozidly a infrastrukturou (V2I, *vehicle to infrastructure*). Jedná se o elektromagnetické vlny příslušné frekvence, spojení je standardizováno v Evropě, USA i dalších státech, v USA se používá frekvence 5,9 GHz, v Evropě a Japonsku 5,8 GHz, pro bezpečnostní aplikace dopravní telematiky v Evropě pak 5,9 GHz. Přesněji vzato se jedná o vyhrazené frekvenční pásmo, konkrétně např. v Evropě 5,8 GHz odpovídá pásmu 5,795 – 5,815 GHz, a je standardizováno dle normy CEN TC 278.⁴⁸

Samotné spojení je velmi spolehlivé, a to i na vyšší vzdálenosti. Přitom vzdálenost OBU – DSRC vysílač na mýtné bráně při jízdě po dálnici je maximálně asi deset metrů. Úspěšnost doručení jednotlivého paketu na vzdálenosti do 25 m se udává okolo 90 %, a i při vzdálenosti kolem 200 m je to stále asi 50 %. Ztráta pěti po sobě následujících paketů při vzdálenosti 200 m je pouze kolem 2 %.⁴⁹

Alternativou přenosu v pásmu 5,8 GHz jsou přenosy v infračerveném pásmu (IR DSRC), které však nejsou v Evropě příliš rozšířeny, především kvůli chybějící standardizaci. Využívány jsou tak pouze v Německu jako součást dohledového satelitního systému. K jejich výhodám patří menší útlum při průchodu metalizovaným sklem oproti DSRC 5,8 GHz, vyšší rychlosti přenosu i nižší cena celého zařízení.⁵⁰

Názvu DSRC se tak užívá i pro celý systém výběru mýtného, založeného na této technologii, neboli také systém mikrovlnný. Základními prvky jsou mýtné brány se zařízením pro DSRC komunikaci, v obvyklém otevřeném systému na každém úseku mezi křižovatkami. Vozidla jsou vybavena jednotkami OBU, které pracují jako radiový odpovídač.

Přiblíží-li se vozidlo vybavené OBU k mýtné bráně, je prostřednictvím mikrovlnného spojení palubní jednotka ve voze aktivována a jsou z ní zpět odeslána identifikační data o vozidle. Tato data jsou z brány dále posílána do Centra. V následujícím mýtném bodě se komunikace opakuje a na základě délky příslušného úseku je účtováno mýtné. Datová komunikace probíhá

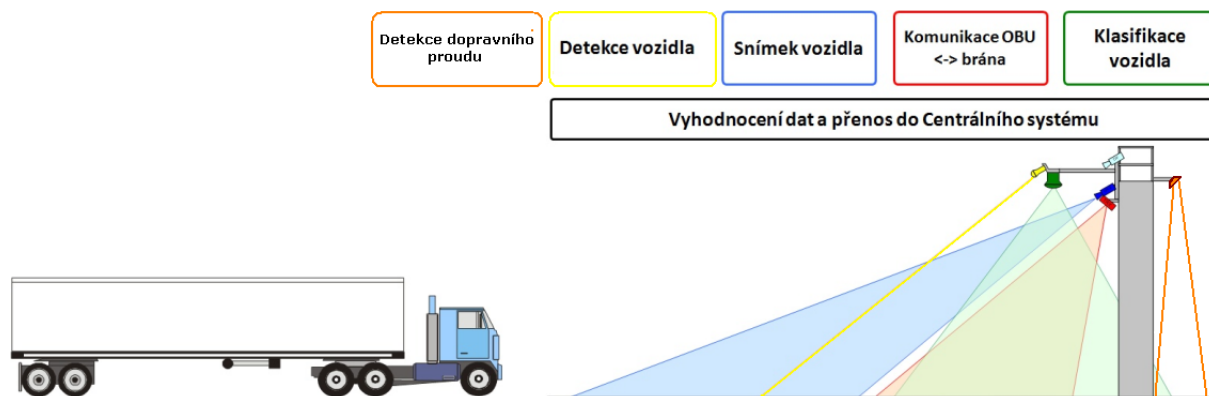
⁴⁸ EMMELMANN – BOCHOW – KELLUM: *Vehicular Networking*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010, s. 46, 160.

⁴⁹ EMMELMANN – BOCHOW – KELLUM: *Vehicular Networking*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010, s. 67.

⁵⁰ PŘIBYL, P. – MACH, R.: *Řídicí systémy silniční dopravy*. Praha: ČVUT, 2003, s. 139.

obousměrně, kvůli potvrzení transakce a také kvůli variantě platby *pre-pay*, aby mohl být řidič varován před nízkým stavem kreditu.⁵¹

Při průjezdu dohledovou branou je situace podstatně složitější; jednotlivé činnosti jsou schematicky znázorněny na obrázku 7. Cílem této kontroly je zjistit soulad deklarovaných údajů v OBU se skutečností, popř. zachycení vozidla, které OBU vůbec nemá, ačkoli spadá pod mýtnou povinnost.

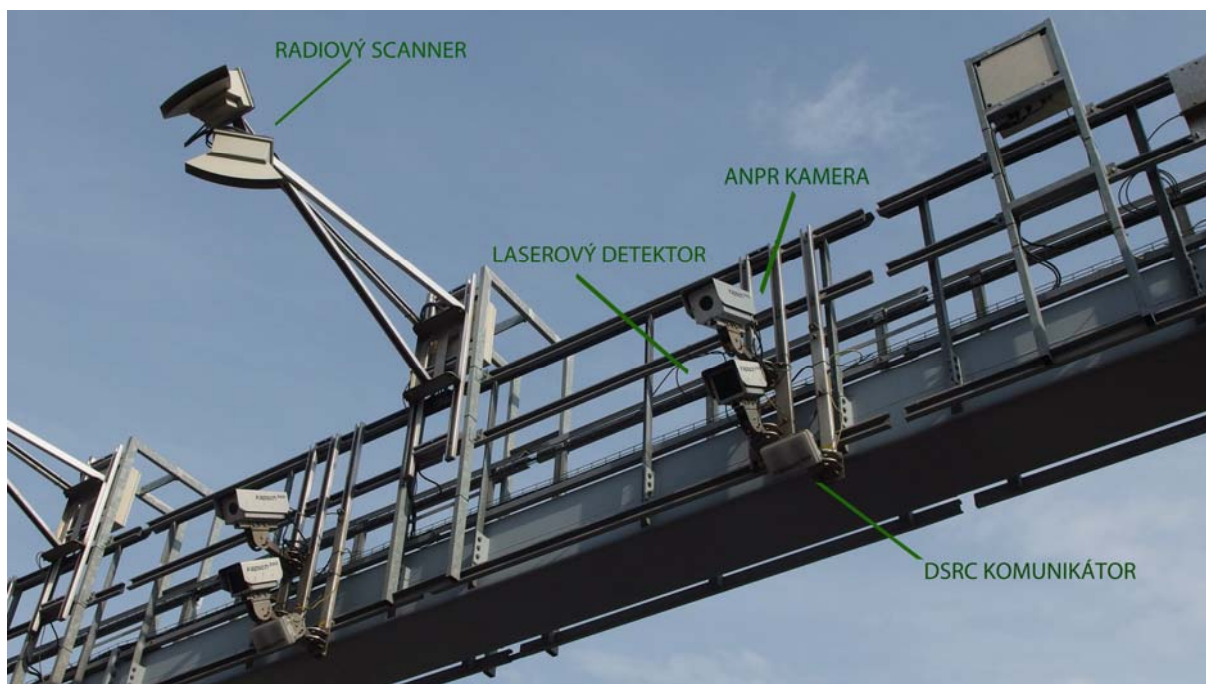


Obrázek 7: Princip činnosti dohledové brány v systému DSRC⁵²

Celý systém dohledu je aktivován **LASEROVÝM PAPSKEM**, který detekuje blížící se vozidlo. Následně je pořízen **SNÍMEK RZ** vozidla. Vozidlo je klasifikováno **RADIOVÝM SCANNEREM** a zařazeno na základě změření jeho objemu do příslušné kategorie (osobní automobil, dodávka, autobus, lehké nebo těžké nákladní vozidlo) a je kontrolován počet os. V případě, že vozidlo je vyhodnoceno jako nespádající pod mýtnou povinnost, je snímek jeho RZ ihned smazán. Následuje komunikace prostřednictvím **DSRC**, popisovaná v předchozím odstavci. Volitelně je některých branách vozidlo zaznamenáno také **DETEKTOREM DOPRAVNÍHO PROUDU**. Jednotlivé komponenty jsou popsány také na fotografii na obrázku 8.

⁵¹ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 194-195.

⁵² upraveno dle: Dopravniinfo.cz: Elektronické mýto. [online] dostupné z: <<http://www.dopravniinfo.cz/elektronicke-myto/>> [cit. 2014-02-15].



Obrázek 8: Zařízení na mýtné bráně na km 8 dálnice D1 ⁵³

Mikrovlnná technologie je založena na principu výběrčích mýtných bran, doplněných o kontrolní systém. Proto je vhodná především pro zpoplatnění páteřní sítě s delšími úseky, s menším množstvím křižovatek – typicky dálnic, na kterých se pohybuje velké množství vozidel. Alternativně je rovněž využívána jako automatizovaná varianta platby na klasických mýtnicích.

Mezi další výhody tohoto řešení patří „lehká“, levná jednotka OBU, vysoká účinnost výběru mýtného v rámci zpoplatněné sítě, a také standardizace a masovější rozšíření. Technologie naopak není vhodná ke zpoplatňování silnic nižších tříd. V případě rozšiřování zpoplatněné sítě rostou investiční náklady díky rozsáhlé infrastruktuře strměji než v systému satelitním. Mikrovlnný systém je využíván např. v České republice, Polsku a Rakousku.

SATELITNÍ SYSTÉM GNSS/CN

Zkratka GNSS označuje způsob určení polohy vozidla pomocí satelitní navigace (*Global Navigation Satellite System*), zkratka CN způsob přenosu dat pomocí mobilní sítě (*Cellular Network*). Alternativní označení pro tento systém jsou GPS/GSM, popř. GPS/GPRS, které odkazují na konkrétní způsob určení polohy, konkrétně americký NAVSTAR GPS a technologii přenosu dat prostřednictvím sítě GPS, resp. protokolu GPRS. Popis principu

⁵³ foto: autor

navigačních systémů přesahuje rozsah této práce, stručně lze říci, že výpočet polohy probíhá na základě příjmu časových signálů a znalosti polohy družic na oběžné dráze v daném okamžiku.

V budoucnosti lze počítat v rámci Evropy s využitím evropského systému GNSS GALILEO, který však má již několikaleté zpoždění. Dle informací Evropské kosmické agentury jsou zatím v provozu 4 satelity, počáteční funkčnosti by mělo být dosaženo s 18 satelity v roce 2015, všech 30 satelitů by pak mělo být na oběžné dráze do konce desetiletí.⁵⁴ Vzhledem k opakovaným odkladům lze však o tomto plánu úspěšně pochybovat, nicméně toto nepředstavuje zásadní problém pro funkčnost systémů GNSS/CN, neboť řada přijímačů polohového signálu je na GALILEO z technického hlediska již předem připravena.⁵⁵

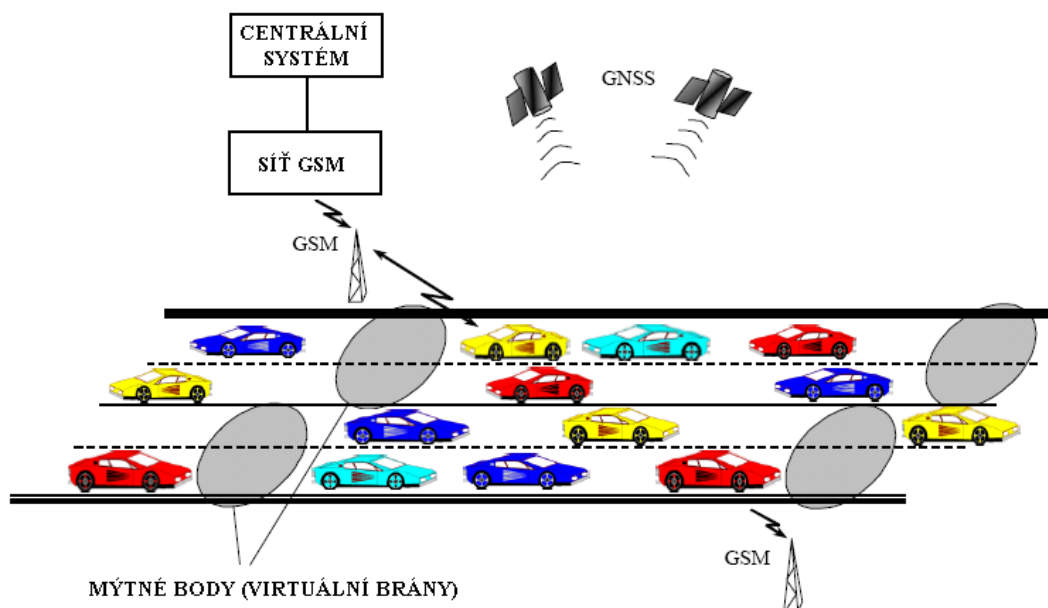
System funguje principiálně obdobně jako mikrovlnný, pouze fyzické výběrové mýtné brány jsou nahrazeny virtuálními. Tyto představují místa na mapě, která jsou definována zeměpisnými souřadnicemi, jejichž poloha je umístěna v databázi v Centru nebo v paměti OBU. Při průjezdu příslušným místem dochází opět k tarifkaci vozidla, data jsou do centrály přenášena z každé jednotky OBU prostřednictvím sítě GSM. Kontrola placení funguje zcela analogicky jako v systému mikrovlnném, a to včetně DSRC, resp. IR DSRC datové komunikace mezi dohledovou branou a jednotkou OBU. Schematické znázornění satelitního systému je na obrázku 9.⁵⁶

⁵⁴ Evropská kosmická agentura: GALILEO: Next steps [online] dostupné z:

<http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/Next_steps/> [cit. 2014-03-01].

⁵⁵ Český kosmický portál: ESA udělí certifikát těm, kdo jako první vyzkoušeli navigaci GALILEO [online] dostupné z: <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/esa-udeli-certifikat-tem-kdo-jako-prvni-vyzkoušeli-navigaci-galileo.html/>> [cit. 2014-03-01].

⁵⁶ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 200-202.



Obrázek 9: Funkce satelitního systému GNSS/CN ⁵⁷

Jednotky OBU jsou výrazně složitější než v systému DSRC, neboť musejí obsahovat přijímač polohového signálu a umožňovat datovou komunikaci prostřednictvím sítě GSM. Například v Německu, kde nedošlo k dohodě telefonních operátorů, obsahuje jednotka OBU hned tři SIM-karty. Kromě toho lze také do „inteligentnějších“ OBU nahrát mapu tarifních míst, a tím uspořit náklady na datové přenosy, naopak jednoduché OBU v satelitním systému fungují na bázi proxy-klient a příliš neliší od OBU mikrovlnných – příkladem může být testovaná hybridní OBU v České republice. ^{58 59}

Satelitní technologie pracuje na principu kontinuálního určování polohy vozidla, bez nutnosti stavby výběrových mýtných bran pro každý segment. Proto se hodí pro zpoplatnění rozsáhlé silniční sítě, i pro zpoplatnění silnic nižších tříd. Pro zachování funkčnosti a efektivity takového systému je však třeba vybudovat systém enforcementu, tedy dohledových bran jako v systému mikrovlnném. Tento – má-li být dostatečně účinný – představuje poměrně vysoké náklady v satelitním systému. Satelitní mýtné je v provozu např. na Slovensku a v Německu.

⁵⁷ JANOTA, A. - SPALEK, J.: Elektronický výběr mýtného v SR – požadavky a možnosti. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html [cit. 2012-03-07].

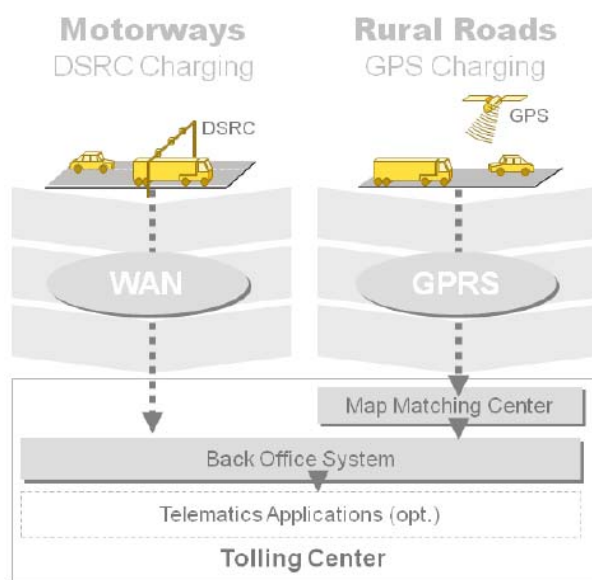
⁵⁸ ČERNÝ, K.: Czech Electronic Toll Collection – Next steps. Kapsch Telematic Services, 2009 [online] dostupné z: http://www.telematika.cz/download/doc/czet_09_5_Czech_electronic_toll_collection_Next_steps.pdf [cit. 2014-03-01].

⁵⁹ SCHINDLER, N.: Trends and Experiences in Satellite-Based Tolling. In: *Český satelitní mýtný den*. Praha: SDT, 2007. [online] <http://www.telematika.cz/tp/czstday/prednasky.html> [cit. 2014-03-07].

HYBRIDNÍ SYSTÉM DSRC – GNSS/CN

Hybridní systém představuje unikátní kombinaci systému mikrovlnného a satelitního. Byl vyvinut společností Kapsch na základě zcela nelogického rozhodnutí české vlády, která nejprve vybrala technologii mikrovlnnou, aby v zápětí navrhovala zpoplatnění silnic I. i II. třídy, k čemuž je stávající technologie naprosto nevhodná (pokud nemá být vybudováno řádově tisíce mýtných bran). Zcela logicky se nabízejí otázky, zda o tom vláda před zahájením výběrového řízení věděla, a pokud ano, zda toto zohlednila při hodnocení nabídek. Dle dostupných údajů požádala česká vláda o technické řešení pro rozšíření na ostatní silnice v listopadu 2006, tedy 8 měsíců po uzavření smlouvy o dodávce mýtného systému.⁶⁰

Jedná se o technologii, která doplňuje stávající mikrovlnný systém na dálnicích satelitním určováním polohy na ostatních komunikacích, její princip je zobrazen na obrázku 10. Technologie předpokládá interoperabilní jednotku OBU, která automaticky přepíná mezi systémy DSRC a GNSS/GSM. Jednotka se z hlediska uživatele chová naprosto shodně, pracuje-li v módu DSRC nebo GPS. Jedná se o OBU „lehkou“, která se výrazně podobá současným jednotkám OBU v rámci českého mikrovlnného systému, jediným rozdílem je nutnost napájení jednotky z elektrické sítě vozidla o napětí 12 V.⁶¹



Obrázek 10: Znáznornění hybridního systému EFC⁶²

⁶⁰ FEIX, K.: Elektronický mýtný systém v ČR (firemní materiál Kapsch). Praha: Kapsch Telematic Services, s.r.o., 2014.

⁶¹ Kapsch TrafficCom: Electronic Toll Collection. [online] dostupné z: <http://cbrcbbrasvias.com.br/palestras/arquivos/Pal%2008%20-%20Miguel%20J__uregui.pdf> [cit. 2014-03-01].

⁶² Kapsch TrafficCom: Electronic Toll Collection. [online] dostupné z: <http://cbrcbbrasvias.com.br/palestras/arquivos/Pal%2008%20-%20Miguel%20J__uregui.pdf> [cit. 2014-03-01].

Hybridní jednotky celý systém značně prodražují, na druhou stranu se jedná stále o řešení levnější, než paralelně zřizovat samostatný systém GNSS/CN, a to díky synergiím vyplývajícím se sdílení některých procesů (centrum, distribuce, zákaznická podpora, využití pro jiné telematické aplikace). Výhodou tohoto řešení by mohlo být i to, že jednotka OBU by může být interoperabilní i v jiných systémech satelitního mýtného. Z hlediska technického byl tento hybridní systém připraven v roce 2008 a úspěšně testován do roku 2011.^{63 64}

CELOPLOŠNÝ SYSTÉM LŠVA

Zkratka LŠVA (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) znamená v doslovném překladu „poplatek za těžký provoz v závislosti na výkonu“. Tento systém je provozován v jediné zemi – ve Švýcarsku. Formálně lze tento systém označit jako výkonové zpoplatnění v oblasti – kterou představuje celé území Švýcarské konfederace. Na daném území platí všechna vozidla nad 3,5 t mýtné v závislosti na ujetých tunokilometrech, a to bez rozdílu výše sazby pro silnici nebo dálnici. Sazby jsou, jakož i v systému mikrovlákném a satelitním, odstupňovány dle emisní třídy EURO, navíc je však do výpočtu mýtného zahrnuta také maximální hmotnost vozidla/soupravy: mýtné se touto hmotností (udávanou v tunách) násobí.

Jelikož se jedná o systém uzavřený, je příslušná infrastruktura RSE vybudována na hraničních přechodech, a dále zahrnuje 25 kontrolních bran na švýcarském území. Jedná se o systém duální, který nabízí dvě možnosti stanovení ujeté vzdálenosti, jak je schematicky znázorněno na Obrázku 11.

⁶³ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 13

⁶⁴ FEIX, K.: Elektronický mýtný systém v ČR (firemní materiál Kapsch). Praha: Kapsch Telematic Services, s.r.o., 2014

Inländische Fahrzeuge	Ausländische Fahrzeuge
<p>Grundsätzlich ausgerüstet mit Erfassungsgerät</p> 	<p>Grundsätzlich Benutzung von ID-Card am Abfertigungsterminal</p> 
<p>Im bewilligten Ausnahmefall: Fahrtenbuch mit TAG</p> 	<p>Freiwillig ausgerüstet mit Erfassungsgerät</p> 

Obrázek 11: Švýcarský systém LSVA ⁶⁵

Domácí dopravci (na obrázku vlevo) jsou zásadně vybaveni jednotkou OBU: tato je podstatně složitější než dosud popisované palubní jednotky, její cena i montáží vyjde na cca 1 500 CHF (asi 34 000 Kč). Jednotka je propojena s digitálním tachografem, údaje jsou navíc verifikovány pomocí pozičního systému GPS a pohybového senzoru. Při vstupu na švýcarské území je jednotka prostřednictvím DSRC komunikace s příslušnou infrastrukturou automaticky aktivována, při opuštění území se záznam zastaví. Dopravce je povinen v měsíčních intervalech deklarovat zaznamenaná data z OBU prostřednictvím čipové karty. Může tak učinit buď zasláním karty poštou na úřad celní správy nebo prostřednictvím čtečky u vlastního PC. Dopravci s malým měsíčním nájezdem mohou v odůvodněných případech deklarovat ujeté kilometry pomocí knihy jízd.

Pro zahraniční dopravce (na obrázku vpravo) je pořízení OBU dobrovolné. Pokud jednotkou vybaveni nejsou, obdrží při vstupu na švýcarské území jedinečnou identifikační kartu vozidla, kterou vždy na hranicích vloží do terminálu a deklarují stav tachometru. Při opuštění švýcarského území ji do terminálu vloží znovu, opět zadají stav tachometru, a je jim vyměřeno mýtné, které mohou platit obvyklými platebními prostředky.

