

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**Vazba elektronického mýtného na IS v dopravě**  
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2010**

**Jan Kárych**

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**Vazba elektronického mýtného na IS v dopravě**

**Jan Kárych**

**Bakalářská práce**

**2010**

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Akademický rok: 2009/2010

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan KÁRYCH**  
Osobní číslo: **I070037**  
Studijní program: **B2646 Informační technologie**  
Studijní obor: **Informační technologie**  
Název tématu: **Vazba elektronického mýtného na IS v dopravě**  
Zadávací katedra: **Katedra informačních technologií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Analýza a rozbor systémů elektronického mýtného v EU, Analýza a rozbor mýtného v ČR,  
Návrh možné integrace systému na ostatní IS v dopravě.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] Šotek, K.: Výpočetní technika a informatika v dopravě, IJP, UPa  
Pardubice, 1999, ISBN 80-7194-230-8 [2] WWW stránky [3] Šotek, K.:  
Učební texty STAG, FEI

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. Ing. Karel Šotek, CSc.**  
Katedra softwarových technologií

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2010**

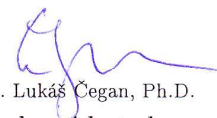
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2010**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.  
děkan



L.S.



Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2010

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

Jan Kárych

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří se mnou v průběhu psaní bakalářské práce spolupracovali. Především bych chtěl poděkovat Prof. Ing. Karlu Šotkovi CSc. za metodické vedení, odborné konzultace a za jeho lidský a profesionální přístup, kterým mi moc pomohl.

## **Anotace**

Ve světě se používají zejména dvě základní technologie výkonového zpoplatnění komunikace. Tato práce si klade za cíl představení a porovnání těchto systémů a nastínění jejich dalšího požití v rámci IS v dopravě a představení dalších podpůrných technologií, s danou problematikou souvisejících.

## **Klíčová slova:**

DSRC, GNSS, RSE, OBU, ITS, silniční doprava, zpoplatnění, elektronické mýto

## **Titule**

Link between electronic toll and IS in transport.

## **Annotation**

On the world is employs mainly two primary road-toll technologies.

Purpose of this work is to introduce and compare this systems and present theirs another potentialities in IS in transport and present another support technologies coherent with problems.

## **Keywords**

DSRC, GNSS, RSE, OBU, ITS, road transport, charging, electronic toll collection

# Obsah

Úvod.....	10
<b>1. Základní pojmy .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Důvody pro zpoplatnění komunikací .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Možné způsoby zpoplatnění užívání komunikací .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Technologie výběru mýtného EFC (Electronic Fee Collection).....</b>	<b>15</b>
4.1. ARCHITEKTURA EFC SYSTÉMŮ.....	15
4.1.1. Uživatel – zařízení ve vozidle, platební karta.....	16
4.1.2. Provozovatel služby - služba .....	16
4.1.3. Vydavatel – vydavatel elektronických platebních karet.....	16
4.1.4. Operátor výběru – finanční společnost .....	17
4.1.5. Finanční zprostředkovatel – zprostředkovatelská společnost .....	17
4.2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ EFC SYSTÉMŮ.....	17
4.2.1. Dle konfigurace výběrových míst .....	17
4.2.2. Dle počtu jízdních pruhů.....	18
4.3. TECHNOLOGIE EFC SYSTÉMŮ.....	19
4.3.1. DSRC.....	19
4.3.2. GNSS .....	22
4.3.3. LSVA.....	23
4.3.4. Porovnání technologií EFC.....	24
<b>5. Dohledové systémy .....</b>	<b>25</b>
5.1. MOBILNÍ DOHLEDOVÉ SYSTÉMY .....	25
5.2. PEVNÉ DOHLEDOVÉ SYSTÉMY .....	26
5.2.1. VES (Video Enforcement System) – video dohledový systém .....	26
<b>6. Mýtný systém v ČR.....</b>	<b>29</b>
6.1. DŮVODY ZAVEDENÍ MÝTA .....	29
6.2. SOUČASNÝ SYSTÉM ELEKTRONICKÉHO MÝTNÉHO A JEHO NEDOSTATKY.....	30
6.2.1. Objížďení úseků podléhajících mýtu.....	30
6.2.2. Nedodržení bezpečné vzdálenosti.....	31
6.2.3. Alobal ruší.....	31
6.3. ANALÝZA DŮSLEDKŮ MÝTNÉHO SYSTÉMU NA NÁKLADNÍ DOPRAVU V ČR .....	32
6.3.1. Chybějící data .....	32
6.3.2. Metodika analýzy.....	32
6.3.3. Změna intenzity nákladní dopravy na vybraných zpoplatněných komunikacích .....	33
6.3.4. Objížďení zpoplatněných úseků .....	33



6.3.5.	<i>Zkušenosti ze zahraničí</i> .....	34
6.3.6.	<i>Zvýšení sazeb mýtného</i> .....	34
6.3.7.	<i>Náklady na dopravu</i> .....	34
6.3.8.	<i>Výsledek analýzy</i> .....	35
6.3.9.	<i>Závěrečný komentář</i> .....	35
<b>7.</b>	<b>Mýtné systémy v zemích EU</b> .....	<b>35</b>
7.1.1.	<i>EFC v Itálii</i> .....	35
7.1.2.	<i>EFC ve Francii</i> .....	37
7.1.3.	<i>EFC v Portugalsku</i> .....	37
7.1.4.	<i>EFC v Holandsku</i> .....	38
7.1.5.	<i>Spojení mezi Dánskem a Švédskem</i> .....	39
7.1.6.	<i>EFC v SRN</i> .....	40
7.1.7.	<i>EFC v Londýně</i> .....	41
<b>8.</b>	<b>Možnosti integrace mýtného systému na ostatní IS v dopravě</b> .....	<b>43</b>
8.1.	PROGRESIVNÍ PLATBY .....	44
8.2.	SYSTÉMY PRO ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI ŘIDIČŮ .....	44
8.3.	PROSTŘEDKY PRO ZVYŠOVÁNÍ PLYNULOSTI JÍZDY .....	45
8.4.	VYUŽITÍ MÝTNÉHO SYSTÉMU PRO AUTOMATICKOU IDENTIFIKACI OBSAZENOSTI VOZIDEL .....	45
8.5.	NÁVRH MOŽNÉ INTEGRACE MÝTNÉHO SYSTÉMU NA SYSTÉMY ŘÍZENÍ DOPRAVY .....	46
	<b>Závěr</b> .....	<b>48</b>
	<b>Seznam obrázků a tabulek</b> .....	<b>49</b>
	<b>Seznam příloh</b> .....	<b>49</b>
	<b>Seznam použité literatury a pramenů</b> .....	<b>49</b>
	<b>Seznam zkratk</b> .....	<b>51</b>

## Úvod

V současné době se celý svět vydává cestou moderních informačních technologií. Doby, kdy pracovníci posedávali v prosklených budkách se závory před vjezdem na most nebo dálnici, už jsou ty tam. Oblast mezinárodní i tuzemské dopravy není výjimkou.

Odborně je mýtné nazýváno výkonovým zpoplatněním komunikace, což jednodušeji řečeno znamená, že se platí za počet kilometrů, které automobil po zpoplatněné komunikaci ujede. Toto řešení se jeví spravedlivější v porovnání s poplatky prováděnými prostřednictvím nákupu dálniční známky, které jsou rozděleny podle celkové hmotnosti. V České republice kamiony proměnily první dálniční známky za palubní jednotku v lednu 2007. Pro první etapu mýtného byl použit mikrovlňný systém. Ve výběrovém řízení byla pro realizaci projektu elektronického mýtného vybrána společnost Kapsch.

V Evropě, ale i ve světě, jsou však s vybíráním mýtného a s provozem s tím souvisejících zařízení dále a jejich mnohé zkušenosti by nám měly být poučením. ČR jako tranzitní země, pro mnohé dopravce, investuje velké částky na obnovu silniční infrastruktury. K financování této obnovy by měly přispět i peníze vybrané prostřednictvím elektronického mýtného systému.

Meritem této práce je analýza a rozbor mýtného systému v ČR, analýza a rozbor systémů elektronického mýtného v zemích EU, návrh a problematika možné integrace systému na ostatní IS v dopravě.

Přišlo mi však důležité zmínit se, proč vůbec zavádět mýtné v automobilové dopravě a proč k tomu používat elektronického výběru.

Naopak nechtěl jsem se dopustit hodnocení, který z možných systémů je lepší, ani zda v případě ČR byla vybrána nejlepší společnost pro vybudování mýtného systému. Tato témata jsou probírána v odborných i laických kruzích, jsou medializována, ale po proniknutí hlouběji do problematiky jsem zjistil, že neexistuje v tuto chvíli jasné stanovisko a že si každý musí vytvořit svůj názor na danou věc sám. Jednotlivé systémy výběru mýta, včetně systému LSVA, používající Švýcarsko (není členem EU), popisují dále v práci.

## **1. Základní pojmy**

Postupné poznávání a formulování poznatků o mýtných a integrovaných systémech přineslo mnoho termínů, pojmů, zkratk či definic. S postupem času jich přibývá nebo se vyjasňuje jejich přesný význam. Pro většinu lidí, kteří se tímto problémem moc nezabývají, jsou pojmy, týkající se této problematiky, často nejasné. Následující terminologický přehled prezentuje používaná odborná vysvětlení některých z nich.

### **Mýtné**

Mýtné či mýto je poplatek, který se vybírá za použití cesty, silnice, dálnice, tunelu nebo mostu. Jako mýto se historicky označovalo také místo, kde se mýtné vybíralo, a proto je toto slovo součástí některých místních názvů.

### **Telematika**

Slovo vzniklo kombinací slov telekomunikace a informatika. Jde o technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracování dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky.

Nejnámější aplikací je dopravní telematika. Můžeme do ní zařadit systémy řízení dopravy, navigační systémy, systémy poskytování aktuálních informací o veřejné dopravě dopravcům a jiným uživatelům a účastníkům provozu atd. Pro zjištění polohy přístroje nebo vozidla se používají například technologie GNSS nebo DSRC.

### **Management mobility**

Cílem je udržení mobility, zvyšování ekonomických charakteristik dopravy, zlepšování infrastruktury a její výkonnosti, zmírnění následků dopravy na životní prostředí, zvyšování dopravní bezpečnosti a optimální spolupráce různých druhů dopravy v jednotném systému.

### **Traffic management**

Nabídkově orientovaný přístup, snažící se o optimalizaci kapacit dopravních koridorů telematickými způsoby, cenovými systémy a podobně.

(Ačkoliv některé nástroje mohou být u obou přístupů podobné, management dopravního systému je více zaměřený na řešení koncového výstupu, kdežto management mobility tento přístup předchází. Pro management mobility je zvláště důležité ovlivňování lidské volby dopravy předtím, než se lidé rozhodnou, jak budou cestovat.)

## **Celulární systém (sítě) – Celula Network (CN)**

Každá buňka celulární sítě je vysílač, který pokrývá určité území, jenž navazuje na území pokryté jinými buňkami (vysílači). Uživatel pracující v takové síti má možnost využívat služeb sítě bez potřeby manuálního přepínání a výběru jednotlivých vysílačů. O to se stará mobility management sítě, který vhodným způsobem automaticky přepojuje mobilního účastníka mezi jednotlivými buňkami. lit.[11]

## **OBU - On Board Unit**

Malý přístroj na kartu, který se jednoduše upevní za přední sklo v autě. Elektronická karta se vkládá dovnitř přístroje. Přijímá radiový signál či signál v pásmu infračervených vln.

## **RSE - Road Side Equipment**

Zařízení umístěné nad vozovkou nebo vedle vozovky. Zajišťuje komunikaci s jednotkou OBU.

