

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Technická fakulta

# **Systemy elektronického mýtného**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Porazil

Autor práce: Milan Zvěřina

PRAHA 2011

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: Technická
Katedra: jakosti a spolehlivosti strojů	Akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Milan Zvěřina**

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Název práce: Systémy elektronického mýtného

Zásady pro vypracování:

### **Cíl práce:**

Cílem práce je popsat systémy elektronického mýtného, pracujících na různých principech v různých zemích světa.

### **Osnova práce:**

1. Úvod
2. Popis systémů elektronického mýtného
3. Porovnání kladů a záporů těchto systémů
4. Závěr

### **Metodika práce:**

V úvodu formou literární rešerše popsat k čemu se systémy elektronického mýtného používají, dále představit různé typy těchto systémů, principy jejich funkcí. V další části porovnat typy těchto systémů a toto vyhodnocení uvést v závěru.

Rozsah práce: 30 - 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] PŘIBYL, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II, ČVUT Praha 2007, ISBN 978-80-01-03648-8.
- [2] SVÍTEK, M. a kol.: Ekonomické, ekologické a bezpečnostní řešení elektronického mýtného, výroční zpráva za rok 2004, grant MD ČR č. 1F44G/092/120, Praha, 2005.
- [3] Elektronické mýtné [online]. Dostupné z:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronické\\_mýtné](http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronické_mýtné)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Porazil

Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2010



*Pošta*

prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

vedoucí katedry

*Klíma*

prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 12.12.2008

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Jiřího Porazila a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Podpis:

## Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiří Porazilovi za pomoc, odborné vedení a rady, kterými mi pomáhal při tvorbě a zpracování této bakalářské práce.

**Abstrakt:** Cílem této bakalářské práce bylo popsání a porovnání jednotlivých systémů elektronického mýtného. Literární rešerše popisuje v úvodu historii mýta, jeho vývoj do dnešní podoby a některé způsoby zpoplatnění komunikací. V kapitole „popis systémů elektronického mýtného“ jsou podrobně rozepsány aktuálně používané systémy, způsob, kterým identifikují vozidlo a následně vyúčtují poplatek provozovateli. Kapitola „porovnání kladů a záporů těchto systémů“ uvádí výhody a nevýhody jednotlivých systémů elektronického mýta. Třetí část práce popisuje způsoby provedení těchto systémů v některých evropských státech včetně tabulek s výší mýtného poplatku.

**Klíčová slova:** elektronické mýtné, palubní jednotka, mýtná brána

**Abstract:** The aim of this Bachelor's work was to describe and compare each system of electronic tolling. Literary research describes in the introduction to the history of the tolls, its development into today's form and some of the ways of charging in communications. In the chapter "description of the systems of electronic toll" detailing the currently used systems, the way in which identifies the vehicle and subsequently be charged a fee by the operators. Chapter "comparison of strengths and negatives of these systems" lists the advantages and disadvantages of each electronic toll systems. The third part of the work describes the ways to implement these systems in some European countries including tables with the amount of the toll fee.

**Key words:** electronic tolls, the on-Board Unit, toll gate

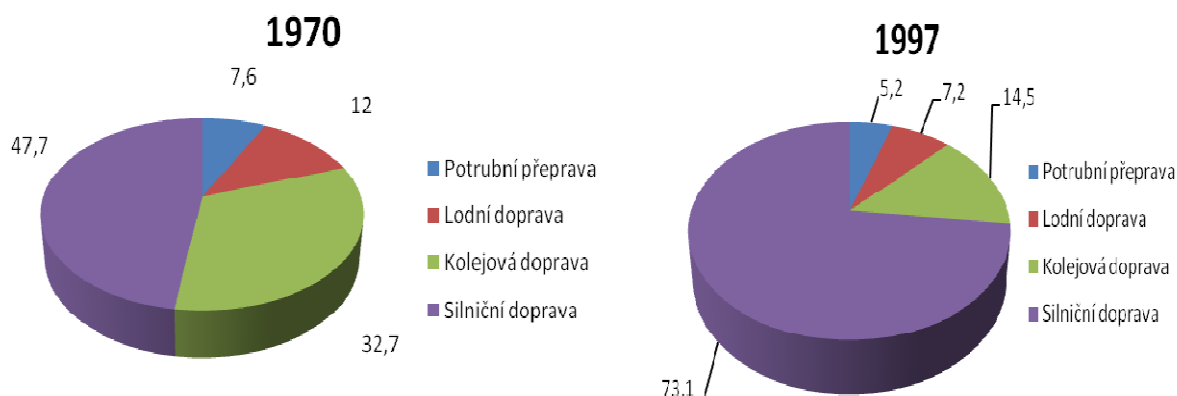
# **Obsah:**

1. Úvod.....	1
1.1 Historie mýta.....	2
1.2 Možné způsoby zpoplatnění užívání komunikací .....	3
1.2.1 Výkonové zpoplatnění .....	4
1.2.2 Zpoplatnění závislé na ujeté vzdálenosti v oblasti .....	5
1.2.3 Zpoplatnění oblastí.....	6
1.2.4 Dálniční známky .....	7
1.2.5 Daň z motorových vozidel .....	7
2 Popis systémů elektronického mýtného .....	8
2.1 Systémy na principu DSRC .....	10
2.1.1 Jednoprúdový systém ETC .....	11
2.1.2 Víceprúdový systém ETC - Multi Lane Free Flow (MLFF).....	11
2.2 Systém LSVA .....	15
2.3 Výběr mýtného pomocí GNSS/CN .....	16
2.4 Systém LPR.....	18
2.5 Dohledový systém.....	19
2.5.1 Mobilní kontrola.....	22
3 Porovnání kladů a záporů těchto systémů .....	23
4 Mýtné v různých státech .....	25
4.1 Česká republika .....	25
4.2 Rakousko.....	28
4.3 Německo .....	30
4.4 Švýcarsko .....	32
4.5 Slovensko .....	33
5 Závěr .....	34
6 Použitá literatura: .....	36
7 Seznam obrázků: .....	38
8 Seznam tabulek: .....	39

# 1. Úvod

Elektronické mýtné patří do skupiny telematických systémů a je primárně určeno ke sledování, vyhodnocování a zpoplatnění provozu na pozemních komunikacích. Podle zákona spadají do výkonového zpoplatnění pozemních komunikací pouze vozidla určitých parametrů. Tyto parametry se mohou v různých státech lišit. Výkonové zpoplatnění vozidla znamená, že řidič platí jen za tolik kilometrů, kolik opravdu automobil po zpoplatněné komunikaci ujede. Na rozdíl od řešení poplatkem pomocí dálniční známky, u kterých se poplatek mění v závislosti na celkové hmotnosti vozu, je tento systém mnohem spravedlivější. [5] Primárním důvodem je zaplatit reinvestice do infrastruktury, do opravy a výstavby komunikací. Dalším důvodem je vytvoření takového tlaku na dopravce, aby přecházeli ze silniční dopravy na kombinovanou dopravu. Upřednostňována je zejména kombinace s železniční dopravou. [6] Podle dokumentů, které zveřejnila Evropská komise, rapidně stoupá množství silniční dopravy nad železniční. Tato změna je zobrazena v grafu na Obr. 1, kde je srovnání roku 1970 a 1997 s ohledem na způsob přepravy. Z obr. 1 je jasně vidět převládající množství silniční dopravy, které se v devadesátých letech dostalo až k ¾ podílu. V roce 1997 došlo ke zmenšení podílu přepravy potrubní, lodní a výrazně i železniční dopravy oproti roku 1970.

Obr. 1 Podíl jednotlivých druhů dopravy





## 1.1 Historie mýta

První záznamy o používání mýtného pocházejí už z Babylonu, kde se před 2700 lety mýtné vybíralo. Platby za používání cest vybírali Arabové i Indové. Germánské kmeny obsadily některé důležité průsmyky v pohoří Alp a ty zpoplatnily. V dnešní době se při průjezdu těmito průsmyky platí za použití „Hochalpenstrassen“. První opravdu kvalitnější cesty zpevněné dlažbou vystavěli až Římané někdy kolem roku 200 př.n.l. Zvláštní způsob mýtného měli v historii Britové. V roce 1555 na příkaz institutu Higways Act museli všichni muži alespoň čtyři dny za rok pracovat na přílehlých komunikacích a používat k práci své nářadí. Pokud občan vlastnil koňský povoz, byl povinen ho k práci využít. Tuto práci dělal výměnou za používání těchto cest. Velmi rozvinutý a promyšlený systém používali v 18. století v částech Anglie a Walesu. V roce 1810 se zde začaly stavět mýtné brány umístěné na sjezdech z hlavních komunikací a nikoli na nich. Tím zajistili rychlejší přepravu zboží. Zajímavé je, že v Německu zrušili mýto již v polovině 19. století. Zjistili totiž, že pokud ponechají na silnicích volnou dopravu, tak státní příjmy budou větší, než kdyby mýtné vybírali. Německo dodnes uplatňuje teorii, že příjmy z výběru mýtných poplatků jsou menší než ekonomický výnos plynoucí z volné dopravy. Pouze v 19. století vyjmuli nákladní automobily ničící povrch vozovky. V českých zemích si atraktivní byznys propojený s platbou silničních poplatků přivlastňoval král spolu s českou šlechtou, ale často ponechal tento obchod měštům. Například město Vysoké Mýto velmi zbohatlo na frekventované spojnici z Moravy do Německa. Koncem 13. století byly dostavěny hlavní zpoplatněné komunikace z Prahy k hraničním země. Chebská, prachatická, domažlická, mostecká, kralupská atd. Moravu protínala „severojižní magistrála“ procházející Brnem. Města byla spojena i bezplatnými cestami pro pěší a osobní dopravu. Vybrané peníze za používání těchto silnic měla města nařízeno používat na udržování jejich stavu a potírání činnosti zlodějů. Poplatky byly postupně redukovány na mosty, a na hranicích větších měst se platil vjezd až do městského centra. Až do roku 1941 byla zpoplatňována tzv. potravní čára, na které se platilo za dovoz potravin přivážených do Prahy. Za průjezd po mostech se v Praze poplatky zrušily až v roce 1928. Po roce 1918 byli silniční spoje ve velice špatném stavu, zato ale zdarma. O výhodách výběru mýtného se vhodnou argumentací zasloužil tým podnikatele Bati. V roce 1938 vyprojektoval dálnici z Chebu až do Velkého Bočkova, který leží v Podkarpatské Rusi. Stavba kompletní dálnice byla vyčíslena na 2 miliardy korun a měla po dva roky zaměstnat 108 000 dělníků. Vláda samozřejmě tak velké výdaje odmítala, a proto

Baťa počítal se soukromým kapitálem. Založí se akciová společnost s kapitálem 100 milionů korun, s možností vypsát půjčku až na 2 miliardy korun. Zúročení téhle částky 4 % za rok převezme stát a výměnou vydělá několikanásobně větší sumu na daních od občanů, kteří jsou na výstavbě dálnice zaměstnáni. Amortizace byla spočítaná na 50 let. Mýtné pro tuto dálnici bylo plánováno na 20 haléřů za 1 kilometr a odhadovaný roční výnos byl plánován na 60 milionů korun. Výsledkem měl být po vzoru německých dálnic pokles spotřeby pohonných hmot u automobilů, pokles opotřebení vozů až o 25 %, z čehož plyne 25 ušetřených haléřů motoristy na kilometr dálnice. Další výhodou by bylo zrychlení samotné dopravy průměrně o 20 km/h. Bohužel stavbu dálnice přerušila druhá světová válka a materiál připravený na její stavbu byl použit k armádním účelům. [4]

V České republice bylo zavedeno elektronické mýtné 1. ledna 2007 novelou Zákona o pozemních komunikacích (13/1997 Sb.), a to na vzdálenosti 970 kilometrech dálnic a rychlostních silnic s pomocí 178 mýtných bran.