⁶⁵ Schweizerische Eidgenossenschaft: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA – Übersicht, 2013 [online] dostupné z: <http://www.ezv.admin.ch/zollinfo_firmen/04020/04204/04208/04744/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDenx3e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--/> [cit. 2014-03-01].

Švýcarský systém je relativně komplikovaný, přesto však jeho provozní náklady dosahují jen 5 až 6 % vybrané částky, což je ve srovnání např. s naším systémem poměrně málo. V tomto srovnání je také nízký počet registrovaných domácích vozidel, kterých je jen asi 55 000.⁶⁶

Jedinečnost švýcarského systému je jednak dána domácím přístupem k dopravě i ochraně životního prostředí, s výraznou preferencí dopravy železniční, a také faktem, že Švýcarsko se jako nečlen EU nemusí řídit jejími směrnici. Sazby mýtného jsou zde několikanásobně vyšší než v okolních zemích. Zároveň se také jedná o systém spravedlivý, neboť nerozlišuje kudy vozidlo jelo, ale kolik skutečně najelo kilometrů, a také úměrně zohledňuje jeho maximální hmotnost.

ROZPOZNÁVÁNÍ RZ VOZIDEL – ANPR

Tato technologie je založena na optickém rozpoznání RZ vozidla. Po sejmutí snímku RZ je na základě technologie OCR (*optical character recognition*) obraz RZ digitalizován a převeden do alfanumerické podoby. Data jsou následně odeslána do digitální databáze pro další zpracování. Následně může být vyhodnocen pohyb vozidla ve zpoplatněné síti nebo může být verifikováno, zda má dané vozidlo oprávnění pro průjezd daného úseku (např. předem zaplacený poplatek za užívání).⁶⁷

Systém je založen pouze na ANPR kamerách, které tvoří jedinou infrastrukturu RSE. Vybavení ve vozidle (jednotka OBU) není vyžadováno. Dříve byl tento systém užíván především ke zpoplatnění vjezdu do oblasti (Londýn), v současnosti se s vývojem technologie prosazuje i na dálniční síti. Je dokonce zvažován jako jedna z alternativ budoucího způsobu výběru dálničních poplatků pro osobní automobily v České republice. Tato technologie má široké využití; je využívána na maďarských dálnicích ke zpoplatnění osobních automobilů, tak i v rámci parking managementu v areálu ČZU.

⁶⁶ Schweizerische Eidgenossenschaft: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA – Übersicht, 2013 [online] dostupné z: <http://www.ezv.admin.ch/zollinfo_firmen/04020/04204/04208/04744/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDenx3e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--/> [cit. 2014-01-15].

⁶⁷ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 206.

1.6 ENFORCEMENT A NADSTAVBOVÁ TELEMATIKA

DOHLEDOVÝ SYSTÉM

Dohledový systém neboli enforcement je nedílnou součástí každého systému elektronického mýta. Správné rozmístění a hustota pokrytí dohledovým systémem je jedním z klíčových faktorů pro efektivitu výběru mýtného: příliš nízká hustota může v případě nedostatečné platební morálky dopravců způsobovat mýtné úniky, naopak příliš vysoké plošné pokrytí představuje další výrazný růst nákladů na celý systém, při zanedbatelném nárůstu úspěšnosti výběru. V podmínkách České republiky je dohledový systém instalován na cca 20 % mýtných bran; dle nezávislého auditora je účinnost výběru mýta na našem území 99,5 % (započteny jsou úspěšné transakce a delikty odhalené dohledovým systémem).^{68, 69}

Dohledový systém se dělí na:⁷⁰

- stacionární
- přenosný
- mobilní

Stacionární dohled je realizován prostřednictvím kontrolních bran, které se příliš neliší v systému satelitním i mikrovlnném. Technologie ANPR je zcela založena na dohledovém systému kamer. Příslušné detektory i popis jejich funkce byly již blíže popsány v kapitole 1.5 v rámci systému mikrovlnného.

Data zjištěná z OBU (hmotnost, počet náprav) jsou porovnávána z daty získanými prostřednictvím detektorů, které dokáží stanovit objem vozidla i počet os. Je-li vozidlo klasifikováno jako potenciální „neplatič“, tj. pokud údaje neodpovídají nebo pokud komunikace s OBU vůbec neproběhne, jsou do systému zaznamenána příslušná data, včetně jeho RZ a času průjezdu. Řidič vozidla může být následně vyzván k doplacení mýtné povinnosti, nebo mohou být informovány mobilní hlídky, které provedou kontrolu samy.

Přenosný dohled je specialita českého mýtného systému. Jelikož jsou všechny české mýtné brány konstruovány jako pochozí, lze na každou z nich jednoduše umístit přenosnou detekční techniku. Celní správa ČR tak disponuje 10ti přenosnými sadami, díky kterým lze během několika hodin z brány výběrové vytvořit bránu dohledovou. Jejich umístění se pravidelně

⁶⁸ MýtoCZ: Elektronický mýtný systém. Tisková zpráva z 1. ledna 2014. [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/press/2014/20140101_TZ_MYTO_CZ.pdf> [cit. 2014-01-16].

⁶⁹ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

⁷⁰ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 207.

obměňuje, takže se potenciální „neplatiči“ nemohou spoléhat na znalost současného rozmístění kontrolních bran.⁷¹

Mobilní kontrola je realizována prostřednictvím motorizovaných hlídek. Tyto jsou rovněž vybaveny příslušnou technologií: DSRC komunikátorem, jehož prostřednictvím dokáží vyčíst data z palubní jednotky OBU u projíždějícího vozidla, počítačem s datovým připojením do Centra, GPS lokátorem pro zaznamenání přesné pozice, tiskárnou pro vystavování pokut aj.⁷² Hlídky mají několik možností, jak neplaticí vozidlo odhalit: stojící nebo i jedoucí vozidlo celní správy může vytvořit tzv. virtuální mýtnou bránu; kontrola údajů z OBU je prováděna prostřednictvím DSRC, shoda s deklaroványými údaji je hodnocena vizuálně. Na potenciální neplaticí vozidlo (tzv. mýtný incident) může být hlídka vyrozuměna rovněž prostřednictvím komunikace s centrálou, hlídka podezřelé vozidlo následně zastaví a zkontroluje. Konečně existuje i možnost komunikace prostřednictvím DSRC mezi vozidlem hlídky a mýtnou branou – informace o projetí potenciálně neplaticího vozidla lze vyčíst i z lokální databáze u mýtné brány (tzv. *gantry server*), a vozidlo pak během jízdy dostihnout.^{73, 74}

NADSTAVBOVÁ TELEMATIKA

Mýtné systémy umožňují – kromě primárního výběru finančních prostředků – také řadu dalších služeb. To je dáno tím, že nepřetržitě sledují dopravní proud, a jsou na některých místech doplněny dalšími detektory nebo kamerami s technologií ANPR. Kvalita a rozsah získaných dat závisí na více faktorech: na rozsahu zpoplatněné sítě, na hustotě kontrolních bodů a zejména na technologii výběru. Obecně platí, že satelitní technologie umožňuje provozní data shromažďovat v celé síti, zatímco mikrovlnná pouze v kontrolních bodech.

Možnost využití elektronické mýtné platformy pro tyto služby tak patří k jejím klíčovým výhodám; tyto služby jsou v současné době již běžně realizovány. Zakládají se na nich různá telematická řešení, která jsou popisována v dalších kapitolách této práce. Obecně lze **nadstavbovou telematiku** kategorizovat do následujících oblastí:⁷⁵

⁷¹ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

⁷² PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 208.

⁷³ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

⁷⁴ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 207.

⁷⁵ SVÍTEK, M.: Telematické služby spojené so systémem elektronického mýtného. In: *Technologies & Prosperity*. Praha: WIRELESSCOM, 2006, ročník 11, č. e-toll edition, s. 13-14 [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/download/editorials/T%26P_itsbla07_web.pdf> [cit. 2014-01-15]

Služby využívající data z centrálního počítačového systému elektronického mýta

Umožňují pořizování dopravních statistik, modelování a následné prognózování dopravy, kontrolu vozidel prostřednictvím napojení na další státní registry.

Služby jednotek OBU v mikrovlnném systému

Zajišťují lokalizaci uživatele v mýtných bodech, umožňují sledování přepravy nebezpečných nákladů, úsekové měření rychlosti, okamžité sledování intenzity dopravního proudu.

Služby jednotek OBU v satelitním systému

Lokalizace je umožněna po celé trase prostřednictvím signálu GNSS. Poskytované služby mikrovlnného systému tak mohou být rozšířeny na výrazně větší plochu. Navíc připadají v úvahu logistické služby pro dopravce, aktuální měření rychlosti, dynamická navigace, tísňové volání e-call a další.

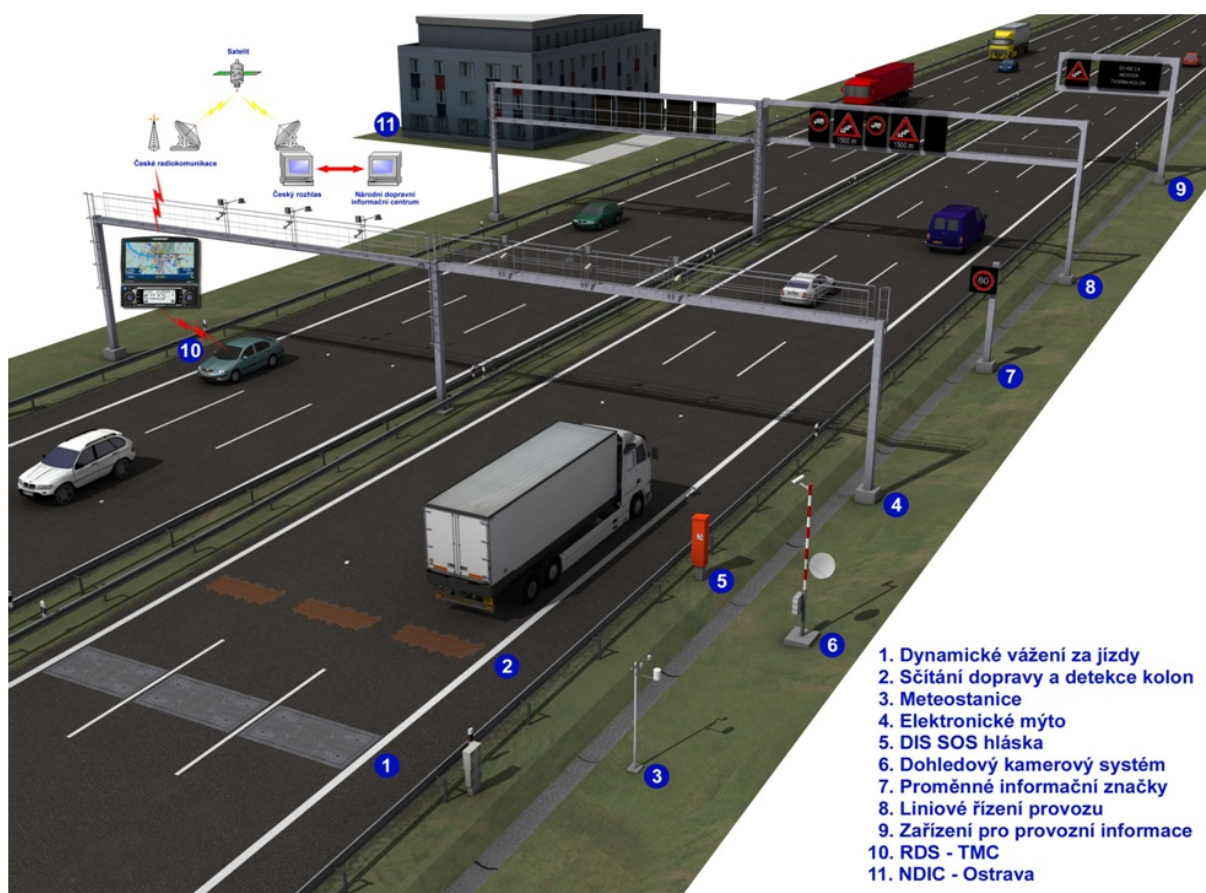
Služby jednotek OBU propojených s elektronikou vozidla

Na základě propojení s rozhraním CAN lze sledovat aktuální provozní stav vozidla, provádět dálkovou diagnostiku, popř. sledovat i další provozní parametry jako aktuální hmotnost a rychlost vozidla.

Služby dohledového systému

Využívají příslušné detektory a kamerový systém. Lze je využít například k vyhledávání odcizených vozidel, klasifikaci vozidel dle typu, měření rychlosti, sčítání dopravy, sledování intenzity a složení dopravního proudu a dalším aplikacím.

Obecný přehled o telematických aplikacích – z nichž vybrané mohou být využity i ve spojení s mýtným systémem – podává obrázek 12.

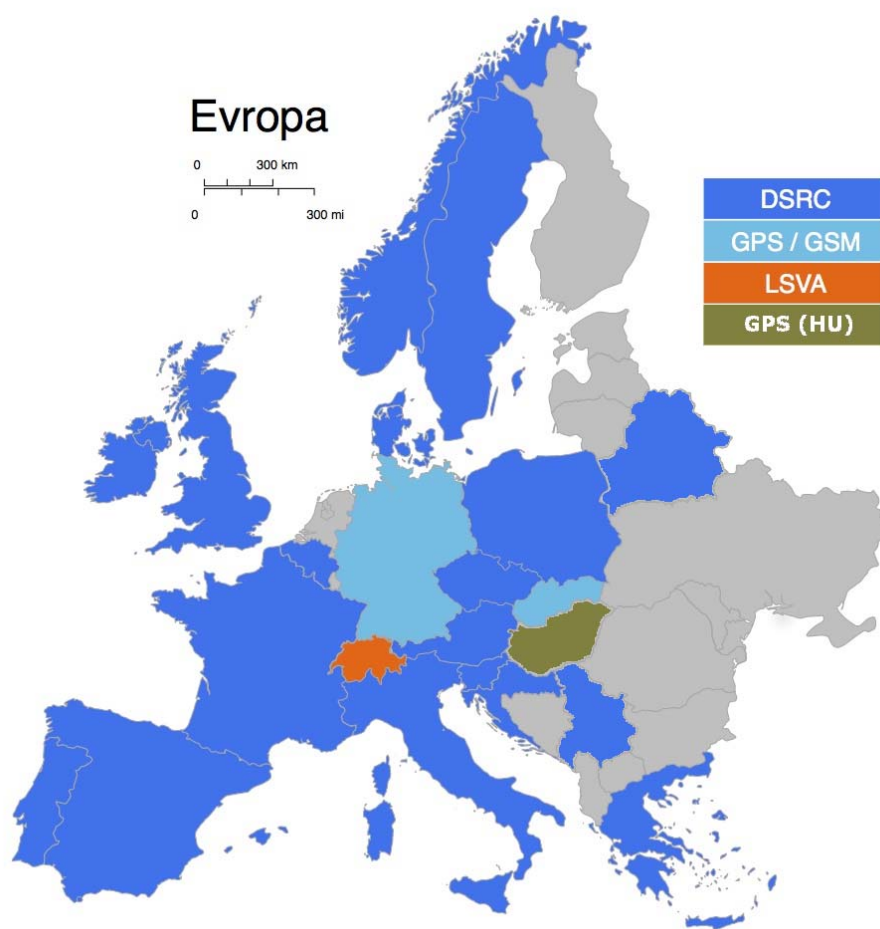


Obrázek 12: Telematické aplikace na českých dálnicích ⁷⁶

⁷⁶ Dopravniinfo.cz: Telematické systémy – obecné informace. [online] dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/obecne-informace/> [cit. 2014-03-01].

1.7 INTEROPERABILITA A JEJÍ AKTUÁLNÍ VÝVOJ

Dle údajů z listopadu 2013 je v Evropě v provozu 13 různých mýtných systémů, které vyžadují užití vlastní jednotky OBU.⁷⁷ Přehledná mapa jednotlivých technologií v rámci EU je znázorněna na obrázku 13; jsou však země, kde není využití jednotky OBU povinné. To platí např. v Německu a Maďarsku, kde je umožněno manuální zadání trasy do systému bez nutnosti použít OBU, naopak na Slovensku byl již tzv. *ticketing* (průjezdní povolení v určených koridorech) ukončen k 30.9.2013.⁷⁸



Obrázek 13: Technologie elektronického zpoplatnění v Evropě ⁷⁹

⁷⁷ Pracovní skupina elektronické mýtné: Kolik mýtných jednotek dnes nákladní vozidlo projíždějící napříč Evropou potřebuje? [online] dostupné z: <<http://www.elektronickemytne.cz/kolik-mytnych-jednotek-dnes-nakladni-vozidlo-projizdejici-napric-evropou-potrebuje>> [cit. 2014-03-09].

⁷⁸ SkyToll: Koniec platnosti tzv. ticketingu [online] dostupné z: <https://www.emyto.sk/web/guest/ticketing?utm_source=emyto.sk&utm_medium=banner&utm_campaign=ticketSK> [cit. 2014-03-09]

⁷⁹ upraveno dle: ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 44.

Z obrázku je zřejmé, že v současnosti využívá většina zemí mikrovlnnou technologii DSRC, a to navzdory doporučením směrnice 2004/52/ES. To vyplývá z faktu, že tyto státy se rozhodly zpoplatnit především výnosnou dálniční síť, k čemuž je zatím mikrovlnná technologie vhodnější, díky nižším nákladům na jednotky OBU i absenci datových přenosů v síti GSM. Proto lze pochopit, že státy, které mají prakticky dobudovanou základní síť dálnic a nepočítají v budoucnosti s výrazným zvýšením rozsahu zpoplatnění, zvolily jednodušší a v praxi ověřenou technologii DSRC. Není tak příliš pravděpodobné, že by státy, které draze vybudovaly síť DSRC, tuto plošně před koncem její životnosti nahrazovaly systémem satelitním. Příslušné rozhodnutí však závisí na dopravní politice daného státu, zda zpoplatní pouze síť páteřní – a zde je plně vyhovující systém mikrovlnný, nebo rozšíří mýtné i na silnice nižší třídy – a v tomto případě využijí satelitní systém. Cestou celoplošného zpoplatnění se v současnosti vydalo ze sledovaných zemí pouze Švýcarsko, silnice nižších tříd jsou ve větší míře zpoplatněny pouze v Maďarsku a na Slovensku.

V některých evropských státech (Francie, Itálie, Chorvatsko) je elektronické mýtné často doplňkem ke stále využívaným manuálním platbám na dálničních mýtnicích, které jsou pro tuto oblast typické. Dodatečná instalace zařízení DSRC do stávajících mýtnic je v těchto případech zcela logickou variantou, která odpovídá technologickému vývoji a umožňuje komfortnější odbavení uživatele.

Švýcarsko – které nebylo vázáno doporučeními a směrnici EU – vytvořilo vlastní systém LSVA. Jeho unikátnost je dána především tím, že se jedná o zpoplatnění celoplošné, zahrnující všechny silniční komunikace v zemi a při výpočtu ujeté vzdálenosti využívá primárně dat z digitálních tachografů vozidel.

Ve Spolkové republice Německo, s rozsahem zpoplatněné sítě přes 12 000 km, by bylo využití mikrovlnné technologie příliš nákladné. Z tohoto důvodu byla pro takto rozsáhlou síť zvolena technologie satelitní, a to i za cenu dražší OBU. Na Slovensku je situace opačná, množství dálkové a transitní dopravy je realizováno mimo dálniční síť, která není zdaleka dobudována, a vzhledem ke konfiguraci terénu v některých oblastech asi nikdy nebude. Slovensko se proto rozhodlo vybírat mýtné i na vybraných úsecích silnic nižších tříd; je také možné, že bude následovat příklad Švýcarska a zavede celoplošné zpoplatnění, k čemuž je užitá satelitní technologie vhodná.

Zajímavé řešení zvolilo Maďarsko, které pro nákladní dopravu využívá data poskytovaná *fleet-managementem* na bázi GPS nebo satelitní OBU, pro osobní automobily používá e-viněty na principu ANPR. Celkový rozsah zpoplatněné sítě je přes 6 000 km.^{80 81}

Při cestě nákladního automobilu ve směru sever-jih z Polska, přes Českou republiku a Rakousko do Itálie jsou tak potřeba čtyři palubní jednotky OBU (ačkoli mýtné systémy všech těchto zemí využívají technologii DSRC), s možností manuálního placení mýtného na italských dálnicích. Při cestě ve směru východ-západ z Rumunska přes Maďarsko, Rakousko do Německa jsou potřeba jednotky dvě (interoperabilita Německo-Rakousko), při variantě cesty s ohledem na nižší mýtné přes Slovensko a ČR pak jednotky čtyři, s možností odbavení přes internet bez OBU pro průjezd Německem. Situace by pak mohla vypadat jako na obrázku 14.



Obrázek 14: Neinteroperabilita mýtných systémů⁸²

Přesto však již proces interoperability částečně pokročil, a tak lze představit tyto funkční systémy v rámci Evropy:

⁸⁰ Ing. Ondřej Zaoral, Ph.D. Inoxive, s.r.o., Mezibranská 1579, Praha 1 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-10]

⁸¹ HU-GO: Frequently Asked Questions. [online] dostupné z: <<https://hu-go.hu/media/events/thumbnails/5447/1395763804FAQ140325.pdf>> [cit. 2014-03-09].

⁸² CATLING, I.: Implementation of Electronic Tolling Systems Around the World. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-03-09].

- ❑ **TOLL2GO** je společný projekt společností TollCollect a Asfinag - provozovatelů elektronického mýtného v Německu a v Rakousku. Zvláštností této služby je využití jedné palubní jednotky OBU ve zcela odlišných systémech výběru (DSRC v Rakousku a GPS/GSM v Německu). Dopravce tak může využít placených dálnic v obou zemích pouze s jedinou palubní jednotkou, nicméně stále je v tomto případě zapotřebí samostatná smlouva s oběma provozovateli.⁸³

- ❑ Projekt **EASYGO** představuje významný krok k interoperabilitě. Jeho podstatou je smluvní partnerství desítek operátorů výběru mýtného ve skandinávských zemích, které zahrnuje dálnice v severských zemích, mosty a trajekty mezi Dánskem a Německem a v rozšířené variantě *EASYGO+* rovněž celou rakouskou dálniční síť. Nezahrnuje však dálnice v Německu, jak by mohlo mylně vyplývat z mapky provozovatele na obrázku 15, což je dáno odlišnou technologií výběru na německých dálnicích. Služba užívá výhradně standardizovanou technologii DSRC 5,8 GHz a její aktivace je jednoduše umožněna při uzavírání smlouvy s lokálním operátorem, kdy je uživateli dáno na výběr, zda chce elektronické mýtné platit pouze ve své „domovské“ síti či zda volí variantu *EASYGO* nebo *EASYGO+*. V omezeném rozsahu tak představuje tato služba plnou interoperabilitu, tj. jednu OBU a jeden účet.⁸⁴

⁸³ Toll Collect: Interoperabilität mit Österreich [online] dostupné z: <<http://www.toll-collect.de/rund-um-ihre-maut/toll2go.html>> [cit. 2014-03-09].