## **ITS – Inteligentní dopravní systémy**

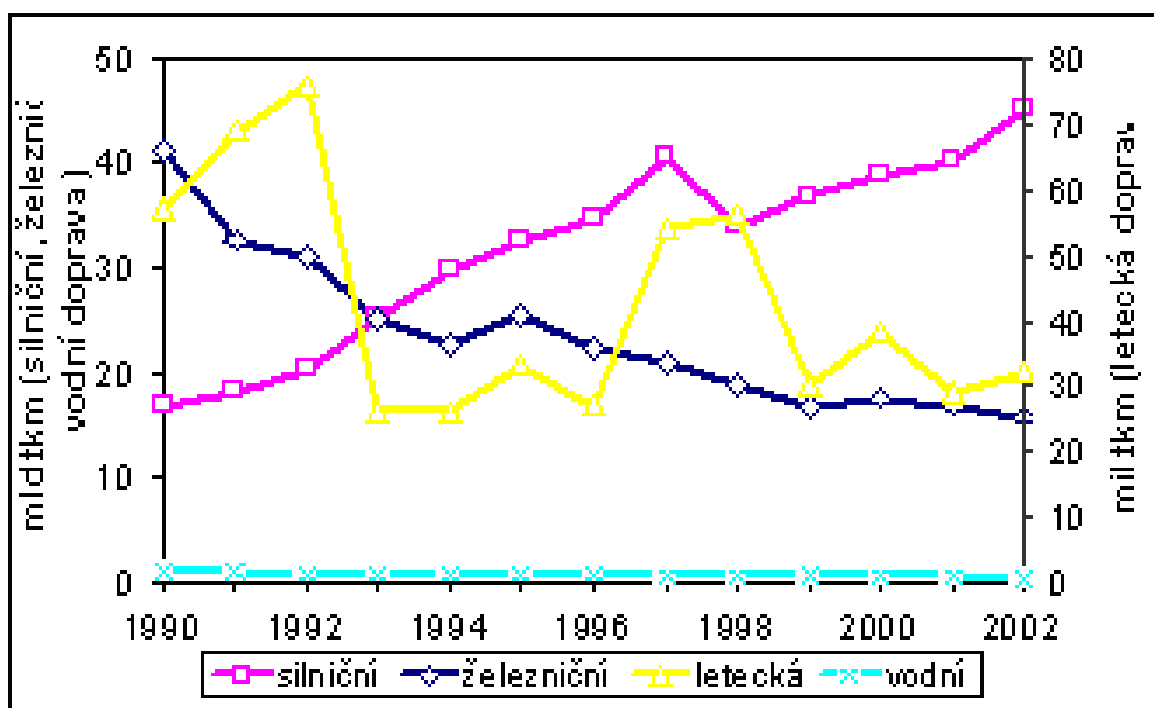
Jsou užívány ve všech druzích dopravy. Integrují informační a telekomunikační prostředky s dopravním inženýrstvím za podpory souvisejících oborů. Cílem je zajistit při stávající infrastruktuře účinné řízení dopravních a přepravních procesů. Efektivním řízením se mají zvýšit přepravní výkony a zlepšit efektivita dopravy, její bezpečnost i komfort cestujících. Obor ITS se často označuje termínem dopravní telematika.

## 2. Důvody pro zpoplatnění komunikací

Primárním důvodem je zaplatit reinvestice do infrastruktury, do oprav 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. Evropská komise zveřejnila dokumenty, které poukazují na rapidní nárůst využívání silniční dopravy a to především na úkor dopravy železniční. Tuto situaci ilustruje Obr.1, na kterém je vývoj v letech 1990 až 2002 s ohledem na způsob přepravy.

„Při určování daní a poplatků uživatelů silnic je třeba brát v úvahu:

- investiční politiku státu při rozhodování o tom, které komunikace stavět či modernizovat
- úroveň samotného zpoplatnění vlastníka vozidla při rozhodování o tom, zda silnice využít či nikoliv.“ [2]



Obr. 1: Distribuce dle režimu přepravy, lit. [3]

Nejvyšší nárůst vidíme právě v silniční dopravě po dobu zkoumaného období, v devadesátých letech se její podíl vyhoupl k  $\frac{3}{4}$  hranici. Vyjma let 1997 až 1998, kde za hospodářského boomu došlo k výraznému navýšení letecké dopravy i na úkor dopravy

silniční, je nárůst silniční dopravy stále, téměř konstantně, rostoucí. Obráceně je tomu u železniční dopravy. Ta, až na malé odchylky, stále upadá.

### 3. Možné způsoby zpoplatnění užívání komunikací

Způsoby zpoplatnění se vyčleňují v zásadě do dvou skupin. Jde o pevné poplatky, které zahrnují daně a dálniční známky. Druhou skupinou jsou poplatky odvíjející se od ujeté vzdálenosti. Tuto skupinu reprezentuje mýto a to ať elektronické nebo manuální.

Následující tabulka (Tab. 1) shrnuje, jak jsou jednotlivé přístupy schopné vzít v úvahu situace či příčiny, které jsou dle odborníků výrazným podnětem k zpoplatnění za využití komunikací.

Refinancování struktury pomoci:	Cena za příčinu			Teritoriální princip
	Frekvence využívání komunikací	Dopravní špičky (části dne)	Rozdělení podle hmotnosti a emisí	
Dopravní daň	NE	NE	ANO	NE
Dálniční známka	NE	NE	ANO	ANO
Výkonové zpoplatnění	ANO	ANO	ANO	ANO

Tab. 1: Hodnocení způsobu zpoplatnění komunikací [1]

Z tabulky hodnocení způsobů zpoplatnění komunikací vychází jednoznačně jako nejlepší řešení výkonové zpoplatnění, tedy mýtné. Základní výhodou se jeví přístup k uživateli.

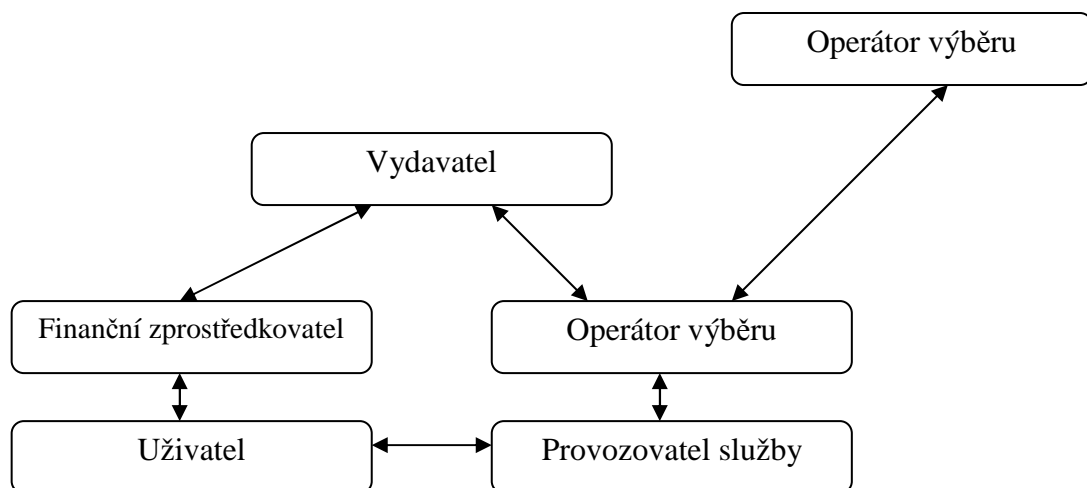
Uživatel platí za skutečné používání komunikace. Platba je úměrná hmotnosti, zplodinám, zohledňuje také frekvenci využívání komunikací a tedy poškození silnice. V porovnání s dálničními známkami neztrácí výhodu ani v oblasti teritoriální. I v případě mýtného uživatel platí pouze za úseky, po kterých projel. Způsob výkonového zpoplatnění umožňuje efektivní placení a současně vytvoření dalších telematických služeb, jako jsou management mobility, traffic management, knihy jízd, monitoring kradených vozidel nebo měření úsekové rychlosti.

## 4. Technologie výběru mýtného EFC (Electronic Fee Collection)

### 4.1. Architektura EFC systémů

Ve většině případů se diskuze laické veřejnosti, pokud se týká elektronických plateb, soustřeďují na vlastní technologii: GPS nebo DSRC, ale většinou si neuvědomují, že tyto technologie slouží pouze pro zprostředkování transakcí, zatímco základem řešení je vybudování celé architektury systému.

Integrovaný platební systém EFC je přijatá platforma, která je standardizována na úrovni EU v technické komisi CEN TC278. Součástí skupiny standardů, zpracovaných v pracovní skupině WG1 „Electronic Fee Collection“, jsou metody pro výměny informací o elektronické platbě, jak mezi jednotlivými dopravními operátory (provozovatelé placených dopravních služeb), tak i mezi jednotlivými platebními systémy (peněžní úřady), lit. [1]. Obr. 2 popisuje integrovanou koncepci EFC, která je v anglické literatuře označována jako koncepce „pentagonská“.



Obr. 2 „Pentagonská“ koncepce EFC

### **4.1.1. Uživatel – zařízení ve vozidle, platební karta**

#### **Uživatel**

Jde o osobu, která je vybavena jak platební kartou, tak i zařízením ve vozidle a využívá placené služby nabízené provozovatelem.

#### **Platební karta**

Jediná položka, která se vztahuje přímo k uživateli. Jedině uživatel ji může používat a pouze uživatel si zaplatil její hodnotu. Systém EFC umožňuje, aby uživatel mohl používat platební kartu i pro několik dalších vozidel.

#### **Zařízení ve vozidle**

Je pevně připevněno k vozidlu. Pouze v případě, že je do něj vsunuta platební karta, se zařízení vztahuje k uživateli. Základní funkcí zařízení ve vozidle je přenos informace z platební karty do výběrového zařízení umístěného na vozovce či pomocí celulární mobilní sítě do výběrových zařízení mimo vozovku.

### **4.1.2. Provozovatel služby - služba**

#### **Provozovatel služby**

Společnost, nabízející placenou službu. V případě výběru mýtného na zpoplatněných úsecích dopravní infrastruktury je provozovatelem služby myšlena společnost, která dopravní infrastrukturu vlastní, udržuje a opravuje. V případě výběru poplatků za parkování jde většinou o společnost, která vlastní zpoplatněná parkovací místa.

### **4.1.3. Vydavatel – vydavatel elektronických platebních karet**

#### **Vydavatel**

Nese plnou zodpovědnost za vydávání elektronických platebních karet a za řádnou činnost zařízení ve vozidle. Operátor výběru předává výnosy z prodeje platebních karet



provozovatelům placených služeb. Předávání plateb probíhá podle daných postupů. Přes finančního zprostředkovatele existuje vazba vydavatele na uživatele. Finanční zprostředkovatel provádí distribuci a prodej elektronických platebních karet uživatelům. Pakliže provozovatel služby akceptuje standardní kreditní karty, vydavatelem se stávají organizace, které karty vydávají.

#### **4.1.4. Operátor výběru – finanční společnost**

##### **Operátor výběru**

Vybírá a spravuje transakce provozovatele služeb a provádí i vzájemné transakce mezi několika provozovateli. Může jím být i společnost, která transakci provádí, a to v případě využití standardních kreditních karet.

#### **4.1.5. Finanční zprostředkovatel – zprostředkovatelská společnost**

##### **Finanční operátor**

Prodává a distribuuje vydané platební karty. Pro systémy, které nepoužívají platební karty, finanční operátor zasílá a vymáhá měsíční pohledávky za použití dopravní infrastruktury či vybírá předplatné za tyto služby. Přes finančního zprostředkovatele komunikují vydavatel elektronických platebních karet s uživatelem.

Popsaná pentagonská koncepce EFC není technickým schématem, ale informačním a koncepčním modelem. Pod koncepční model lze zahrnout obě následně popsané technické koncepce systému EFC (DSRC i GNSS), lit. [1].

## **4.2. Základní dělení EFC systémů**

### **4.2.1. Dle konfigurace výběrových míst**

#### **Otevřený systém EFC**

Uživatelé dopravní infrastruktury platí poplatky pouze v jednom místě a to při vjezdu do placeného prostoru. Na začátku placeného prostoru je umístěna výběrová stanice, která

zprostředkovává přenos informací mezi zařízením instalovaným ve vozidle (OBU) a zařízením umístěným na vozovce (RSE). Informace jsou přenášeny pouze jednou, a to při průjezdu vozidla kolem výběrové stanice.

## **Uzavřený systém EFC**

Uživatel určité kategorie platí poplatek za celou cestu v placené zóně, tj. poplatek je počítán od místa vjezdu vozidla do placeného prostoru až po místo, kde uživatel placený prostor opouští. Přenos informací mezi zařízením instalovaným ve vozidle a zařízením na vozovce je uskutečněn celkem dvakrát a to při vstupu do placeného úseku (vstupní výběrová stanice) a výjezdu z placeného úseku (výstupní výběrová stanice). Znamená to, že vstup a výstup do placeného prostoru je možný pouze přes výběrová zařízení.

### **4.2.2. Dle počtu jízdních pruhů**

#### **Jedno-pruhový výběrový systém**

Vozidla jsou úmyslně vedena do jednotlivých pruhů, které jsou od sebe fyzicky odděleny.

#### **Pseudo více-pruhový výběrový systém**

Předpokládá se, že vozidla pojedou v několika jízdních pruzích, ale nebudou hromadně přejíždět mezi jízdními pruhy. V této koncepci nejsou jízdní pruhy fyzicky odděleny, proto musí systém reagovat na situaci, kdy nějaké vozidlo čas od času přejede z jednoho pruhu do druhého.