## **1.2 Možné způsoby zpoplatnění užívání komunikací**

Poplatky za používání komunikací lze shrnout do dvou skupin. První skupinou jsou pevné poplatky, pod které spadají dálniční známky a silniční daň. Druhou skupinou jsou poplatky, jejichž výše je závislá na ujeté vzdálenosti. Do této skupiny spadá mýto, a to elektronické (EFC- Elektronic Fee Colection) i manuální.

Tab. 1 zobrazuje, jak jsou různé způsoby výběru poplatku schopny reflektovat příčiny, které jsou důvodem k vybírání poplatků za používání komunikací.

*Tab. 1 Způsoby zpoplatnění komunikací*

Refinancování infrastruktury pomocí:	Cena za příčinu			Teritoriální princip
	Frekvence využívání komunikací	Části dne – špičky	Uvážení hmotnosti a emisí	
Dopravní daň	X	X	√	X
Dálniční známka	X	X	√	√
Výkonové zpoplatnění	√	√	√	√

Vysvětlivky: X – reflektuje √ - nereflektuje

Z tabulky zjistíme, že optimálním řešením z uvedených způsobů je výkonové zpoplatnění, neboli mýtné. Na rozdíl od ostatních způsobů zaplatí každý jednotlivý uživatel za skutečné používání komunikace. Výše platby se odvíjí od hmotnosti vozu, množství zplodin, ale i frekvenci používání komunikace a její poškození. Oproti dani mají dálniční známky výhodu v oblasti teritoriální. Tuto výhodu má ale i výkonové zpoplatnění, kde uživatel platí pouze za úseky, kterými skutečně projížděl. Způsob výkonového zpoplatnění umožňuje efektivní placení a současně vytvoření dalších telematických služeb, jako jsou traffic management, knihy jízd, monitoring kradených vozidel nebo měření úsekové rychlosti. [6]

### **1.2.1 Výkonové zpoplatnění**

Při pohybu vozidel po komunikaci dochází k jejímu postupnému opotřebení, znečišťování vzduchu i okolní půdy, a proto je nutné na údržbu komunikací vydávat značné náklady. Výkonové zpoplatnění, které rozděluje vozidla do několika tříd podle jejich zátěže na komunikaci i okolí, je vhodným prostředkem jak část těchto nákladů pokrýt. Ke zpoplatnění vozidla můžeme použít jednu ze dvou metod. První metodou je jednorázové zpoplatnění, které není závislé na čase ani kilometrech (mezi ně patří dálniční známky nebo silniční daň), druhou metodou je použití zpoplatnění závislé na počtu ujetých kilometrů (výkonové zpoplatnění).

Důvodem zavádění mýta je omezit náklady na údržbu a provoz komunikací, nebo někdy také náklady plynoucí z kongescí. Vybírání mýtného se vyplácí především v místech s velkou vytížeností, jako jsou tunely, mosty, dálnice či další frekventované komunikace. Výši mýtného lze vypočítávat i podle jiných parametrů než jen podle výše opotřebené vozovky. [7]

Zpoplatnění použití dopravní infrastruktury má obecně následující dopady:

- ovlivňuje dělbu přepravní práce;
- ovlivňuje volbu trasy a cestovní čas;
- ovlivňuje celkovou úroveň dopravy pomocí výše zpoplatnění;
- přispívá k tomu, že jsou internalizovány externí náklady;
- produkuje výnosy veřejných rozpočtů. [7]

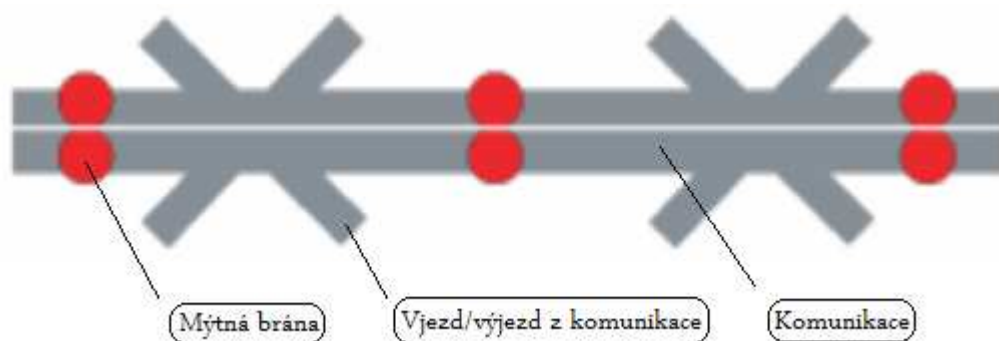
## 1.2.2 Zpoplatnění závislé na ujeté vzdálenosti v oblasti

### 1.2.2.1 Zpoplatnění vybraných komunikací

Do této skupiny patří komunikace nižších tříd i dálnic. Výběh poplatků je prováděn od rozdílných kategorií vozidel. Tento systém můžeme rozdělit na Otevřený a Uzavřený.

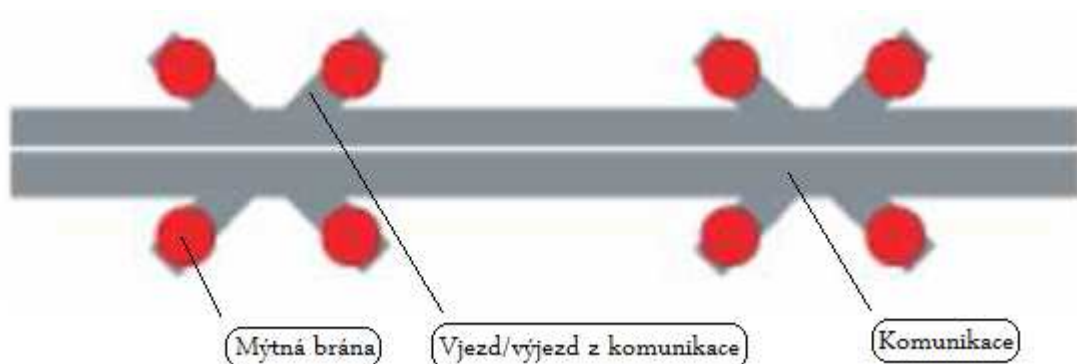
Otevřený systém: v tomto systému jsou dopravní prostředky využívající infrastrukturu identifikovány kvůli vyúčtování (obvykle mezi-křižovatkového) úseku pouze v jednom bodě, který je situován tak, aby jím dopravní prostředek musel určitě projet, a tím zaplatit celý tento úsek. Umístění mýtné brány pro technologii DSRC (Dedicated Short Range Communication), která je popsána v kapitole 2.1, bývá zvoleno s ohledem na snadné napájení a připojení k datové síti. Pro jasnější představu je otevřený systém graficky zobrazen na Obr. 2.

*Obr. 2 Otevřený systém*



Uzavřený systém: v tomto systému musí být na každém vjezdu či výjezdu situovány mýtné brány nebo virtuální platební místa. V uzavřeném systému se platí za opravdu projetou vzdálenost mezi vjezdem a výjezdem. Tento systém je už ze své podstaty náročnější na výstavbu mýtných bran. Země využívající uzavřený systém jsou např. Itálie a Francie. Pro jasnější představu je uzavřený systém graficky zobrazen na Obr. 3.

*Obr. 3 Uzavřený systém*



### **1.2.2.2 Zpoplatnění konkrétních úseků**

Tento systém je využíván pro zpoplatnění určitého konkrétního úseku na komunikaci. Typicky je využíván pro zpoplatnění průjezdu tunelem či poplatkem za přejetí mostu. Dalším využitím může být zpoplatnění při vjezdu či výjezdu, například na novou silniční komunikaci.

### **1.2.2.3 Zpoplatnění všech komunikací na určitém území**

U vybraných kategorií vozidel je zpoplatněn každý kilometr jejich jízdy bez závislosti na třídě komunikace. Zde popsaný systém je systémem celoplošným, ve kterém je vozidlo zaznamenáno při vjezdu, a následně jsou mu v pravidelných intervalech odečítány projeté vzdálenosti. Ke správnému fungování tohoto systému je nutné použít vhodnou technologii. Například ve Švýcarsku, kde je tato technologie využívána, je jím satelitní určování polohy. [1]

## **1.2.3 Zpoplatnění oblastí**

### **1.2.3.1 Kordónové zpoplatnění:**

Kordónové zpoplatnění znamená, že vozidla platí poplatek při každém překročení hranice zpoplatněného území. Nejčastějším důvodem zřízení tohoto typu zpoplatnění je snaha o omezení dopravy v tomto území a snaha o odklonění dopravy kolem zpoplatněného území. Složitějším, ale podobným systémem je tzv. multi-kordonové zpoplatnění. Zde je rozdíl v přidání jednoho či více kordónů. Tento typ systému je flexibilnější a lépe schopný reflektovat cíl řízení poptávky. Jeho výstavba a provoz mají však nevýhodu ve větší finanční náročnosti. Kordónové zpoplatnění provozuje například město Oslo.

### **1.2.3.2 Zpoplatnění vstupu do oblasti:**

Tento systém zpoplatnění vjezdu do oblasti patří do skupiny kordónového zpoplatnění. Je zvláštní tím, že po zaplacení vstupu do oblasti je vstup předplacen na celý den. Tímto je dosaženo menší efektivity řízení poptávky než u kordónového systému. Tento systém provozuje například Londýn. Funguje tak, že při vjezdu do města je vozidlo zpoplatněno a během celého dne již může opakovaně do města. [1]

### **1.2.4 Dálniční známky**

Jedná se o kupóny vylepované na čelní sklo automobilu. V některých zemích jsou dálniční známky jediným zpoplatněním komunikační sítě. Mohou být zpoplatněna buď všechna vozidla, nebo pouze některé kategorie vozidel. Známky jsou roční, měsíční, desetidenní nebo týdenní. Takovéto zpoplatnění je např. v Rakousku, Švýcarsku a v České republice doplňkem elektronického mýtného určené pro osobní automobily. Podobně jako platba za mýtné i jejich koupě má za účel zaplacení opotřebení komunikace. Výhodou je jednoduchost a fakt, že není třeba žádných dalších zařízení či systémů.

### **1.2.5 Daň z motorových vozidel**

Jednou z možností zpoplatnění dopravy je použití daně z motorových vozidel (silniční daň). Tato daň je placena ve státě, kde je vůz zaregistrován. Každý stát také určuje povinnosti a podmínky, které z ní plynou. Na příkladu ČR můžeme uvést, že předmětem této daně jsou všechna motorová vozidla, která jsou používána k podnikání, a to i když jsou vlastněna soukromými osobami. Poplatníkem i plátcem této daně je provozovatel vozidla, který je zapsán v jeho technickém průkazu.

Toto zpoplatnění má výhodu v minimálních nákladech a zohlednění typu a vlastností vozidla. Velkou nevýhodou ovšem je, že není možné zohlednit celkové náklady na provoz vycházející z ujeté vzdálenosti a tím i nerovné podmínky pro dopravce. Problémem je i mezinárodní doprava, kdy je daň placena pouze ve státu, kde je vozidlo registrováno.

## **2 Popis systémů elektronického mýtného**

Systém EFC je nutné popisovat pomocí pravidel pro tvorbu architektury systému (funkční, fyzické, organizační, komunikační), které popisuje evropská rámcová architektura. Schéma na obrázku Obr. 4 vyobrazuje organizační uspořádání systému EFC podle „pentagonální“ koncepce. Toto schéma je spíše schématem informačním a koncepčním, nikoli technickým a na jeho základě fungují všechny systémy EFC.

Finanční operátor: Prodává a distribuuje platební karty. Pokud se karty neužívají, zasílá pohledávky (faktury) či vybírá předplatné za tyto služby.

Operátor výběru: provádí a spravuje transakce i pro několik provozovatelů služeb. Může provádět také vzájemné operace mezi několika provozovateli.

Vydavatel: Zodpovídá za správnou funkci jednotek OBU ve vozidle, za uživatelské terminály a za vydávání karet. Zisk z emise zúčtovává přes finančního operátora.

Uživatel: Osoba, která využívá placenou službu. Je (případně) vybaven platební kartou a zařízením ve vozidle.