⁸⁴ EasyGo: An introduction to EasyGo. [online] dostupné z: <http://easygo.com/files/easy-go.com/901_an_introduction_to_easygo_ver_4_0_2012_04_30.pdf> [cit. 2014-03-10].



Obrázek 15: Rozsah projektu *EASYGO* ⁸⁵

- ❑ **VIA-T** představuje interoperabilní systém elektronického placení mýtného na mýtnicích ve Španělsku, Portugalsku a na vybraných dálnicích ve Francii. Lokálně ho lze rovněž využít i k placení parkovného. ⁸⁶
- ❑ Projekt **EMOTACH** zajišťuje interoperabilitu mezi systémem švýcarským a rakouským. Předpokladem k jeho využívání je však příslušná švýcarská jednotka OBU EMOTACH. ⁸⁷

Jako podpora stávající evropské legislativy byl vytvořen projekt **REETS** (Regional European Electronic Toll Service), spolufinancovaný Evropskou unií, na kterém participují Polsko, Německo, Dánsko, Rakousko, Švýcarsko, Francie, Itálie a Španělsko, tedy státy, které využívají tři technologií výběru mýtného. Na rozdíl od předchozích se zatím nejedná o fungující systém, ale o mezinárodní spolupráci na poli výzkumu a vývoje. Projekt se zabývá

⁸⁵ EasyGo. [online] dostupné z: <<http://easygo.com/en/countries>> [cit. 2014-03-15]

⁸⁶ VIA-T: El Telepeaje VIA-T. [online] dostupné z: <<http://www.viat.es/que-es-via-t/el-telepeaje-via-t>> [cit. 2014-03-15].

⁸⁷ GO Maut: Interoperabilität mit der Schweiz. [online] dostupné z: <<https://www.go-maut.at/portal/portal>> [cit. 2014-03-15].

zejména analýzou smluvní, procedurální a technické stránky EETS, s cílem spuštění pilotního provozu této služby.⁸⁸

Bohužel, ze strany české vlády je interoperabilita i probíhající projekty v sousedních zemích zcela ignorovány; žádného z projektů se Česká republika neúčastní. Toto je obzvláště tristní v situaci, kdy dva sousední státy (Rakousko a Polsko) mají prakticky shodný systém od stejného dodavatele. Bylo by vhodné, kdyby se do některého ze jmenovaných projektů zapojila i Česká republika. Jednak, aby naplnila deklarované cíle dopravní politiky, dále z důvodu participace většiny okolních států, a také proto, že ji v blízké budoucnosti čeká strategické rozhodnutí ohledně dalšího vývoje mýtného systému. Zkušenosti z projektu by mohly přinést užitek i při tomto rozhodování.

⁸⁸ Regional European Electronic Toll Service: Definition of REETS. [online] dostupné z: http://www.reets.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=199/ [cit. 2014-03-15]

2 CÍLE A METODIKA PRÁCE

2.1 CÍLE PRÁCE

Cílem předložené práce je navrhnout dílčí zlepšení fungování stávajícího mýtného systému a provést nástin jeho dalšího možného vývoje a využití. Návrhy se mohou týkat jak otázky fiskální, tj. efektivity výběru, tak řešení technického. Další návrhy se zabývají možnostmi využití platformy mýtného systému k telematickým řešením směřujícím ke zvyšování kvality a bezpečnosti dopravního provozu.

2.2 METODIKA PRÁCE

Za účelem kvalifikovaného návrhu řešení byla provedena literární rešerše pramenů zabývajících se mýtnými systémy a dopravní telematikou, v jejímž rámci byla studována teorie technického a organizačního zabezpečení mýtných systémů. Podrobně byl nastudován stávající stav legislativy na úrovni národní i evropské, s důrazem na směrnice o eurovině a interoperabilitě. Za účelem získání širšího kontextu byla studována problematika řešení mýtných systémů ve vybraných evropských státech. Byly porovnávány zvolené koncepce výběru a hodnoceny jejich klady i zápory.

Pro získání bližších informací o českém mýtném systému a možnostech jeho dalšího využití byly kontaktovány přední instituce zabývající se řešenou problematikou – Sdružení pro dopravní telematiku a konsorcium Kapsch. Na základě získaných informací pak byla vypracována analýza stávajícího stavu mýtného systému provozovaného v České republice, byla označena slabá místa a navržena příslušná dílčí opatření.

Na základě rozboru stávající výše sazeb a složení vozového parku byla navržena změna rozdělení vozidel dle emisní třídy pro potřeby mýtného systému, a také úprava příslušných sazeb. Prostřednictvím dopravních průzkumů, rozborů intenzit dopravy a konfigurace silniční sítě byly vytipovány úseky, na nichž by mohla být uplatněna alternativní koncepce zpoplatnění. Na základě zkušeností s jednotlivými telematickými řešeními v oblasti kvality a bezpečnosti dopravy bylo navrženo jejich rozšíření i na další úseky, včetně specifikace lokalit i jejich technického provedení.

Závěrem byly zhodnoceny přínosy a náklady navrhovaných řešení a byly krátce diskutovány rovněž otázky dalšího rozvoje mýtného systému jakož i dalších variant jeho využití.

3 ANALÝZA DOPRAVNÍHO SYSTÉMU V ČESKÉ REPUBLICE

3.1 DOPRAVNĚ-TELEMATICKÁ ŘEŠENÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Odhlédneme-li od dopravně-telematických řešení na úrovni lokální (preferenční MHD, parking management apod.), lze konstatovat, že zmiňované cíle dopravní politiky státu byly v rámci liniových staveb ve větší či menší míře průběžně naplňovány.

Z nejvýznamnějších projektů dopravní telematiky na českých dálnicích lze jmenovat tyto konkrétní příklady:

- ❑ liniové řízení provozu na R1 (jižní obchvat Prahy) a přilehlé části D1
- ❑ komplexní sledování intenzity a složení dopravního proudu prostřednictvím různých způsobů detekce (data z elektronického mýta, detektory dopravního proudu, indukční smyčky, kamerový systém) a jejich zpracování a vyhodnocení v rámci Jednotného systému dopravních informací ČR ⁸⁹
- ❑ postupné budování „inteligentní dálnice“, osazení celkem 106 informačních tabulí ZPI ⁹⁰ a dalších proměnných dopravních značek, jejich propojení se zdrojem meteorologických i dopravních dat
- ❑ projekt automatické detekce vozidel jedoucích v protisměru prostřednictvím detektorů dopravního proudu; v současnosti jsou pokryty celé dálnice D2, D5 a dálnice D1 po 250 km. ⁹¹
- ❑ pilotní projekt WIM (odhalování přetížených vozidel), v provozu pouze u jediné mýtné brány na km 6,5 silnice R52 u Brna. ⁹²

⁸⁹ JSDI: Sčítání dopravy, stupně provozu a detekce kolon. [online] dostupné z:

<<http://www.dopravniinfo.cz/scitani-dopravy-a-detekce-kolon>> [cit. 2014-03-20].

⁹⁰ České dálnice: Seznam ZPI z JSDI [online] dostupné z: <<http://www.ceskedalnice.cz/pro-ridice/zpi-seznam>> [cit. 2014-03-20].

⁹¹ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

⁹² FEIX, K.: Elektronický mýtný systém v ČR (firemní materiál Kapsch). Praha: Kapsch Telematic Services, s.r.o., 2014.

Samotný mýtný systém prošel od svého vzniku pouze malými změnami. Mezi ty nejpodstatnější patří příprava na hybridní systém v roce 2008, rozšíření mýtné povinnosti na vozidla nad 3,5 t v roce 2010 a mírné úpravy sazeb mýta pro jednotlivé kategorie. Mýtný systém byl rozšířen o další úseky, především v souvislosti se stavbou nových částí dálnic. K výraznějšímu plošnému rozšíření, které předpokládala deklarovaná dopravní politika, ovšem nedošlo.

Zmiňované projekty představují správný směr, často se však jedná o řešení nedodělaná, pilotní, zahrnující pouze některé vybrané úseky. Lze proto doufat, že například v rámci stávající rekonstrukce D1 bude modernizována nejen vozovka, ale že bude vytvořena skutečně „inteligentní dálnice“, která by kupříkladu umožňovala přenos aktuálních provozních informací do vozidel prostřednictvím DSRC nebo jiných technologií, a která by ve větší míře byla vybavena systémem liniového řízení i dalšími telematickými aplikacemi.

Rovněž některé aspekty fungování elektronického mýtného jsou problematické: jmenovitě se jedná o stagnaci výběru mýtného v roce 2013 a výraznou disproporci mezi výnosností jednotlivých úseků. Problémem je i zcela chybějící interoperabilita systému českého a zahraničních. Další rozvoj telematických řešení na bázi stávajícího mýtného systému, co do kvality i rozsahu pokrytí, je také omezen technologií použitého mýtného systému. I přesto však stávající systém mnohé umožňuje. V následujících kapitolách budou rozebrány jednotlivé návrhy, jak tento systém lépe využít tak, aby byl efektivnější, přinášel vyšší výnosy i další možnosti telematických řešení.

3.2 GENEZE A STAV ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO V ČR

O zpoplatnění vybraných komunikací pomocí elektronického mýtného rozhodla česká vláda v roce 2004, za podmínek, kdy:

- směrnice 1999/62/ES stanovovala maximální roční sazbu poplatků za užívání 1 329 EUR⁹³,
- bylo již v provozu elektronické mýtné v Rakousku a trasa přes Českou republiku tak mohla představovat levnou objízdnu alternativu a
- byly zrušeny celní kontroly přístupem České republiky k Evropské unii dne 1.5.2004.

Za těchto podmínek bylo zavedení elektronického mýtného téměř nezbytné, z důvodu výrazného nárůstu silniční dopravy a jako jediná možnost získat odpovídající finanční prostředky na údržbu a rozvoj silniční infrastruktury.

⁹³ 4 a více náprav, EURO IV

V následném výběrovém řízení bylo vybráno konsorcium Kapsch, které mýtný systém vybuďovalo a zajišťuje jeho technický provoz. Smlouva byla podepsána v březnu 2006 a mýtný systém byl uveden do řádného provozu 1.1.2007 – stal se tak nejrychleji zprovozněným mýtným systémem v Evropě. Oproti původním předpokladům nebyl mýtný systém rozšířen na dalších 1 500 km silnic I. třídy, což je reflektováno ve smluvním dodatku s konsorciem Kapsch z roku 2007. Smlouva je uzavřena na dobu 10ti let, tj. do 31.12.2016. Do té doby musí učinit vláda zásadní rozhodnutí ohledně dalšího provozování a rozvoje mýtného systému.⁹⁴

Mýtný systém je v majetku státu, jeho provozovatelem je Ředitelství silnic a dálnic ČR, technický provoz a údržbu systému smluvně zajišťuje konsorcium Kapsch, dohled nad placením mýtného má Generální ředitelství cel. Mýtné bylo zavedeno nejprve pro nákladní vozidla a autobusy s hmotností nad 12 t, od 1.1.2010 bylo rozšířeno pro vozidla s hmotností nad 3,5 t a od září 2011 je v mýtném vyčleněna samostatná snížená sazba pro autobusy.⁹⁵

Systém je založen na mikrovlonné technologii DSRC, tedy obdobné, jako v sousedním Rakousku, kde jej vybuďovala rovněž společnost Kapsch, ovšem není s ním interoperabilní, ačkoli zpočátku byla možnost společné OBU uvažována a prosazována, především ze strany rakouského ASFINAGU, ale Ministerstvo dopravy ČR od ní upustilo.⁹⁶

V současnosti je dle vyhlášky Ministerstva dopravy ČR⁹⁷ zpoplatněno cca 1 400 km pozemních komunikací, z toho připadá 1 200 km na dálnice a ostatní víceproudé silnice a 200 km na silnice I. třídy. Systém je koncipován jako otevřený, síť je rozdělena na 261 úseků s odpovídajícím počtem mýtných bran, z čehož vychází průměrná délka úseku přes 5 km. Rozsah zpoplatněné sítě v prosinci 2013 je vyobrazen na obrázku 16.

⁹⁴ Ministerstvo dopravy ČR: Dokumenty související s mýtem [online] dostupné z:

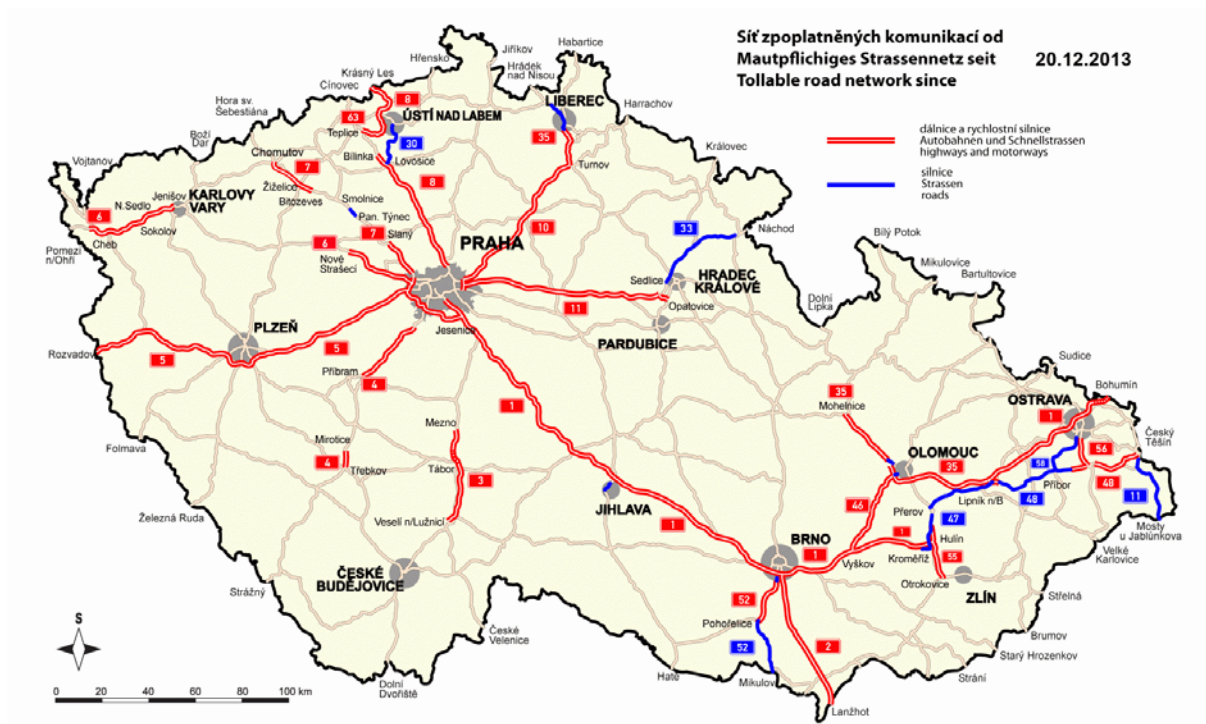
<http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Silnice+dálnice+mosty/mytne/Dokumenty/> [cit. 2014-03-16].

⁹⁵ MýtoCZ: Elektronický mýtný systém. Tisková zpráva z 1. ledna 2014. [online] dostupné z:

<http://www.myto.cz/files/files/press/2014/20140101_TZ_MYTO_CZ.pdf> [cit. 2014-01-16].

⁹⁶ Ing. Ondřej Zaoral, Ph.D. Inoxive, s.r.o., Mezibranská 1579, Praha 1 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-10].

⁹⁷ vyhláška Ministerstva dopravy ČR č. 470/2012 Sb.



Obrázek 16: Rozsah elektronického zpoplatnění v ČR ⁹⁸

Mýtný systém v ČR je unitární, s povinností vybavení jednotkou OBU pro každé vozidlo s hmotností nad 3,5 t. Platby mýtného jsou umožněny formou *pre-pay* i *post-pay*, sazby jsou diferencovány dle emisní třídy EURO, dle počtu náprav vozidla a rovněž v závislosti na kategorii pozemní komunikace. Mýtné na silnicích I. třídy je oproti dálnicím zhruba poloviční, snížené sazby jsou rovněž platné pro autobusy (bez rozdílu dálkové nebo lokální dopravy). O 50 % zvýšené sazby mýtného platí v pátek mezi 15 h až 20 h, s cílem omezit provoz těžké nákladní dopravy v tento exponovaný čas. Tato regulace – i vzhledem k požadavkům odběratelů na dopravu just-in-time – však není příliš efektivní; pokles ujetých kilometrů je v tento časový interval udáván o 15 %. ⁹⁹

Výše mýtného se pohybuje od 0,8 Kč.km⁻¹ (autobusy EURO V+) po 11,76 Kč.km⁻¹ (nákladní automobil EURO II v pátek odpoledne), dálniční sazba pro typický tahač s návěsem EURO V činí 4,12 Kč.km⁻¹. V souvislosti s novelou zákona 13/1997 Sb., o pozemních

⁹⁸ MýtoCZ: Síť zpoplatněných komunikací [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/images/maps/MYTOCZ_381_toll_map.gif> [cit. 2014-01-16].

⁹⁹ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 37.

komunikacích poskytuje stát slevy na mýtném, které dosahují až 13 % pro jednotlivé vozidlo s předepsaným ročním mýtným přes 60 000 Kč.^{100 101}

Mýtný systém za 7 let své existence k 1.1.2014 vybral částku 49,2 miliardy korun, je v něm registrováno 680 tisíc uživatelů, na kamiony těžší 12-ti tun připadá 88 % vybraného mýtného, naproti tomu autobusy se na této částce podílejí pouze asi 1 %. V systému je registrováno 77 % zahraničních vozidel, která generují 43 % výnosů. Výnos z mýtného za rok 2013 činil 8,55 miliardy Kč, přičemž došlo k meziročnímu poklesu o 1,44 % oproti roku 2012. Celkové náklady státu k 1.1. 2013 dosáhly 12,46 miliard Kč bez DPH (jejíž sazba se několikrát změnila), tato částka zahrnuje náklady na vybudování (2,67 mld. Kč) a provozování mýtného systému. Samotná investice se tak díky výnosům z mýtného vrátila již během prvního roku fungování.^{102, 103}

¹⁰⁰ MýtoCZ: Sazby mýtného [online] dostupné z:

< <http://www.myto.cz/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html> > [cit. 2014-01-16]

¹⁰¹ Nařízení vlády ČR 352/2012 Sb.

¹⁰² MýtoCZ: Elektronický mýtný systém. Tisková zpráva z 1. ledna 2014. [online] dostupné z:

<http://www.myto.cz/files/files/press/2014/20140101_TZ_MYTO_CZ.pdf> [cit. 2014-01-16]

¹⁰³ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 22, 30

4 NÁVRHY DOPRAVNĚ-TELEMATICKÝCH OPATŘENÍ

4.1 ÚPRAVY SAZEB MÝTNÉHO

Výše mýtných sazeb presentované v předchozí kapitole je třeba za účelem návrhu jejich úpravy rozebrat podrobněji. V následující tabulce a grafu je zobrazen:

- poměr výše sazeb pro jednotlivé skupiny dle emisní normy EURO v rámci ČR
- srovnání sazby české se sazbami sousedních zemí

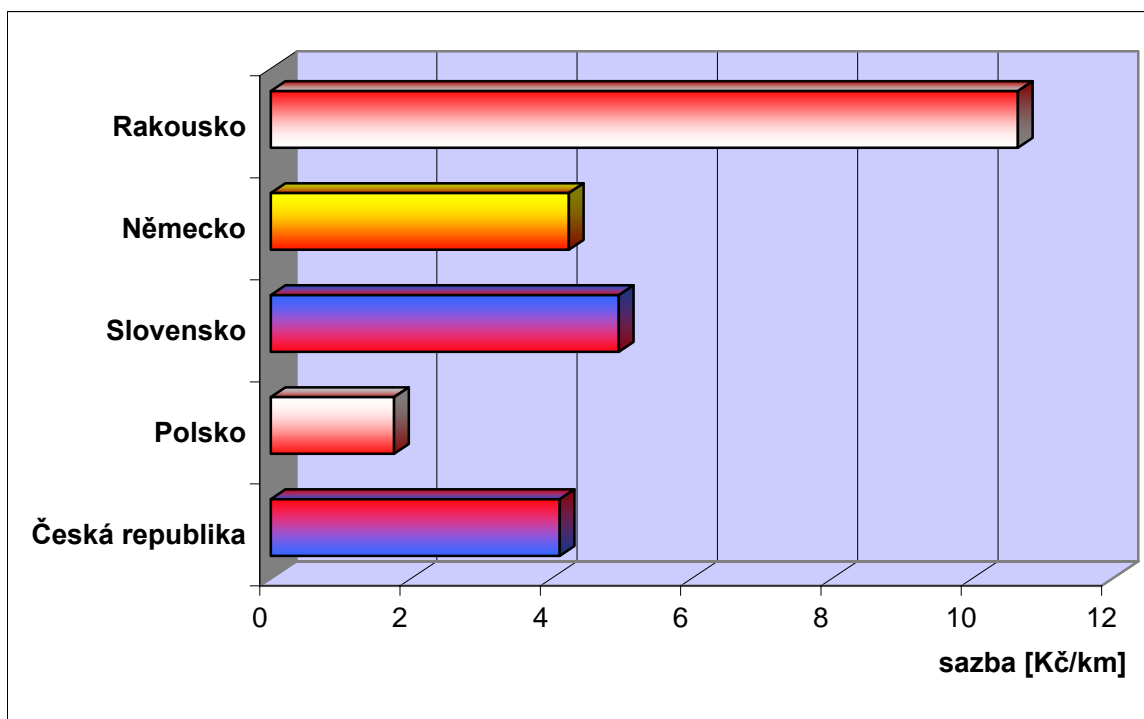
POROVNÁNÍ VNITROSTÁTNÍ –VOZIDLO 1: nákladní automobil, >12 t, 4 a více náprav, sazba standardní, dálnice

EMISNÍ TŘÍDA	EURO 0-II	EURO III-IV	EURO V+
SAZBA ZA KM [KČ]	8,24	6,44	4,12

Tabulka 1: Současné sazby pro **VOZIDLO 1** ¹⁰⁴

POROVNÁNÍ MEZINÁRODNÍ –VOZIDLO 2: nákladní automobil, >12 t, 4 a více náprav, sazba standardní, dálnice, EURO V

¹⁰⁴ zdroj dat: MýtoCZ: Sazby mýtného [online] dostupné z:
< <http://www.myto.cz/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html> > [cit. 2014-01-16]



Graf 1: Sazby mýtného pro **VOZIDLO 2** v ČR a v sousedních zemích ¹⁰⁵

Sazby mýtného pro **VOZIDLO 2** v sousedních státech jsou – s výjimkou Rakouska – přibližně na úrovni sazby v České republice. Naopak v Rakousku je základní sazba více než 2x vyšší než v ČR, a to nejsou započítány úseky se speciální sazbou v Alpách, kde činí mýtné i více než 1 EUR/km!