#### **Více-pruhový výběrový systém**

Jde o nejjednodušší a pravděpodobně nejběžnější variantu, kde nejsou stanoveny žádné podmínky na projíždějící vozidla. Vede k hladkému průjezdu mnoha vozidel, bez zpomalení dopravního proudu. Je však technicky složitější než předchozí dva systémy, protože musí být uvažovány všechny představitelné pohyby vozidel.

### 4.3. Technologie EFC systémů

Ve světě jsou dosud realizovány tři základní technologie EFC systémů:

**DSRC** (Dedicated Short Range Communication) – komunikační spojení na krátkou vzdálenost

Zprostředkovává přenos mezi RSE a jednotkou OBU ve vozidle. Komunikace se uskutečňuje v mikrovlnném nebo infračerveném pásmu.

**GNSS** (Global Navigation Satellite System) – systém, který automaticky určuje pozici a lokalizaci vozidla na základě družicového systému, např. GPS, GALILEO

**GSM/GPS** (Global System for Mobile Communication/Global Positioning System) – celosvětový systém pro mobilní komunikaci/celosvětový systém určení polohy

Pro určování pozice a ujeté vzdálenosti se využívá systém GPS, pro přenos do centra se může, ale i nemusí využívat GSM technologie.

Jde o konkrétní realizaci provádějící službu GNSS, je standardizována a komerčně již využívána.

**LSVA** (Die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) - na výkonu závisící poplatek nákladní dopravy

Švýcarský systém, kde je technologie založená na velmi inteligentní OBU, ta odečítá vzdálenost dle elektronického tachografu a může využívat korekce vzdálenosti dle GPS.

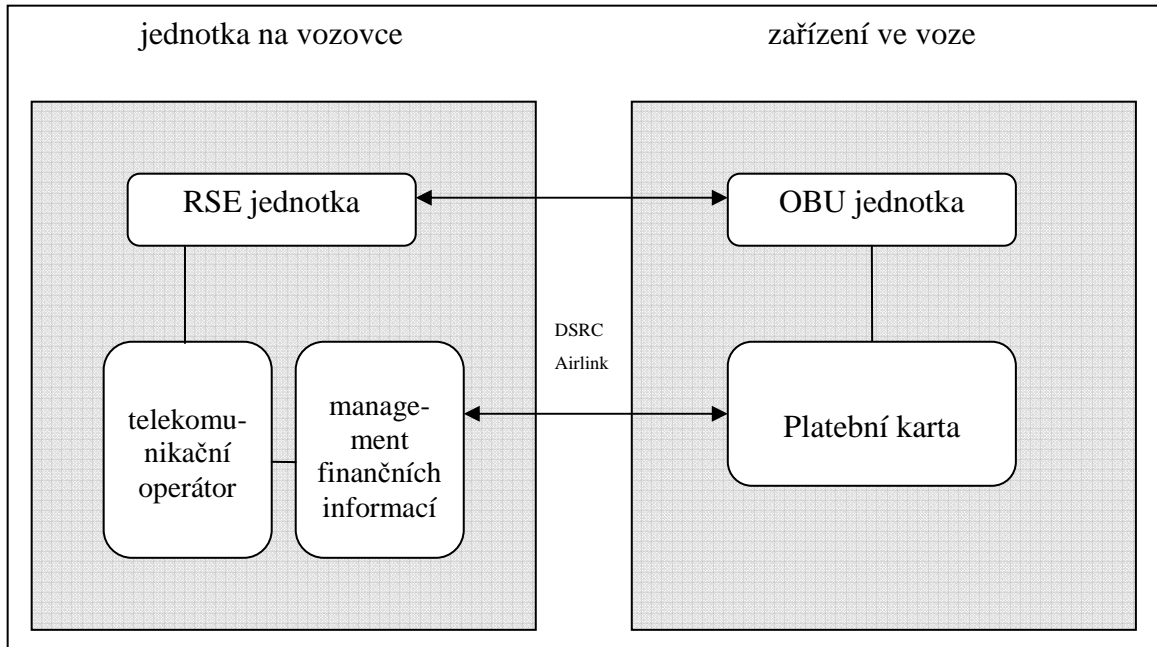
#### 4.3.1. DSRC

Systém DSRC využívá fyzické brány vybavené rádiovým (infračerveným) komunikačním kanálem a zprostředkovává komunikaci mezi vozidlem a fyzickou výběrovou bránou. Komunikační zařízení systému DSRC může být umístěno buď na fyzické bráně (většinou ve tvaru portálu, Příloha D) nebo vedle vozovky či přímo mezi jízdními pruhy. Brána se zařízením DSRC obsahuje zpravidla anténní systém a zařízení

umožňující detekci a lokalizaci vozidel projíždějících do placené zóny. Obr. 3 zobrazuje technické schéma systému EFC založeného na principu DSRC. Na obrázku vidíme, že komunikační protokol obsahuje dvě informace. Přes DSRC vzájemně komunikují OBU a RSE, které si předávají data o elektronické identifikaci vozidla, klasifikační data vozidla, atd. Dále si předávají finanční data nebo pouze ID mezi elektronickou platební kartou a managementem finančních informací na RSE. Přenos dat je obousměrný, neboť každá finanční transakce musí být zpětně potvrzena.

Telekomunikační operátor sbírá data z RSE jednotek a zajišťuje jejich správné doručení k operátorovi výběru (viz. pentagonská koncepce EFC, obr. 2). V případě interoperabilního EFC systému, telekomunikační operátor provádí tzv. roaming mezi několika operátory výběru.

Transakce jsou realizovány několika způsoby, dle použitého systému zařízení ve vozidle. Pokročilejší systémy uvažují s aplikací standardních platebních karet. V tomto případě se transakce podobá plně bankovní operaci v bankomatu. Méně pokročilejší systémy uvažují s aplikací speciální karty, určené jen pro tento účel (podobně, jako telefonní karty).



Obr. 3 Technické schéma systému EFC založeného na principu DSRC



Obr. 4 OBU jednotka LUPUS OBU ETC 2332  
českého výrobce PRINCIP a.s. [10]



Obr. 5 Čipová ID karta [9]



Obr. 6 OBU jednotka Premid používaná v ČR [8]

Jednotku OBU (Obr. 4 a 6) si musí každý řidič koupit a nainstalovat do automobilu, aby mohl platit elektronickou cestou. Když řidič projíždí kolem místa výběru, platí za tuto službu elektronicky či je automaticky zaznamenán pro „post payment“. Použitý rádiový signál u systému DSRC samozřejmě nesmí rušit žádné další elektronické přístroje a jeho frekvence byla vybrána tak, aby nerušila mobilní telefony, přenosné PC atd. Jeho kmitočet je pro Evropu standardizován na 5,8 GHz, lit. [1].

Technologie přenosu informací a detekce vozidla musí pracovat spolehlivě, i když rychlost vozů překročí maximální rychlostní limit.

Uživatel si ve vybraných obchodech zakoupí kartu (Obr. 5) a používá ji až do vyčerpání jednotek, poté si zase zakoupí novou kartu. V některých systémech EFC se počítá s tzv. metodou „post payment“, u které uživatel používá elektronickou kartu pouze jako identifikační zařízení a jednou měsíčně mu přijde na jeho adresu účet s měsíční sumou.

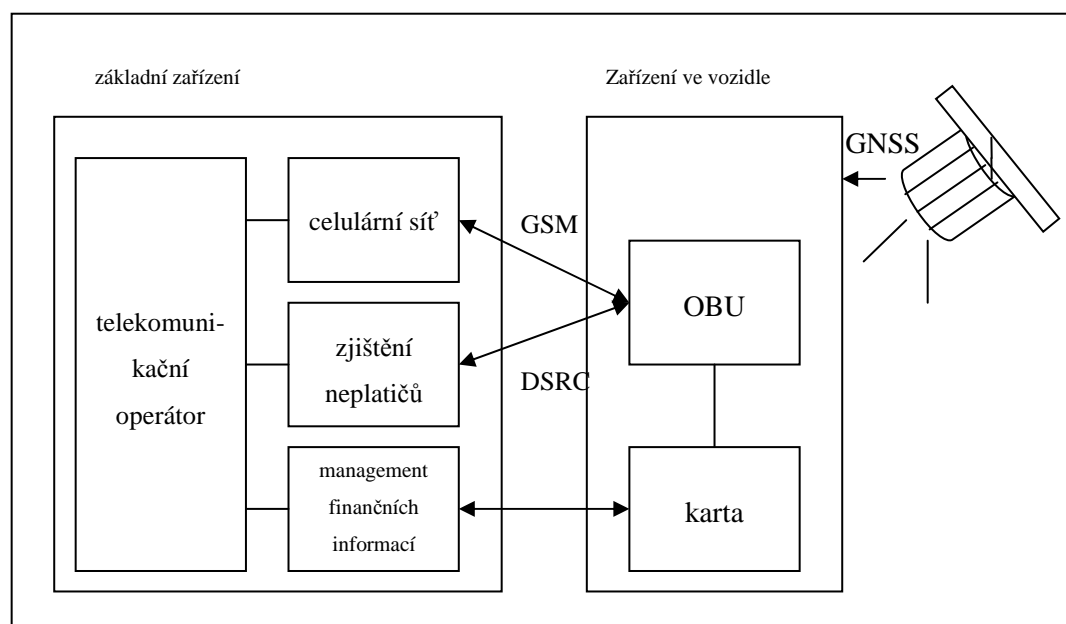
### 4.3.2. GNSS

System EFC je založen na použití satelitní navigace (GPS, GALILEO) a případné technologie celulární mobilní sítě (GSM, GPRS). Zatímco DSRC systém pracoval s reálnou infrastrukturou tvořenou branami, pracuje GNSS systém s virtuálními mýtnými místy, které jsou vytvořeny a uloženy v naprogramovaných tabulkách v OBU. Pokud vozidlo projíždí tímto úsekem komunikace, který je identifikován pomocí GPS, je zaznamenán čas průjezdu atd. do OBU.

Satelitní navigace má však svá technická omezení, například v hustě zastavěné oblasti měst, v tunelech apod.

Poplatky jsou vybírány na virtuálních mýtných branách. Tyto brány mají stejnou funkci jako fyzické portály. Pokud vozidlo projede tímto virtuálním bodem, je uskutečněna transakce. Platební příkaz lze realizovat bezprostředně tím, že je informace o projetí daným bodem vyslána prostřednictvím GSM nebo je tento údaj zaznamenán na čipovou kartu a je následně vyhodnocen.

V souvislosti se systémem EFC se počítá s dobudováním evropského navigačního systému GALILEO, který by se měl stát jak navigačním, tak i komunikačním družicovým systémem evropského významu. Princip metody je však stejný pro GPS nebo GALILEO.



Obr. 7 Koncepce systému EFC na bázi GNSS

EU doporučila zavádění GNSS systémů pro výběr mýtného proto, že nejsou závislé na infrastruktuře a pro snadnou rozšiřitelnost služeb na nich založených. EFC systémy založené na technologii GNSS umožňují poskytovat služby vycházející z ITS a vytvářet různé cenové programy. Jsou využitelné také pro řízení dopravního provozu a v systémech pro informování řidičů a cestujících, které pracují v reálném čase.

### 4.3.3. LSVA

Důvodem detailnějšího popisu je to, že se Švýcarsko jednoznačně rozhodlo tento systém zavést a stalo se tak první zemí v Evropě, kde je z úrovně státu přijato takto jednoznačné řešení. Vzhledem k tomu, že Švýcarsko není členem EU, nebyly brány v potaz všechny směrnice a doporučení platné pro státy Evropské unie.

K měření ujeté vzdálenosti jsou použity dva technicky nezávislé systémy, elektronický tachograf a satelitní navigace. Je zde však snaha o respektování evropské interoperability, jelikož OBU systému LSVA umožňuje komunikovat i s rádiovým zařízením v pásmu 5,8 GHz, standardizovaným pro DSRC v EU.

Základem pro odečítání ujetých kilometrů je elektronický tachograf, jehož činnost je verifikována pomocí satelitního systému GPS. Při vjezdu do země vysílač umístěný nad vozovkou aktivuje pomocí DSRC záznam počtu ujetých kilometrů. Při opuštění Švýcarska je OBU opět deaktivována a vzdálenost ujetá v zahraničí se nezaznamenává.

Neplatí se tedy pouze za vybrané komunikace, ale za všechny ujeté kilometry na území Švýcarska. Tento systém výběru mýtného má velkou výhodu, oproti výběru na vybraných komunikacích, že se řidiči nemohou vyhnout placení jízdou po objízdných trasách.

Nevýhodou systému je nutnost vybavení všech vozidel složitější OBU (Obr. 8), která musí být propojena s elektronickým tachografem. Jednotka je nepřenosná a zabezpečená pomocí kontaktů, které by ji vypnuly v případě neoprávněné manipulace. Tyto události, jako je odpojování a připojování kabeláže, se ukládají do paměti a jsou pravidelně



kontrolovány centrálním úřadem.