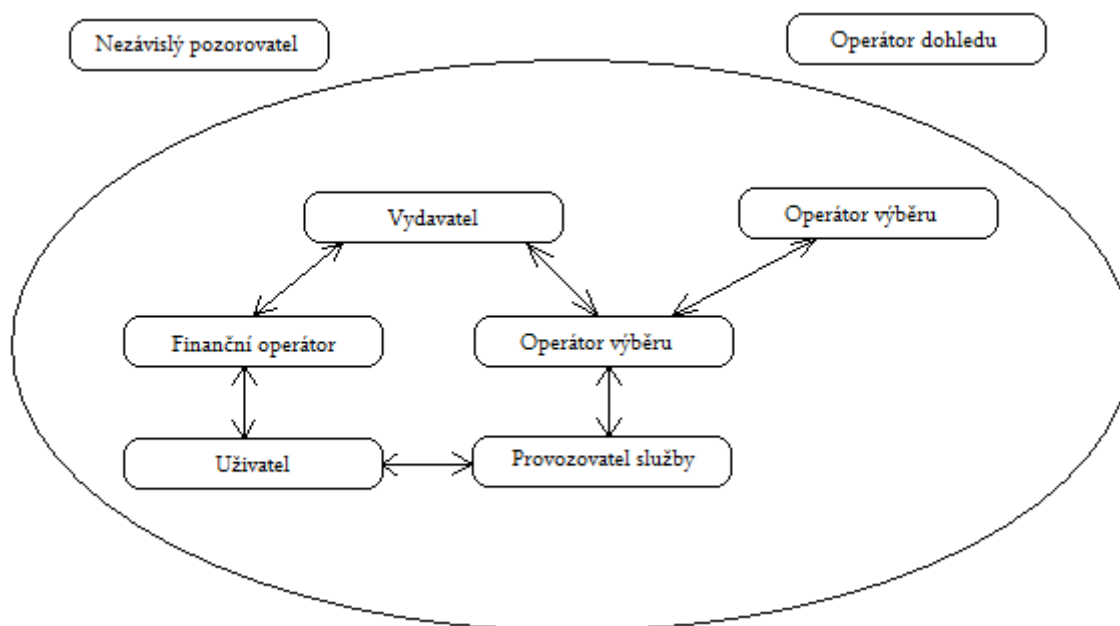
Provozovatel služby: Společnost nabízející placenou službu. Může se jednat o společnost, která komunikace vlastní, opravuje a udržuje.

Kromě toho jsou zde dvě další nezávislé instituce:

Nezávislý pozorovatel: Sleduje správnou činnost a bezpečnost systému EFC. Dále je zodpovědný za legislativní a právní stránku transakcí a licenční řízení. Nezávislého pozorovatele v mnoha zemích představuje státní správa (Ministerstvo dopravy, Ministerstvo financí či vládou pověřenou další organizací).

Operátor dohledu: Je zodpovědný za hledání a postihování osob, které zneužívají informaci o pohybu řidičů či jiné důvěrné informace.

Obr. 4 Pentagonální koncepce EFC



V podstatě můžeme mýtné rozdělit na manuální a automatické – viz Tab. 2. Manuální mýto vybíráme pomocí přímé platby hotovými penězi, kartou či po zastavení vozidla. V mýtné stanici je zaznamenána jeho registrační značka a vozidlo je propuštěno, pokud má předplacenou zálohu. Pokud nemá, tak jeho majiteli přijde dodatečně účet.

Elektronický výběr mýtného předpokládá, že je vozidlo vybaveno palubní jednotkou a prakticky bez zastavení projede mýtnicí, která je v případě satelitního systému virtuální, nebo je fyzicky umístěná na komunikaci. Dále se ještě rozlišuje unitární systém, kdy je každé vozidlo povinně vybaveno OBU a duální systém, kde má řidič možnost zaplatit si cestu i jiným způsobem, například prostřednictvím internetu.

Tab. 2 Principiální rozdělení systémů mýtného

Elektronický výběr mýtného	Manuální výběr mýtného
Automatický výběr mýtného (OBU)	Cash, karty (bez OBU)
Unitární/duální systém	
Dohledový systém	Dohledový systém



V obou případech je velmi podstatnou součástí dohledový systém, který zaznamenává vozidla v daném místě, případně je kategorizuje dle povinností platit či neplatit mýtné a předává dál záznam o vozidle k případnému výběru pokuty.

Důležitou součástí pentagonální koncepce EFC je definice rozhraní mezi popsányými položkami systému EFC. Přitom se nejedná pouze o technická ale i o organizační rozhraní. Standardizovaná rozhraní mezi jednotlivými entitami vedou k interoperabilitě systémů EFC v rámci Evropy a otvírají rovné možnosti pro výrobce komponent EFC systémů. [1]

V současnosti se k elektronickému výběru mýtného (ETC) používají tři hlavní technologie: Dedicated Short Range Communication (DSRC), Vehicle Positioning Systems (VPS) kombinující satelitní technologii (GNSS) s mobilními komunikačními sítěmi (GSM/GPRS) a technologie Licence Plate Recognition (LPR) na bázi videozáznamu registračních značek. [8]

## **2.1 Systémy na principu DSRC**

Systémy na principu přenosu informací mezi vozidlem a centrálou pomocí mikrovlnného signálu a s nutností výstavby mýtných bran na všech zpoplatněných komunikacích. Jednoprůdný systém ETC je popsán v části 2.1.1, víceprůdný systém MLFF je popsán v části 2.1.2. a systém LSVA v části 2.1.3.

*Tab. 3 Základní parametry systému DSRC*

Základní parametry systému DSRC využívajícího mikrovlnný přenos dat	
Polarizace antény	Kruhová, levotočivá
Směrovost antény	11dBi <sup>1</sup>
Kmitočtový rozsah (čtyři kanály 2,5 MHz)	5,795 až 5,815 MHz
Vyřazovací výkon	<33dBm EIPR <sup>2</sup>
Citlivost přijímače	-106 dBm ( BER <sup>3</sup> < 10 <sup>-6</sup> )
Datová rychlost (zařízení – OBU )	500 kb/s
Datová rychlost ( OBU – zařízení )	500 kb/s

### **2.1.1 Jednoprúdý systém ETC**

Jednoprúdové systémy ETC jsou využívány nejvíce tam, kde již existuje síť mýtnic, kde se poplatky vybíraly manuálně. Protože jsou schopné pokrýt signálem pouze jeden pruh komunikace, dají se poměrně snadno instalovat na tyto mýtnice. Jednoprúdové systémy ETC využívají palubní jednotku umístěnou v každém vozidle (OBU). Tato jednotka umožňuje plynulé a nepřerušované projetí mýtnou stanicí či speciálním jízdním pruhem bez zastavení. Z toho plyne hlavní výhoda oproti manuálnímu vybírání mýta, kterou je vysoké zvýšení propustnosti komunikace a omezování dopravních kolon a s tím související snížení emisí. V každém jízdním pruhu jsou instalovány přijímače/vysílače Dedicated Short Range Communication (DSRC) pracující v pásmu 5,8 GHz, které jsou schopny komunikace s OBU jednotkou uvnitř vozidla. Jakmile DSRC zachytí přítomnost OBU jednotky, načte identitu jednotky a další informace. V jízdním pruhu je další elektronické zařízení, např. kamera se speciálním softwarem určená k detekci nebo zjištění dalších informací o vozidle, které si zvolí zákazník. Tento systém může kombinovat elektronický systém výběru mýtného a systém manuální. Proti vyhýbání se poplatkům lze instalovat do jednotlivých pruhů závory či videokamery. [8]

### **2.1.2 Víceprúdý systém ETC - Multi Lane Free Flow (MLFF)**

Systémy elektronického výběru mýtného (ETC) za plynulé průjezdnosti vozidla všemi pruhy bez zastavení a v plném provozu (MLFF) na rozdíl od jednoprúdového systému nijak neovlivňují pohyb na komunikaci. Není potřeba zastavovat, vybudovat mýtné stanice, projíždět speciálním jízdním pruhem. Je schopen registrovat i více vozidel nacházejících se najednou pod mýtnou branou. Příjem a vyhodnocení dat pro uskutečnění placení mýtného funguje na elektronickém principu a je plně automatické. Výhodou systémů MLFF je hlavně velmi plynulý chod dopravy, zajištění maximální průchodnosti dálnic, úplné omezení dopravních kongescí a z toho vycházející snížení emisí. [8]

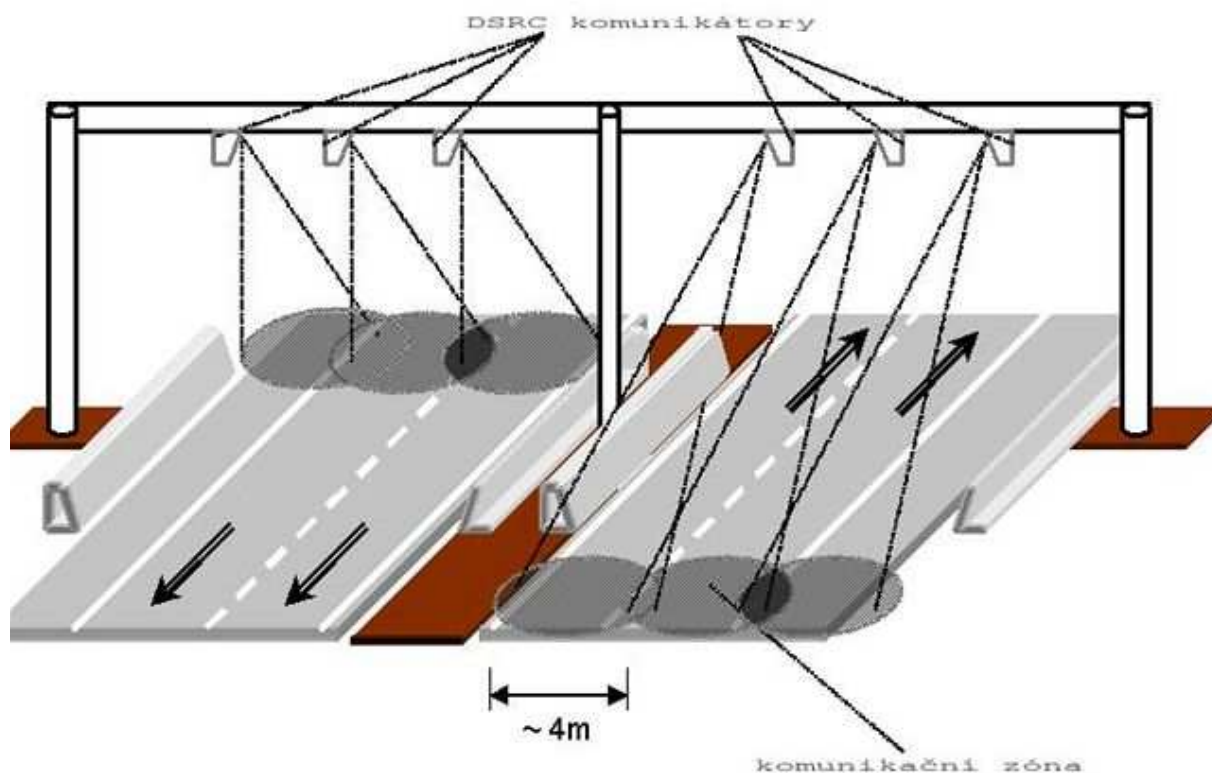
Systém je určen pro pozemní dopravu. Jeho základní součástí jsou mýtné brány umístěné po celé délce zpoplatněných komunikací. Nejvýhodnější je mýtné brány stavět na výjezdy či sjezdy z komunikací. Z tohoto důvodu se tento systém velmi hodí na komunikace stavěné již s úmyslem použití tohoto systému, kde si nájezdy či výjezdy můžeme tomuto systému přizpůsobit. Mýtný portál je zobrazen na Obr. 5, je umístěn přes celou komunikaci a obsahuje několik elektronických zařízení.