Stávající sazby mýtného byly dohodnuty v roce 2011 ministrem dopravy a sdružením ČESMAD; bylo ujednáno zafixování stávající výše sazeb do konce roku 2014 i zvýhodnění pro nákladní automobily EURO V. ¹⁰⁶

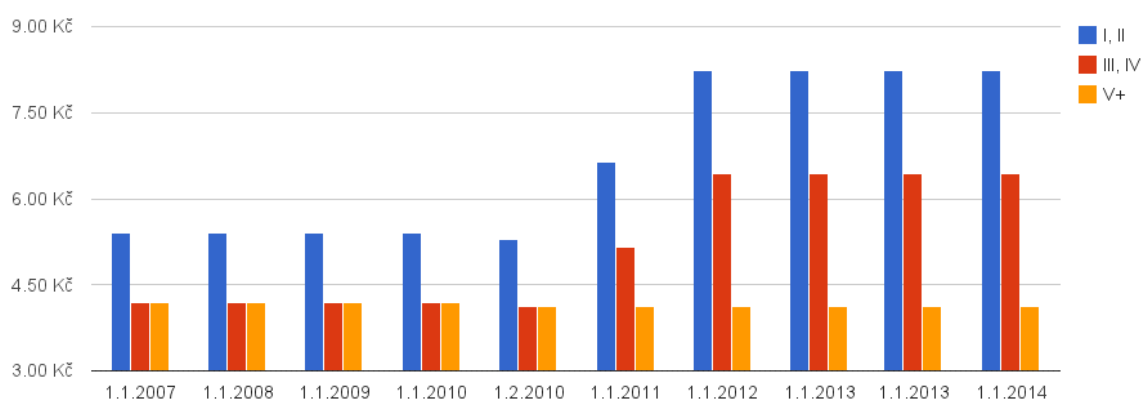
Sazby mýtného musejí dle požadavků EU respektovat výši investic do dopravní infrastruktury a ekologický impakt vozidla. Dle názoru autora zde existuje prostor pro zvyšování sazeb mýtného, a to z důvodu:

- ❑ neudržitelného zvýhodnění nákladních automobilů EURO V, díky kterému došlo ke zmiňovanému k poklesu výběru mýta
- ❑ stavu dopravní infrastruktury v ČR, její podfinancovanosti a nutnosti výrazných investic

¹⁰⁵ Zdroj dat: Webové stránky provozovatelů mýtných systémů MýtoCZ, ViaToll, Asfinag, SkyToll, TollCollect. Kurs ČNB: 1 EUR = 27,415 Kč, 1 PLN = 6,514 Kč [cit. 2014-03-18]

¹⁰⁶ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31]

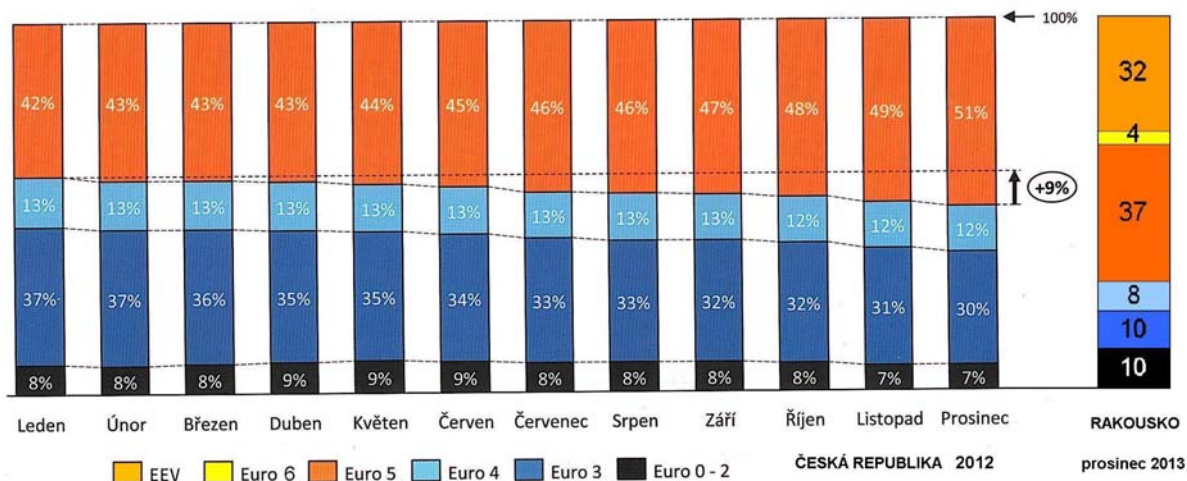
Důvodem zvýhodnění nákladních automobilů kategorie EURO V byla motivace autodopravců k pořizování moderních vozidel splňujících tuto emisní normu. Tento cíl je plněn, v roce 2007 byl podíl nových registrací vozidel třídy EURO V 12 %, v roce 2012 již 56 %, ovšem samozřejmě nelze obnovu vozového parku přičítat pouze mýtnému.¹⁰⁷ Toto zvýhodnění však přináší výpadky ve výběru mýtného: z grafu 2 je patrné, že sazby mýtného se v kategorii EURO V+ od roku 2007 nezměnily. Zároveň se však tato kategorie vozidel podílí na ujetých kilometrech v rámci zpoplatněné sítě již více než 50 %, jak vyplývá z následujícího grafu 3, a vzhledem k pokračujícímu trendu lze očekávat v současnosti tento podíl ještě vyšší.



Graf 2: Vývoj sazeb mýtného v ČR v letech 2007 až 2013¹⁰⁸

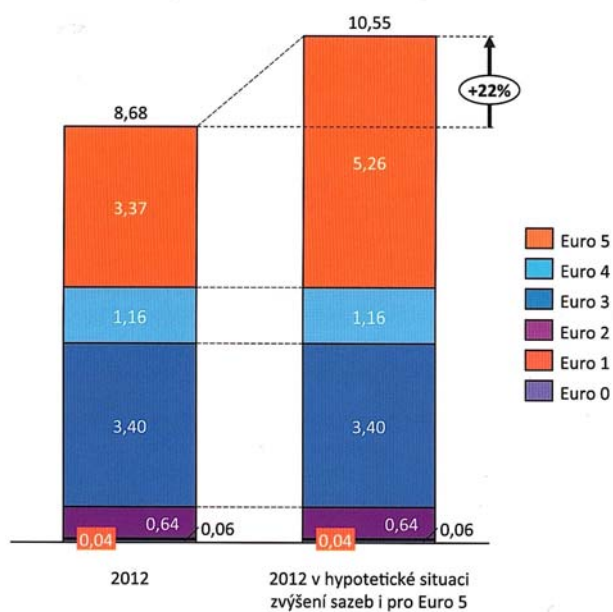
¹⁰⁷ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 41

¹⁰⁸ upraveno dle: Pracovní skupina elektronické mýtné [online] dostupné z: <<http://www.elektronickemytne.cz/wp-content/uploads/2013/10/Porovnani-sazeb.png>> [cit. 2014-03-18]



Graf 3: Podíly na dopravním výkonu dle emisní třídy v rámci zpoplatněné sítě – ČR a Rakousko^{109, 110}

Odhad výpadku mýtného z důvodu zachování sazby kategorie EURO V+ je znázorněn na grafu 4, který vychází z hypotetického zvýšení sazby o 2 x 25 % v letech 2011 a 2012. Celkový výnos tak mohl být na základě tohoto výpočtu každý rok přibližně o 2 mld. Kč vyšší.



Graf 4: Odhad výběru mýtného v případě zvýšená sazby pro kategorii EURO V¹¹¹

¹⁰⁹ upraveno dle: ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 41.

¹¹⁰ zdroj dat pro Rakousko: Mag. Marta Hnidek, Asfinag Maut Service GbmH. (e-mail) [cit. 2014-04-01].

Z těchto důvodů navrhuji výpadek mýtného kompenzovat následujícími opatřeními: částečným zvýšením rozsahu zpoplatněné sítě (viz kapitola 4.3), změnou rozdělení dle emisní třídy a úpravou sazeb mýtného.

Pro potřeby mýtného systému jsou vozidla dle emisní třídy EURO rozdělena do tří kategorií, v rámci kategorie nejvyšší EURO V+ však nejsou nijak rozlišeny třídy EURO VI a EURO EEV, rozdělení poměru dopravního výkonu mezi těmito třídami český mýtný systém neposkytuje. Z tohoto důvodu byl kontaktován provozovatel rakouského mýtného systému ASFINAG, neboť rakouský mýtný systém na rozdíl od českého diferencuje emisní třídy EURO V, VI i EEV. Na základě dat poskytnutých společností ASFINAG je na předchozím grafu 3 zcela vpravo presentováno stávající procentuální rozdělení dopravního výkonu dle příslušných kategorií v Rakousku.

Z grafu vyplývá důležitý údaj: rozdělení dopravního výkonu mezi kategoriemi EURO V a EURO VI+EEV je v poměru 51 % : 49 %. Vzhledem k chybějícím datům z českého mýtného systému tak lze toto číslo s určitou rezervou použít i pro další výpočet v rámci systému českého.

I s přihlédnutím k účinnosti normy EURO VI od září 2014 lze strukturu jednotlivých tříd upravit tak, aby byla zřízena nová společná kategorie EURO VI + EEV, a zbývající kategorie byly rozděleny do 2 skupin (EURO 0-III a EURO IV-V). Toto členění by vycházelo z modelu rakouského a současně by reflektovalo obnovu vozového parku a zvyšující se podíl ekologicky nejpříznivějších vozidel. Toto rozdělení ostatně anticipuje i směrnice 2011/76/EU, která umožňuje zvlášť účtovat poplatek za externí náklady ve výši až 4,4 Kč.km⁻¹ pro vozidla kategorie EURO 0 a 0,8 Kč.km⁻¹ pro vozidla kategorie EURO V.

Zároveň se však vozidla kategorie EURO III podílela na dopravním výkonu stále ve významném rozsahu 30 % (i když v současnosti je to již vzhledem k trendu o něco méně), a proto by tato vozidla byla zařazena do nejnižší, tj. nejdražší kategorie EURO 0-III. Důvod je jednak fiskální (vyšší příjmy z vyšší sazby), jednak regulační (motivace k obnově vozového parku u těchto emisně již nevyhovujících vozidel). Alternativně lze vyčlenit kategorii EURO III samostatně a EURO 0-II zařadit do samostatné skupiny.

Stávající poměr výše sazeb (EURO V+ : EURO III-IV : EURO 0-II) přibližně v poměru 100 % : 150 % : 200 % je správný, neboť toto rozdělení reflektuje externí náklady z emisí vozidel a i nadále výrazně motivuje k užívání vozidel příznivějších emisních norem.

¹¹¹ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 40

I vzhledem k zmiňovanému meziročnímu poklesu výběru mýtného o 1,44 % a hrozícímu poklesu v dalších letech – díky sílící převaze vozidel kategorie EURO V – lze také uvažovat o plošném zvýšení sazeb mýtného. Tyto jsou stále ve srovnání se sousedním Rakouskem poloviční, ačkoli Rakousko má na rozdíl od ČR kvalitní a v podstatě vybudovanou dálniční síť. Vzhledem ke stávajícímu stavu silniční a dálniční sítě v ČR (rozsah i kvalita) a nutným investicím by toto zvýšení sazeb bylo slučitelné s principem ekonomické návratnosti dle požadavků směrnic EU.

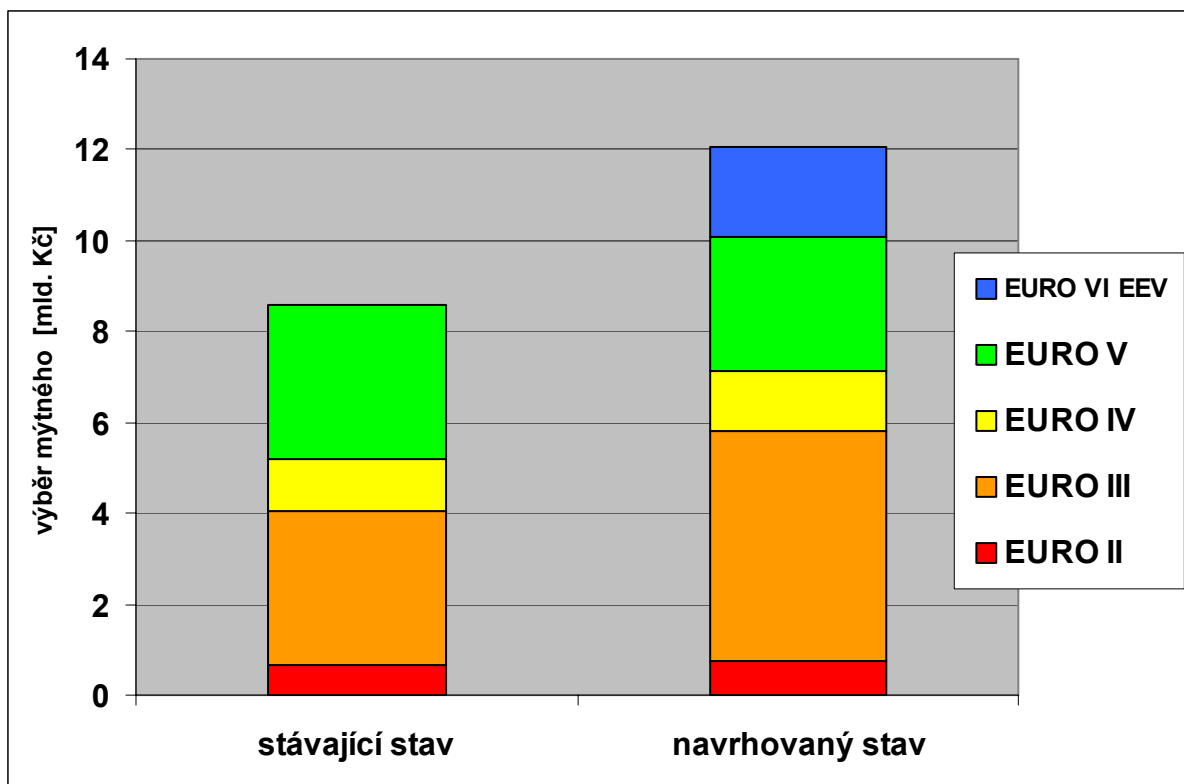
Při přibližném zachování poměru sazeb dle emisní kategorie 100 % : 150 % : 200 % jsou nově navrženy sazby pro **VOZIDLO 1** na **5 Kč – 7,5 Kč – 10 Kč** na 1 km, tedy celkový nárůst všech sazeb o cca 20 %, vzhledem ke stávajícímu stavu. Skutečné zvýšení by však bylo vyšší, vzhledem k jinému rozdělení kategorií dle emisních tříd. Navrhované kategorie a příslušné sazby jsou přehledně znázorněny v tabulce 2.

EMISNÍ TŘÍDA	EURO 0-III	EURO IV-V	EURO VI+EEV
SAZBA ZA KM [KČ]	10	7,5	5

Tabulka 2: Navrhované sazby pro **VOZIDLO 1**

Nyní lze provést celkovou kalkulaci dopadů tohoto opatření na výběr mýtného. Při výpočtu je vycházeno z rozdělení výběru mýtného dle grafu 4, je zohledněna 88%-ní váha těžké nákladní dopravy na vybrané částce (návrhy se v této fázi vztahují pouze k této dominantní kategorii), a je vycházeno z poměru dopravních výkonů v rámci stávající kategorie EURO V+ dle údajů ASFINAGU. Nové rozdělení výnosů, po vytvoření tří nových skupin a zvýšení sazeb, je prezentováno v grafu 5. Údaje v tabulce je nutné i s ohledem na předchozí brát s jistou rezervou: nebyl hodnocen vliv autobusové dopravy, který je však s 1 % výnosů zanedbatelný, stejně jako vliv třídy EURO 0-I. Také údaje o poměru v rámci kategorie EURO V+ nemusejí zcela přesně reflektovat stav v ČR. Konečně lze také těžko zohlednit případný odliv tranzitní dopravy přes území cizích států.¹¹² Naopak zamezení objíždění zpoplatněných úseků v rámci ČR lze zabránit jinými nástroji, které jsou navrženy v následujících kapitolách. Pomocí vhodných nástrojů lze zvýšení sazeb domácím dopravcům kompenzovat.

¹¹² V úvahu přichází tedy dle směru Polsko, Německo nebo Slovensko. Přesměrování tranzitu přes Rakousko by vzhledem ke stále výrazně vyšším sazbám mýtného bylo výhodné jen pro ty, kteří již za současného stavu využívají Českou republiku jako alternativu k dražšímu tranzitu přes Rakousko, a to i přes delší kilometrickou vzdálenost.



Graf 5: Porovnání výnosů z mýtného při stávajícím a navrhovaném rozdělení na základě dat z roku 2012

Významný nárůst výnosů je tak po úpravě sazeb především u kategorie EURO V+, která způsobila stagnaci příjmů z mýtného. Zatímco procentuální nárůst výše mýtného pro ekologicky nejpříznivější vozidla EURO VI a EEV činí pouze asi 20 %, u kategorie EURO V se jedná o 82 %. Výrazný nárůst je zaznamenán rovněž u kategorie EURO III, kdy je vypočtený výnos z mýtného vyšší téměř o 50 %. V rámci této kategorie lze však očekávat postupné snižování jejího podílu ve prospěch kategorie EURO V a lepších.

Celkový teoretický výnos by tak mohl činit až 12 mld. Kč, tedy asi o 3,5 mld. Kč víc oproti výchozímu stavu. Navíc lze počítat, že případné výpadky, způsobené objížděním přes okolní státy, budou postupně kompenzovány zvyšující se intenzitou dopravy, popřípadě i dalšími navrhovanými opatřeními.

4.2 FINANCOVÁNÍ SILNIČNÍ DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY

Navrhovaná zvýšení sazeb mýtného odpovídají skutečnosti, že to je především těžká nákladní doprava, která se nejvyšší měrou podílí na opotřebením dopravní infrastruktury a produkuje nejvíce externalit. Je však třeba ji rozdělit na:

- dopravu lokální, tj. denní zásobování místních obchodů
- dopravu vnitrostátní a mezinárodní provozovanou českými autodopravci
- dopravu tranzitní

Toto rozdělení je však obtížné, má-li být dodržen zákaz diskriminace nařízený směrnicemi EU.¹¹³ Nicméně i v rámci těchto ustanovení lze nalézt přijatelné řešení. Navrhované řešení vychází z premisy, že hlavním subjektem zpoplatnění by měla být doprava tranzitní, neboť tato využívá infrastrukturu, poškozují ji a produkuje externí náklady na životním prostředí, aniž by:

- podléhala silniční dani,
- generovala jiné daňové výnosy (daň z příjmu a DPH) jako domácí autodopravci,
- odváděla spotřební daň z paliva, tankuje-li v zahraničí.

Jako nejjednodušší řešení by se nabízelo osazení několika desítek DSRC mýtných bran na hraničních přechodech (umožňujících *free-flow* provoz) a předepsání mýtného na základě kilometráže mezi vstupem a výstupem. Otázka vnitrostátního provozu by pak mohla být řešena jinými nástroji, např. daňovými. Toto řešení je sice jednoduché, ale v rámci stávající evropské legislativy neuskutečnitelné. Navíc nepostihuje pohyb uvnitř republiky a zároveň neřeší platby od dopravců, kteří zde jízdu začínají/končí. Stejně tak nelze tranzitní dopravu zatížit vyšší mýtnou sazbou než dopravu domácí, ač by se to mohlo zdát spravedlivé.

Řešení je třeba hledat ve struktuře příjmů, přičemž je kladen důraz – zejména u dálkové a tranzitní dopravy – na zvýšení složky výkonové (mýtné) oproti složce paušální (silniční daň), která je počítána z objemu motoru a maximální povolené hmotnosti a naprosto nereflektuje skutečnou výši škod na životním prostředí a infrastrukturu.

Výkonové zpoplatnění **dopravy lokální** lze efektivně provést pouze rozšířením elektronického mýtného do regionů – na základě satelitního systému. V tomto případě je však

¹¹³ Směrnice 2011/76/EU: „Mýtné a poplatky za užívání nesmějí být přímo ani nepřímo diskriminující na základě státní příslušnosti dopravce...“

třeba počítat náklady na takovéto řešení oproti výnosům z mýtného. Tyto však vzhledem k nízké intenzitě dopravy na silnicích nižší třídy zdaleka nebudou dosahovat úrovně výnosů z dálnic. Nebude-li tedy zaveden satelitní systém do regionů, zůstává tak spravedlivým způsobem zpoplatnění spotřební daň z paliva, jejíž výše odpovídá počtu ujetých kilometrů, v kombinaci s paušálem daně silniční. Bude-li chtít doprava lokální používat rychlejší a kvalitnější infrastruktury dálnice, bude navíc podléhat mýtnému. Pokud by výkonové mýtné bylo rozšířeno i do regionů, mohlo by pak spravedlivějším způsobem zcela nahradit silniční daň, za předpokladu odpovídající výše jeho sazeb.

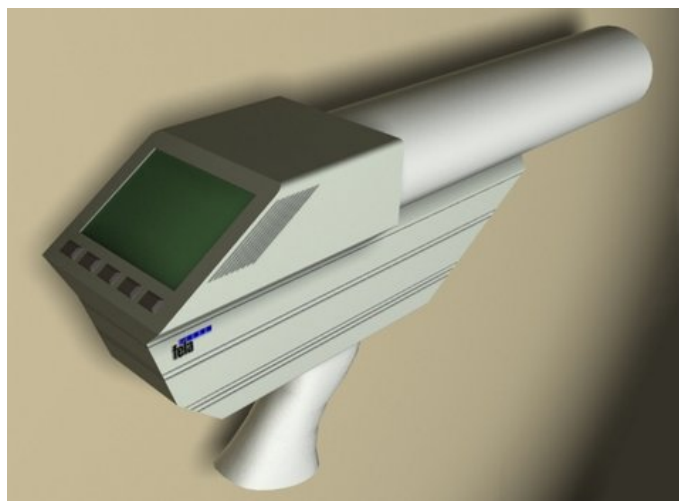
Vnitrostátní dálková doprava ve většině případů využívá dálnic a ostatních transitních tras, které jsou v současnosti zahrnuty do systému elektronického mýtného. V následující kapitole je také předložen návrh, jak do stávajícího systému zahrnout i další transitní trasy. Problém objíždění lze řešit jednoduše prostým zákazem vjezdu dálkové dopravy na potenciální objížděné trasy pomocí dopravního značení, popř. všeobecně, úpravou legislativy. Oprávněné výjimky lze ošetřit například pomocí tzv. **regionálního mýtného**.¹¹⁴

Do jednotky OBU by v takovém případě bylo zaznamenáno časové oprávnění používat silnice nižší třídy v rámci daného kraje za účelem příjezdu k překladišti. V rámci vymezeného území by se příslušné vozidlo po zaplacení poplatku mohlo pohybovat volně, na ostatním území pouze v rámci stanovených koridorů. Pokud by toto opatření bylo shledáno v rozporu se zákazem dvojího zpoplatnění vzhledem ke směrnicím EU, mohlo by se předepsané mýtné na dálnicích snížit o část regionálního poplatku. Proces by probíhal elektronicky, bez použití klasických vinět.

Dohled by byl na vytipovaných místech zajišťován automatizovaně jako v systému DSRC, kromě toho by také zahrnoval mobilní hlídky vybavené **DSRC GUN**¹¹⁵ zobrazené na obrázku 17, čímž by odpadala nutnost zastavení vozidla ke kontrole – tato by probíhala na dálku elektronicky.

¹¹⁴ správněji se ve smyslu zákonné definice jedná o elektronickou formu poplatku za užívání

¹¹⁵ Ruční zařízení pro DSRC komunikaci s OBU ve vozidle.