Vyjma vysílače a přijímače pro mikrovlnný přenos (DSRC) v pásmu 5,8 GHz obsahuje OBU také GPS anténu a přijímač. Anténa je umístěná v pouzdru OBU. GPS slouží pouze jako kontrolní systém správnosti údajů. Spojení s RSE probíhá pomocí přenosu v infračerveném pásmu.

Obr. 8 OBU jednotka používaná v systému LSVA [9]

#### 4.3.4. Porovnání technologií EFC

Obecně platí, že každá z používaných technologií má své přednosti, ale i zápory. Porovnání není možné provádět pouze z hlediska technického, či technologického, ale je nutné zvažovat i finanční možnosti realizace systému a návratnost investovaných prostředků. V tab. 2 jsou rozděleny činnosti jednotlivých technologií tak, jak vyplívají z „pentagonské“ koncepce.

<b>Části systému EFC dle koncepce</b>	<b>DSRC</b>	<b>GNSS/GPS</b>	<b>LSVA</b>
<b>Finanční zprostředkovatel</b>	Operátor EFC sítě	mobilní operátor	poštovní služby, internet
<b>Vydavatel</b>	Operátor EFC sítě či jiná prověřená společnost	mobilní operátor	pověřená organizace
<b>Operátor výběru</b>	bankovní společnost	bankovní společnost či sám mobilní operátor	bankovní společnost
<b>Uživatel</b>	Jednotka ve vozidle umístěná zpravidla pod zpětným zrcátkem	zabudovaná jednotka ve vozidle	zabudovaná jednotka ve vozidle
<b>Provozovatel služby</b>	Správce či vlastník DSRC portálů	správce či vlastník virtuálních portálů	pověřená organizace

Tab. 2 Činnosti jednotlivých technologií dle „pentagonské“ koncepce

Základní souhrn výhod a nevýhod jednotlivých EFC technologií je pak uveden v příloze D.



## 5. Dohledové systémy

Cílem dohledového systému je minimalizovat vyhýbání se placení mýtného. Toto vyhýbání může být vědomé i nevědomé. K nevědomému nezaplacení dojde například v případě poruchy na OBU, kdy však řidič byl připraven zaplatit. V případě vědomého nezaplacení se jedná o podvod. Příkladem je, když řidič úmyslně špatně nastaví parametry OBU, například na nižší platební třídu nebo když řidič OBU zastíní a tím ji učiní nečitelnou, bližší popis je uveden v sekci „Alobal ruší“.

Vybudování dobře fungujících dohledových systémů je naprostou nezbytností, neboť sebelepší EFC systém je k ničemu, pokud se zjistí, že je prováděna nedůsledná kontrola.

Dohledové systémy se dají rozdělit do dvou základních skupin, na mobilní a pevné.

### 5.1. Mobilní dohledové systémy

V praxi se používají oba druhy dohledu a každý z nich má své výhody. Důvodem používání mobilních systémů je vyšší flexibilita a nižší náklady. Výhodou také je, že řidiči, kteří se vyhnuli placení úmyslně, například objetím dohledového místa po komunikaci nižší třídy nevědí, kde může dojít ke kontrole a nemohou se na ni proto připravit.

Nejjednodušším příkladem mobilního dohledového systému je policejní hlídka, která namátkou provádí kontrolu vozidel. Vozidlu zkontroluje funkčnost OBU a údaje o proběhlých transakcích z čipové karty ve svém čtecím zařízení. Pokud není OBU vybavena čipovou kartou, musí mít jinou možnost pro sběr dat v ní obsažených. Vozidlo policejní hlídky by mělo být připojeno na centrálu, kde jsou údaje ověřeny. Tato metoda ovšem není příliš efektivní. Účinnější by bylo zastavovat pouze ta vozidla, o kterých předpokládáme, že nezaplatila. K tomu ovšem musíme být schopni získat na větší vzdálenosti údaje z čipové karty vozidla. Zařízení, které by toho bylo schopno, musí mít dosah alespoň kolem 100m. Vhodnou technologií pro dohled je infračervená technologie, která má mnohem širší úhel snímání a nevádí jí metalizace skel automobilu, jak je tomu u technologie mikrovlnné. Dalším kladem je neviditelnost a bezpečnost pro lidské oko.

Mobilní hlídku obvykle tvoří dvě osoby. První infračervenou pistolí zaměří přibližující se vozidlo, kdy se automaticky načtou údaje z OBU. V pistolí jsou data předběžně analyzována a pokud údaje označí řidiče jako potenciálního neplatiče, zobrazí

upozornění. Vozidlo je vyfoceno a fotka společně s údaji rádiově poslána druhému členovi, který čeká dále po směru jízdy a vozidlo zastaví.

## **5.2. Pevné dohledové systémy**

Nezbytností každého EFC systému je použití pevně instalovaných dohledových stanic, které vyžadují vybudování infrastruktury, a proto jsou také drahé. Vzhledem k ceně je nezbytné dobře uvážit jejich umístění. Volí se tedy místa, kterým se nelze jednoduše vyhnout, zpravidla mezi vjezdem a výjezdem z dálnice.

### **5.2.1. VES (Video Enforcement System) – video dohledový systém**

Hlavním úkolem VES je získat obraz vozidel, která použila jízdní pruh pro elektronickou platbu bez funkční OBU, popř. s OBU s nepravdivými údaji, a tedy nezaplatila poplatek. Obraz následně slouží pro automatické či manuální přečtení SPZ vozidla, podle které lze dohledat registrovaného majitele vozidla.

#### **Fotografie**

První systémy VES používaly fotografické přístroje pro získání obrazu vozidla, které se vyhnulo placení. Vzhledem k četnostem problémů s manuálním odečítáním čísla SPZ, zaznamenáním data a času, získáním fotografie, nastavením přístroje na dané místo, načasováním spouště, s nutností uchovávání získaných fotografií, nutnosti vybavením každého jízdního pruhu fotografickým přístrojem a zařízením pro uchovávání fotografií atd. se od tohoto přístupu brzy upustilo.

#### **Video nahrávky**

Další fází bylo použití videokamery pro získání nahrávky, z které byla čísla SPZ následně extrahována. Tento postup je však časově náročný, k nahrávce je sice automaticky připojen údaj o jízdním pruhu, datu a čase, ale nutnost ruční manipulace zde zůstává.

Metoda vyžaduje vybavit každý jízdní pruh kamerou a video nahrávacím zařízením.

## **Digitální obrazy**

Výhodou digitálního obrazu je možnost uložení v elektronické podobě a možnost okamžitého přenosu na velké vzdálenosti do databáze. Navíc tento systém může být doplněn systémem pro automatické rozpoznávání SPZ. Systém automaticky najde na obrazu místo s SPZ, přečte její číslo a uloží do databáze společně s informací o průběhu transakce. Tento způsob tedy v případě nezaplacení poplatku výrazně snižuje potřebu zásahu operátora.

Tento přístup vyžaduje vybavit každý jízdní pruh nejméně jedním digitálním fotoaparátem. Obvykle se snímá přední i zadní část vozu.

## **Rozpoznávání státní poznávací značky**

Hlavním úkolem VES je získat obraz v takové kvalitě, aby se z něj dalo určit číslo SPZ.

Problémem je přesně a efektivně rozpoznat toto číslo. Manuální přístup, kdy člověk přečte z fotografie číslo a uloží jej do databáze, je náročná práce, která obsahuje velké riziko, že dojde k chybě ať už při čtení či zápisu čísla.

Řešením je systém automatického rozpoznávání SPZ. Zde se však setkáváme s novými problémy, které nejsou jen technické, ale často vyplývají z nevhodného designu a použití SPZ. Mezi nejčastější faktory patří:

- Nestandardní SPZ (velikost, tvar, typ písma).
- Špinavé či poškozené SPZ.
- Chybně namontované či chybějící SPZ.
- Rozdíly v umístění pro rozdílné typy automobilů.
- Barva SPZ (červená čísla v Belgii při infračervených fotografiích)
- Podobnost v písmenech resp. číslech (písmeno O a číslo 0).

Díky těmto faktorům i tato technologie často vyžaduje ruční zásah operátora pro přečtení čísla SPZ či potvrzení výsledku. Částečně je tento problém možné řešit vyfocením obou SPZ (tj. přední i zadní). V případě nejednoznačnosti při rozpoznávání téhož vozidla, je obraz předán k manuálnímu přečtení nebo je transakce považována za ztracenou. Nejlepší systémy dosahují spolehlivosti pro běžné rychlosti kolem 80%.

## **Nedostatky systému VES**

Jako každá relativně nová technologie má své technické problémy, k nimž se připojují ještě problémy legislativní, kde hlavním problémem je zachování soukromí řidiče.

## **Zorné pole fotoaparátu**

Zorné pole udává velikost oblasti, na kterou je fotoaparát zaměřen. Tato velikost je ovlivněna také rozlišovací schopností objektivu. Většina běžných nastavení kamery nabízí šířku záběru kolem 150 cm. Jak tedy z jízdního pruhu, širokého 3 metry, zobrazit SPZ s dostatečnou, ale zase ne zbytečně velkou kvalitou? Řešením může být použití kamery s vyšší rozlišovací schopností, popřípadě pořízením několika záznamů v řadě za sebou.

## **Soukromí řidičů**

Na fotografiích krom SPZ může být zachycen i řidič vozidla se spolujezdci. Takové fotografie mohou být považovány za porušení soukromí a to zvláště v případě, že jsou vyfocena všechna vozidla a ta, která zaplatila, jsou později vymazána. Proto je snaha zorné pole kamery omezit na oblast pouze kolem SPZ a fotit jen ta vozidla, která nezaplatila poplatek.

## **Osvětlení**

Snížená viditelnost by mohla velkou měrou snížit úspěšnost kontroly. Proto je k aparátu přidán dodatečný zdroj světla. Světlo musí pracovat na vlnové délce, na kterou je fotoaparát citlivý. Zároveň však nesmí oslňovat řidiče ani jiné osoby pohybující se v blízkosti systému. Nejpoužívanějším zdrojem v mnoha implementacích se stal zdroj infračerveného světla či světla s vlnovou délkou blízkou k infračervenému světlu.

## **Kompresce obrazů**

Kompresce se provádí jednak z důvodu rychlejšího přenosu do centrálního počítače, tak samozřejmě i z důvodu snížení nároků na kapacitu disku. Typickým kompresním formátem u digitálních obrazů je formát JPEG.

## **6. Mýtný systém v ČR**

### **6.1. Důvody zavedení mýta**

Česká republika leží ve středu Evropy. Touto svou geografickou polohou je předurčena k roli významné evropské tranzitní země. Objem kamionové dopravy na českých silnicích v posledních letech neustále roste. To má velké negativní dopady jak na technický stav pozemních komunikací, na životní prostředí, tak i na počet dopravních nehod nákladních vozidel v ČR.

Za nárůst kamionové dopravy může několik skutečností. Tou první je zavedení elektronického mýtného v sousedních státech, jako je Rakousko, či Německo, kde po zavedení mýta v zahraničí se ČR stává pro zahraniční dopravce levnou tranzitní zemí.

Druhým důvodem byl vstup České republiky do Evropské unie. Od 1. května 2004 se tím vnější hranice EU posunula za východní hranice Maďarska, Slovenska a Polska. Existence tzv. vnitřních hranic EU představuje zkrácení čekacích dob na hranicích z průměrných 12 hodin na 15 minut. Na základě této skutečnosti došlo k posunu „severojižní trasy“ na území ČR.

Výkonovým zpoplatněním a jeho zavedením na vybrané české dálnice a silnice se vláda zabývala 19. května 2004, kdy přijala usnesení č. 481. Následně dne 12. ledna 2005 přijala usnesení č. 42, k návrhu zavedení výkonového zpoplatnění na vybraných pozemních komunikacích v ČR.

Ministerstvo dopravy připravilo návrh novely zákonů umožňujících zavedení výkonového zpoplatnění v rámci plnění úkolů týkajících se elektronického mýtného v ČR. Dne 13. července 2005 byl tento návrh schválen vládou a předložen do Poslanecké sněmovny.[14]

### **Rozhodující faktory pro zavedení elektronického mýta v ČR:**

- ekonomické využití přepravy (snížení jízd prázdných vozidel),
- omezení nárůstu silniční kamionové dopravy,
- vyšší příjem financí na výstavbu, opravu a modernizaci silniční sítě,
- spravedlivé zpoplatnění uživatelů pozemních komunikací,
- harmonizace vstupních podmínek pro jednotlivé druhy dopravy,

- možnost lepšího odstupňování mýta (ekologická citlivost trasy, denní doba),
- přenesení platby nákladů na toho, kdo je způsobuje.