*Obr. 5 Mýtný portál systému MLFF*



Jsou to mikrovlnné přístroje DSRC schopné vysílat i přijímat data, a tím komunikovat s OBU jednotkou pracující v pásmu 5,8 GHz pro Evropu a 5,9 GHz pro USA. Tato frekvence je zvolena především k eliminaci nežádoucího rušení signálu od jiných elektronických přístrojů, jako je mobilní telefon či přenosný počítač. Jejich úkol je předat signál o průjezdu palubní jednotce, a tím odečíst poplatek za použití komunikace nebo zaznamenat průjezd do paměti OBU pro pozdější vyúčtování. Každý silniční pruh má svůj vysílač pro pokrytí celé šířky vozovky. Toto pokrytí zobrazuje Obr. 6, pokryty jsou i odstavné pruhy a překrytím signálů je zabezpečena správná funkce při přejíždění z pruhu do pruhu. V některých vyspělých státech jako je např. Japonsko, se k přenosu signálu používá IR signál, který má oproti mikrovlnné technologii výhody v levnějším vysílači, vyšším datovém toku (10Mbit/s oproti 500Kbit/s) a lepší propustnosti signálu přes metalizované čelní sklo. Na druhou stranu nekompatibilita s jinými systémy zabraňuje masivnějšímu rozšíření v Evropě. [2]

Obr. 6 Komunikátory DSRC



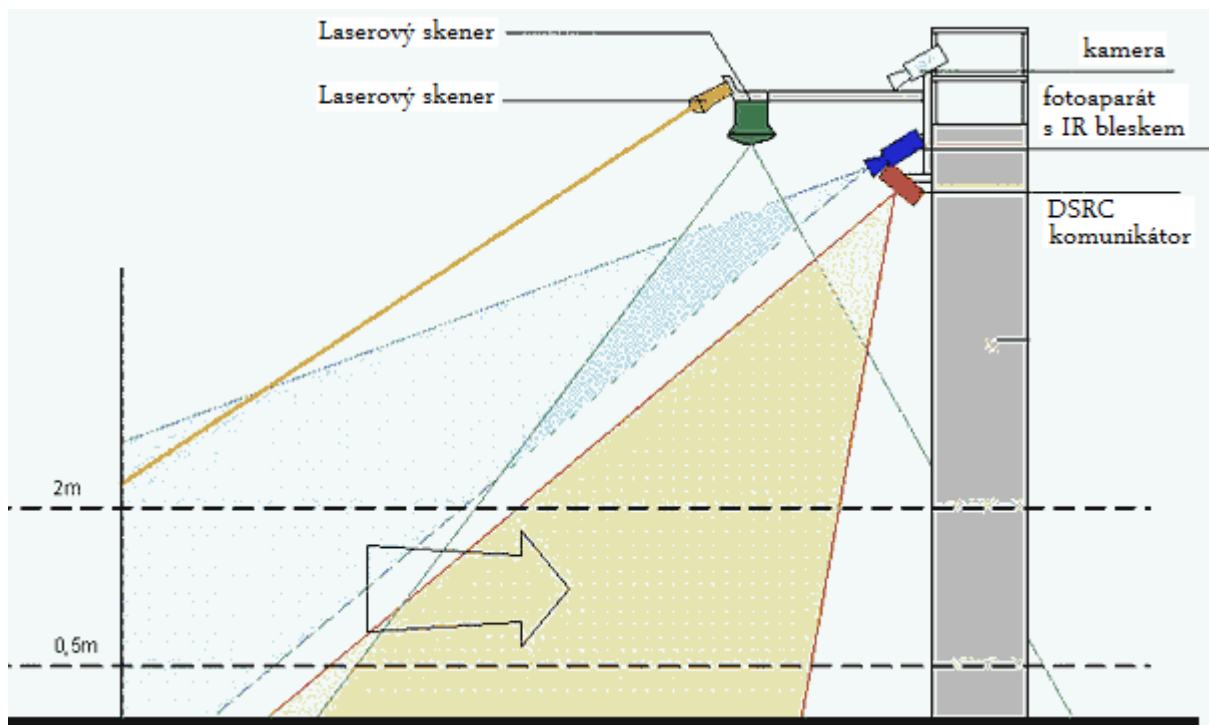
Palubní jednotka OBU (On board unit) je elektronický přístroj o velikosti 110 x 70 x 30 mm a váze 100 gramů (u jednotlivých výrobců se rozměry a váha palubní jednotky liší) zobrazený na Obr. 7, který je umístěn za čelním sklem vozu a slouží ke komunikaci s mýtnými branami. Při projetí pod mýtnou branou je z jednotky stržena příslušná částka z před nabitě sumy, nebo se data o průjezdech ukládají do paměti a později jsou vyúčtována. Tato komunikace je potvrzena akustickými signály. Je důležité na jednotce před každou jízdou správně nastavit parametry vozu, jako je počet náprav či emisní třída.

Obr. 7 Palubní jednotky



Kontrolním zařízením je systém scannerů a kamer umístěných na některých vybraných branách nazývané enforcementní, sloužící k identifikaci všech projíždějících vozů a tedy i těch, které nemají palubní jednotku. Na ramenou mýtné brány jsou dva laserové scannery. Scanner směřovaný šikmo proti jízdě zaznamená blížící se vůz, tím aktivuje kamery pracující na systému CCT (Closed Circuit Television), které vytvoří čelní a boční snímek vozu. Čelní snímek slouží k rozpoznání registrační značky a boční snímek kontroluje, zda je správně nastaven počet náprav. Pro správnou funkci i v noci obsahuje zařízení infračervený blesk. Scanner směřující kolmo dolů kontroluje parametry jako je šířka, délka a výška, dokonce dokáže vyhodnotit i rychlost. Všechny snímače jsou zobrazeny na Obr. 8. Informace takto získané jsou srovnány s nastavením palubní jednotky. Pokud je zjištěn nějaký rozpor, posílá jednotka informaci do řídicího centra společnosti.

Obr. 8 Kontrolní zařízení DSRC



Technologie DSRC je vhodná proto, že zaručuje spolehlivou komunikaci, vysoké zabezpečení dat a jejich rychlý přenos za každého počasí, v teplotách přesahujících 35 °C až po vysokohorské podmínky nad 2000 m.n.m. Tato technologie je vzhledem k výše uvedeným důvodům vhodná především k implementaci na dálnice. Pro rozšíření sítě zpoplatněných silnic na vedlejší komunikace je vhodnější použít satelitní systém kompatibilní s DRSC. [8]

## 2.2 Systém LSVA

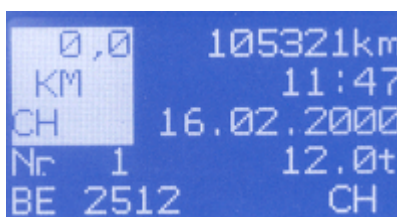
Systém nazývaný LSVA (Liestungsabhängige Schwer Verkehrs Abgabe) je kombinací systému DSRC a GNSS/CN. V principu funguje tak, že na hranicích státu, který LSVA používá, je zaznamenán vjezd vozidla, jak je zobrazeno na Obr. 9. Následně je přesně zmapován a zaznamenán jeho veškerý pohyb po komunikacích a při opuštění státu je opět zaznamenán. Je vyhodnocena ujetá vzdálenost a vystaven příslušný poplatek. Na všech hraničních přechodech jsou vystavěny pevné mýtné brány schopné zaznamenat do OBU jednotky vjezd vozidla a zároveň vyhodnotit vozidlo opouštějící stát. Tyto brány pracují na principu mikrovlnného signálu DSRC, který je popsán výše.

*Obr. 9 Komunikace OBU na hranici*



OBU jednotka umístěná ve vozidle je schopna i zachycení signálu ze satelitní sítě GPS, ze kterého získává přesné určení času a za pomoci elektronického tachografu je schopna přesně zaznamenat ujetou vzdálenost. Jelikož LSVA je založeno na zpoplatnění všech komunikací v daném státě, není třeba zaznamenávat trasu.

*Obr. 10 Display OBU palubní jednotky systému LSVA*



OBU může být vybavena zasouvací čipovou kartou, na kterou se zaznamenaná data ukládají pro fakturaci. Display OBU je na Obr. 10. Karta obsahuje v podstatě dva druhy dat. Data základní jsou přístupná uživateli. Jedná se o data související s SPZ a OBU (archivovaná na kantonálním inspektorátu), data související s EFC (archivovaná v centru LSVA) a data, která může využít provozovatel – autodopravce pro vlastní účely. Při opuštění státu je na hraničním přechodu systém deaktivován opět pomocí stejné mýtné brány. I u tohoto systému

je nutné jednotku OBU správně nastavit, podle platných právních předpisů státu, jehož komunikace využíváme. Možnosti nastavení jsou široké.

- Kilometry ujeté ve vnitrozemí nebo zahraničí,
- Jízda bez přívěsu nebo s přívěsem,
- Zatížený nebo nezatížený vůz,
- Váha,
- Počet náprav,
- Emisní třída.

OBU jednotka je napájena z autozásuvky a pro případ přerušení napájení je vybavena akumulátorem. Pro vyúčtování se čipová karta zasílá na centrálu společnosti či do příslušného úřadu v daném státě. Kontrolní mechanismus u tohoto systému je tvořen kontrolními branami na hranicích, kdy jsou pomocí scannerů a kamer, popsaných v kapitole 2.5 určeny vybrané parametry vozu spolu s registrační značkou a porovnají se se záznamem v OBU jednotce. Možné je také zřízení pojízdné mobilní hlídky, vybavené ve vozidle DRSC vysílačem/přijímačem spolu s internetovým připojením na centrálu LSVA, která je schopná kontrolovat vozy při jízdě bez zastavení. Dobře zabezpečená je ochrana dat, kdy se přenáší pouze data potřebná ke zjištění výše mýtného poplatku a ostatní data zůstávají v jednotce pro využití dopravce (mimo dat z GPS). Systém je připraven pro další spolupráci s telematickými systémy, jako je připojení budoucího evropského satelitního systému Galileo. [9]

### **2.3 Výběr mýtného pomocí GNSS/CN**

Tento systém mýtného funguje na principu příjmu signálu ze systému GNSS (Global Navigation Satellite System), což je satelitní systém umožňující mimo jiné určit polohu vozidla kdekoli na světě. Nejpoužívanější je systém GPS (Global Positioning System), zřízený, vlastněný a financovaný USA. Tento systém skládající se z 32 družic obíhajících Zemi byl původně vytvořen pro vojenské účely, ale část služeb lze využít i k civilním účelům. Lze určit přesnou polohu kdekoli na Zemi a to včetně převýšení i přesného času. Další nedílnou součástí je systém CN (Cellular Network) zastoupený standardem GSM (Globální Systém pro Mobilní komunikaci), který je třeba ke komunikaci OBU jednotky a řídicího střediska, zajišťující provoz a platbu mýtného. Jednotka OBU umístěná za čelním sklem vozu je složitější než u technologie DSRC. Musí umožnit příjem a komptabilitu se signálem z GNSS systému za účelem přesného určení polohy vozidla a zároveň může komunikovat na

bázi DSRC. To umožňuje dohledovému systému kontrolovat stav OBU bez nutnosti omezení jízdy vozidla. Další součástí je modul GSM či GPRS, které jsou schopny standardizovaným mobilním signálem komunikovat s řídicím centrem. V OBU jednotce je uložena databáze virtuálních mýtných míst. Při průjezdu vozidla tímto místem je zaznamenán čas, datum průjezdu a identifikace mýtného místa. S pomocí dat z OBU a dalších parametrů (emisní třída atd.) je vypočten poplatek za přepravu. S cílem zamezení rozporů je nutné, aby OBU jednotka měla vyřešen spolehlivý a bezpečný diagnostický systém evidující všechny transakce, chybová hlášení, atd. Tyto informace v případě rozporů musí ukázat, že řidič měl vůli zaplatit za službu, ale zařízení bylo v poruše. [1]

Mýtný systém využívající DSRC pracuje s fyzicky vystavěnými místy (mýtné brány) umístěnými přímo na vozovce. Systém na bázi GNSS/CN pracuje s místy virtuálními. Poloha těchto míst je elektronicky nahraná v jednotce OBU, a proto je lze velmi snadno změnit, či rozšířit. Jestliže vozidlo vybavené OBU jednotkou vjede do míst s poplatkem, jednotka s pomocí nahraných map a signálu z GPS pozná, že tato trasa je zpoplatněná a začne vypočítávat ujetou vzdálenost, trasu a odesílat ji do řídicího centra. Odesílání probíhá s pomocí mobilního standardu GSM nebo GPRS. Systém, který je založen na této technologii lze považovat za uzavřený. Kontrola placení je zde řešena stejně jako u systému DSRC, kdy je po dálnicích rozmístěno několik pevných mýtných bran a díky komptabilitě OBU jednotky je možné ověřit správnost nastavených údajů o vozidle. [2] Později se počítá s využitím evropského satelitního systému Galileo, který je ve fázi příprav. Systém na bázi GNSS/CN je novou technologií mezi aplikacemi EFC.