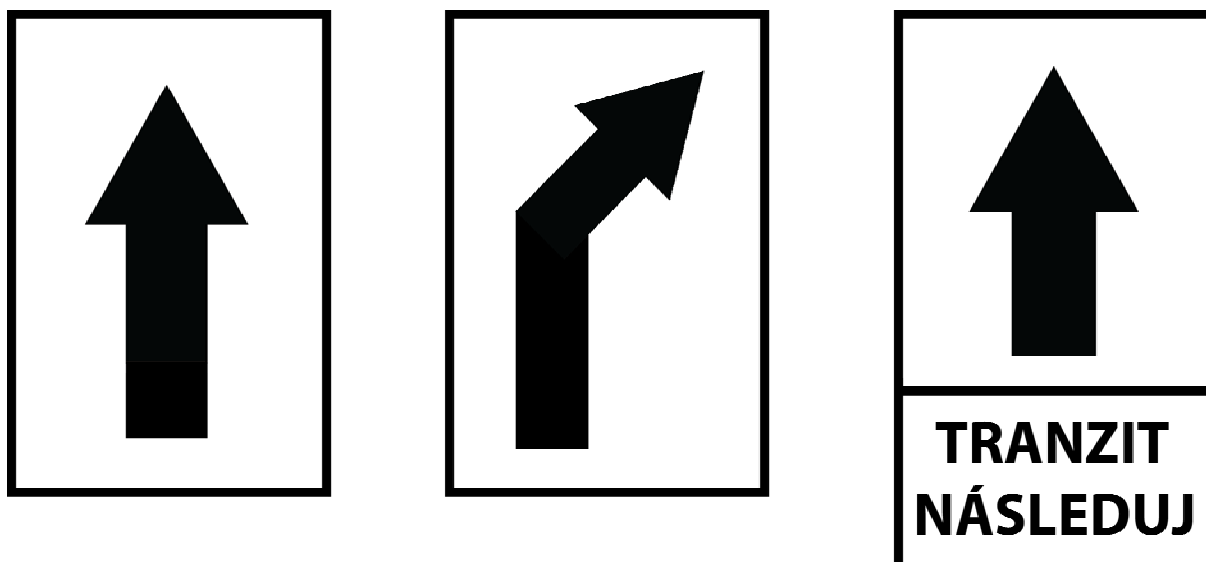


Obrázek 17: DSRC Gun švýcarského výrobce TRIPON ¹¹⁶

Pro **domácí dopravce** by bylo možné kompenzovat zvýšení sazeb i rozšíření mýtné povinnosti odpovídající slevou na silniční dani, s cílem jejího zrušení. Při navrhovaných sazbách mýtného a při současné výši spotřební daně na naftu 10,9 Kč/l by tato daň představovala neúměrné finanční zatížení domácích dopravců. Zrušení této daně by ušetřilo i náklady spojené s její správou.

Pro **transitní dopravu** by zásadně platila povinnost držet se vymezených koridorů, které jsou pokryty systémem elektronického mýtného. Pokud dané úseky do elektronického mýtného zahrnuty nejsou, je alespoň doprava pomocí příslušného značení navigována směrem k nejbližší dálnici nebo jiné transitní komunikaci. Dopravní značení je zároveň pojistkou proti výmluvám typu „navedlo mě tam GPS“. Na odbočné komunikace je pro transit vjezd zakázán, s výjimkou mimořádných přírodních nebo dopravních událostí. Návrh příslušných dopravních značek vymezujících příslušné koridory, na státních hranicích doplněných o pokyn v českém, anglickém případně i jiném vhodném jazyce, je znázorněn na obrázku 18. Značení by případně mohlo být doplněno o název místního cíle nebo sousedního státu, do kterého transitní silnice směřuje.

¹¹⁶ TRIPON: Mobile Enforcement Equipment. [online] dostupné z:
< <http://www.tripon.ch/de/products/enforcement/mobile-enforcement/> > [cit. 2014-03-11]



Obrázek 18: Návrh dopravního značení pro transnitní trasy

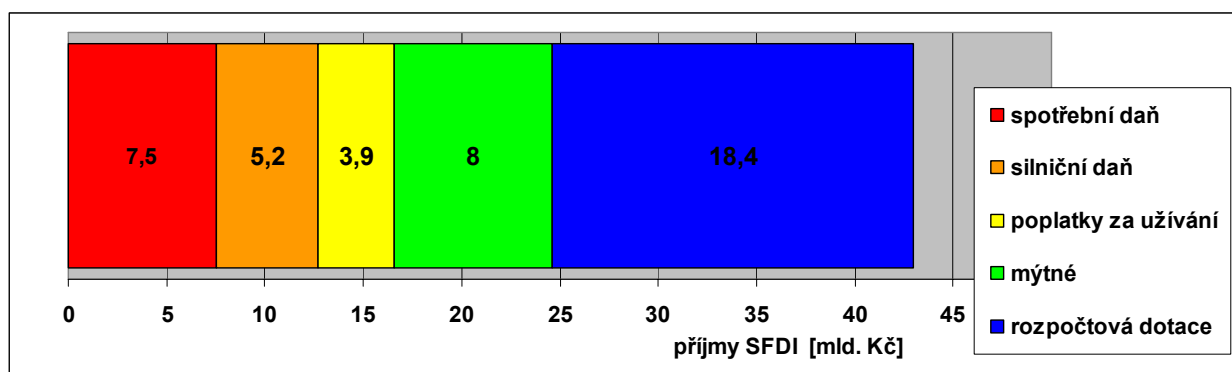
Zákaz objíždění je namátkově kontrolován hlídkami Policie ČR a Celní správy. Zároveň by měly být stanoveny takové sankce, které by dopravce od porušování této povinnosti jasně odrazovaly.

Výpadky příjmů související se snižováním silniční daně by byly kompenzovány zvýšením sazeb mýtného. Cílem by mělo být postupné navýšení mýtného tak, aby mohla být silniční daň domácím dálkovým dopravcům postupně zcela zrušena, tranzitující dopravci by platili více. Toto řešení je spravedlivější, vzhledem k jasné úměře mezi poplatky a skutečnému užívání dopravní infrastruktury a produkcí externalit. Způsob zpoplatnění lokální nákladní dopravy lze ponechat ve stávajícím stavu, popř. lze uvažovat i o satelitním mýtném, ovšem s rizikem nedostatečné efektivity výběru.

Je třeba také podotknout, že otázka objíždění není tak zásadní, jak je leckdy předkládána. Často jedná o neoprávněné stížnosti na nárůst intenzity nákladní dopravy, která však není způsobena objížděním, ale nevhodným umístěním např. logistického centra. Objížděné trasy jsou také většinou vedeny po silnicích nižší třídy a obcemi, což přináší časové zdržení na SSZ, nižší průměrnou rychlost, výraznější dynamiku jízdy, a vede ke ztrátám časovým i finančním díky vyšší spotřebě paliva. I přes faktor mýtného se tak objíždění většinou nevyplatí.

Platný rozpočet příjmů Státního fondu dopravní infrastruktury je zobrazen na grafu 6. Výpadek silniční daně by v případě jejího úplného zrušení činil 5,2 mld. Kč, odhadnutý nárůst výnosů z mýtného na základě kalkulací z předchozí kapitoly asi 3,5 mld. Kč. K mýtnému je možné připočítat také výnosy z navrhovaných regionálních poplatků (které by však

nepředstavovaly příliš podstatnou částku, popřípadě by mohly lépe sloužit jako příjem kraje) a také výnosy z rozšíření zpoplatněných úseků dle návrhu z následující kapitoly, které jen pro tři detailně řešené úseky teoreticky činí až 1,8 mld. Kč. Celková bilance rozpočtu SFDI by tak na základě předkládaných opatření dosahovala +100 mil. Kč. Pokud by se výpočty ukázaly jako příliš optimistické, šel by případný schodek dočasně kompenzovat zvýšenou dotací ze státního rozpočtu, mírným zvýšením spotřební daně, nebo nejlépe ještě dalším nárůstem sazeb mýtného, aby celková výše rozpočtu ve výši 43 mld. Kč nebyla ohrožena.



Graf 6: Plánované příjmy SFDI v roce 2014 ¹¹⁷

Závěrem je třeba zdůraznit, že význam mýtného neustále narůstá. V roce 2007 tvořilo mýtné 9 % příjmů SFDI ¹¹⁸, v plánu pro rok 2014 je to již téměř 19 %, a v případě realizace předložených návrhů, kdy by příjmy ze silniční daně byly zcela nahrazeny mýtným, by to bylo již přes 30 %. I z tohoto důvodu je třeba do budoucna zabezpečit stabilní a jistý příjem z mýtného.

4.3 ROZŠÍŘENÍ ZPOPLATNĚNÉ SÍTĚ

V současnosti je v České republice mýtné vybíráno na všech dálnicích a silnicích pro motorová vozidla a na 200 km silnic první třídy, především tam, kde je silný provoz a kde hrozí objíždění dálnic – viz mapa na str. 42. Smlouva s konsorciem Kapsch, které mýtný

¹¹⁷ zdroj dat: Rozpočet Státního fondu dopravní infrastruktury na rok 2014 [online] dostupné z: http://www.sfdi.cz/soubory/obrazky-clanky/dokumenty-2013/2013_rozpocet2014.pdf > [cit. 2014-03-22]

¹¹⁸ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s.28

system vybudovalo a zajišťuje jeho technický provoz, končí k 31.12.2016. Jelikož je mýtný systém v majetku státu, bude po tomto datu muset zajistit jednak jeho další provoz, jednak jeho rozšiřování s pokračující výstavbou nových dálnic, případně i rozšíření o jiné úseky silnic nižší třídy.

V úvahu připadají tedy následující možná řešení, závisající také na plánovaném budoucím rozsahu zpoplatněné sítě:

- hybridní systém
- rozšíření na bázi stávající technologie DSRC
- vybudování nového systému technologií GNSS/GSM
- technologie ANPR
- viněty – dálniční známky

Co se týče klasických vinět, jedná se o řešení nejméně efektivní, a pro nákladní dopravu v Evropě již nepoužívané. Chybí přímá úměra mezi užíváním a výší poplatku, maximální cena viněty je omezená směrnicí 2006/38/ES a výnosy by zdaleka nemohly dosahovat stávajících výnosů z mýtného, obtížná je i kontrola placení (pouze manuální). Navíc by používání vinět na dálnici zcela znehodnotilo kvalitní a fungující systém DSRC i veškerou navazující infrastrukturu a telematiku. Především z tohoto důvodu nelze doporučit ani plošné nahrazování stávajícího systému technologiemi ANPR nebo GNSS/CN. Pokud měly být tyto technologie využity, mělo tak být rozhodnuto před rokem 2006, kdy byla vybrána technologie DSRC.

Obecně navíc nelze považovat za vhodné rušit něco, co funguje – zvláště, je-li stávající mýtný systém po modernizaci vyplývající ze závazku technického provozovatele, která posouvá životnost jednotlivých komponent mezi roky 2018 (mobilní kontrola, distribuce) až 2035 (ocelové konstrukce mýtných bran).¹¹⁹

Správné není ani apriorní odmítání technologie DSRC a vyzdvihování technologie satelitní, jak je často slyšet v médiích. Jednak je pro satelitní systém třeba zajistit vybudování účinného enforcementu, jednak je vybraný systém DSRC zcela odpovídající stávající koncepci zpoplatnění (DSRC na páteřních dálnicích). Chybou však rozhodně jsou krátkozraká politická rozhodnutí (viz hybridní systém, kapitola 1.5), na základě kterých byl vybrán systém DSRC,

¹¹⁹ MýtoCZ: Elektronický mýtný systém. Tisková zpráva z 18. prosince 2013. [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/press/2014/20140212_TZ_MYTO_CZ.pdf> [cit. 2014-01-16]

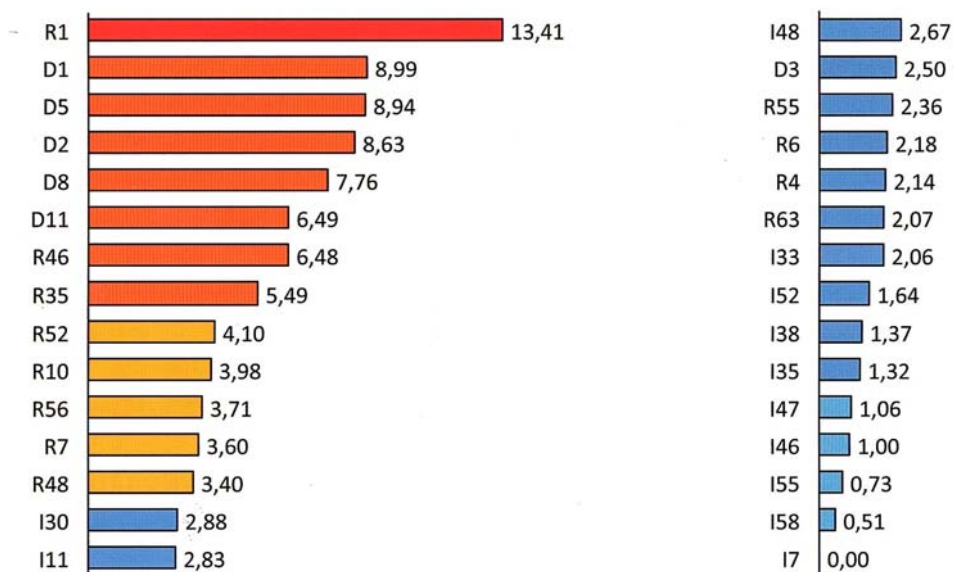
kteřý je však absolutně nevhodný pro zpoplatnění širší sítě silnic nižší třídy, jak to předpokládá dopravní politika státu.

Výběr technologie, omezíme-li se na variantu rozšíření DSRC a hybridního systému, závisí především na budoucím rozsahu zpoplatněné sítě. Pokud by tedy bylo rozhodnuto – v souladu s návrhem dopravní politiky – o zpoplatnění dalších úseků silnic nižší třídy, vhodná by byla technologii hybridní, která je v rámci stávajícího systému otestována a na kterou je systém po případném navýšení kapacit zcela připraven. Logická by pak měla být snaha o zpoplatnění co nejširší sítě silnic I. a II. třídy, neboť takzvanými *cost drivery*¹²⁰ technologie GNSS/CN jsou drahé jednotky OBU (řádově dražší, než DSRC), zatímco *cost drivery* systému mikrovlnného jsou mýtné brány. Nákladnost systému GNSS/CN roste s rozsahem sítě pouze nepatrně, mělo by proto být výhodné zahrnout co nejvíce kilometrů, a tedy co nejvíce mýtných transakcí.

I toto má však svá úskalí: při uvažovaném plošném pokrytí by bylo také třeba masového rozšíření enforcementu do regionů, dále by bylo nutné pořízení nové hybridní jednotky pro všechna domácí i zahraniční vozidla kategorií M2, M3, N2 a N3, a konečně je to otázka stanovení výše sazeb na silnicích nižší třídy: z čistě fiskálního hlediska by pak tyto silnice měly být zatíženy vyšší sazbou mýtného (tzv. inverzní zpoplatnění).

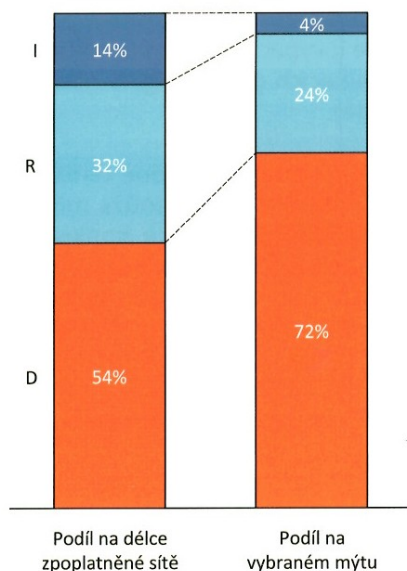
Současný kilometrový výnos z mýtného na vybraných silnicích v rámci ČR je znázorněn na grafu 7. Z grafu jasně vyplývají výrazné rozdíly mezi jednotlivými silnicemi. Zatímco na R1 (Pražský okruh) bylo vybráno přes 13 mil. Kč na 1 km, na silnicích první třídy je tato částka desetinásobně nižší. Dálnice mají oproti silnicím I. třídy průměrně pětinasobný výnos.

¹²⁰ hlavní nákladové položky



Graf 7: Výběr mýtného dle jednotlivých silnic v roce 2012 ¹²¹

Celkový poměr délky úseku ku vybranému mýtu ukazuje graf 8: zatímco silnice I. třídy se na délce podílejí 14 %, jejich přínos na mýtném je pouze 4%. Naproti tomu u dálnic činí tento poměr 54 % : 72 %.



Graf 8: Výběr mýtného dle jednotlivých silnic v roce 2012 ¹²²

¹²¹ ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 34.

Na základě tohoto porovnání se nabízí otázka, zda je vůbec ekonomicky výhodné zpoplatňovat širší síť silnic I. a II. třídy pomocí elektronického mýtného. Přitom se v grafu 7 stále jedná o úseky, na kterých se předpokládá tranzitní provoz, popř. objíždění dálničních úseků. Kilometrové výnosy z jiných úseků silnic I. nebo dokonce II. třídy lze očekávat v tomto srovnání ještě výrazně nižší. Z tohoto hlediska je tedy vhodné zavádět mýtné – a to jakoukoliv technologii – pouze tam, kde skutečně generuje výnosy, a na těchto úsecích jej i zdrazit dle návrhu z předchozích kapitol.

Bude-li tedy elektronické mýtné posuzováno z hlediska výnosu, lze považovat jeho rozšiřování do regionů za neefektivní. Na druhou stranu jej lze sice využít jako plošný nástroj regulace, např. ve spojení s cílem možného zrušení silniční daně, nicméně jako nástroj poměrně drahý.

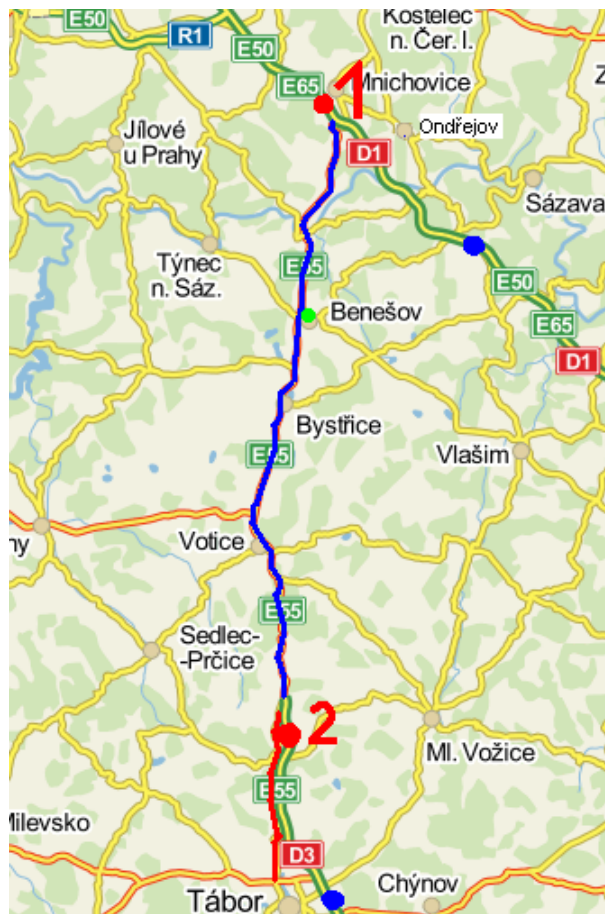
Na základě předložených důvodů se autor přiklání k variantě omezeného rozšíření stávající sítě na bázi dosavadní technologie DSRC, se zahrnutím úseků, kde stávající intenzita dopravy indikuje možné výraznější finanční výnosy. Pro ostatní úseky, zejména ty, kde hrozí objíždění, platí návrhy z předchozí kapitoly, tj. zákaz vjezdu tranzitní dopravy mimo vyznačené koridory, příslušné dopravní značení, které tyto trasy vymezuje a pro stanovené případy zavedení regionálního mýtného.

Aby bylo možné vybírat mýtné a současně se nemusela stavět drahá infrastruktura na méně výdělečných úsecích, nebo také tam, kde je v budoucnu počítáno s výstavbou paralelní dálnice, je navrhováno následující opatření, které je vysvětlené na mapce na obrázku 19, na příkladu silnice I/3, na úseku mezi Mirošovicemi a Meznem. V Mirošovicích navazuje tento úsek na zpoplatněnou dálnici D1, v Mezně na zpoplatněný úsek dálnice D3. Tato silnice je v současnosti využívána pro tranzit směr sever-jih, intenzita v měrném profilu 1-0117 (Miličín) ¹²³ činí 2 531 těžkých nákladních vozidel/den.¹²⁴ Délka sledovaného úseku je 44 km, silnice má pro každý směr jeden pruh, v delších stoupáních jsou v jednom směru pruhy dva.

¹²² převzato z: ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013, s. 35.

¹²³ Místo bylo vybráno proto, aby se eliminoval vliv Benešova a byla zachycena zejména tranzitní doprava směřující na jih.

¹²⁴ ŘSD: Sčítání dopravy 2010. [online] dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/pages/intenzitytable/default.aspx?s=1-0117>> [cit. 2014-03-20].



Obrázek 19: Navrhované zpoplatnění úseku silnice I/3 ¹²⁵

Stávající mýtné brány, které ohraničují předmětný úsek, jsou na mapě označeny červeným bodem. Zpoplatněný úsek silnice I/3 je vyznačen modře, úsek silnice I/3 mezi Meznem a Tábořem, na který je zakázán vjezd tranzitní dopravy, je vyznačen červeně. Nákladní vozidlo, které jede od Prahy ve směru na Tábor, je registrováno na mýtné bráně (1) před Mělníkem na D1. Zde vozidlo odbočí na silnici I/3, projede celý úsek až k Mezni, kde najede na dálnici D3 a je zde registrováno mýtnou branou (2). Na celém úseku není žádná mýtná brána, mýtné je předepsáno na základě faktu, že projelo úsek mezi branami 1 a 2 o délce 44 km, aniž by byl v mezidobí jeho výskyt zaznamenán pomocí jiné mýtné brány. V zájmu alespoň částečného podchycení tzv. „objížděčů“ lze systém upravit i takovým způsobem, že pojedle-li vozidlo např. přes Vlašim, bude registrováno na modře označených mýtných branách a bude mu předepsáno mýtné za tento úsek. Na tuto silnici se by se také vztahoval zákaz vjezdu pro tranzitní dopravu.