## **6.2. Současný systém elektronického mýtného a jeho nedostatky**

Elektronický výběr mýtného, na vymezených úsecích dálnic a rychlostních komunikací s použitím systému DSRC, pro provozovatele nákladních aut nad 12 tun využívající komunikace v České republice, byl zaveden od 1. 1. 2007. Mapa zpoplatněných úseků je zobrazena v Příloze A. Délky některých mýtných úseků byly upraveny od 1. 1. 2009, jsou zobrazeny v Příloze B. Zčásti jde o zpoplatnění dostavěných úseků dálniční sítě a jím vyvolaných změn ve vedení dopravy. Jiné úseky byly upřesněny v závislosti na výsledku měření, které proběhlo v terénu v roce 2008. Většinou šlo o vyrovnání délek sousedních úseků, protože byly podle jednotných metod stanoveny středy křižovatek a tedy začátky a konce souvisejících úseků. Úseky podléhající mýtnému k 1. 1. 2010 můžeme vidět v Příloze D.

Jako u téměř každého projektu se začínali objevovat různé chyby a opomenutí týkající se výběru mýtného a následné kontroly, které nejčastěji ústí ve ztráty pro stát.

### **6.2.1. Objížďení úseků podléhajících mýtu**

Diskutovanou otázkou již při zavádění systému bylo, zda po zavedení mýtného nebudou nadměrnou zátěží trpět nezpoplatněné komunikace. Zda nebudou automobily objíždět zpoplatněné úseky. Samozřejmě i tací dopravci se naleznou. Současný stav je takový, že když dopravce upřednostní přibližně tisícikorunovou úsporu před přibližně 30-ti minutovým zpožděním, má po celé České republice několik možností, jak se zpoplatněné komunikaci vyhnout a tím i ušetřit na mýtném.[15]

Ve větší míře se to ale nestává. Cesta mimo dálnice a rychlostní komunikace znamená vyšší náklady na pohonné hmoty, je náročnější na pozornost řidiče a především jsou v dnešní době časové ztráty při dopravě nežádoucí.

Provozovatel systému elektronického mýta odhaduje, že státu uniklo až 27 mil. korun měsíčně za řidiče, kteří se placení vyhnuli právě objížďením. Nejčastěji řidiči využívají

objíždění v oblasti středních Čech, jižních Čech a také na Vysočině, kde se vyskytuje komunikace kopírující dálnici D1.

### **6.2.2. Nedodržení bezpečné vzdálenosti**

Jako závažný problém je hodnoceno chování některých řidičů. Ti objevili velmi riskantní způsob, jak projet pod mýtnou bránou tak, aby je systém nezaregistroval a nebyla jim stržena platba za ujetý úsek.

Před mýtnou bránou se přiblíží až na vzdálenost menší než 3 metry za jiný jedoucí kamion. Mýtná brána potom registruje pouze jedno projíždějící vozidlo a „černému pasažérovi“ účet poplatkem nezatíží.[16]

V tomto případě bohužel selhává i další způsob, jak neplatícího řidiče dostihnout. V případě, že jede tak blízko za jiným vozidlem, nemohou plnit svoji funkci ani kamery snímající státní poznávací značku vozidla. Mobilní hlídky zjišťují neplatící vozidla elektronicky ze speciálních aut a sledují zejména, zda mají aktivní palubní jednotku, takže nemohou řidiče postihnout, pokud nejsou přímo u incidentu. Takovým razantním snížením vzdálenosti mezi vozidly je silně narušena bezpečnost na komunikaci.

Chování řidičů je zřejmým porušením dopravních předpisů, kdy ohrožují nejen sebe, ale také ostatní řidiče. Za popsaný manévra hrozí řidiči dle zákona sankce do výše 2 000 Kč. Podle tuzemského sdružení autodopravců Česmad takové situace vytvářejí převážně zahraniční kamiony.

### **6.2.3. Alobal ruší**

Další způsob obcházení platby mýtného, se kterým se společnost Kapsch nevyrovnala přesto, že byl zveřejněn již 8. ledna 2007, je obalení palubní jednotky do alobalu.

Postup řidičů, kteří mýtné platit nechtějí je prý následovný: vytvoří si krabíčku z vnitřní strany zcela pokrytou alobalem. Vždy, když se přiblíží k mýtné bráně vloží řidič palubní jednotku do krabice a v tu chvíli je její signál odrušen. Řidič projede pod mýtnou branou a za ní opět krabici odstraní a palubní jednotku vloží na předepsané místo. Tím se zajistí pro případnou kontrolu celní správou, jednotka je v pořádku na svém místě a fungující.

Manipulace s krabicí je jednoduchá a rychlá. S tímto postupem je ale problém u tzv. kontrolních mýtných bran, na kterých jsou instalovány kamery a zachycují státní poznávací značku.[16]

### **6.3. Analýza důsledků mýtného systému na nákladní dopravu v ČR**

Pokud by mýtný systém fungoval v zemi již několik let a s různými sazbami, bylo by možné odhadnout reakci firem na různé zvyšování mýtného poplatku a zjistit tak elasticitu. Při zavádění systému v ČR tyto údaje k dispozici nebyly a zvolená výše poplatku je spíše konzervativně nízká. Zavádění systému bylo ovlivněno tlaky různých zájmových skupin. Tomu napovídaly jak komplikace doprovázející tendr na výběr provozovatele mýtného systému, tak stanovení výše poplatku a rozsahu pokrytí silniční sítě mýtem.

#### **6.3.1. Chybějící data**

Úspěšnost plnění vládního předsevzetí snížit množství kamionů na silnicích je jen velmi těžko prokazatelné. Na rozdíl od jiných zemí (např. Rakousko) český provozovatel mýtného veřejně nepublikuje údaje o intenzitě dopravy. Obecně je velmi obtížné se k detailnějším datům dostat. V médiích neproběhla žádná diskuze týkající se vývoje počtu nákladních vozidel, až na mediální vyjádření představitele firmy Kapsch, který udává snížení až o 30%. Existují sice (pro veřejnost nedostupná) podrobná data o počtu kamionů, které zaznamenávají mýtné brány, ale problémem je, že tato data jsou k dispozici pouze za rok 2007. Naprosto chybí jakékoli srovnání s předchozími roky a z dat tak nelze vyvozovat žádné závěry.

#### **6.3.2. Metodika analýzy**

Momentálně lze jediné proveditelné a na Kapschi nezávislé srovnání provést na základě výsledků měření Ředitelství silnic a dálnic, jež má na české dálniční a částečně také silniční síti umístěny automatické detektory snímající projíždějící vozidla. Tato zařízení jsou schopna rozčlenit vozidla do čtyř kategorií podle jejich délky – 0-4m, 4-8m, 5-9m, 9-12m a 12 a více metrů. Poslední kategorie zhruba odpovídá hmotností kategorii kamionů nad 12 tun, která je povinna platit mýtné. Tato analýza nedává vyčerpávající pohled na vývoj objemů dopravy. To je dáno tím, že data za celou síť z automatických detektorů nejsou dostupná. Pro tento účel jsem proto vybral 6 reprezentativních úseků na páteřní dálniční síti, jež je zpoplatněna mýtem, a kde lze provést meziroční srovnání mezi rokem



2006 (bez mýta) a 2007 (s mýtem). Ze získaných dat lze již vyvozovat určité závěry o vývoji dopravy na komunikacích, které jsou součástí mýtného systému. Zejména výsledky týkající se tranzitu považují za spolehlivé, protože přes vybrané úseky projíždí velká část tranzitní dopravy na území ČR. Tato analýza nezkoumá změny v intenzitě silniční nákladní dopravy na komunikacích, které nepodléhají zpoplatnění mýtem.

### 6.3.3. Změna intenzity nákladní dopravy na vybraných zpoplatněných komunikacích

Základním zjištěním mé analýzy je, že na většině vybraných úseků české dálniční sítě došlo k meziročnímu poklesu nákladní dopravy nad 12 tun. Jak ukazuje následující tabulka, nárůst dopravy byl pozorován pouze na dálnici D8.

Tabulka č. 3: Intenzita kamionové dopravy ve vybraných úsecích dálniční sítě v letech 2006 a 2007

komunikace	úsek	denní průměr v roce 2006	denní průměr v roce 2007	změna
D1	Průhonice - Jesenice	8220	6960	-15%
D1	Humpolec - Větrný Jeníkov	7370	6280	-15%
D1	Brno, východ - Holubice	5060	4470	-12%
D2	Břeclav - státní hranice s SR	3950	3230	-18%
D5	Kateřina - státní hranice s SRN	4710	3800	-19%
D8	Úžice - Nová Ves	3100	3460	12%
<b>Celkem</b>		<b>32410</b>	<b>28200</b>	<b>-13%</b>

Výjma dálnice D8 s nárůstem dopravy 12%, došlo na všech ostatních úsecích k poklesu o více než 10%. Jedná se tedy o nezanedbatelný pokles dopravy v dané kategorii, který v průměru činil 13%. Lze přepokládat, že pro celou dálniční síť by vyšel pokles kolem 10%, neboť jak jsem již výše uvedl, jedná se o reprezentativní vzorek. Při interpretaci výsledků je nutné si uvědomit, že pokud by mýtné zavedeno nebylo, byly by objemy dopravy za roku 2007 vzhledem k 6% růstu české ekonomiky a vysokému růstu exportu v Polsku a na Slovensku pravděpodobně vyšší než v roce 2006. Změna oproti stavu bez mýta činí pravděpodobně více než zmíněných 10%.

### 6.3.4. Objíždění zpoplatněných úseků

Co je bohužel nemožné přesněji kvantifikovat, je přesun dopravy z dálnic na ostatní silnice. Je známým faktem, že se dopravci vyhýbají placení poplatků objížděním

zpoplatněných tras po souběžných silnicích. Zkušenosti z Rakouska naznačují, že objíždění tam bylo poměrně velkým problémem, který vyřešil na některých úsecích zákaz jízdy kamionů. Velkým problémem je objíždění zpoplatněných úseků i u nás. Z médií se lze dočíst o desítkách měst a obcí, které se s problémem začaly ve zvýšené míře potýkat jednak po zavedení mýtného jen dálnicích a rychlostních silnicích, a jednak v ještě dále zvýšené míře po přičlenění ČR k Schengenskému prostoru.

### **6.3.5. Zkušenosti ze zahraničí**

Pokud se kamionová doprava přesune z dálnic do měst, je to bezpochyby horší varianta, než pokud jezdí po dálnici. K takovým situacím by v žádném případě nemělo docházet, jinak se systém mýtného zcela míjí s důvody pro jeho zavedení (snížit zátěž životního prostředí, zvýšit bezpečnost silničního provozu). Nabízí se možnost využít buď zkušenosti z Rakouska a uplatnit zákaz jízdy na některých úsecích a nebo ze Švýcarska, které se zpoplatněním celé sítě těmto problémům zcela vyhnulo. Toto řešení se zdá jako koncepčnější. Prosazují je i někteří krajští hejtmani. Podle vládních plánů by mělo ke zpoplatnění celé sítě dojít do několika let.

### **6.3.6. Zvýšení sazeb mýtného**

Zároveň by bylo možné přistoupit ke zvýšení mýtných sazeb. Ukázalo se, že zpoplatnění dálnic je efektivním nástrojem k redukci nákladní dopravy, a že jej lze aplikovat i v širším rozsahu. Např. sazby mýtného v Rakousku a další poplatky uvalené na dopravce, jako je spotřební daň z benzínu, zatím stále v sumě nepokrývají všechny externí náklady spojené s nákladní dopravou na dálnicích a rychlostních komunikacích. Mýto tam však pokrývá náklady na samotnou výstavbu a údržbu dálnic.

### **6.3.7. Náklady na dopravu**

V České republice situace zatím tak dobrá není: Jednak je na údržbě silniční sítě letitý deficit cca 800 miliard korun, jednak škody, které nákladní doprava ročně na opotřebení infrastruktury způsobí dosahuje dalších zhruba 70ti miliard korun, za což jsou vozidla nad 12tun a vozidla s návěsem zodpovědná z celých 91%.

Další externí náklady, jako jsou škody způsobené dopravními nehodami, hlukem, lokálním znečištěním a emisemi skleníkových plynů u nás činí v případě kamionové dopravy nad 12 tun dalších přibližně 15 mld Kč.

Ve srovnání s výnosem z mýta ve výši 5,5 miliardy, z nichž šlo cca 37% jako platba firmě Kapsch, je tedy situace zjevně zcela odlišná. Teprve při započítání celé silniční daně a celkový výnos spotřební daně z pohonných hmot (výnos zahrnuje nákupy všech pohonných hmot, včetně sektorů stavebnictví a zemědělství a vozidel do 12t tun včetně osobních automobilů), se dostáváme k číslu, které by negativní dopady jen z nákladní dopravy nad 12t přibližně vyrovnalo. Ani při takovém výnosu ovšem nedochází k tvorbě rezerv k uhrazení ať už letitého deficitu na údržbě, nebo na výstavbu nové silniční infrastruktury.