Řídicí systém funguje srovnatelně s DSRC systémem a zpracovává přijaté platby podle současně platných tarifů a přístupových práv. Dělí platby různým operátorům, zaznamenává správu kont u uživatelů, uzavírá kontrakty s jednotlivými uživateli a provádí elektronické transakce uživatelů. Zároveň provádí prostřednictvím oprávněných servisů inicializaci OBU jednotek a jejich servis, včetně servisu zařízení EFC. Spravuje síť uživatelských terminálů. Centrální systém distribuuje provozní data, konfiguraci, tarify, atd. Centrum zajišťuje správný provoz všech zařízení EFC systému.

Poplatky je možné zaplatit dvěma způsoby:

1. Před jízdou - (Pre-Pay)
2. Po jízdě (fakturace) - (Post-pay)



Kvůli ceně OBU jednotky a (zatím) její složité montáži se např. v Německu používá systém, tvořený:

- automatickým systémem pro výběr mýtného, který umožňuje zaplacení poplatku prostřednictvím technického zařízení během zpoplatněné jízdy bez zastavení, bez vazby na jízdní pruhy, bez omezení rychlosti a bez předchozího stanovení trasy.
- manuálním systémem, který předpokládá zaplacení poplatku před zpoplatněnou jízdou s předchozím stanovením trasy. Tyto platby provádí řidiči bez jednotky OBU. V rámci duálního systému pro výběr mýtných poplatků je uživateli poskytnuta možnost zaplatit poplatek prostřednictvím automatického systému, pokud má vestavěnou příslušnou OBU.

Manuální systém předpokládá zadání trasy a zaplacení poplatku před zpoplatněnou jízdou. Spoluúčast uživatele je tedy vyžadována při každé jízdě. Pro činnost manuálního systému je třeba vybudovat a provozovat síť platebních míst (čerpací stanice apod.). Platební místa musí být situována a vybavena tak, aby uživatelé mohli před každým vjezdem do zpoplatněného úseku zaplatit mýtný poplatek s minimálně vynaloženým úsilím. Platební místa musí být v provozu celodenně a musí umožňovat platbu v hotovosti (v Kč, příp. i EUR) i pomocí platebních karet. Poplatek za kilometr dálnice zaplacený prostřednictvím manuálního systému nesmí být v žádném případě vyšší než poplatek zaplacený prostřednictvím automatického systému. Z uvedeného je patrné, že duální platby komplikují a zdražují GNSS/CN. Cestou k vyšší efektivitě by bylo povinné vybavení všech vozidel podléhajících zpoplatnění jednoduše montovatelnou a levnou jednotkou OBU.

## **2.4 Systém LPR**

Systém LPR (Licence Plate Recognition) se používá tam, kde je třeba zpoplatnit čas strávený na komunikacích. Typickým příkladem použití je zpoplatnění vozidel při vjezdu do města, kde je snaha o co největší omezení dopravního zatížení. Jeho základem je kamerový systém umístěný na všech přístupových komunikacích. V principu funguje tak, že vozidlu přijíždějícímu do zpoplatněné oblasti je systémem zaznamenána registrační značka a je zaregistrováno, při výjezdu je opět zaznamenáno. Je vyhodnocen čas strávený v oblasti a následně vypočten příslušný poplatek. Na všech příjezdových komunikacích je umístěno snímací zařízení skládající se z kamerového systému, který je připevněn k zemi nebo zavěšen

na konstrukci. Je schopen za jakýchkoli světelných podmínek zaznamenat vozidlo a s pomocí speciálního softwaru z tohoto záznamu vyhodnotit registrační značku vozidla, tu zaregistrovat a odeslat data do řídicího centra. Spuštění kamerového systému zajišťují indukční smyčky umístěné pod vozovkou, případně optické snímače. Tento způsob zaručuje spolehlivé zaregistrování vozu, zjištění jeho registrační značky a porovnání s evidencí platících osob. Při výjezdu vozidla je opět systémem vozidlo zaznamenáno, data se opět odešlou do centra, kde jsou vyhodnoceny, a je stanoven přesný čas vozu strávený ve zpoplatněné oblasti. Vozidlo před vjezdem musí být v systému zaregistrováno včetně jeho technických údajů, které si uživatel stanoví. Úhradu poplatku lze provést několika způsoby, pomocí platebních míst na čerpacích stanicích, hraničních přechodech, úřadech, ale i za pomoci elektronických nástrojů přes internet, či pomocí SMS zprávy. Poplatky si lze i předplatit. [2]

## **2.5 Dohledový systém**

Nedílnou součástí všech systémů používaných k výběru mýta je kontrolní dohled. Hlavním úkolem je postarat se o to, aby všichni účastníci provozu, kteří jsou povinni platit mýtné poplatky, tuto povinnost respektovali. Spolu s tím je ovšem nutné rozeznat účastníky provozu, kteří jsou od těchto poplatků osvobozeni (policie, armádní vozy atd.).

Spolu s dohledovým systémem, musí též existovat systém, který odhaluje organizační a technické problémy systému výběru mýta. Ten by měla zajišťovat nezávislá organizace, která současně hodnotí výkon společnosti provozující mýtný systém.

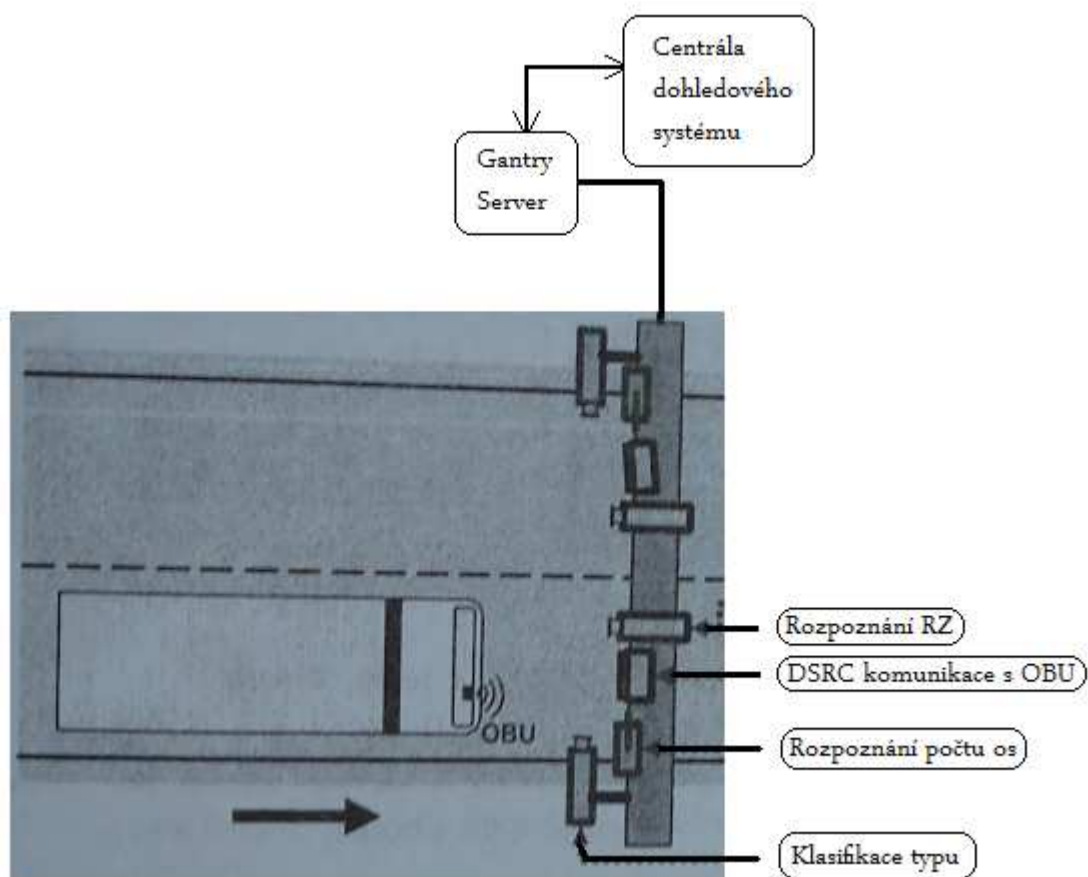
Stacionární dohledový systém je systém s pevně umístěnými kontrolními body. Kontrolní body jsou ve formě fyzických bran umístěných nad vozovkou, které bývají zpravidla na úsecích s velkou koncentrací vozidel a malou možností objetí těchto úseků. Z důvodu pokrytí dalších míst či zamezení objíždění stacionárních kontrol se používá systém mobilních kontrol, které se náhodně přesouvají.

Princip dohledového systému není složitý. Vozidlu, které projíždí kontrolním bodem, jsou přečtena data z OBU jednotky a zaznamenána registrační značka. Získané údaje o voze jsou odeslány do serveru umístěného u portálu s dohledem, ten je porovná a zpracuje. Pokud se údaje z OBU a rozpoznané údaje neshodují, je vozidlo vyhodnoceno jako neplatíč. Pokud

vozidlo není vybaveno OBU jednotkou, je s pomocí registrační značky ověřeno, zda byl poplatek za průjezd úsekem zaplacen.

Pokud je vozidlo vyhodnoceno jako v pořádku, jsou všechna data ze systému automaticky vymazána. V případě, že je vyhodnocena nějaká pochybnost, je veškerá dokumentace včetně fotografií opatřena digitálním podpisem a odeslána do dohledové centrály pro vyšetření manuální kontrolou. Tento princip je zobrazen i na Obr. 11.

Obr. 11 Snímače dohledového systému



Principiálně musí enforcementní (dohledové) brány zvládat následující oddělené úlohy:

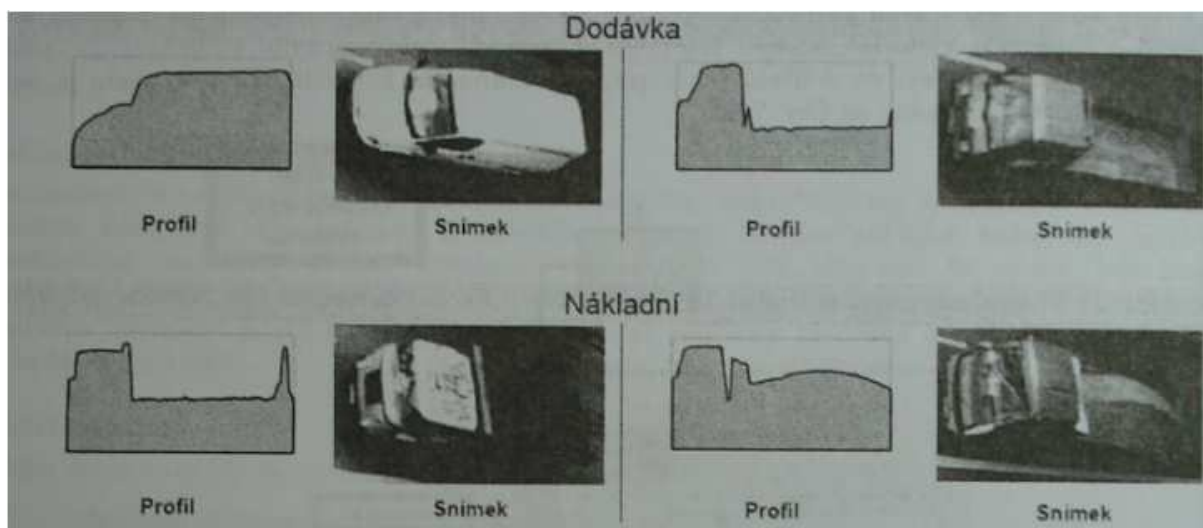
- Komunikaci s OBU vozidla
- Rozpoznání registrační značky vozu
- Kategorizaci vozu

Ke komunikaci mezi dohledovým systémem a OBU vozidla se používá přenosu dat v mikrovlnném (5,8 GHz) nebo infračerveném pásmu. Přenášejí se informace o identifikaci vozu, kategorii vozu, emisní třídě, případně další informace. Některé informace jako například počet náprav jsou ověřovány modulem pro klasifikaci vozidla. Jestliže vozidlo OBU jednotku nemá, je identifikováno pomocí registrační značky.