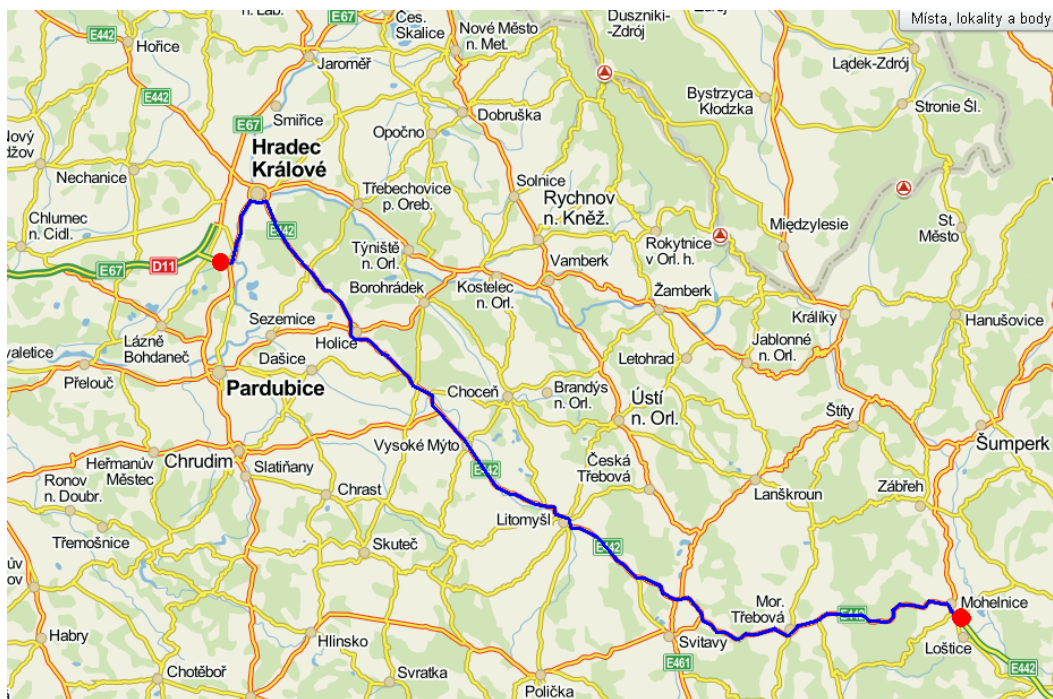
¹²⁵ mapový podklad: <<http://mapy.seznam.cz>> [cit. 2014-03-20].

Pokud by na základě výsledků sčítání dopravy bylo zjištěno, že podstatná část nákladních vozidel směřuje na odbočné silnice – v tomto případě připadá v úvahu zejména vjezd do Benešova – může být po ekonomickém zhodnocení vhodné vystavět novou mýtnou bránu i na takovýchto místech – na mapě zelený bod u Benešova. Vozidlu by pak bylo účtováno mýtné za úsek Mirošovice – Benešov. Pokud by zde brána nebyla, placení by se vyhnulo zcela.

Vynásobíme-li denní intenzitu sledovaných vozidel číslem 365, stávající sazbou pro **VOZIDLO 1** na silnici I. třídy, která činí $1,96 \text{ Kč.km}^{-1}$, dojdeme k teoretickému kilometrovému výnosu 1,8 mil. Kč.km^{-1} . Výsledek sice nemůže být naprosto přesný díky neznalosti exaktního složení dopravního proudu, nicméně relativně koreluje s kilometrovým výnosem 2,5 mil. Kč.km^{-1} na sousedním již hotovém úseku D3, kde je vyšší průměrná sazba mýtného.

Vycházejíce z navrhovaného zvýšení sazeb, tedy pro **VOZIDLO 1** až na $7,5 \text{ Kč.km}^{-1}$, mohl by být kilometrový výnos zhruba 4x vyšší, a celkový hypotetický roční výnos z celého úseku až 305 mil. Kč. Navýšení sazby za tento úsek na úroveň dálnice by navíc mělo být zcela obhajitelné v rámci nákladů na její výstavbu. Skutečný výnos by byl asi o něco nižší, nebudou-li sazby zvýšeny až na úroveň předloženého návrhu, dále může část dopravy v daném úseku končit nebo začínat svou jízdu, popř. mýtné brány složitě objíždět, ale tomu lze alespoň částečně zabránit popisovanými opatřeními. Po dobudování souběžného úseku D3 by buď mohl být tento princip zachován, nebo by mohl být rovnou omezen vjezd tranzitní dopravy i na předmětný úsek silnice I/3.

Analogická je situace na velmi dopravně zatíženém úseku silnice I/35 mezi Hradcem Králové a Mohelnicí, kde je souběžná rychlostní silnice R35 stále jen na papíře v materiálech ŘSD. Stávající mýtné brány na dálnici a rychlostní silnici, které daný úsek ohraničují, jsou na obrázku 20 vyznačeny červeně. Dopravní značení opět navádí dálkovou dopravu na preferovanou transitní trasu, která je označena modře.



Obrázek 20: Navrhované zpoplatnění úseku silnice I/35¹²⁶

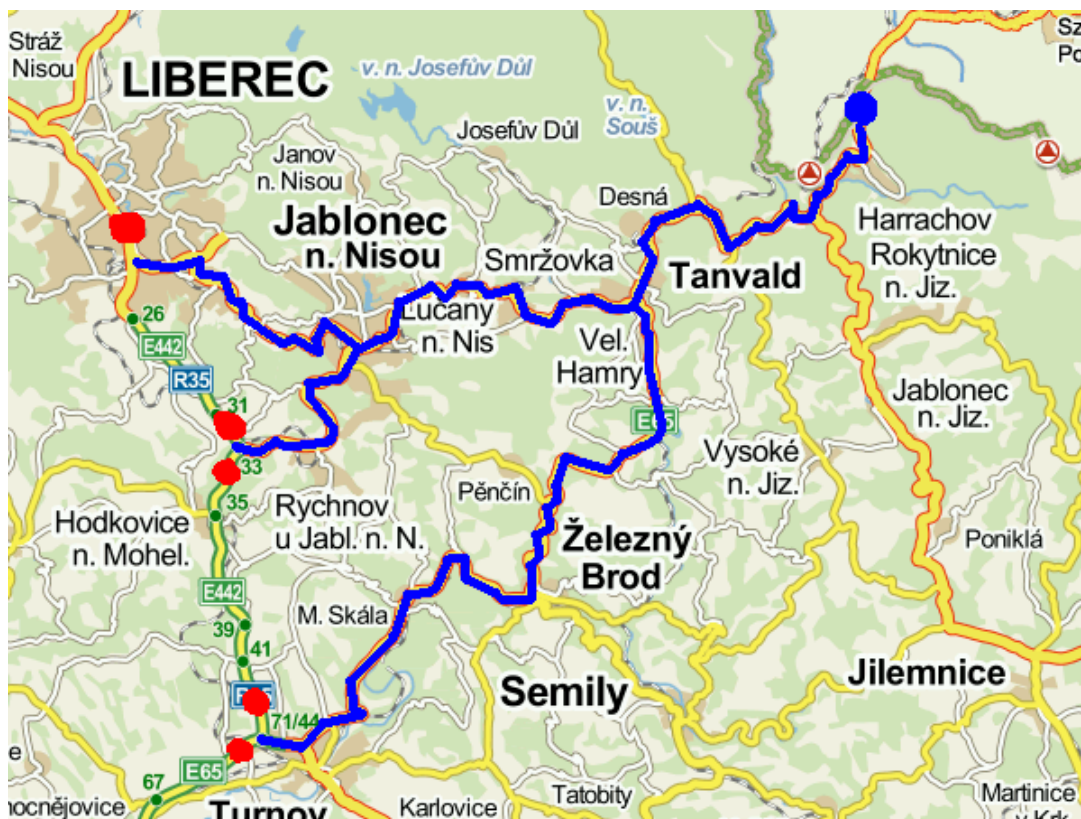
Celková délka tohoto úseku mezi Opatovicemi nad Labem a Mohelnicí činí 116 km, vzhledem k intenzitě dopravy na tomto úseku – 4 511 těžkých nákladních vozidel za den v profilu Moravská Třebová,¹²⁷ lze na základě výpočtu (za předpokladu zvýšení sazeb) očekávat roční výnos z mýtného až 1,4 mld. Kč.

Analogicky by bylo možné postupovat i v případě chybějících úseků dálnice směrem k hraničnímu přechodu. Na obrázku 21 je znázorněn případ hraničního přechodu Harrachov a rychlostní silnice R10. Nová, modře označená, mýtná brána je instalována na hraničním přechodu Harrachov, stávající brány na R10 jsou označeny červeně. Vozidlo je registrováno na mýtné bráně v Harrachově, a potom až na jedné z mýtnic na R10, kam je navedeno dopravním značením. Na základě stanovené kilometráže na modře vyznačených silnicích mezi branami je předepsáno odpovídající mýtné. Sazba mýtného by zde navíc – po vzoru Rakouska a v souladu se směrnicemi EU – mohla být zvýšena o horskou přírážku a vyšší poplatky za produkci externalit. Tento úsek by v porovnání s předchozími nebyl tak výnosný – vzhledem k nižší intenzitě dopravy, která činí v profilu Harrachov – státní hranice 758

¹²⁶ mapový podklad: <<http://mapy.seznam.cz>> [cit. 2014-03-20].

¹²⁷ ŘSD: Sčítání dopravy 2010. [online] dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/pages/intenzitytable/default.aspx?s=5-0615>> [cit. 2014-03-20].

těžkých nákladních vozidel za den. ¹²⁸ Při navrhované sazbě 7,5 Kč.km⁻¹ by roční výnos ze 49 km silnice I/10 mezi Harrachovem a Turnovem mohl činit 102 mil. Kč. I přesto lze očekávat, že by se investice do nové mýtné brány v Harrachově velmi rychle vrátila.



Obrázek 21: Zpoplatnění v oblasti Liberecka ¹²⁹

Vytipovaných úseků pro toto řešení je více, zejména lze dále jmenovat například úseky v Jihočeském kraji, mezi prozatímním ukončením D3 u Veselí nad Lužnicí a hraničními přechody Dolní Dvořiště (silnice I/3) a České Velenice (silnice I/24), v úsecích u rozestavěné silnice R7 u Slaného, na silnici I/50 mezi Holubicemi a Starým Hrozenkovem a další.

Předpokladem pro toto řešení je zákaz vjezdu pro tranzitní dopravu na potenciální objízdné komunikace, a také odpovídající dopravní značení v kombinaci s důslednou kontrolou dodržování těchto pravidel.

¹²⁸ ŘSD: Sčítání dopravy 2010. [online] dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/pages/intenzitytable/default.aspx?s=5-0615>> [cit. 2014-03-20].

¹²⁹ mapový podklad: <<http://mapy.seznam.cz>> [cit. 2014-03-20].

Navrhované řešení by tak za cenu relativně malých investic do úpravy softwaru, dopravního značení, enforcementu a několika mýtných bran mohlo přinést jen na zmiňovaných třech úsecích mýtný výnos až 1,8 mld. Kč za rok. Jednalo by se zejména o úseky s poměrně intenzivní nákladní dopravou, kde není v současnosti mýtné vybíráno a jejichž plné pokrytí technologií DSRC (tedy mýtné brány mezi křižovatkami dle koncepce v ČR) by bylo příliš nákladné. V případě některých specifických úseků, kde je plánována nebo probíhá stavba souběžné dálnice, by se jednalo o řešení dočasné, které však nevyvolává významnější vícenáklady. I přesto, že by popisovaný systém nebyl dokonalý, nezachycoval by všechna vozidla a neměl by úspěšnost výběru přes 99 %, jako stávající mikrovlnné mýtné. Jednalo by se o účinnou koncepci, jak zpoplatnit především dálkovou a tranzitní dopravu, a to způsobem spravedlivějším a bez omezení cenou denního poplatku. Výnosy z mýtného by mohly být efektivně využity v rámci rozpočtu SFDI, např. na dostavbu chybějících úseků D3, D11 a modernizaci D1, aby se snížila závislost financování tohoto fondu na dotacích ze státního rozpočtu a z fondů Evropské unie.

4.4 DOHLEDOVÝ KAMEROVÝ SYSTÉM

Kamerový systém na dálnicích slouží k všeobecnému sledování provozu, k detekci dopravních nehod a kongescí, k monitorování povětrnostních vlivů, ale také k odhalování závažných dopravních přestupků.

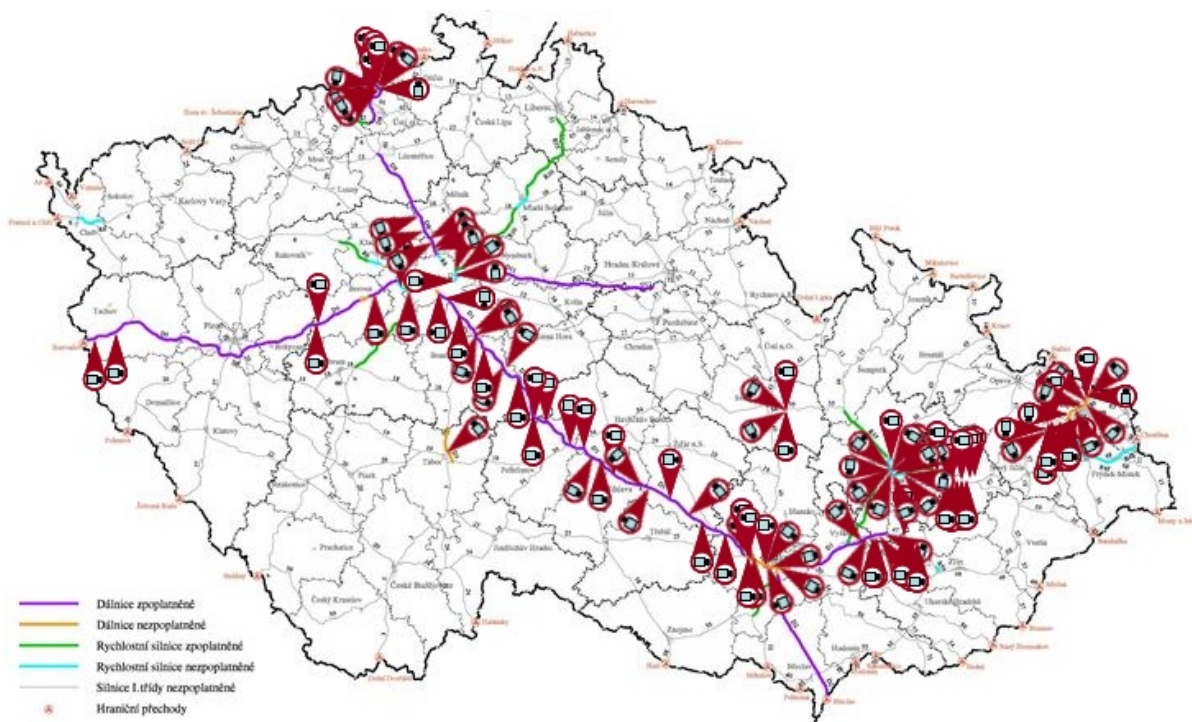
O účelnosti kamerové sítě na dálnicích svědčí i velice medializovaný případ „silničního piráta“ Luboše Laciny, který v rychlosti přes 100 km.h⁻¹ vytlačil na 24. km dálnice D1 z vozovky jiné vozidlo, a to z důvodu pomsty jeho řidiče. Trest odnětí svobody 5 let nepodmíněně byl i na základě důkazů z kamer definitivně potvrzen Nejvyšším soudem ČR.

¹³⁰

Jelikož se případy agresivní jízdy na dálnici v poslední době objevují čím dál častěji, ať již se jedná o riskantní předjížděcí manévry, vybrzdování vozidel, naprosto nepřiměřenou rychlost jízdy nebo naopak úmyslné brzdění provozu s cílem „vychovávat“ jiné účastníky dopravního provozu, je nanejvýš žádoucí takovéto chování systematicky dokumentovat a stíhat. Špatná je praxe, kdy se policie zaměřuje na pohodlné měření rychlosti na přehledných úsecích, pokutuje

¹³⁰ iDnes: Soud potvrdil pirátovi z D1 Lacinovi pět let za vytlačení auta z dálnice [online] dostupné z: <http://zpravy.idnes.cz/pirat-z-d1-znovu-pred-soudem-dpi-/krimi.aspx?c=A110503_102256_krimi_wlk> [cit. 2014-02-18].

řidiče za její nepatrné překročení, a opravdoví „piráti“ zůstávají nepostiženi. Je třeba si uvědomit, že nehody v dálničních rychlostech mohou končit – a často také končí smrtí. V této souvislosti je rovněž odpovědnost na soudech, aby takové jednání posuzovaly v rámci stávající legislativy co nejpřísněji, případně by bylo vhodné upravit legislativu tak, aby agresivní jízda byla postihována vyšší trestní sazbou, která by odpovídala závažnosti jednání. Na stávající síti se již nyní nachází množství dohledových kamer, provozovaných jak ŘSD, tak technickým operátorem výběru konsorciem Kapsch. Jejich současné rozmístění je zobrazeno na obrázku 22, dálnice D1 do Brna je prakticky pokryta celá, zatímco na jiných dálnicích jsou zatím kamery pouze na vybraných stanovištích, popř. absentují zcela. Kamery jsou stacionární, i otočné dle povelu operátora.



Obrázek 22: Současné rozmístění kamer na dálnicích v ČR ¹³¹

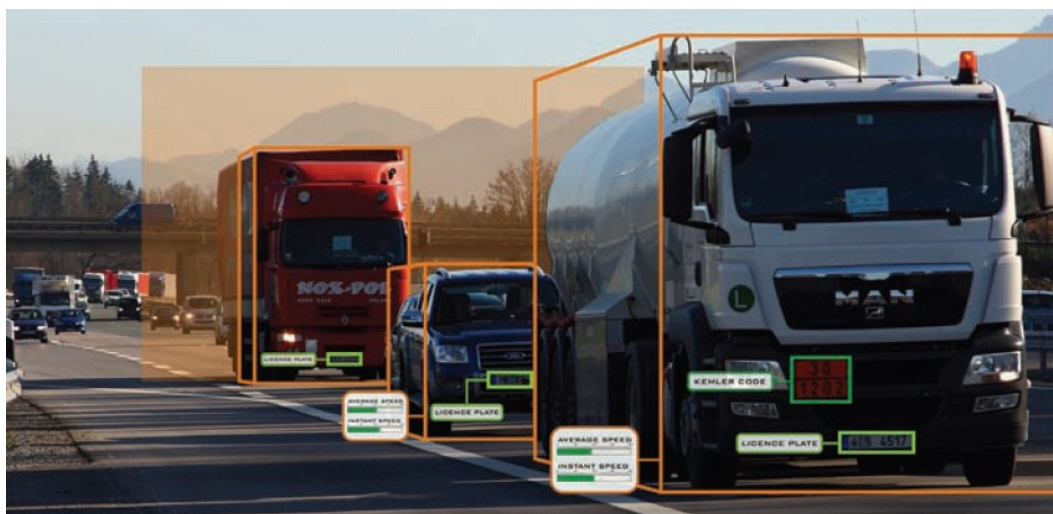
Ke skutečně systematické dokumentaci popisovaných jevů tak, aby bylo pokryto co nejvíce úseků dálnic, je proto doporučeno využít současnou infrastrukturu mýtných bran k osazení

¹³¹ Dopravniinfo.cz: Dohledový kameový systém. [online] dostupné z: <<http://www.dopravniinfo.cz/dohledovy-kamerovy-system>> [cit. 2014-03-11].

dalších kamer videodohledu. Účinný dohled kamery je až 1 000 m, vzhledem k nepříznivým směrovým či meteorologickým podmínkám lze uvažovat průměrně 500 m.¹³²

Pokud by bylo dosaženo cílového stavu, kdy by na každé mýtné bráně byla umístěna čtveřice dopravních kamer (2 x 2 pro každý jízdní směr), pokrývala by takováto instalace cca 1 km dálnice. Současná zpoplatněná síť je rozčleněna na 261 jednotlivých úseků; tak by bylo možné pomocí tohoto opatření pokrýt cca 20 % dálnic, nepočítaje v to již v současnosti instalované kamery.

Kamery by měly primárně sloužit dohledu, tedy sledování a identifikaci nebezpečného jednání a také pořizovat záznam jako důkazní materiál. Je však představitelné – a algoritmy pro identifikaci vozidel a sledování jejich pohybu na základě obrazu již existují – aby byl systém poloautomatický a v případě závadného jednání (kam lze na základě detekce obrazu zařadit překročení maximální povolené rychlosti, nedostatečný odstup, špatnou jízdní dráhu, předjíždění zprava) by byl vyrozuměn operátor, případně i policejní hlídka, která by mohla daný přestupek na základě pořízeného záznamu operativně projednat. Příklad softwaru pro kategorizaci automobilů, měření rychlosti a rozpoznání RZ je zobrazen na obrázku 23.



Obrázek 23: Kategorizace automobilů dle obrazu¹³³

¹³² Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

¹³³ KOESLING, S.: Heavyweights on tour. In: *Traffic Technology International*. Dorking: UKIP Media & Events Ltd., 2011, č. červen/červenec, s. 54, ISSN 1356-9252 [online] dostupné z: <<http://viewer.zmags.com/publication/956bceea?page=1#/956bceea/4>> [cit. 2014-04-01].

4.5 LINIOVÉ ŘÍZENÍ PROVOZU

Sběr provozních dat (pro statistické účely i pro řízení provozu) patří k dalším možnostem využití mýtného systému. V rámci stávajícího systému je sběr provozních dat umožněn několika způsoby:

- každá mýtná brána registruje vozidlo vybavené OBU, dokáže přiřadit obecný typ vozidla, na základě údajů z mýtnic po sobě následujících i vypočítat jeho rychlost
- dohledový systém kamer ANPR a scannerů na cca 20 % mýtných bran rovněž registruje každé projíždějící vozidlo a dokáže vozidla kategorizovat
- rychlost a typ vozidla zaznamenávají rovněž detektory dopravního proudu, kterými jsou vybaveny zatím všechny mýtné brány na dálnicích D2, D5 a D1 po 250 km.

Na mýtném systému nezávislé jsou detektory – indukční smyčky, které jsou pro liniové řízení dopravy využity například na R1 - Pražském okruhu.¹³⁴

Na vyhodnocení kvality dopravního proudu jsou užívány různé algoritmy, které hodnotí změnu dopravních parametrů mezi sousedními stanovišti nebo je porovnávají s prahovými hodnotami (např. Kalifornský algoritmus, MEX a další).¹³⁵

K tomuto využívají algoritmy následující tři charakteristiky:¹³⁶

- rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]
- množství vozidel [počet vozidel na jízdní pruh]
- obsazenost [počet vozidel na jízdní pruh a kilometr]

Případné další požadované veličiny lze rovněž dopočítat z rovnice kontinuity dopravního proudu $\text{INTENZITA} = \text{HUSTOTA} \times \text{RYCHLOST}$.