### **6.3.8. Výsledek analýzy**

Z výsledků mé analýzy vyplývá, že zavedení mýtného pomohlo částečně snížit nákladní dopravu na dálnicích a rychlostních komunikacích, které jsou součástí systému výkonového zpoplatnění.

### **6.3.9. Závěrečný komentář**

Přestože data dokládají pokles intenzity na zpoplatněných komunikacích, z řady údajů (informace od postižených obcí, statistiky vytížení hraničních přechodů) lze odvodit, že došlo ke zvýšení zatížení na nezpoplatněné části sítě.

## **7. Mýtné systémy v zemích EU**

Tato kapitola poskytuje přehled systémů EFC, které se používají v praxi v Evropě. Přehled není úplný a ani nebylo možné popisovat jednotlivé aplikace detailně, přestože v řadě případů existuje rozsáhlá dokumentace dostupná i z internetu.

### **7.1.1. EFC v Itálii**

V Itálii je poměrně rozsáhlá síť dálnic. Celkem je zde kolem 6,5 tis km dálnic, z toho 5,5 tis je placených. O provoz se stará 24 společností a jedná se, s výjimkou 2% úseků otevřeného systému, o uzavřený systém. Řidiči platí podle třídy vozidla a podle počtu ujetých kilometrů. Parametry, dle kterých dochází k rozdělení do jednotlivých tříd, jsou počet náprav vozidla a výška vozidla nad první nápravou.

Navržený systém umožňuje celou řadu různých způsobů placení. Automatické metody placení TELEPASS (EFC), karty s placením později, popř. předplacenými kartami VIACARD, bankovní debitové karty FAST PAY, kreditní karty, automaty na placení v hotovosti. Systém samozřejmě umožňuje manuální platbu v manuálním jízdním pruhu, kde musí být k dispozici obsluha. Tam, kde obsluha k dispozici není, nahrazuje manuální pruh samoobslužný jízdní pruh. V samoobslužném jízdním pruhu je potřeba zastavit a pomocí některé z karet transakci vyřídit. Nejrychlejší odbavení je v automatickém jízdním pruhu (TELEPASS), kde dojde k zaplacení pomocí DSRC.

Systém EFC – TELEPASS se v Itálii značně rozšiřuje. Výhodou je nízká cena OBU a možnost pronájmu v ceně do jednoho eura za měsíc.

Dohledový systém využívá kombinaci video dohledu a bariér (závor). Bariéry působí především na psychiku řidičů a tím je odstrašují od neplacení poplatků. Celý italský systém je vysoce spolehlivý, počet chybných transakcí se pohybuje v hodnotách do půl procenta.

### **7.1.2. EFC ve Francii**

Ve Francii je osm společností, z nichž jedna je plně soukromá, které se starají o financování, výstavbu a údržbu necelých 8 tis. km dálnic prostřednictvím elektronických plateb. Vybíraný poplatek slouží právě pro rozvoj a údržbu dálniční sítě a nejedná se tedy o žádnou daň, ale v podstatě o placení za poskytnuté služby. Mezi služby, krom samotného používání dálnice, spadají také odpočinková parkoviště, informační služba a rozhlasová stanice věnovaná informacím o provozu na dálnici.

V roce 1996 byla podepsána dohoda mezi jednotlivými společnostmi o společném elektronickém vybírání poplatků. Do té doby byl prováděn výběr pomocí mincovních automatů.

Uživatel uzavře smlouvu s jednou ze společností a získá její OBU, která je kompatibilní se všemi ostatními. Zákazník se tak stává virtuálním zákazníkem všech společností. Všechny společnosti jsou na stejné hierarchické úrovni, proto není důležité, se kterou z nich uživatel kontrakt uzavře.

K placení dochází jednou měsíčně a jedná se o placení po transakci (tzv. post-payment) z centrálního konta. Uživatel obdrží pouze jednu fakturu od společnosti, se kterou uzavřel kontrakt.

### **Standardizace**

Vzhledem k tomu, že v době vzniku francouzského systému ještě neexistovala evropská standardizace, není tento systém plně standardizován. Mezi RSE a OBU dochází k přenosu na standardní frekvenci 5,8 GHz, ale různí operátoři dosud nemají jednotné komunikační protokoly dle TC278 (viz. kapitola 4.1).

### **7.1.3. EFC v Portugalsku**

V Portugalsku je od roku 1999 instalován systém DSRC založený na evropském standardu CEN/WG9. Platby se provádí pro uzavřený systém, tj. pro dálnici opatřenou na vjezdech i výjezdech mýtnými místy.

#### **7.1.4. EFC v Holandsku**

Přestože jsou v Holandsku, stejně jako v mnoha jiných zemích, silnice přeplněné, dá se předpokládat další nárůst. Výstavba nových silnic a dálnic není ideální řešení a na některých místech ani není možná. Holandská vláda proto zvolila metodu placení vyšších poplatků v době kongescí. Tedy ve špičkách dopravy. Placení vyšších poplatků má hned několik důsledků. Za prvé dochází k rozproštění objemu dopravy do času mimo špičky a také na jiné komunikace. Řidič, který má možnost zvolit alternativní cestu nebo jiný čas, tak jistě učiní. Druhým důsledkem je hledání jiných dopravních prostředků (veřejná doprava). Oba tyto faktory vedou ke snížení ujetých vozo-kilometrů.

Aby mohl uživatel volit veřejnou dopravu, holandská vláda podporuje její rozvoj a vyšší kvalitu. Velkým cílem je také rozvoj větších nákupních, pracovních a jiných center. Bez nutnosti cestování. Bez nutnosti cestování by v těchto centrech mělo být vše pro zákazníka. Všechna místa, která navštěvuje více lidí (školy, větší podniky, atd.) by měly být snadno dosažitelné městskou hromadnou dopravou.

Všechny tyto alternativy, které jsou uvedeny v předchozích odstavcích jsou ovšem pouze podpůrné k systému elektronických plateb mýtného. Řidič spíše zvolí hromadnou dopravu, pokud by musel za použití automobilu platit více peněz.

#### **Systémové řešení EFC**

Holandský systém, který je založen na DSRC, funguje se zjednodušenou implementací. Poplatky se liší podle místa a času. Základní ideou je vytvoření uzavřené oblasti kolem měst s největší dopravní zatížeností, např. Amsterdam, Rotterdam, Haag, aj. Ve všech místech, kde tato hranice protíná hlavní dopravní komunikace, jsou vytvořena mýtná místa DSRC. Při projetí těchto míst musí řidič zaplatit poplatek, který nezávisí na kongesci, ale na době průjezdu. Jsou vytvořeny čtyři časové oblasti rozlišené finančně.

Platit je možné dvěma způsoby, s použitím OBU s předplacenou kartou (metoda pre-paid), ze které je automaticky odečten příslušný poplatek za průjezd mýtným místem, nebo zaplacením účtu zaslaného operátorem mýtného systému, kde jsou sečteny všechny poplatky za uplynulý měsíc. Největší účinek má poplatek účtovaný hned při průjezdu mýtným místem. To má na řidiče psychologický dopad.

Placení je anonymní s výjimkou vozidel, která nemají OBU nebo u kterých transakce neproběhla v pořádku. V těchto případech dojde k sejmutí SPZ vozidla a řidič je povinen zaplatit zvýšený poplatek.

### **7.1.5. Spojení mezi Dánskem a Švédskem**

Dne 1. července 2000 bylo otevřeno nové silniční a železniční spojení mezi Švédskem a Dánskem. Toto spojení je tvořeno kabelovým mostem, umělým ostrovem a podmořským tunelem, který je nejdelší na světě. Jeho celková délka je 16,8 km a spojuje Kopenhagen v Dánsku a Malmö ve Švédsku. Konečná cena vzrostla na 18,7 miliardy DKK a investice by se měly vracet zpět díky placení EFC a také díky cenám železničních jízdenek.

V každém směru vede mýtným místem, které je umístěno na Švédské straně, 11 jízdních pruhů. První jízdní pruh je určen pro osobní vozidla vybavená OBU. Rychlost vozidel je při průjezdu omezena na 50 km/h, přestože by systém fungoval i při vyšších rychlostech. Pokud nejsou údaje z OBU akceptovány, je řidič poslán do speciálního jízdního pruhu, kde mu je umožněna jiná forma placení. Pro nákladní vozy vybavené OBU je určen jedenáctý jízdní pruh, kde ještě před přenosem informací mezi OBU a RSE dojde ke klasifikaci vozidla pro vypočtení výše poplatku. Všechny ostatní jízdní pruhy umožňují manuální i automatické placení. Řidič může platit v hotovosti i platebními kartami.

Základním prvkem dohledového systému jsou závory, kterými jsou vybaveny i pruhy určené pro EFC. Důvodem jsou vysoké poplatky a také velký objem mezinárodní dopravy. Pokud někdo projede bez zaplacení, je téměř nemožné na něm později vymáhat placení.

Každý jízdní pruh je navíc vybaven i dvěma fotoaparáty. První získá detailní fotografii SPZ a druhá získá celkový obraz vozidla. Slouží především v případě, že řidič k placení použije kreditní kartu.

### **Standardizace**

Přenos probíhá podle mezinárodních standardů DSRC na frekvenci 5,8 GHz. Cena poplatků závisí na délce vozidla. K jejímu určení se používá optické (laserové) měření délek.

### 7.1.6. EFC v SRN

SRN se jako první v Evropě rozhodla zavést systém GNSS/CN, konkrétně tedy GPS/GSM, což znamená, že palubní jednotka OBU ve vozidle pomocí systému GSM lokalizuje vozidlo a prostřednictvím systému GSM poskytuje informace o odečítání poplatků. Systém byl zprovozněn 1. 1. 2005.

Satelitní systém kombinuje tři technologie:

- satelitní polohovací systém GPS,
- komunikační blok GSM,
- mikrovlnný blok DSRC.

Hlavní funkcí přístroje OBU je pomocí systému GPS permanentně zjišťovat právě aktuální polohu vozidla a porovnávat ji se zemskou kartou zpoplatněné silniční sítě uloženou v OBU. Tato operace je vysoce komplexní, je však třeba bezpečně rozlišit nezpoplatněné úseky komunikací, které vedou paralelně se zpoplatněnou silniční komunikací. V rozporu s rozšířeným omylem se tím nepřiblíží průjezd virtuální stanicí, ale naopak každý jednotlivý úsek komunikace (například mezi vjezdem na dálnici a výjezdem z dálnice) je rozdělen na segmenty a je složitými algoritmy uzavřen teprve po průjezdu několika takovými segmenty až na zpoplatněný úsek. Kdyby nyní takovým úsekem projel automobil, pak by přes komunikační rozhraní, v tomto případě systém GSM, byla přenesena zakódovaná zpráva, která umožňuje přijímací zúčtovací centrále, ve které jsou uložena data uživatele, zúčtovat mýto pro příslušný úsek. U provedeného přenosu přes systém GSM je do přístroje OBU také uloženo příslušné potvrzení. Z toho mimo jiné vyplývá, že autonomní systém není zcela bez infrastruktury, jak by se mohlo zdát. Využívá totiž velké množství dostupné infrastruktury od mobilní telefonní sítě až po navigační satelity.

Mezi největší problém z evropského pohledu, je interoperabilita, kde veškeré ostatní mýtné systémy využívají mikrovlnného DSRC systému. Německý vozidlový přístroj OBU sice disponuje rozhraním DSRC pro kontrolu, toto rozhraní však podporuje softwarově pouze infračervené prostředí a ne mikrovlnné (podle uvedeného evropského standardu).



### **7.1.7. EFC v Londýně**

Od roku 2003 je v Londýně v provozu kamerový systém, který je určen na vybírání mýtného od vozidel v centru města. Je zde vybírán jednorázový poplatek, který nezávisí na ujeté vzdálenosti. Systém nepožaduje žádnou OBU jednotku ve vozidle. Majitel vozidla při placení poskytne údaje o registrační značce vozidla SPZ, které jsou ukládány do databáze uživatelů. Systém se skládá ze základní části a dohledového systému, který kontroluje uživatele pohybující se ve zpoplatněné oblasti bez omezení rychlosti vozidla.

Systém můžeme rozdělit na dvě části:

- Platby uskutečněné uživateli prostřednictvím platebních terminálů i jiných komunikačních prvků (internet, pošta).
- Dohledovým systémem prováděným prostřednictvím kamer a automatického rozpoznávání registračních značek, tzv. LPR (Licence Plate Recognition).