Základem modulu pro automatické rozpoznávání registračních značek je automatické rozpoznávání registrační značky vozu z obrazu digitálních kamer. Všechna vozidla projíždějící pod portálem jsou vyfotografována z čelní strany spolu s registrační značkou, a ta je pomocí speciálního softwaru rozpoznána.

Nejčastějším způsobem pro klasifikaci vozu je sledování bočního profilu vozidla. Vozidlo je při průjezdu nahráno laserovým scannerem doplněným o speciální software pro rozpoznání, který musí pracovat s vysokou přesností. Výstupem modulu je profil vozidla jeho rozměry a rychlost. Výsledky jsou zobrazeny na Obr. 12. Vhodnějším řešením by bylo rozpoznávání klasifikace podle hmotnosti, ale vybavení komunikací zařízením pro vážení vozidel by bylo finančně velmi náročné.

*Obr. 12 Snímek vozidla a jeho silueta*



### **2.5.1 Mobilní kontrola**

Mobilní kontrola umožňuje namátkovou kontrolu na různých úsecích. Mobilní kontrola nemůže zbytečně zastavit kontrolované vozidlo, a proto je vybavena zařízením pro kontrolu přímo za jízdy. Po přiblížení vozidla mobilní kontroly ke kamionu jsou pomocí infračerveného signálu (je snadněji realizovatelný než mikrovlny, a proto je mu dána přednost) získány data z OBU jednotky vozidla, ty jsou následně posádkou přečteny a vizuálně zkontrolovány (registrační značka, počet náprav atd.) Pokud vozidlo OBU jednotku nemá, posádka přečte registrační značku a ověří v registračním centrálním systému, jestli má vozidlo předplaceno projetí úseku. V případě, že se vyskytne nějaký problém či je zjištěno porušení pravidel, je nutné vozidlo zastavit a udělit mu příslušnou pokutu. Vozidlo mobilní kontroly je vybaveno následujícím zařízením.

- Infračervený komunikátor
- Server přímo ve voze
- Klávesnice s monitorem
- GSM anténa
- Čtečka čipových karet
- Tiskárna
- Skener
- GPS pro určení polohy

[1]

### 3 Porovnání kladů a záporů těchto systémů

Každý ze systémů elektronického mýtného má své výhody a nevýhody v porovnání s ostatními. Podle nich se zájemci často rozhodují o tom, který systém zvolí a zakoupí. U takto rozsáhlých systémů nemůžeme srovnávat jen technologickou vyspělost, ale musíme do hodnocení zahrnout i ekonomické hledisko, protože návratnost a výdělek je jedním z nejčastějších důvodů pro výstavbu těchto systémů. Je důležité si uvědomit, že tyto systémy přenášejí velké množství osobních dat o každém vozidlu a přepravě a je tedy nutná vysoká úroveň zabezpečení přenášených dat. Tab. 4 nabízí přehledné porovnání kladů a záporů systémů pro elektronický výběr mýtného. Při výběru technologie je třeba počítat s jejím dalším rozvojem. Pokud srovnáme dnes nepoužívanější technologie DSRC realizovanou pomocí fyzických mýtných bran a systém GNSS/CN, který využívá virtuálních bran a bezdrátových přenosů, můžeme se domnívat, že vzhledem k prudkému rozvoji mobilních sítí a satelitních navigačních systémů, bude technologie GNSS/CN v budoucnu nejpoužívanějším systémem pro elektronický výběr mýtného. DSRC systém funguje perfektně např. v Itálii nebo Francii, kde se infrastruktura stavěla s předpokladem využití této technologie.

*Tab. 4 Porovnání technologií pro Elektronický výběr mýtného*

<b>Technologie</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
DSRC Kapitola 2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- levnější OBU</li> <li>- nejrozšířenější systém v Evropě</li> <li>- je možné rozšířit telematické schopnosti</li> <li>- dobrá úroveň standardizace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drahá výstavba</li> <li>-drahé a časově náročné rozšíření sítě</li> <li>- nemožnost plošného výběru</li> </ul>
GNSS/CN Kapitola 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- levná výstavba</li> <li>- snadné rozšiřování sítě</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drahá OBU</li> <li>-složitější reakce na změny v parametrech sítě</li> <li>- nízká úroveň standardizace</li> </ul>
LSVA Kapitola 2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- propojitelnost s DSRC</li> <li>-snadné využití systému i pro vozidla bez OBU</li> <li>- zpoplatnění všech komunikací ve státě</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drahá OBU</li> <li>- potřeba digitálního tachografu</li> <li>- složitá instalace do vozidla</li> </ul>
LPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- není potřeba OBU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoké prvotní náklady</li> </ul>

Kapitola 2.4	<ul style="list-style-type: none"><li>- rychlá finanční návratnost</li><li>- velmi vhodné k omezení dopravy</li><li>- snadná kontrola</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- práce s osobními údaji</li></ul>
--------------	---	--

## **4 Mýtné v různých státech**

### **4.1 Česká republika**

První úvahy o zpoplatnění dálnic mýtem jsou v ČR už od roku 1997. Po vstupu ČR do Evropské unie v roce 2004 a zavedení mýtných systémů v Německu a Rakousku byl zaznamenán velký nárůst kamionové dopravy na českých dálnicích. Rozhodnutí o zavedení mýtného padlo v roce 2004. Následovalo výběrové řízení a výhercem se stala firma Kapsch s.r.o., která stavěla mýtný systém i v sousedním Rakousku a Švýcarsku. Mýtný systém je tzv. otevřený systém, určený pro víceproudou dopravu. Umožňuje elektronický výběr mýta za jízdy bez nutnosti snižovat rychlost vozidla, nebo jinak omezovat jízdu.

Tzv. Multi Lane Free Flow systém je charakterizován branami, vybudovanými nad jízdními pruhy komunikací. Na branách jsou umístěny mikrovlnné komunikační jednotky, komunikující s palubními jednotkami premid. Tyto jednotky mají platnost pouze v ČR a jsou připevněny na vnitřní straně čelních skel nákladních vozidel. Povinnost vybavení jednotkou premid platí i pro vozidla zpoplatněných kategorií, která jsou ze zákona osvobozena od placení mýtného (např. vozidla IZS a ozbrojených sil). Pro vozidla s metalizovaným čelním sklem je určena palubní jednotka premid plus vybavená venkovní anténou.

Mýtné za užití konkrétního mýtného úseku je účtováno v okamžiku vzniku mýtné transakce - záznamu průjezdu vozidla mýtným bodem (pod mýtnou stanicí, příslušnou danému mýtnému úseku). Mýtná povinnost vzniká i v případě, kdy při míjení konkrétního mýtného bodu nebyla zaznamenána mýtná transakce, ale z jiných záznamů v systému elektronického mýtného je zřejmé, že vozidlo použilo zpoplatněný mýtný úsek.

Způsoby platby mýtného

1- Platba předem (pre-pay) - mýto se platí vložení kreditu (nabitím) do palubní jednotky premid před vjezdem na zpoplatněnou komunikaci, a to buď v hotovosti nebo přípustnými platebními kartami (příslušné bankovní a tankovací karty). Při stanovení výše kreditu je třeba počítat, že při snížení zůstatku kreditu pod 600 Kč bude jednotka při průjezdu mýtnou stanicí akusticky signalizovat řidiči potřebu dobít kreditu. [13]

2- Následné placení (post-pay) - k placení je nutné předchozí uzavření smlouvy provozovatele vozidla s provozovatelem elektronického mýtného systému, a to výhradně na kontaktních místech premid point. Mýtné transakce jsou pak účtovány provozovateli vozidla



následně, a to prostřednictvím dohodnutého předem oznámeného a přípustného platebního prostředku, určeného ve smlouvě. [13]

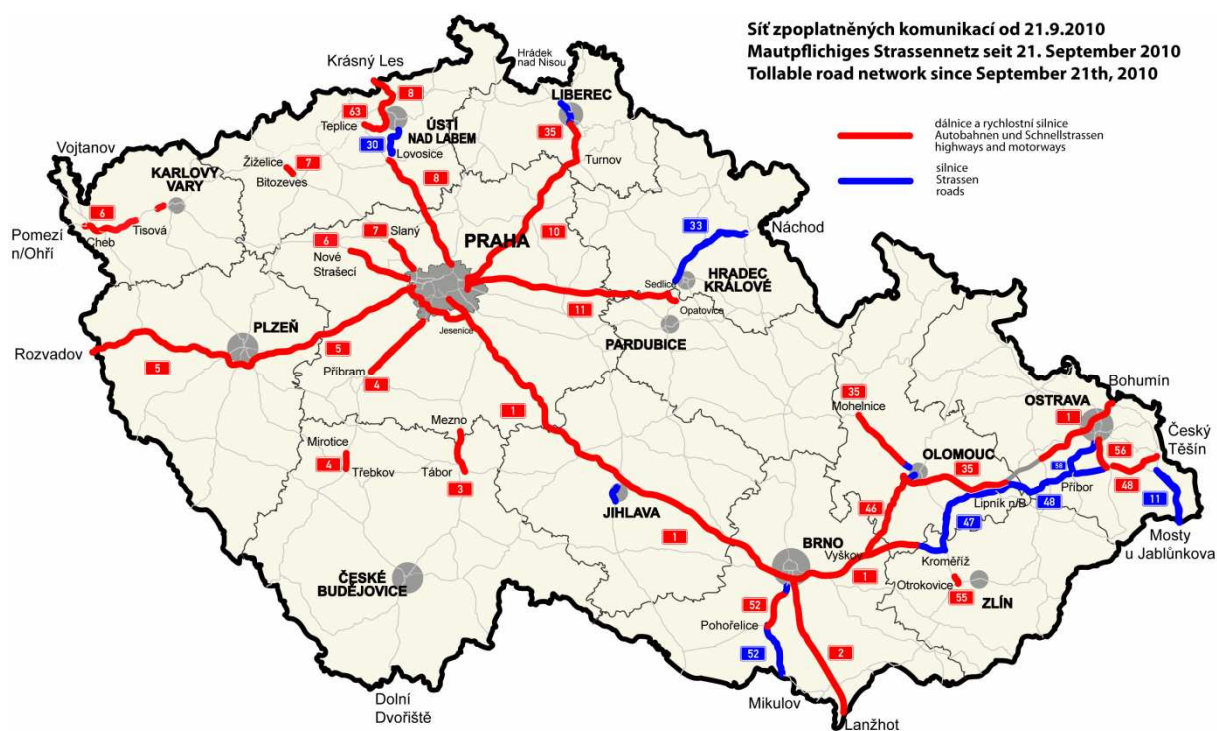
Proces elektronického zpoplatnění je plně automatizován, nevyžaduje žádný zásah ze strany řidiče a umožňuje nerušenou jízdu. Ani změna jízdnicích pruhů při průjezdu pod branou neovlivní výběr mýta [10]. Výstavba mýtných bran začala v červenci 2006 na dálnici D1 a celý systém byl spuštěn 1. ledna 2007 na 970 kilometrech dálnic a silnic pro motorová vozidla. Na těchto úsecích bylo postaveno 178 mýtných bran. V současné době je v České republice zpoplatněno 1307,3 km komunikací, které jsou zobrazeny na Obr. 13. Výše poplatku pro různé kategorie jsou zobrazeny v Tab. 6 a Tab. 7. Roční čistý zisk je velmi závislý na počtu projíždějících vozů a na výši poplatků pro konkrétní rok. Bilanci mýtného systému je zobrazena v Tab. 5. Po zavedení zpoplatnění se okamžitě dopravci snažili ušetřit finance objížděním těchto zpoplatněných úseků po silnicích nižších tříd. Tímto sice dopravce může ušetřit, avšak pro stát to znamená značnou zátěž v podobě velkých škod na silnicích, které nejsou dimenzovány pro takto intenzivní nákladní dopravu. Další problémy spojené s jízdou nákladních vozů jsou hluk, smog atd. Na internetu lze vyhledat různé kalkulátory mýtného podle tras a také jejich objízdné trasy i s výpočtem ušetřených nákladů. [10]