Liniové řízení provozu je založeno na sběru dat z dopravních senzorů, jejich vyhodnocení dle definovaných algoritmů a následném pokynu směřujícím k dopravnímu proudu prostřednictvím proměnných dopravních značek – typicky se jedná o zákaz předjíždění pro

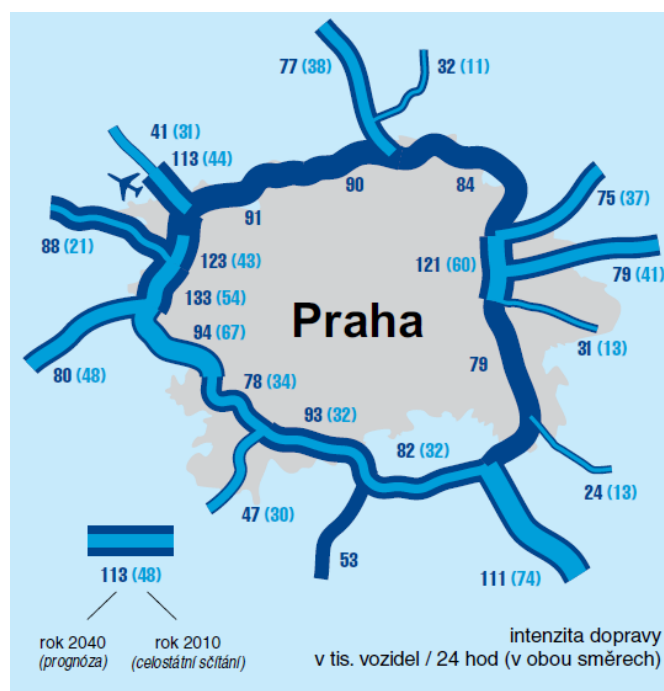
¹³⁴ KRAJČÍŘ, D – KŇÁKAL, M.: Liniové řízení ve zkušebním provozu. In: *Eltodo magazin*. Eltodo, 2011, č. 1/2011 [online] dostupné z: < <http://www.eltodo.cz/informacni-servis/magazin-eltodo/magazin-eltodo-1-2011.pdf> > [cit. 2014-04-01].

¹³⁵ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 150.

¹³⁶ ADELI, H. – JIANG, X.: *Intelligent Infrastructure*. New York: CRC Press. 2009, s. 59.

těžká nákladní vozidla a omezení rychlosti. Vzdálenost jednotlivých řezů, na kterých jsou data sbírána, se pohybuje mezi 1 000 m až 1 500 m.¹³⁷

Vzhledem ke stávajícím i výhledovým intenzitám dopravy navrhuji v první řadě rozšířit systém liniového řízení na celý úsek dálnice D1 z km 0 až na km 21 (exit Mirošovice). Tento úsek byl již v minulosti částečně modernizován a souvisle poskytuje tři jízdní pruhy v každém jízdním směru. Na exitu 21 dochází ke skokovému poklesu intenzity dopravy z 64 000 voz.den⁻¹ na 41 000 voz.den⁻¹.¹³⁸ Prognóza ŘSD dle obrázku 24 však počítá pro tento úsek s intenzitou až 111 000 voz.den⁻¹. Je sice pravděpodobné, že po dostavbě D3 se část dopravy přesune ze stávající silnice I/3 právě na dálnici D3, avšak i tak je pro tento úsek – i vzhledem k blízkosti hlavního města – liniové řízení účelné. Příkladem může být obdobné řešení např. v okolí Vídně nebo Mnichova.



Obrázek 24: Intenzity dopravy v okolí Prahy¹³⁹

S ohledem na skokový nárůst intenzity dopravy na exitu 21 ve směru do Prahy lze rovněž doporučit vybudování liniového řízení ve směru do Prahy už od km 29 (exit Chocerady), kde

¹³⁷ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: ČVUT, 2005, s. 121.

¹³⁸ ŘSD: Celostátní sčítání dopravy 2010 [online] dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/pages/results/default.aspx>> [cit. 2014-03-20].

¹³⁹ ŘSD: Pražský okruh [online] dostupné z: <[http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/7077588A58516E03C1257BB300568306/\\$file/RSD_R1_2013.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/7077588A58516E03C1257BB300568306/$file/RSD_R1_2013.pdf)> [cit. 2014-03-20].

se dle vlastních zkušeností autora vytvářejí v exponovaných časových úsecích kongesce a šokové vlny. Vhodně umístěná informační tabule ZPI před exitem 29 by navíc mohla navigovat řidiče osobních automobilů k objetí tohoto úseku v případě potřeby.

Liniové řízení provozu by vzhledem k intenzitě dopravy bylo účelné v rámci D1 i na km 182 až km 210 (okolí Brna). Zde je však dálnice ještě ve stavu před rekonstrukcí, proto by bylo vhodné potřebné technologie instalovat v jejím průběhu.

Ke sběru provozních dat v rámci stávajícího mýtného systému jsou nejvhodnější detektory dopravního proudu, které jsou na jmenovaných úsecích umístěny na každé mýtné bráně. Aby byla dodržena požadovaná vzdálenost max. 1 500 m mezi řezy, bylo by nutné vybudovat několik dalších portálů s detektory; stávající mýtné brány jsou na sledovaných úsecích od sebe vzdáleny v průměru asi 4 km, což není dostatečné. K tomu by však mohly posloužit portály, na nichž jsou umístěny akční členy – proměnné dopravní značky. Značky však nemohou být umístěny na současnou infrastrukturu mýtných bran: jednak proto, neboť by se např. na kontrolní bránu s množstvím detekční techniky nevešly, jednak kvůli vlivům povětrnosti – stávající mýtná brána není konstruována na síly způsobené větrem, který působí na velkou plochu PDZ. Ze stejného důvodu nelze tyto portály využít k umístění ZPI, jakkoli by se to zdálo být účelné. Stávající portál liniového řízení s PDZ je zobrazen na obrázku 25.



Liniové řízení provozu není prostředek, který dokáže vozidla ze silnice odstranit, ale pomáhá ke stabilizaci dopravního proudu, a tím i kvalitě a bezpečnosti dopravy. Vždy je lepší, pohybuje-li se dopravní proud nižší, stálou rychlostí, než když dochází k šíření šokových vln s rizikem vzniku dopravních excesů.

4.6 DYNAMICKÉ VÁŽENÍ – WIM

Vážení za jízdy (*Weight in Motion* – WIM) představuje další aplikaci dopravní telematiky, kterou lze vhodně provázat s elektronickým mýtným systémem. Technologie WIM je založena na snímačích tlaku, které jsou zabudovány do vozovky, a které přeměňují působení tlaku nápravy na elektrický signál. Postupně byly vyvinuty různé typy snímačů – např. tenzometrické, kapacitní, hydraulické, *Load Cell* a další ¹⁴¹. Tyto snímače se odlišují citlivostí, provozní spolehlivostí i mírou vhodnosti pro vybraná využití.

Mezi nejmodernější senzory WIM patří polovodičové křemíkové. Pracují na principu piezoelektrického jevu, kdy se na krystalu objeví elektrické napětí, které je přímo úměrné působícímu tlaku. Tyto senzory umožňují i měření při dálničních rychlostech, ¹⁴² kontrolní vážení (tzv. vysokorychlostní vážení) tedy nijak neomezující plynulost provozu, na rozdíl od dřívější nutnosti odklánět vybraná vozidla ke zvažení nízkorychlostnímu při rychlostech řádově jednotek km.h⁻¹. Takovýto systém je v rámci ČR zatím pouze v testovacím provozu na jediné mýtné bráně.

V závislosti na zvolené koncepci lze:

- kontrolovat pouze překročení maximální přípustné hmotnosti vozidla,
- stanovit sazbu mýtného dle skutečné hmotnosti vozidla.

Za spravedlivější lze považovat způsob, který stanoví mýtné v závislosti na celkové hmotnosti vozidla, a tím i míře opotřebení silniční komunikace. Aby však byl takovýto systém skutečně funkční a zachycoval všechna vozidla, bylo by třeba vybavit technologií WIM každou mýtnou bránu, což není příliš reálné. V úvahu by připadala rovněž instalace této technologie na

¹⁴⁰ foto: autor

¹⁴¹ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 168.

¹⁴² produktová informace Kistler Lineas Quartz Sensor. [online] dostupné z: <http://www.traffic-data-systems.net/fileadmin/anwenderdaten/Dokumente/Kistler/Lineas_Sensor_9195F_UK.pdf> [cit. 2014-04-02].

hraniční přechody, zde však opět narážíme na problém selektivnosti takového řešení, které by neumožnilo stanovit odpovídající sazby pro vnitrostátní provoz. Poklesne-li v budoucnosti cena technologie WIM natolik, že nebude problém ji rozšířit v rámci širší silniční sítě, lze o jejím plošném nasazení a vazbě na výši mýtného uvažovat. Výhodou takového řešení by byla i snadná identifikace vozidel pomocí DSRC ve stávající síti.

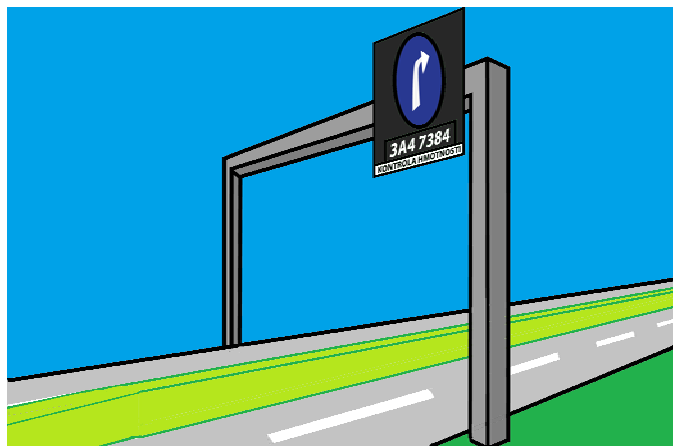
Za stávající situace by šla poměrně rychle realizovat koncepce druhá, tj. skutečně důsledná kontrola potenciálně přetížených vozidel na vybraných místech. Jeden přetížený nákladní automobil poškozují vozovku jako tisíce osobních aut. Vedle přímých efektů fiskálních z vybraných pokut lze při větším rozšíření této technologie očekávat i lepší dodržování maximální hmotnosti vozidel ze strany dopravců. Dle údajů z pilotního provozu WIM u Brna bylo ze 435 346 zvážených vozidel nad 3,5 t přetížených 6 895, tedy 1,58 %. Návratnost investice je v takovémto případě odhadována na 2 až 3 měsíce.¹⁴³

Přetížená vozidla poškozují povrch vozovky i její podloží, způsobují trhliny, nerovnosti, ale způsobují i tzv. vyjeté koleje, v nichž se udržuje voda s nebezpečím vzniku aquaplaningu, v zimě se pak v trhlinách vytváří led, který způsobuje pokračující degradaci vozovky. Představují také problém bezpečnostní, zejména kvůli působení setrvačných sil, na které vozidlo nebylo dimenzováno (brzdění, průjezd zatáčkou apod.).¹⁴⁴

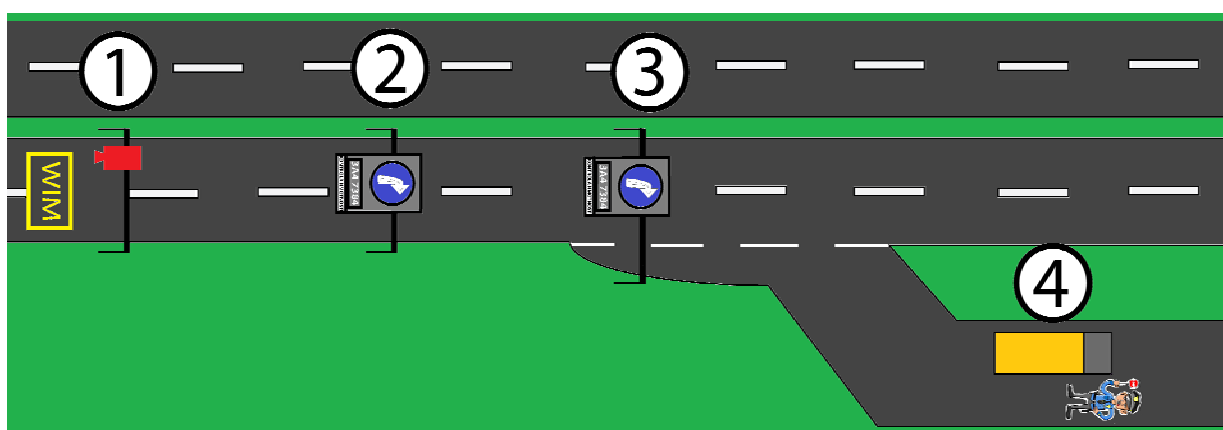
Navrhovaný systém je zobrazen na obrázku 27. Využíval by dohledových mýtných bran, osazených moduly pro klasifikaci vozidel a ANPR kamerou – označeno (1). O cca 1 km dále by byla na místě označeném na portále umístěna proměnná dopravní značka (2) „Kontrola hmotnosti vozidla“ – viz obrázek 26. V případě detekce potenciálně přetíženého vozidla by mu značka přikazovala odbočení vpravo ke kontrolnímu zvážení, společně s příslušnou RZ vozidla detekovanou kamerou ANPR. Příkazová značka by se opakovala ještě jednou (3), po dalším kilometru, bezprostředně před místem odbočení. Na vhodné odstavné ploše označené (4) by kontrolní převážení prováděla hlídka Policie ČR nebo Celní správy. K tomuto by šlo po vhodných úpravách využít stávající parkoviště, nebo také zrušená či nepoužívaná odpočívadla, které se vyskytují zejména na dálnici D1. Vhodné by bylo tento systém umístit také přímo u hranic ČR, aby mohlo být potenciálně přetížené vozidlo zachyceno hned při vstupu na naše území.

¹⁴³ FEIX, K.: Elektronický mýtný systém v ČR (firemní materiál Kapsch). Praha: Kapsch Telematic Services, s.r.o., 2014.

¹⁴⁴ PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, s. 170-177.



Obrázek 26: Proměnná dopravní značka – „Kontrola hmotnosti“



Obrázek 27: Schéma kontrolního stanoviště vážení za jízdy

Vzhledem k postupnému vývoji této technologie lze očekávat, že kontrolní stanoviště budou v budoucnosti fungovat jako tzv. *direct enforcement*, tj. přímý postih bez následujícího kontrolního převážení. Toto ostatně předpokládá i ustanovení § 38a a následujících zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích.

4.7 DALŠÍ MOŽNOSTI ZVYŠOVÁNÍ BEZPEČNOSTI

Kromě předložených návrhů lze mýtný systém využít i za účelem dalších možností sledování dopravního proudu. Stávající infrastruktura disponuje několika možnostmi detekce vozidel, která může být realizována prostřednictvím:

- jednotky OBU
- ANPR kamery
- detektoru dopravního proudu

Tyto technologie mohou být využity pro zvyšování bezpečnosti dopravního provozu na základě automatické detekce nejrozličnějších dopravních přestupků.

Jednu z možností představuje například úsekové či okamžité **měření rychlosti**. Okamžité měření by mohlo být realizováno pomocí stávajících detektorů dopravního proudu. Tyto detektory jsou využívány primárně pro hodnocení intenzity dopravy; využívají mikrovlnnou a infračervenou technologii a jsou založeny na principu dvou paprsků směřujících dolů k vozovce.¹⁴⁵ Na základě známé vzdálenosti mezi nimi lze určit délku a rychlost projíždějícího vozidla. Případný postih řidičů by pak mohl být proveden na základě fotografie z ANPR kamery, byla-li by na daném místě instalována.

Další možností je klasické úsekové měření, které je využíváno kupříkladu na mnoha místech hlavního města. Jedná se o dvě ANPR kamery umístěné ve známé vzdálenosti od sebe. Na základě času, za který vozidlo s příslušnou RZ daný úsek projede, lze velmi jednoduše spočítat jeho průměrnou rychlost. V dálniční síti jsou v současné době ANPR kamery instalovány pouze na dohledových branách; pro potřeby tohoto řešení by bylo třeba tyto kamery instalovat i na další brány, aby úseky mezi nimi nebyly příliš velké. Vzhledem ke konstrukci českých mýtných bran je však toto realizovatelné. Kamery umožňují rozpoznání RZ i při dálničních rychlostech, limitovány jsou pouze nepříznivými meteorologickými podmínkami.

Úsekové měření nákladních vozidel a autobusů lze jednoduše provádět i prostřednictvím jednotky OBU a vzdáleností mezi kterýmikoliv branami na dané trase. Jedná se opět o úsekové měření, jehož princip byl popsán výše. Předložené řešení je sice nejjednodušší a

¹⁴⁵ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

nevyžaduje instalaci dalších technologií, je však omezeno pouze na jmenované kategorie vozidel.

Vzhledem ke zkušenostem s častým překračováním maximální povolené rychlosti jak u nákladních vozidel, tak i u autobusů, by stálo za zvážení zavedení pilotního provozu úsekového měření prostřednictvím OBU. K tomuto by však byla potřebná příslušná změna legislativy, která v současné době povoluje měření rychlosti pouze Policii České republiky a obecní policii.¹⁴⁶

Pokud by mělo být úsekové či místní měření realizováno, lze doporučit, aby se zaměřilo především na vysoce rizikové chování, tj. na výrazné překračování maximální povolené rychlosti a nepřizpůsobení rychlosti jízdy za nebezpečných povětrnostních podmínek.

Kontrola dodržování bezpečných odstupů by mohla být prováděna prostřednictvím detektorů dopravního proudu a ANPR kamery. Detektory měří časový odstup mezi následujícími vozidly v dopravním proudu. Jako bezpečný odstup je obecně udáván časový interval 2 s, což při jízdě rychlostí 80 km.h⁻¹ odpovídá vzdálenosti 44 m, při rychlosti 130 km.h⁻¹ pak vzdálenosti 72 m. Vzhledem k vlastním zkušenostem autora z dopravního provozu si lze představit množství dokumentovaných dopravních přestupků, při kterých je doporučená vzdálenost zkracována i několikanásobně.

Konečně by stálo za úvahu rozšířit stávající systém **detekce jízdy v protisměru** na všechny dálnice v České republice, kromě již pokrytých úseků D1, D2 a D5. To by vyžadovalo vybavit i zbývající úseky příslušnými detektory dopravního proudu; ty by mohly být navíc použity ke sledování intenzity provozu. Princip této technologie je poměrně jednoduchý – detektory vysílají dva paprsky A a B; v případě, že vozidlo postupně protne oba paprsky v nesprávném pořadí, je vyhlášen potenciální poplach. Situace je verifikována operátorem (např. prostřednictvím kamerového systému) a pokud se incident potvrdí, je odeslána varovná zpráva „Vozidlo v protisměru – zpomal!“ na panely ZPI.¹⁴⁷

¹⁴⁶ Zákon č. 361/2000 Sb., o silničním provozu, § 79a.

¹⁴⁷ Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8 (ústní sdělení) [cit. 2014-03-31].

5 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

Předložené návrhy na úpravu a další využití stávajícího mýtného systému v České republice sledovaly dva cíle. Prvním byla úprava parametrů současného systému tak, aby zajišťoval do budoucna stabilní příjem do rozpočtu SFDI, druhým cílem bylo další rozšíření rozsahu nadstavbových telematických služeb poskytovaných mýtným systémem. Při návrhu jednotlivých opatření vycházel autor ze stávajícího mikrovlnného systému a pouze z možností, který tento systém poskytuje. V případě diskutovaného rozšíření, např. prostřednictvím hybridního systému, by se řešená problematika výrazným způsobem změnila; je však třeba v tomto případě brát v potaz také náklady na takovýto systém.

Úvodem je diskutován současný propad ve výběru mýtného, definovány jeho příčiny a navržena příslušná opatření k nápravě. Autor se snaží respektovat stávající evropskou legislativu a pohybovat se v jejím rámci; navržená opatření proto částečně vycházejí z rakouského modelu, reflektují tamní rozdělení kategorií vozidel dle emisních tříd i výši mýtného. Podpůrným argumentem pro zvýšení sazeb je také současný špatný stav dopravní infrastruktury v České republice a nutnost investičních prostředků pro další výstavbu.

Pro potřeby mýtného systému je navržen alternativní způsob rozdělení vozidel podle emisní třídy do nových kategorií, a také plošné zvýšení sazeb mýtného při zachování stávajícího poměru sazeb 100 % : 150 % : 200 % v jednotlivých kategoriích. Dopady tohoto opatření jsou kalkulovány pro prioritní skupinu těžkých nákladních vozidel, se zohledněním jejího 88%-ního podílu na vybraném mýtném. Celkový roční výnos z mýtného je na základě navrhovaných změn odhadován na 12 mld. Kč, tedy asi o 3,5 mld. Kč více, oproti současnému stavu.

Následně jsou v práci diskutovány alternativní koncepce zpoplatnění, je porovnávána zejména možnost rozšíření elektronického mýtného na silnice nižších tříd prostřednictvím hybridního systému a možnost zachování současné koncepce zpoplatňující především páteřní dálniční síť. Na základě analýzy výnosnosti jednotlivých úseků je pak navrženo zachování stávajícího modelu s rozšířením mikrovlnného systému na ty úseky, kde lze vzhledem k intenzitě dopravy počítat s pozitivní bilancí výběru mýtného oproti vynaloženým nákladům. Jako alternativa k satelitnímu zpoplatnění je pak navržena možnost regionálního elektronického mýtného – přesněji řečeno časového poplatku – pro dálkovou dopravu, pokud je tato vzhledem k umístění překladišť nucena využívat nezpoptatněné úseky silnic nižších tříd. Pro

lokální nákladní dopravu je navrhováno zachování stávajícího modelu zpoplatnění, založeného na kombinaci platby silniční daně a mýtného v páteřní síti.

Pro dálkovou dopravu jsou dle předloženého návrhu vymezeny tranzitní koridory, které jsou označeny příslušnými dopravními značkami. Vjezd na ostatní silnice je – vyjma oprávněných případů – zakázán a postihován systémem statického i mobilního enforcementu. Navrhované rozšíření stávající dopravní sítě, na níž je vybíráno mýtné, je realizováno prostřednictvím stávající mýtné infrastruktury; opustí-li příslušné vozidlo dálnici a po ujetí řádově desítek kilometrů na ni opět najede, je mu vyměřeno mýtné odpovídající délce příslušného úseku, jeho pohyb je sledován pouze prostřednictvím stávajících mýtnic na dálnici. Konkrétní návrhy tohoto opatření jsou rozpracovány pro silnice I/3 u Benešova, I/35 mezi Hradcem Králové a Mohelnicí; toto řešení je rovněž navrhováno pro zpoplatnění úseků mezi státní hranicí a vnitrozemskou dálniční sítí, a to na příkladu hraničního přechodu Harrachov a R10.

Výnosy ze tří řešených úseků jsou – za předpokladu navýšení sazeb mýtného a stávající intenzity dopravy – odhadovány na 1,8 mld. Kč. Vytipovány jsou i další úseky, kde by bylo možno tento návrh realizovat, konkrétně lze uvést potenciálně výnosný úsek mezi Starým Hrozenkovem a dálnicí D1 po silnici I/50.

Za cenu relativně malých investic do úpravy softwaru, dopravního značení, enforcementu a několika mýtných bran by navrhované řešení mohlo přinést řádově až miliardové zisky, a to přesto, že by navrhovaný systém nedosahoval stávající úspěšnosti ve výběru mýtného přes 99 %. I tak by se stavba jednotlivých mýtných portálů, např. na státních hranicích vyplatila. Účinnost takového řešení je však podmíněna legislativními úpravami, které by zakázaly vjezd dálkové nákladní dopravy mimo vymezené koridory. Tento návrh lze také využít jako dočasné řešení tam, kde v současnosti probíhá výstavba souběžné dálnice nebo rychlostní silnice, a získané prostředky by tak bylo možno využít pro financování uvedených staveb.

Na základě získaných výnosů z rozšíření zpoplatněné sítě a z navrhovaných úprav sazeb by bylo možné na mýtném ročně vybrat až o 5,3 mld. Kč více; jako kompenzace pro domácí dopravce by pak bylo možné uvažovat o snížení, popřípadě i o zrušení silniční daně, pokud by navrhované opatření bylo alespoň fiskálně neutrální. Takové řešení by pak bylo spravedlivější, vzhledem k větší úměrnosti mezi platbou mýtného a ujetou vzdáleností.