V systému jsou spravovány tyto databáze:

- databáze uživatelů (vozidla dle SPZ, která již zaplatila),
- databáze přechodná (vozidla dle SPZ, u kterých platba neproběhla),
- databáze sankční (vozidla dle SPZ, která ve stanoveném termínu nezaplatila).

### **RSE - Dohledový systém**

K rozpoznání SPZ přibližujícího se vozidla systém využívá technologie elektrooptického zpracování obrazu a rozpoznávání znaků. Snímací jednotky jsou standardně umístěny ve stojanech, které jsou upevněny k zemi nebo v krytu, který je možno upevnit na nosnou konstrukci. Kontrolní místa jsou vybavena kamerami, detekčním zařízením, řídicími jednotkami a lokálním počítačem. Zařízení detekčního typu tvoří detektory pro měření přítomnosti, rychlosti a klasifikace vozidel.

Řídicí jednotka po zpracování údajů z detektoru zadá pokyn kamerám, aby započaly záznam. Ten je pak z kamer přenesen do LPR zařízení, které je schopno na základě fotografie zjistit registrační značku vozidla a poté tuto informaci přenést do lokálního počítače. Tento počítač si vyměňuje data z databáze uživatelů, případně databáze neplatičů s řídicím centrem.

Platit lze pomocí platebních karet nebo v hotovosti. Terminál umožňuje zobrazit stav konta. V databázi uživatelů jsou uloženy informace:

- SPZ motorového vozidla,
- SPZ přípojného vozidla,
- počet předplacených jízd,
- datum a čas platby,
- celková hmotnost motorového vozidla, popř. přípojného vozidla,
- výše zaplacené částky,
- místo platby,
- kontrolní bod, který provedl poslední snímání.

Nové údaje, uložené do databáze uživatelů, jsou automaticky porovnávány s údaji v přechodné databázi. Tato databáze obsahuje:

- SPZ motorového vozidla,
- SPZ přípojného vozidla,
- datum a čas průjezdu prvním kontrolním místem,
- datum a čas průjezdu posledním kontrolním místem,
- umístění prvního kontrolního místa,
- umístění posledního kontrolního místa, která provedla záznam.

Přechodná databáze je pro řidiče, který se rozhodne zaplatit až ve zpoplatněném úseku nebo až po projetí úseku. Platba musí proběhnout do 24:00 hodin nebo před překročením státních hranic. Když do 24:00 hodin platba neproběhne, jsou údaje převedeny do sankční databáze.

Systém lze také využít pro placená parkoviště a jako možnost kontroly ukradených vozidel. Předností celého systému je jeho jednoduchost a snadná realizovatelnost bez požadavku na dodatečné vybavení vozidel OBU. Naopak velkou nevýhodou je nemožnost použít tento systém k výběru mýtného na vybraných komunikacích.

Systém založený na LPR, nebo-li rozpoznávání SPZ, je provozován a využíván bez problémů ke zpoplatnění vjezdu vozidel do centra Londýna. O tomto systému se také uvažuje pro naše hlavní město Prahu jako možné řešení, které by snížilo zatížení centra Prahy dopravou.

## **8. Možnosti integrace mýtného systému na ostatní IS v dopravě**

Znalost ekonomických postupů spojených s dopravou zvyšuje možnost plnění státní dopravní politiky a nabízí tak opodstatněnou investiční strategii v dopravě. Výsledkem koncepce propojení více systémů dopravní telematiky vzniká informační nadstavba nad dopravou.

Odpovídající implementace ITS a dopravní telematiky by samozřejmě měla vycházet z jasně stanoveného cíle, ale hlavně řešit reálné stávající dopravní situace, což znamená mít k dispozici podrobné analýzy.

Ekonomické, bezpečnostní a ekologické řešení el. mýtného, by mimo výběru poplatků za průjezd, mělo motivovat uživatele k udržování odpovídajícího technického stavu vozidla z hlediska škodlivých emisí a řidiče k bezpečné a ohleduplné jízdě.

### **ITS lze rozdělit do několika oblastí využití jejich služeb:**

- služby pro uživatele (cestující a řidič)
- služby pro provozovatele dopravy (dopravci)
- služby pro správce infrastruktury
- služby pro veřejnou správu
- služby pro IZS (integrovaný záchranný systém)

Hlavním přínosem zavádění inteligentních systémů a služeb z hlediska společenských přínosů je zvýšení bezpečnosti dopravy i provozu. Veřejný sektor by měl finančně podporovat takové telematické aplikace, které povedou ke zvýšení komfortu uživatele dopravních služeb, zlepšení řízení dopravního provozu a snížení dopravní nehodovosti, ke zvyšování bezpečnosti dopravy a k účinnější kontrole dodržování pravidel dopravního provozu, zvláště silničního. Dále by veřejný sektor měl podporovat rozvoj technologií pro včasnou záchranu lidského života a snižování důsledků závažných zranění způsobených dopravními nehodami, technologií snižujících negativní vlivy na životní prostředí a přispívajících ke zkvalitnění veřejné hromadné osobní dopravy.

## **8.1. Progresivní platby**

Prostředky elektronického mýtného je možno vybírat bez zpomalení dopravního proudu. Platby jsou odstupňovány tak, že se platí až několikanásobek sazby v centru města, než by řidič musel zaplatit, pokud by zaparkoval na okraji. V praktickém použití se ukazuje, že se jedná o poměrně mohutný nástroj snižující zatížení vybraných oblastí a tím regulující dopravu.

## **8.2. Systémy pro zvýšení bezpečnosti řidičů**

Důležitou informací pro řidiče je zjištění stavu dopravy a stavu dopravní cesty. V systémech managementu řízení dopravy, jak ve městech, tak na silnicích I. třídy a dálnicích by měly být sbírány informace tohoto charakteru.

### **Informace o překážkách provozu a povětrnostních podmínkách**

Analýzy nehodovosti na dálnicích ukazují, že téměř 50 % nehod se smrtelnými následky je dáno pozdní reakcí řidiče na překážky a mimořádné situace a dalších asi 25 % nehod této kategorie způsobuje technika jízdy nepřizpůsobená podmínkám dopravní situace či špatný odhad. Důležité jsou informace nejen o nehodách a kongescích, ale i informace o momentálním stavu komunikace, informace o fyzikálních podmínkách na povrchu vozovky, viditelnosti atd. Nehodovost a počty usmrcených osob v naší republice stále stoupají, na rozdíl od zemí, kde je zaveden celý komplex opatření pro zvýšení bezpečnosti na komunikacích. Jedná se nejen o opatření legislativní, ale i o využívání technických opatření, jejichž základem je dopravní telematika.

Pro fungující automatický kontrolní systém je nutné vytvořit potřebnou infrastrukturu danou:

- Monitorováním stavu komunikace, monitorováním dopravního proudu (kongesce, nehody).
- Zpracováním informací v centru.
- Předáním informací řidiči.

Informace o mimořádných podmínkách jsou přenášeny k řidiči z nadřazeného dopravního centra. Informace jsou získávány měřením, video-dohledem nebo z hlášení policie i z hlášení ostatních řidičů. V dopravním centru jsou informace vyhodnocovány a přenášeny k řidiči prostřednictvím informačního systému ve vozidle, komunikujícího např.

se systémem DSRC nebo jsou použity pro celý dopravní proud informační tabule a proměnné značky.

### **Automatická identifikace nehod a kongescí**

Podstatou systému je získání věrohodných dopravních informací podél celé komunikační sítě. Protože však není možné monitorovat každý metr vozovky a navíc je nemožné, aby lidská obsluha v dispečinku mohla zvládnout takovéto množství informací, je používán aparát automatické identifikace nehod a kongescí. Ten je založen na matematickém modelu, kdy se sleduje odchylka chování dopravního proudu od tohoto modelu.

### **8.3. Prostředky pro zvyšování plynulosti jízdy**

Dopravní kongesce způsobují celosvětově ztráty vyjadřované v miliardách dolarů. Nejedná se pouze o ekonomické ztráty dané nestabilní jízdou, ale i o ztráty na lidských životech. Zanedbatelný není ani vliv stresů na řidiče při tomto způsobu jízdy. Plynulost dopravy má tedy přímý pozitivní vliv na ekologii i na psychickou pohodu řidiče.

Největší problémy s kongescemi vznikají na přístupových komunikacích do měst, vjezdech na dálnice, v prostorách placení mýtného, na vjezdech do tunelů a na mosty, pokud je zde redukována rychlost nebo počet jízdních pruhů. Uvádí se, že až 75% kongescí vzniká z těchto důvodů. Jeden z významných telematických prostředků pro zvýšení propustnosti komunikací a tím významné snížení počtu nehod, je i elektronická platba mýtného.

### **8.4. Využití mýtného systému pro automatickou identifikaci obsazenosti vozidel**

V oblasti budoucího rozvoje elektronických mýtných systémů a jejich aplikací je možné předvídat, že dojde k výraznému posunu. Dnešní systémy musí být koncipovány tak, aby se mohly rozvíjet současně s postupným technologickým vývojem, mýtné bude pouze jednou ze součástí platformy vyskytující se ve vozidle.

Nová metoda využívá existující systém výběru mýtného a víceúčelového využití OBU. Vyžaduje od řidiče a spolucestujících vložit osobní kartu do OBU za účelem načtení a uložení transakcí při vjezdu do čtecí zóny. Cestující jsou posléze „registrováni“ ve vozidle.

Jedna OBU může provozovat více karet simultánně, protože využívá antikolizní protokol. Přenáší data do RSU.

Podle jednoho z možných scénářů vozidlo projede čtecí zónou při vjezdu do jízdního pruhu pro přednostní jízdu zdarma více obsazeným vozidlům, kde jsou načtena data z OBU a zjištěn počet cestujících. V souladu s požadavky operátora je mýtné, vzhledem k odpovídající obsazenosti vozidla, prominuto nebo nařízeno a poté vypočítáno.

Kontrolní a vymáhací systém je zdokonalen inteligentní mobilní kontrolní jednotkou, která komunikuje v prostředí vozidlo/vozidlo a manuální kontrolní jednotka/vozidlo. Jednotka inteligentní mobilní kontroly je zapojena ve vysokorychlostním vozidle pro kontrolu v prostředí vícepruhové pozemní komunikace a načítá data z OBU bez zastavení prověřovaného vozidla.

V případě inteligentní mobilní manuální kontrolní jednotky, čte kontrolní jednotka data uložená v OBU z vozidla, zobrazuje informaci o provedené transakci a umožňuje kontrolorovi okamžitě potvrdit správnou výši mýtného v souvislosti s počtem cestujících ve vozidle. Provinilci jsou identifikováni a mohou být navedeni na příhodné odstavné místo, kde jsou zastaveni. Tento moderní kontrolní systém poskytuje nástroj, který bez větších finančních nároků na kontroly umožní provozovat i smíšené jízdní pruhy a automaticky vybírat mýtné.

## **8.5. Návrh možné integrace mýtného systému na systémy řízení dopravy**

Ve svém ideovém modelu (Příloha F) se snažím naznačit možné využití dat získaných prostřednictvím elektronického mýtného systému. Základem pro možnost využití těchto dat, je jejich zpřístupnění pro komerční využití, narozdíl od stávající situace.

Zpracovaná data, doba kdy na daném úseku došlo ke zvýšení dopravy, zpoždění která se na daných úsecích dají předpokládat, by se dala využít při plánování tras. V případě trasy v čase kdy je předpoklad, že na daném úseku může dojít ke kongescím (např. dopravní stupeň 3 a výš), by systém začal hledat alternativní možnost. V případě nákladní dopravy nad 12 tun, kde se alternativní cesta po silnici bude nejspíše hledat hůře by systém umožnil naplanovat trasu s využitím železnice. Pro účely komunikace s jízdními řády by takový systém musel být schopen komunikovat s integrovanými systémy řízení železnice IS -KANGO, IS - KASO, IS – ISOŘ.

System by tedy vycházel z předpokladů založených na reálných datech a umožnil by alternativní řešení, která by mohla nabídnout úsporu času či peněz, v některých případech obojího. System také považuji za konkrétní propojení elektronického mýtného se železnicí. Navazujících možností připadá v úvahu hned několik, jako jedno z možných mi připadá napojení na navigace GPS a možnost změny trasy v reálném čase, resp. alespoň pouhé informování řidiče o blížící se komplikaci.

Užitečným přínosem dat získaných ze systému elektronického mýtného napojeného na systém automatické identifikace obsazenosti vozidel by mohly být statistické analýzy přepravy osob. Analýza počtu přepravovaných osob na určitém useku, je užitečná informace při plánování posilování, či odebrání spojů hromadné dopravy, to platí jak pro autobusovou, tak i železniční, či jinou hromadnou přepravu osob.