*Tab. 5 Bilance mýtného systému v České republice*

Rok	Příjmy	Výdaje
2007	5,57	1,61
2008	6,14	2,25
2009	5,54	2,39
2010	6,57	1,66

*\*Částky jsou v miliardách korun bez DPH [8]*

Obr. 13 Síť zpoplatněných komunikací v ČR



Tab. 6 Sazby mýtného pro dálnice a rychlostní silnice v ČR od 1. ledna 2011

Emisní třída	Počet náprav	Tabulka mýtných sazeb (Kč/km)	Nově sazby v pátek od 15:00 do 21:00 (Kč/km)
Euro II	2 nápravy	2,83	3,59
	3 nápravy	4,54	6,48
	4 nápravy	6,63	9,45
Euro III a IV	2 nápravy	2,09	2,65
	3 nápravy	3,56	5,08
	4 nápravy	5,15	7,35
Emisní třída Euro V nebo vyšší	2 nápravy	1,67	2,12
	3 nápravy	2,85	4,06
	4 nápravy	4,12	5,88

Tab. 7 Sazby mýtného pro silnice I. Třídy v ČR od 1.ledna 2011

Emisní třída	Počet náprav	Tabulka mýtných sazeb (Kč/km)	Nově sazby v pátek od 15:00 do 21:00 (Kč/km)
Euro II	2 nápravy	1,35	1,71
	3 nápravy	2,21	3,15
	4 nápravy	3,19	4,55
Euro III a IV	2 nápravy	0,99	1,25
	3 nápravy	1,71	2,45
	4 nápravy	2,45	3,50
Emisní třída Euro V nebo vyšší	2 nápravy	0,79	1,00
	3 nápravy	1,37	1,96
	4 nápravy	1,96	2,80

[11]

## **4.2 Rakousko**

Rakousko zahájilo systém výběru elektronického mýtného 1. ledna 2004. Již v dřívější době byla snaha zpoplatňovat nákladní dopravu. Hlavní opatření bylo pomocí tzv. ekobodů kvůli snížení emisí NOx, jejichž určitý počet byl každému kamionu přidělen podle jeho emisní třídy. Výstavbu elektronického mýtného provedla firma Kapsch s.r.o., investorem se stala firma Asfinag a systém provozuje firma Europass. Technicky se jedná o stejný systém, jako v České republice tzn. systém na mikrovlňném principu multilane free-flow. Každé vozidlo nad 3,5t musí být vybaveno GO-BOX přijímačem umístěným za čelním sklem. Ten má rozměry 110 x 66 x 27 mm a váhu 100 gramů. Nastaví se na něm příslušná kategorie vozidla. Tento přístroj komunikuje s každou mýtnou bránou, pod kterou vozidlo projede a tuto komunikaci potvrzuje akustickým signálem, který potvrdí provedení transakce následovně:

**1 x krátké pípnutí** = transakce ok

**2 x krátké pípnutí** = dvojitě pípnutí je upozorněním na to, že dochází přednabitá částka, uložená v GO-Boxu. Je nutné vyhledat nejbližší prodejní místo GO.

**4 x krátké pípnutí** = transakce neproběhla v pořádku a nedošlo k zaplacení. Je nutné vyhledat okamžitě nejbližší prodejní GO pobočku.

**bez pípnutí** = transakce neproběhla, je nutné okamžitě zajet k nejbližší prodejní GO pobočce.

Částka mýtného se vyúčtuje dvěma způsoby:

1. v datové centrále ASFINAG Maut Service GmbH se uloží zúčtovací data a zákazník uhradí mýtné následně způsobem, který si vybral – pomocí debetní, kreditní nebo tankovací karty (Post-Pay).

2. částka mýtného se odúčtuje přímo z vkladu uloženého v GO-Boxu (Pre-Pay). [12]

V Rakousku se vybírá mýtné na dálnicích, rychlostních silnicích ale i v některých vysokohorských silnicích. Vzhledem k hornatému terénu více koncentrují emise, hluk a jsou zde velice citlivé ekosystémy, které zvýšená doprava poškozují. Zpoplatnění vozidel je rozděleno na dvě skupiny.

1. vozidla do 3,5t které jsou zpoplatněny systémem dálničních známek.

2. vozidla nad 3,5t které platí mýtné přes elektronický systém. Výše poplatku je závislá na příslušné tarifní skupině, do které vozidlo spadá. Jsou uvedeny v Tab. 8.

Celkový počet komunikací s povinností placení mýta je 2170km. Komunikace jsou zobrazeny na Obr. 14 s využitím 472 mýtných bran.

Obr. 14 Síť zpoplatněných komunikací v Rakousku



Tab. 8 Sazby mýtného v závislosti na emisní třídě v Rakousku od 1. ledna 2010

Tarifní skupina	kategorie 2/2 nápravy	kategorie 3/3 nápravy	kategorie 4/4 a více náprav
A EURO emisní třída EURO EEV & VI	3,73	5,22	7,83
B EURO emisní třída EURO IV & V	3,99	5,59	8,38
C EURO emisní třída EURO 0 to III	4,56	6,38	9,58

\* Sazby jsou uvedeny v EUR bez DPH. [11]

### 4.3 Německo

Německo má vzhledem k jeho poloze pro tranzit v Evropě zcela zásadní význam a mnoho dopravců nejen z okolních států jeho komunikace používá. Velmi hustá síť dálnic vyžaduje mnoho finančních prostředků, a proto německá vláda rozhodla o zřízení elektronického mýtného systému pro vozidla nad 12t. Ještě před tím byl v Německu využíván systém Eurovignette, ze kterého v roce 2003 vystoupilo a po několika odkladech byl 1. ledna 2005 zřízen elektronický systém LKW-Maut (LastKraftWagen-Maut = mýtné pro nákladní automobily). Na počátku zahrnoval všechny dálnice, postupně byl rozšiřován také na rychlostní silnice. Důvodem tohoto opatření bylo, že dopravci používali rychlostních silnic místo jízdy po dálnici. Povinnost platit mají všechna nákladní vozidla nebo soupravy vozidel s přípustnou celkovou hmotností převyšující 12t, která jsou určena výlučně k přepravě zboží.

Výše mýtného se určuje na základě emisní třídy, počtu náprav dopravního prostředku a podle celkové ujeté vzdálenosti. Vyšší poplatek za vozidla s nižší emisní třídou slouží hlavně k motivaci dopravců pravidelně obnovovat a modernizovat vozový park. Technické řešení elektronického mýta využívá satelitní navigaci GPS spolu s mobilním signálem GSM. Provozovatelem systému je firma TollCollet. Každé vozidlo má od společnosti pronajatou palubní jednotku OBU (On-Board Unit), která přijímá informace o trase vozu od satelitního systému GPS. Tyto informace shromažďuje a po opuštění placeného úseku je odešle pomocí SMS zprávy do centra společnosti TollCollet, která díky nim vypočítá cenu za ujetou vzdálenost. Jednotka OBU dokáže pomocí modulu DSRC přijímat i signály z mikrovlnných mýtných bran, kterých je v Německu 300 a slouží ke kontrole placení mýtného. V Německu je zpoplatněno 12 000 km komunikací. Přehled sazeb mýtného je zobrazen v Tab. 9 a Tab. 10. [3]

Tab. 9 Kategorie vozidel v Německu podle tříd

Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C	Kategorie D
S 5, EEV třída 1	S 4, S 3 s PMK 2,3,nebo 4	S3 bez PMK, S2 s PMK 1,2,3,nebo 4	S 2 bez PMK, S1 a vozidla nespádající do kategorie emisní třídy

Tab. 10 Sazby mýtného v Německu v závislosti na emisní třídě

Kategorie	Emisní třída	Počet náprav	Cena/ km od 1.1.2009	Cena/ km od 1.1.2011
Kategorie A	S5, EEV třída 1	do 3 náprav	0,141 €	0,140 €
		od 4 náprav	0,155 €	0,154 €
Kategorie B	S4, S3 s PMK 2, 3 nebo 4	do 3 náprav	0,169 €	0,168 €
		od 4 náprav	0,183 €	0,182 €
Kategorie C	S3 bez PMK, S2 s PMK 1, 2, 3 nebo 4	do 3 náprav	0,190 €	0,210 €
		od 4 náprav	0,204 €	0,224 €
Kategorie D	S2 bez PMK, S1 a vozidla nespádající do kategorie emisní třídy	do 3 náprav	0,274 €	0,273 €
		od 4 náprav	0,288 €	0,287 €

[11]

## **4.4 Švýcarsko**

Švýcarsko je stejně jako Německo či Česká republika tranzitní zemí. Elektronické mýtné bylo spuštěno 1. ledna 2001. Výstavba a zprovoznění celého systému LSVA stálo v letech 1997 až 2001 částku 281 mil. CHF. V této ceně jsou započítány i náklady za pořízení 53 000 ks OBU jednotek, které jsou uživatelům poskytovány zdarma. Cena OBU jednotky představuje částku 1 500,- CHF, z toho hardwarová část cca 1 200,- CHF. Roční provozní náklady systému LSVA představují z celkových příjmů částku asi 80 mil. CHF. V prvním roce uvedení systému do provozu (r. 2001) bylo na poplatcích EFC vyfakturováno 770 mil. CHF, což znamená, že návratnost investičních prostředků vložených do systému LSVA v letech předešlých a včetně r. 2001 byla 6 měsíců. Ve Švýcarsku bylo hlavním důvodem k zavedení mýtného omezení hustoty silniční nákladní přepravy a snaha přesunout část objemu této přepravy na železnici. Vybrané poplatky byly použity na rozšíření, údržbu a zkvalitnění kolejové nákladní dopravy. Mýtné platí vozidla nad 3,5t a jeho výše je závislá na třech parametrech: celková maximální hmotnost, množství vypouštěných emisí a ujetá vzdálenost.

Technicky je systém fungování mýta realizován mikrovlnnou technologií LSVA, kdy každé vozidlo má od společnosti Tripon propůjčenou OBU (On-Board-Unit) jednotku na které se navolí emisní třída a hmotnost. Podle údajů z informací z mýtných bran na hraničních přechodech vypočítá jednotka ujetou trasu. Dále se na OBU načítá počet ujetých kilometrů. Nakonec se veškerá relevantní data načítají na čipovou kartu a každý měsíc se buď prostřednictvím internetu, nebo pošty posílají pověřeným orgánům ke kontrole. OBU jednotku mají především vnitrostátní dopravci nebo ti, kteří Švýcarsko používají jako tranzitní stát, přes který často projíždí. Pokud kamion přijíždějící do Švýcarska OBU nemá, existuje několik způsobů jak mýtné uhradit. Po příjezdu na celní úřad a zaregistrování vozidla do systému je mu přidělena nepřenositelná čipová karta, která platí i pro další vjezdy. Čipovou kartu vloží do terminálu, kde pokud zná trasu své cesty, vyplní plán trasy. Tím je mu vypočítána vzdálenost a vystaven doklad, který následně na úřadě uhradí. Pokud svou trasu nezná, nebo chce mít po Švýcarsku volný pohyb, zaznamená do terminálu stav tachometru při vjezdu do státu. Při výjezdu je konečný stav kilometrů opět doplněn a z rozdílu se vypočítá poplatek. Při projetí hraničního přechodu je OBU jednotka automaticky vypnuta pomocí signálu z brány na celnici. Ve Švýcarsku se zavedení mýtného z důvodu omezení hustoty dopravy ukázala jako

úspěšná. Snížení provozu kamionové dopravy za první dva roky fungování systému bylo o 2% a pokles emisí CO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> až o 8%. [3]

## **4.5 Slovensko**

Slovensko spustilo systém elektronického mýtného pro vozy nad hmotnost 3,5 t 1. ledna 2010. Slovensko má zpoplatněny dálnice, včetně několika silnic první třídy. Technologicky byla zvolena technologie GNSS/CN využívající OBU jednotku, GPS systém a signál GSM. Její funkce byla popsána výše. Přehled cen je zobrazen v Tab. 11 a Tab. 12.