Při posuzování možností rozšíření dopravní telematiky na bázi současného mýtného systému je vycházeno ze současného stavu; řada projektů má správný cíl, jedná se však často pouze o projekty pilotní či lokální. Účelem nadstavbové telematiky je především zvýšit kvalitu a bezpečnost dopravy na základě sledování a vyhodnocování parametrů dopravního proudu prostřednictvím současné mýtné infrastruktury.

Jedním z předkládaných návrhů je rozšíření pilotního provozu vážení za jízdy (WIM) na více kontrolních stanovištích v rámci dálniční sítě. Jedná se sice o projekt poměrně nákladný, který vyžaduje stavební zásahy do vozovky, přesto se však takováto investice vrací v řádu měsíců. V kombinaci se zákazem objíždění hlavních tahů by se jednalo o efektivní opatření, jak odhalovat a pokutovat přetížená vozidla. Následné snižování výnosu ze sankcí by bylo kompenzováno úsporami na škodách na infrastruktuře, způsobených přetíženými vozidly, navíc by navrhované opatření výrazně přispělo ke zvýšení bezpečnosti dopravy.

Na modelovém příkladu byl předložen návrh, jak takovéto opatření realizovat. Po dynamickém zvážení na příslušně vybavené mýtné bráně by bylo potenciálně přetížené vozidlo prostřednictvím proměnného dopravního značení automaticky odkloněno na kontrolní stanoviště, kde by bylo staticky převáženo prostřednictvím příslušného správního orgánu. Současná legislativa navíc reflektuje rozvoj příslušné technologie a v budoucnosti může takové řešení sloužit jako *direct enforcement*, tj. přímé udělení sankce bez kontrolního převážení.

Liniové řízení provozu je další aplikací, která může využívat data z mýtného systému. Ten je na vybraných úsecích vybaven detektory dopravního proudu, které registrují všechna vozidla, tj. nikoli jen ta, která jsou vybavena palubní jednotkou OBU. Liniové řízení prostřednictvím proměnných dopravních značek stabilizuje dopravní proud a zamezuje tak potenciálnímu vzniku dopravních šokových vln. V současnosti je touto technologií pokryt především jižní část dálničního obchvatu Prahy – R1 a malá přiléhající část D1.

Na základě stávajících i předpokládaných intenzit dopravy jsou vybrány dva úseky, kde by liniové řízení mělo být realizováno. Jedná se především o oblasti přiléhající k velkým aglomeracím, konkrétně je navrhováno jeho rozšíření na D1 v okolí Brna a také pokrytí celého úseku D1 od Mirošovic do Prahy. V případě části přiléhající ku Praze se jedná o úsek, kde je predikována intenzita dopravy až 100 000 vozidel za den. Liniové řízení provozu by proto pro celý tento úsek bylo velmi účelné. Vždy je lepší, pohybuje-li se dopravní proud sníženou konstantní rychlostí, než když dochází k šíření šokových vln s vysokým rizikem dopravních nehod.

Hodnoceny jsou také další možnosti rozšíření telematických aplikací v rámci dálniční sítě: konkrétně například možnost pokrytí výrazně většího množství dálničních úseků kamerovým dohledovým systémem, využívajícím stávající infrastrukturu mýtných bran. Při osazení všech portálů dohledovými kamerami by bylo možno pokrýt cca 20 % celé dálniční sítě. Na základě vývoje příslušných technologií je také uvažována možnost automatického monitoringu nebezpečného a agresivního chování řidičů.

Odhalování dopravních přestupků je věnována i závěrečná podkapitola, věnující se možnosti využití mýtného systému pro zvyšování bezpečnosti provozu. Jmenovitě jsou zmíněny možnosti úsekového nebo okamžitého měření rychlosti, sledování dodržování bezpečných odstupů při jízdě a návrh rozšíření stávajícího úspěšného systému detekce jízdy v protisměru na všechny úseky dálnic.

Jmenovaný výčet není vyčerpávající – stávající systém lze využít například i ke sledování pohybu nebezpečných nákladů v dopravní síti; data generovaná mýtným systémem jsou již v současnosti využívána ke sledování dopravního proudu, a to i ve spojení s probíhající rekonstrukcí dálnice D1. Po úpravě legislativy by bylo možno některá data zpřístupnit dopravcům za účelem sledování pohybu vozidel, kamerový systém lze využít také k vyhledávání odcizených vozidel.

V současnosti se navíc diskutuje možnost využití stávající technologie pro zpoplatnění vozidel do 3,5 t. Systém by umožňoval jak zpoplatnění na bázi stávajícího modelu, tj. formou časových poplatků za užívání, tak i formou výkonového mýtného v závislosti na ujeté vzdálenosti. Tento způsob by mohl být výhodnější pro občasné uživatele, kteří využívají dálnice pouze několikrát do roka. Současná mikrovlnná technologie by sice vyžadovala pořízení jednotky OBU do každého automobilu, mohla by však být flexibilnější, např. v délce platnosti časových kuponů, popřípadě by mohla být umožněna i jejich přenosnost. Také kontrola plateb by byla výrazně usnadněna automatizovaným systémem enforcementu.

Autorovou snahou bylo přispět svými návrhy k větší efektivnosti výběru mýtného, jakož i ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, k čemuž by mohla přispět realizace i jen části v této práci předložených návrhů.

ZÁVĚR

Elektronický výběr mýtného představuje moderní a spravedlivější formu zpoplatnění silniční dopravní cesty, na rozdíl například od klasické daňové zátěže. Ačkoli se jedná o technologicky poměrně složitý systém, vracejí se investice do něj maximálně v řádu let. I když manuální výběr mýtného – odpovídající minulému století – je v řadě zemí stále provozován, lze očekávat, že s rozvojem informačních technologií, interoperability a služby EETS se elektronické mýtné stane běžnou součástí dopravního procesu, obdobně jako roaming v mobilní komunikaci.

Z hlediska výběru příslušné technologie EFC je pak podstatné, zda budou jednotlivé státy akcentovat složku fiskální – tj. výběr na výdělečných úsecích, nebo složku regulační – tedy celoplošné zpoplatnění silniční nákladní dopravy. Za účelem žádoucího přesunu na vhodnější mód dopravy – zejména dopravu železniční, musí být však k tomu připravena nejen příslušná infrastruktura, ale i motivování sami dopravci.

V této závěrečné práci jsou nejprve předloženy aktuální poznatky o technologii dopravní telematiky a mýtných systémů, přičemž jsou navzájem porovnávány a hodnoceny z hlediska jejich vhodnosti pro konkrétní případy. Pozornost je věnována legislativnímu zajištění celého procesu, jednotlivým technickým řešením a také otázce interoperability, tedy možnosti využití domácí palubní jednotky OBU na celé silniční síti v rámci EU. Akcentována je rovněž nadstavbová telematika, která představuje služby poskytované systémem elektronického zpoplatnění, které přispívají k vyšší kvalitě a bezpečnosti silniční dopravy.

Uvedené technologické poznatky pak byly aplikovány na jednotlivé návrhy, které měly za cíl vylepšit stávající mýtný systém v České republice. Nejprve byl zhodnocen současný stav problematiky elektronického mýta a byly předloženy alternativy jeho dalšího rozvoje. Následně byla navržena úprava mýtných sazeb, vycházející ze současné stagnace výběru mýta, s návrhem kompenzace pro domácí dopravce formou možného zrušení silniční daně. Při hodnocení možností dalšího rozšiřování mýtného systému byly posuzovány především aspekty ekonomické, přičemž se vycházelo z výnosnosti jednotlivých úseků. Navrženo bylo zachování stávajícího rozsahu zpoplatněné sítě a zahrnutí konkrétních, zatím nezpoplatněných úseků silnic I/3, I/35 a I/10, za cenu minimálních investic.

Návrhy ve vztahu k dopravní telematice sledovaly dva cíle – zvýšení kvality a bezpečnosti dopravy. Mýtný systém poskytuje data o dopravním proudu – dává informace o jeho složení i intenzitě provozu. Navrhováno bylo využití těchto dat k rozšíření liniového řízení provozu na

exponovaných úsecích dálnice D1 u Prahy a Brna. Další technologii, kterou lze s mýtným systémem vhodně provázat, představuje WIM – vážení za jízdy. Představena byla možnost využití dohledového systému elektronického mýta k automatizovanému odhalování přetížených nákladních vozidel. Analyzovány rovněž byly možnosti úsekového měření rychlosti, využití platformy mýtného k rozšíření kamerového dohledu, dodržování bezpečných odstupů a další možné funkce mýtného systému z hlediska bezpečnosti silničního provozu. Na závěr bylo provedeno zhodnocení jednotlivých návrhů, byly uvažovány jejich možné přínosy i nutné investice.

Elektronické mýtné má mnohé perspektivy, jak z hlediska rozvoje systému samotného, tak z hlediska jeho použití k dalším účelům. Je důležité, aby mýtný systém nebyl vnímán pouze jako „stroj na peníze“ – ačkoli k tomuto účelu slouží zatím velice dobře – ale také jako platforma pro zvyšování bezpečnosti a komfortu v dopravě. Autor předložené práce uvítá, pokud její závěry přispějí k diskusím o dalším rozvoji této perspektivní dopravní technologie.

SEZNAM TIŠTĚNÝCH PUBLIKACÍ

ADELI, H. – JIANG, X.: Intelligent Infrastructure. New York: CRC Press, 2009. ISBN 987-1-4200-8563-5

EMMELMANN – BOCHOW – KELLUM: Vehicular Networking. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010. 1. vydání. ISBN 9780470741542

FEIX, K.: Elektronický mýtný systém v ČR (firemní materiál Kapsch). Praha: Kapsch Telematic Services, s.r.o., 2014

OLIVKOVÁ et al.: Dopravní telematika II. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 987-80-248-1932-7

PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: ČVUT, 2005, 1. vydání, ISBN 80-01-003122-5

PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. Praha: ČVUT, 2007, 1. vydání, ISBN 978-80-01-03648-8

PŘIBYL, P. – SVÍTEK, M.: Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN, 2001, 1. vydání, ISBN 80-7300-029-6

PŘIBYL, P. – MACH, R.: Řídicí systémy silniční dopravy. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02811-9

SVOBODA, V. - SVÍTEK, M.: Telematika nad dopravními sítěmi. Praha: ČVUT, 2004, 1. vydání, ISBN 80-01-03087-3

ZAORAL, O. – MLYNÁŘOVÁ, T.: Šest let elektronického mýta v České republice. Praha: Inoxive, 2013

SEZNAM PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

Zákon č. 361/2000 Sb., o silničním provozu

Nařízení vlády č. 354/2011 Sb.

Nařízení vlády ČR č. 352/2012 Sb.

Rozhodnutí Komise 2009/750/EC

Směrnice EU 1999/38/ES

Směrnice EU 2004/52/ES, tzv. Směrnice o interoperabilitě

Směrnice EU 2006/38/ES

Směrnice EU 2011/76/EU, tzv. Směrnice o euroviněťě

Vyhláška Ministerstva dopravy ČR č. 470/2012 Sb.

SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PUBLIKACÍ (ODBORNÉ A VĚDECKÉ PUBLIKACE)

CATLING, I.: Implementation of Electronic Tolling Systems Around the World. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-03-09]

ČERNÝ, K.: Czech Electronic Toll Collection – Next steps. Kapsch Telematic Services, 2009 [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/download/doc/czet_09_5_Czech_electronic_toll_collection_Next_steps.pdf> [cit. 2014-03-01]

EFKON AG: Terrestrial Free Flow Tolling, 2013. [online] dostupné z: <<http://www.efkon.com/en/products-solutions/ITS/terrestrial-free-flow-tolling.php>> [cit. 2014-01-22]

JANOTA, A. - SPALEK, J.: Elektronický výběr mýtného v SR – požadavky a možnosti. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-01-23]

KRAJČÍŘ, D – KŇÁKAL, M.: Liniové řízení ve zkušebním provozu. In: *Eltodo magazín*. Eltodo, 2011, č. 1/2011 [online] dostupné z: <<http://www.eltodo.cz/informacni-servis/magazin-eltodo/magazin-eltodo-1-2011.pdf>> [cit. 2014-04-01]

KOESLING, S.: Heavyweights on tour. In: *Traffic Technology International*. Dorking: UKIP Media & Events Ltd., 2011, č. červen/červenec, s. 54, ISSN 1356-9252 [online] dostupné z: <<http://viewer.zmags.com/publication/956bceea?page=1#/956bceea/4>> [cit. 2014-04-01]

NOUZA, J.: Skúsenosti z implementácie mýtného systému v ČR. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-02-11]

PIARC: ITS Handbook – 2nd Edition. [online] dostupné z: <http://road-network-operations.piarc.org/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=71&lang=en> [cit. 2014-01-15]

PŘIBYL, P.: Řešení interoperability elektronických platebních systémů v Evropě. In: *e-Toll Slovakia '06*. Bratislava: SDT, 2006. [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/tp/etoll/program_cs.html> [cit. 2014-02-15]

SCHINDLER, N.: Trends and Experiences in Satellite-Based Tolling. In: *Český satelitní mýtný den*. Praha: SDT, 2007. [online] dostupné z: <<http://www.telematika.cz/tp/czstday/prednasky.html>> [cit. 2014-03-07]

SCHIERHACKEL, K.: Europe's electronic toll service closer to operational reality In: *ITS International*, 2014. [online] dostupné z: <<http://www.itsinternational.com/sections/comment-interview/interviews/europes-electronic-toll-service-closer-to-operational-reality/>> [cit. 2014-02-15]

SVÍTEK, M.: Telematické služby spojené so systéмом elektronického mýtného. In: *Technologies & Prosperity*. Praha: WIRELESSCOM, 2006, ročník 11, č. e-toll edition, s. 13-14 [online] dostupné z: <http://www.telematika.cz/download/editorials/T%26P_itsbla07_web.pdf> [cit. 2014-01-15]

SVÍTEK, M. - BĚLINOVÁ, Z.: Mýtné systémy. Přednáška na Fakultě dopravní ČVUT, 2010 [online] dostupné z: <<http://www.lss.fd.cvut.cz/vyuka/tss/soubory/5-mytne-systemy.pdf>> [cit. 2014-01-22]

Zaostřeno na elektronické mýtné systémy. In: *Automatizace, ročník 48, č. 9, s. 516-519* [online] dostupné z: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=820>> [cit. 2014-01-05]

SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PUBLIKACÍ (OSTATNÍ PRAMENY)

PROVOZOVATELÉ MÝTNÝCH SYSTÉMŮ

ASFINAG [online] dostupné z: <www.asfinag.at> [cit. 2014-02-10]

E-MÝTO [online] dostupné z: <<http://www.emyto.sk/>> [cit. 2014-02-12]

EasyGo: [online] dostupné z: <<http://www.easygo.com/>> [cit. 2014-03-10]

Go-Maut [online] dostupné z: <<http://www.go-maut.at/>> [cit. 2014-02-12]

HU-GO: Frequently Asked Questions. [online] dostupné z:
<<https://hu-go.hu/media/events/thumbnails/>> [cit. 2014-03-09]

MÝTO CZ [online] <<http://www.myto.cz/>> [cit. 2014-01-15]

Sky Toll [online] <<http://www.skytoll.sk/>> [cit. 2014-02-12]

Toll Collect [online] <<http://www.toll-collect.de/>> [cit. 2014-02-12]

VIA-T [online] dostupné z: <<http://www.viat.es/que-es-via-t/el-telepeaje-via-t>>
[cit. 2014-03-15]

OSTATNÍ PRAMENY

České dálnice: Seznam ZPI z JSDI [online] dostupné z: <<http://www.ceskedalnice.cz/pro-ridice/zpi-seznam>> [cit. 2014-03-20]

Český kosmický portál: ESA udělí certifikát těm, kdo jako první vyzkoušeli navigaci GALILEO [online] dostupné z: <<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/esa-udeli-certifikat-tem-kdo-jako-prvni-vyzkouseli-navigaci-galileo.html>> [cit. 2014-03-01]

Česmad Slovakia: Postup při zabezpečení pevné montáže [online] dostupné z:
<<http://www.cesmad.sk/page.php?kat=282>> [cit. 2014-02-15]

Evropská kosmická agentura: GALILEO: Next steps [online] dostupné z:
<http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/Next_steps/>
[cit. 2014-03-01]

iDnes: Soud potvrdil pirátovi z D1 Lacinovi pět let za vytlačení auta z dálnice [online] dostupné z: <http://zpravy.idnes.cz/pirat-z-d1-znovu-pred-soudem-dpi-/krimi.aspx?c=A110503_102256_krimi_wlk> [cit. 2014-02-18]

JSDI: Sčítání dopravy, stupně provozu a detekce kolon. [online] dostupné z: <<http://www.dopravniinfo.cz/scitani-dopravy-a-detekce-kolon>> [cit. 2014-03-20]

Kapsch TrafficCom: Czech Republic. A succesful toll road network. [online] dostupné z: <http://www.kapsch.net/ktc/downloads/reference/Kapsch-KTC-SS-CZ_Toll_Road_Network?lang=en-US> [cit. 2014-02-10]

Kapsch TrafficCom: Electronic Toll Collection. [online] dostupné z: <http://cbrcrbrasvias.com.br/palestras/arquivos/Pal%2008%20-%20Miguel%20J__uregui.pdf> [cit. 2014-03-01]

Kistler Lineas Quartz Sensor. [online] dostupné z: <http://www.traffic-data-systems.net/fileadmin/anwenderdaten/Dokumente/Kistler/Lineas_Sensor_9195F_UK.pdf> [cit. 2014-04-02]

Schweizerische Eidgenossenschaft: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA – Übersicht, 2013 [online] dostupné z: <http://www.ezv.admin.ch/zollinfo_firmen/04020/04204/04208/04744/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU04212Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDenx3e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--/> [cit. 2014-03-01]

Ministerstvo dopravy ČR: Dokumenty související s mýtem [online] dostupné z: <http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Silnice+dalnice+mosty/mytne/Dokumenty/> [cit. 2014-03-16]

Mýto CZ: Smluvní podmínky Provozovatele systému elektronického mýtného. [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/docs/cz/MYTOCZ_325_smluvni_podminky_cs_2014.pdf> [cit. 2014-02-02]

Mýto CZ: Průvodce elektronickým mýtným, vydání 2014 [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/docs/cz/MYTOCZ_301_e-toll_quide_cz.pdf> [cit. 2014-02-10]

Mapy CZ: <<http://mapy.seznam.cz>> [cit. 2014-03-20]

MýtoCZ: Elektronický mýtný systém. Tisková zpráva z 1. ledna 2014. [online] dostupné z: <http://www.myto.cz/files/files/press/2014/20140101_TZ_MYTO_CZ.pdf> [cit. 2014-01-16]

Pracovní skupina elektronické mýtné: Kolik mýtných jednotek dnes nákladní vozidlo projíždějící napříč Evropou potřebuje? [online] dostupné z: <<http://www.elektronickemytne.cz/kolik-mytnych-jednotek-dnes-nakladni-vozidlo-projizdejici-napric-evropou-potrebuje>> [cit. 2014-03-09]

Regional European Electronic Toll Service: Definition of REETS. [online] dostupné z: <http://www.reets.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=199/> [cit. 2014-03-15]

ŘSD: Pražský okruh [online] dostupné z: <[http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/7077588A58516E03C1257BB300568306/\\$file/RSD_R1_2013.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/7077588A58516E03C1257BB300568306/$file/RSD_R1_2013.pdf)> [cit. 2014-03-20]

ŘSD: Sčítání dopravy 2010. [online] dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/>>
[cit. 2014-03-20]

SFDI: Rozpočet Státního fondu dopravní infrastruktury na rok 2014 [online] dostupné z:
<http://www.sfdi.cz/soubory/obrazky-clanky/dokumenty-2013/2013_rozpocet2014.pdf>
[cit. 2014-03-22]

TRIPON: Mobile Enforcement Equipement. [online] dostupné z:
<<http://www.tripon.ch/de/products/enforcement/mobile-enforcement/>> [cit. 2014-03-11]

JINÉ ZDROJE

Mag. Marta Hnidek, Asfinag Maut Service GbmH. (e-mail) [cit. 2014-04-01]

Mgr. David Šimoník. Kapsch Telematic Services, s.r.o., Ke Štvanici 656, Praha 8
(ústní sdělení) [cit. 2014-03-31]

Ing. Ondřej Zaoral, Ph.D. Inoxive, s.r.o., Mezibranská 1579, Praha 1
(ústní sdělení) [cit. 2014-03-10]

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1: Uzavřený systém
- Obrázek 2: Otevřený systém
- Obrázek 3: Elektronické systémy výběru
- Obrázek 4: Pentagonální koncepce systémů EFC
- Obrázek 5: Palubní jednotka PREMID užívaná v České republice
- Obrázek 6: Mýtná brána na km 13 dálnice D1
- Obrázek 7: Princip činnosti dohledové brány v systému DSRC
- Obrázek 8: Zařízení na mýtné bráně na km 8 dálnice D1
- Obrázek 9: Funkce satelitního systému GNSS/CN
- Obrázek 10: Znázornění hybridního systému EFC
- Obrázek 11: Švýcarský systém LSVA
- Obrázek 12: Telematické aplikace na českých dálnicích
- Obrázek 13: Technologie elektronického zpoplatnění v Evropě
- Obrázek 14: Neinteroperabilita mýtných systémů
- Obrázek 15: Rozsah projektu *EASYGO*
- Obrázek 16: Rozsah elektronického zpoplatnění v ČR
- Obrázek 17: DSRC Gun švýcarského výrobce TRIPON
- Obrázek 18: Návrh dopravního značení pro transitní trasy
- Obrázek 19: Navrhované zpoplatnění úseku silnice I/3
- Obrázek 20: Navrhované zpoplatnění úseku silnice I/35
- Obrázek 21: Zpoplatnění v oblasti Liberecka
- Obrázek 22: Současné rozmístění kamer na dálnicích v ČR
- Obrázek 23: Kategorizace automobilů dle obrazu
- Obrázek 24: Intenzity dopravy v okolí Prahy
- Obrázek 25: Portál liniového řízení s PDZ na km 13 dálnice D1
- Obrázek 26: Proměnná dopravní značka – „Kontrola hmotnosti“
- Obrázek 27: Schéma kontrolního stanoviště vážení za jízdy

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Sazby mýtného pro **VOZIDLO 2** v ČR a v sousedních zemích

Graf 2: Vývoj sazeb mýtného v ČR v letech 2007 až 2013

Graf 3: Podíly na dopravním výkonu dle emisní třídy v rámci zpoplatněné sítě – ČR a Rakousko

Graf 4: Odhad výběru mýtného v případě zvýšená sazby pro kategorii EURO V

Graf 5: Porovnání výnosů z mýtného při stávajícím a navrhovaném rozdělení na základě dat z roku 2012

Graf 6: Plánované příjmy SFDI v roce 2014

Graf 7: Výběr mýtného dle jednotlivých silnic v roce 2012

Graf 8: Výběr mýtného dle jednotlivých silnic v roce 2012

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Současné sazby pro **VOZIDLO 1**

Tabulka 2: Navrhované sazby pro **VOZIDLO 1**