*Tab. 11 Sazby mýtného na Slovensku na vymezených úsecích dálnic a silnic*

Kategorie vozidla		Emisní třída			
		EURO 0 – II	EURO III	EURO IV, V, EEV	
Nákladní vozidla	3,5 t – do 12 t	0,093 €	0,086 €	0,083 €	
	12 t a více	2 nápravy	0,193 €	0,183 €	0,179 €
		3 nápravy	0,202 €	0,193 €	0,189 €
		4 nápravy	0,209 €	0,199 €	0,196 €
		5 náprav	0,206 €	0,193 €	0,189 €
Autobusy	3,5 t – do 12 t	0,060 €	0,050 €	0,030€	
	12 t a více	0,110 €	0,100 €	0,060 €	

Ceny jsou uvedené v EUR/km

*Tab. 12 Sazby mýtného na Slovensku na vymezených úsecích silnic I. tříd*

Kategorie vozidla		Emisní třída			
		EURO 0 – II	EURO III	EURO IV, V, EEV	
Nákladní vozidla	3,5 t – do 12 t	0,07 €	0,063 €	0,063 €	
	12 t a více	2 nápravy	0,146 €	0,136 €	0,136 €
		3 nápravy	0,153 €	0,146 €	0,143 €
		4 nápravy	0,156 €	0,149 €	0,146 €
		5 náprav	0,153 €	0,146 €	0,143 €
Autobusy	3,5 t – do 12 t	0,04 €	0,03 €	0,02 €	
	12 t a více	0,08 €	0,07 €	0,04 €	

Ceny jsou uvedené v EUR/km [11]



## 5 Závěr

Téma bakalářské práce jsem zvolil s ohledem na zaměření mého studijního oboru a pro jeho aktuálnost, jelikož výběr mýtného se týká stále většího množství pozemních komunikací a stále více kategorií vozidel. Smyslem této práce bylo poskytnout souhrnný a přehledný text o v současnosti využívaných elektronických systémech pro výběr mýtného.

Bakalářská práce formou literární rešerše v úvodu popisuje historii vzniku mýtných poplatků v Evropě i v České republice. Jsou zde nastíněny i možné způsoby zpoplatnění komunikací. V druhé kapitole jsou popsány systémy elektronického mýtného. Každý ze systémů má své kladné i záporné vlastnosti, které jsou rozepsány ve třetí kapitole. Ve čtvrté kapitole jsou ukázány příklady využití elektronických systémů výběru mýtného v některých zemích Evropy, včetně uvedení výše poplatků pro různé kategorie vozidel.

Způsoby zpoplatnění můžeme rozdělit na časové a výkonové. Časové zpoplatnění realizované prostřednictvím dálničních známek nebo silniční daně nezohledňuje množství kilometrů po komunikaci skutečně najetých, váhu vozu a další kritéria. Naopak výkonové zpoplatnění (mýtné) dokáže přesně identifikovat třídu vozidla, vypočítat délku trasy a vyúčtovat příslušný poplatek.

Systém DSRC (Dedicated Short Range Communication) je nejrozšířenější v Evropě, který určuje ujetou vzdálenost pomocí mýtných bran umístěných fyzicky na komunikaci. Spolu se systémem GNSS/CN (Global Navigation Satellite System/Cellular Network) vyžadují palubní jednotku umístěnou ve vozidle, která umožňuje přijímání signálů o poloze a jejich odesílání do řídicího centra. K hlavním výhodám DSRC patří levnější jednotka OBU (On Board Unit) v porovnání s GNSS/CN, možnost rozšíření telematických schopností systémů a dobrá úroveň standardizace. Jeho hlavní nevýhodou je obtížnost rozšíření ke stávajícímu systému na celou silniční síť, neboť stavba mýtných bran na všech pozemních komunikacích vyžaduje značné náklady. Je ovšem možné systém skloubit s GNSS/CN, jež by sloužil k vybírání mýtného mimo dálniční tahy.

Moderní systém GNSS/CN určuje ujetou vzdálenost pomocí signálu z družicového systému schopného zjistit polohu vozidla. Pokud vyzdvihneme hlavní výhody, jsou to především levná výstavba a snadné rozšíření zpoplatněného území. Mezi nevýhody můžeme zařadit složitější a dražší jednotku OBU a nižší úroveň standardizace. Vzhledem k tomu, že

jsou u GNSS/CN využívány moderní technologie přenosu informací, je velmi pravděpodobné, že stane nejefektivnějším systémem. Další vývoj elektronického mýtného se očekává s příchodem evropského satelitního systému Galileo, který by měl mít v některých směrech ještě výhodnější parametry než dnes používaný GPS. Největším zdrojem příjmů Galilea by se měl stát právě příjem z využití jeho služeb v dopravě.

Technologie LSVA (Liestungsabhängige Schwer Verkehrs Abgabe) je kombinací DSRC a GNSS/CN. Mezi její hlavní výhody můžeme zařadit propojitelnost s DSRC systémem, snadné využití systému i pro vozidla bez jednotky OBU a zpoplatnění všech komunikací ve státě. Nevýhodami jsou drahá OBU, potřeba digitálního tachografu a složitá instalace do vozidla.

Systém LPR (Licence Plate Recognition) je schopen rozpoznávat registrační značky a tím identifikovat vozidlo. U této technologie není potřeba OBU, dostává se rychlé finanční návratnosti a je velmi vhodná k omezení dopravy např. ve městech. Jako nevýhodu můžeme uvést vysoké prvotní náklady.

Z popsaných států se DSRC využívá v České republice a Rakousku. GNSS/CN využívá Německo a Slovensko. Ve Švýcarsku je použit systém LSVA. Tyto technologie (DSRC, GNSS/CN, LSVA) jsou primárně využívány za účelem získání finančních prostředků na obnovu a rekonstrukci pozemních komunikací. Naproti tomu technologii LPR, která je vhodná k omezení dopravy v určité lokalitě, využívá město Londýn.

## 6 Použitá literatura:

Tištěné zdroje:

- [1] PŘIBYL, P. Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II. 1. vydání. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03648-8
- [2] PŘIBYL, P.; SVÍTEK, M.. Inteligentní dopravní systémy. 1. vydání. Praha: BEN, 2001. 544 s. ISBN 80-7300-029-6.
- [3] BRZOBOHATÝ, T. PŘIBYL, P. ŠOLC, J. Srovnávací studie systému výkonového zpoplatnění dálnic pro nákladní dopravu. 1. vydání. 2008
- [4] VACEK, Zdeněk. MÝTUS MÝTO: Z historie zpoplatnění silnic [online]. Publikováno 8. 3. 2010 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <<http://veteran.auto.cz/auta/mytus-myto-z-historie-zpoplatneni-silnic/>>.
- [5] LOKAJ, Zdeněk. Mýtné se začne fungovat od ledna 2007 [online]. Publikováno 31. 10. 2005 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <[http://auto.idnes.cz/automoto.asp?r=automoto&c=A051031\\_202308\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/automoto.asp?r=automoto&c=A051031_202308_automoto_fdv)>
- [6] FORGÁČOVÁ, Eva. Elektronické mýto v ČR [online]. Publikováno 6. 5. 2007. [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <<http://st.vse.cz/~XFORE01/MYTNE.pdf>>.
- [7] BRŮHOVÁ-Foltýnová, Hana. *Výkonové zpoplatnění / poplatky za dopravní infrastrukturu* [online]. Enviwiki, ; [citováno 14. 3.. 2011 ]. On-line získáno: <[http://www.enviwiki.cz/w/index.php?title=V%C3%BDkonov%C3%A9\\_zpoplatn%C4%9Bn%C3%AD\\_/poplatky\\_za\\_dopravn%C3%AD\\_infrastrukturu&oldid=11725](http://www.enviwiki.cz/w/index.php?title=V%C3%BDkonov%C3%A9_zpoplatn%C4%9Bn%C3%AD_/poplatky_za_dopravn%C3%AD_infrastrukturu&oldid=11725)>.
- [8] Kapsch AG – Produkty a součásti. Praha: Kapsch s.r.o. 2009. 45 s.
- [9] GRUBL, FencI. Systém LSVA [online]. Publikováno 1. 10. 2003 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <<http://www.itsrevue.cz/index.php?its=archiv-clanku/system-lsva-elektronicky-vyber-mytneho-ve-svycarsku#tarify>>.

- [10] Příspěvatelé Wikipedie, *Elektronické mýtné v Česku* [online], Publikováno 31. 07. 2010 [citováno 14. 03. 2011]. Dostupné z:  
<[http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektronick%C3%A9\\_m%C3%BDtn%C3%A9\\_v\\_%C4%8Cesku&oldid=5629819](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektronick%C3%A9_m%C3%BDtn%C3%A9_v_%C4%8Cesku&oldid=5629819)>.
- [11] Ceny mýtného. [online], Publikováno 1. 1. 2011. [citováno 25. 03. 2011]. Dostupné z:  
<<http://www.doprava.vpraxi.cz>>.
- [12] ASFINAG Maut Service GmbH - Systém výběru mýtného. Praha. 2009. 18 str.
- [13] Způsoby platby mýtného. [online]. [citováno 25. 03. 2011]. Dostupné z:<  
<http://www.premid.cz/index.php?id=2071&L=3>>.

## **7 Seznam obrázků:**

- Obr. 1 Podíl jednotlivých druhů dopravy
- Obr. 2 Otevřený systém
- Obr. 3 Uzavřený systém
- Obr. 4 Pentagonální koncepce EFC
- Obr. 5 Mýtný portál systému MLFF
- Obr. 6 Komunikátory DSRC
- Obr. 7 Palubní jednotky
- Obr. 8 Kontrolní zařízení DSRC
- Obr. 9 Komunikace OBU na hranici
- Obr. 10 Display OBU palubní jednotky systému LSVA
- Obr. 11 Snímače dohledového systému
- Obr. 12 Snímek vozidla a jeho silueta
- Obr. 13 Síť zpoplatněných komunikací v ČR
- Obr. 14 Síť zpoplatněných komunikací v Rakousku

## **8 Seznam tabulek:**

*Tab. 1 Způsoby zpoplatnění komunikací*

*Tab. 2 Principiální rozdělení systémů mýtného*

*Tab. 3 Základní parametry systému DSRC*

*Tab. 4 Porovnání technologií pro Elektronický výběr mýtného*

*Tab. 5 Bilance mýtného systému v České republice*

*Tab. 6 Sazby mýtného pro dálnice a rychlostní silnice v ČR od 1. ledna 2011*

*Tab. 7 Sazby mýtného pro silnice I. Třídy v ČR od 1. ledna 2011*

*Tab. 8 Sazby mýtného v závislosti na emisní třídě v Rakousku od 1. ledna 2010*

*Tab. 9 Kategorie vozidel v Německu podle tříd*

*Tab. 10 Sazby mýtného v Německu v závislosti na emisní třídě*

*Tab. 11 Sazby mýtného na Slovensku na vymezených úsecích dálnic a silnic*

*Tab. 12 Sazby mýtného na Slovensku na vymezených úsecích silnic I. tříd*