## Závěr

Platba mýtného EFC se stává standardem ve většině evropských zemí. Kromě toho, že poplatky takto získané se bezprostředně reinvestují do dopravní infrastruktury, je EFC i účinným regulačním prostředkem. Standardní hotovostní platby prostřednictvím výběřčích způsobují extrémní problémy, projevující se kolonami před místy vybírání poplatků. Proto bylo vyvinuto a je úspěšně používáno, několik systémů pro elektronické platby mýtného.

Zejména při pohledu na mýtné systémy v Evropě, jejichž výčet nebyl úplný, vyplývá, že pohled na elektronické platby se výrazně posunul vpřed. Zatímco dříve se používaly různé nekompatibilní systémy, pracující nejenom v pásmu mikrovln, ale i v oblasti VKV, existuje v Evropě jednotný trend k využívání standardních systémů založených na standardech CEN s mikrovlnnými přenosy. Takovým typickým příkladem je nejen přímo dle standardů budovaný systém v Portugalsku, či u nás, ale i postupně upravované systémy v jiných zemích, např. ve Francii.

Projevuje se také tendence nepoužívat jenom uzavřené systémy, které jsou poměrně finančně náročné, ale počítá se i se systémy otevřenými. Stále otevřenou otázkou však zůstává otázka systémů založených na satelitních technologiích, na jejichž dalším vývoji se stále intenzivně pracuje a ve kterých mnoho odborníků vidí budoucnost mýtných systémů.



## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č.1: Distribuce dle režimu přepravy, lit .....	11
Obrázek č.2: „Pentagonská“ koncepce EFC.....	13
Obrázek č.3: Technické schéma systému EFC založeného na principu DSRC.....	18
Obrázek č.4: OBU jednotka LUPUS OBU ETC 2332 českého výrobce PRINCIP a.s.....	19
Obrázek č.5: Čipová ID karta.....	19
Obrázek č.6: OBU jednotka Premid používaná v ČR.....	19
Obrázek č.7: Koncepce systému EFC na bázi GNSS.....	20
Obrázek č.8: OBU jednotka používaná v systému LSVA.....	21
Tabulka č.1: Hodnocení způsobu zpoplatnění komunikací.....	12
Tabulka č.2: Činnosti jednotlivých technologií dle „pentagonské“ koncepce.....	22
Tabulka č.3: Intenzita kamionové dopravy ve vybraných úsecích dálniční sítě v letech 2006 a 2007 .....	33

## Seznam příloh

- Příloha A: Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2007, lit.
- Příloha B: Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2009 a plán výstavby na rok 2009, lit.
- Příloha C: Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2010, lit.
- Příloha D: Ukázka mýtné kontrolní brány DSRC systému s instalovanými kamerami.
- Příloha E: Tabulka naznačuje základní členění výhod a nevýhod jednotlivých EFC systému.
- Příloha F: Ideový model integrace mýtného systému na systémy řízení dopravy

## Seznam použité literatury a pramenů

### Tištěné dokumenty

- [1] PŘÍBYL, P. - SVÍTEK, M.. Inteligentní dopravní systémy. Praha : BEN, 2001. 544 s. ISBN 80-7300-029-6.
- [2] ZELENÝ, Lubomír; PEŘINA Luboš. Doprava: Dopravní infrastruktura. Praha:VŠE v Praze, 2000. ISBN 80-254-0110-4.

## Elektronické zdroje:

- [3] Business info [online] [cit. 2009-3-3]. Dostupné z URL:  
<[http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/A8C540DD-1B92-4AFF-894E-3A502EE4751E/0/Nakldoprpodpora\\_logistiky.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/A8C540DD-1B92-4AFF-894E-3A502EE4751E/0/Nakldoprpodpora_logistiky.pdf)>
- [4] Observatoř [online]. [cit. 2009-3-3]. Dostupné z URL:  
<<http://www.czrso.cz/index.php?id=39>>
- [5] CEN Evropský výbor pro normalizaci, *Pracovní zpráva o Inteligentních Kooperativních Systémech* [počítačový soubor]. Brusel, 31. Ledna 2006 [cit. 2009-3-6]. počítačový soubor ve formátu PDF, 197 kB. Vyžaduje Acrobat Reader 4.0 a vyšší. Dostupné z URL: <<http://www.silmos.cz/file.php?id=232>>.
- [6] Sagit nakladatelství ekonomické a právní literatury Ostrava, *Vyhláška 527/2006 Sb.* [online]. 24. listopadu 2006 [cit. 2009-3-11]. Dostupné z URL: <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb06527&cd=76&typ=r>>
- [7] CSO Czech space office, *Aplikace v silniční dopravě* [online]. 6. dubna 2007 [cit. 2009-3-17]. Dostupné z Url: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aplikace/silnicni>>
- [8] Premid [online]. [cit. 2009-3-19] Dostupné z URL: <<http://www.premid.cz/index.php?id=35&L=3>>
- [9] ITS revue [online]. [cit. 2009-3-21] Dostupné z URL: <<http://www.itsrevue.cz/index.php?its=archiv-clanku/system-lsya-elektronicky-vyber-mytneho-ve-svycarsku>>
- [10] Ministerstvo dopravy [online]. [cit. 2009-3-21]. Dostupné z URL: <<http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/440CDFE5-4B6C-41D4-844A-D09935772C28/0/2LUPUSelektronicckemytne.pdf>>
- [11] Wikipedia [online]. [cit. 2009-3-21]. Dostupné z URL: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Celulární\\_radiová\\_sít](http://cs.wikipedia.org/wiki/Celulární_radiová_sít)>
- [12] České dálnice [online]. [cit. 2009-3-21]. Dostupné z URL: <<http://www.ceskedalnice.cz/pro-ridice/elektronicke-myto>>
- [13] Mladá fronta DNES [online]. [cit. 2009-3-21]. Dostupné z URL: <[http://data.idnes.cz/g/auto/infografika\\_useky.htm](http://data.idnes.cz/g/auto/infografika_useky.htm)>

- [14] Ministerstvo dopravy, *Informace o postupu přípravy zavedení výkonového zpoplatnění vybrané dálniční a silniční sítě* [počítačový soubor]. Praha, 2005 [cit. 2009-3-24]. počítačový soubor ve formátu DOC, 44,5 kB. Vyžaduje Microsoft Office Word. Dostupné z URL: <[www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/77A60198-F4CC-4BBA-8B31-206DBD910D1D/0/Infor\\_06\\_05.doc](http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/77A60198-F4CC-4BBA-8B31-206DBD910D1D/0/Infor_06_05.doc)>.
- [15] Dvořák, František. Elektronické mýtné: *objížďka se někdy vyplatí*. Mladá fronta DNES [online]. 2007, 4. leden [cit. 2009-3-22].  
Dostupné z URL: <[http://auto.idnes.cz/elektronicke-mytne-objizdka-se-nekdy-vyplati-far-/automoto.asp?c=A070103\\_163145\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/elektronicke-mytne-objizdka-se-nekdy-vyplati-far-/automoto.asp?c=A070103_163145_automoto_fdv)>
- [16] Škopková, Jana. *Vstupné dobrovolné*. NOVA [online]. 2007, 29. březen [cit. 2009-3-22]. Dostupné v mediální databázi TAMTAM: <<http://www.anopress.cz/>>. Číslo záznamu TVT320070328050000 cz
- [17] Ředitelství silnic a dálnic. *Elektronické mýtné v ČR*. [online]. [cit. 2010-6-21].  
Dostupné z URL: <[http://www.mytocz.cz/MYTOCZ\\_mapa\\_toll\\_2010\\_1\\_1\\_10.gif](http://www.mytocz.cz/MYTOCZ_mapa_toll_2010_1_1_10.gif)>

## Seznam zkratek

- DSRC - Dedicated Short Range Communication – systém založený na komunikaci na krátkou vzdálenost v pásmu mikrovln nebo infračerveném pásmu
- EFC - Electronic Fee Collection – systém pro elektronické vybírání poplatků
- EU - Evropská unie
- FNM - Fond národního majetku ČR
- GALILEO - Evropský navigační a komunikační družicový systém
- GNSS/CN - Global Navigation Satelit System/Cellular Network – globální navigační systém
- GSM/GPS - Global System for Mobile Communication/Global Positioning System) – systém pro mobilní komunikaci a systém určování pozice
- IS – Integrovaný systém
- LPR - Licence Plate Recognition – systém zpoplatnění založený na automatickém rozpoznání registrační značky
- LSVA - Leistungsabhängige SchwerVerkehrsAbgabe – systém výkonového zpoplatnění využívající technologie DSRC a GNSS ve spojení s digitálním tachografem

MD ČR - Ministerstvo dopravy České republiky

OBU - On Board Unit – zařízení (palubní elektronické jednotka) instalované uvnitř vozidla

PK - pozemní komunikace

RSE - Road Side Equipment - zařízení nacházející se na vozovce

SFDI - Státní fond dopravní infrastruktury

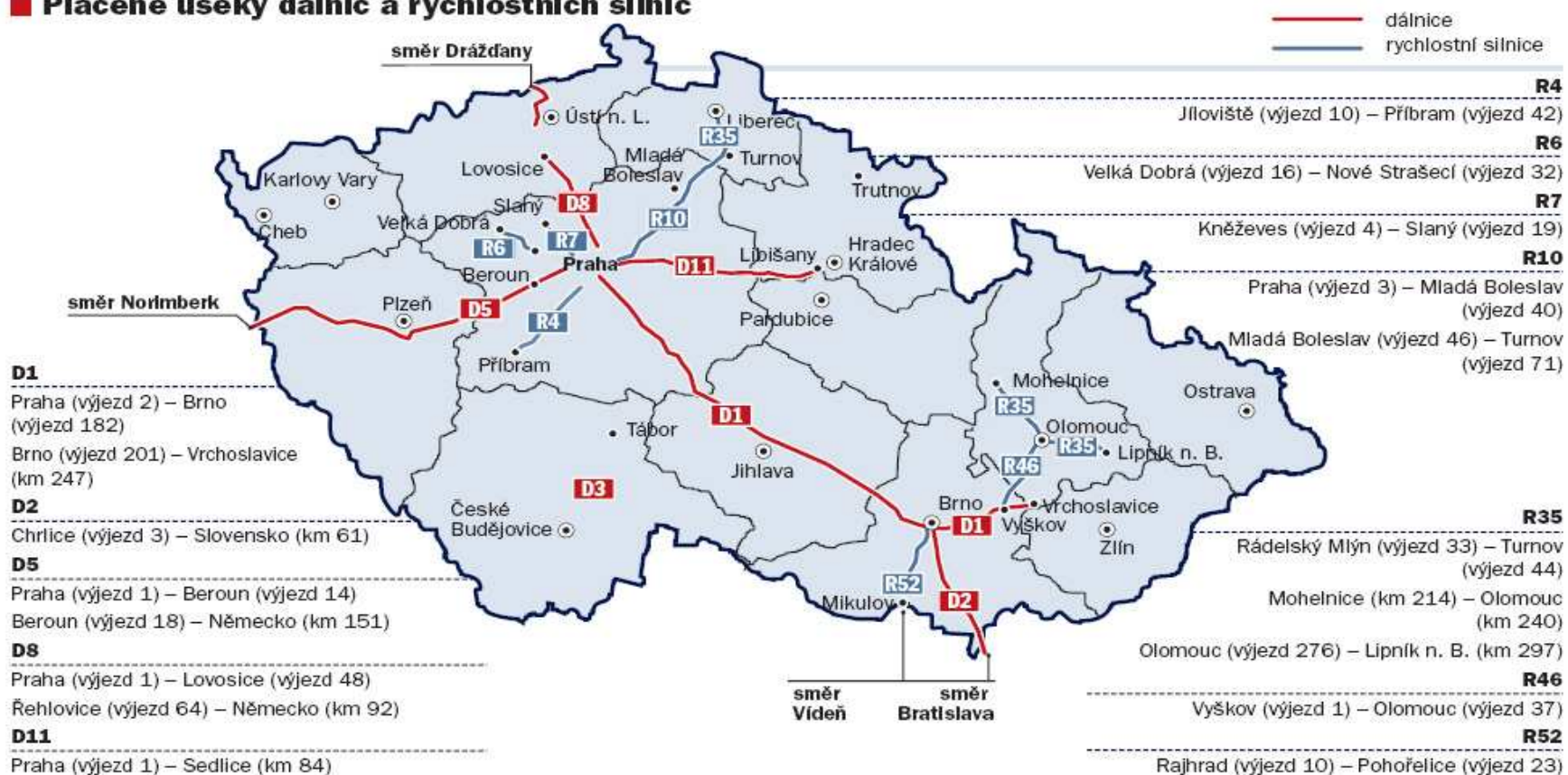
SPZ – Státní poznávací značka

SRN – Spolková republika Německo

## Příloha A

Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2007, lit. [13]

### ■ Placené úseky dálnic a rychlostních silnic



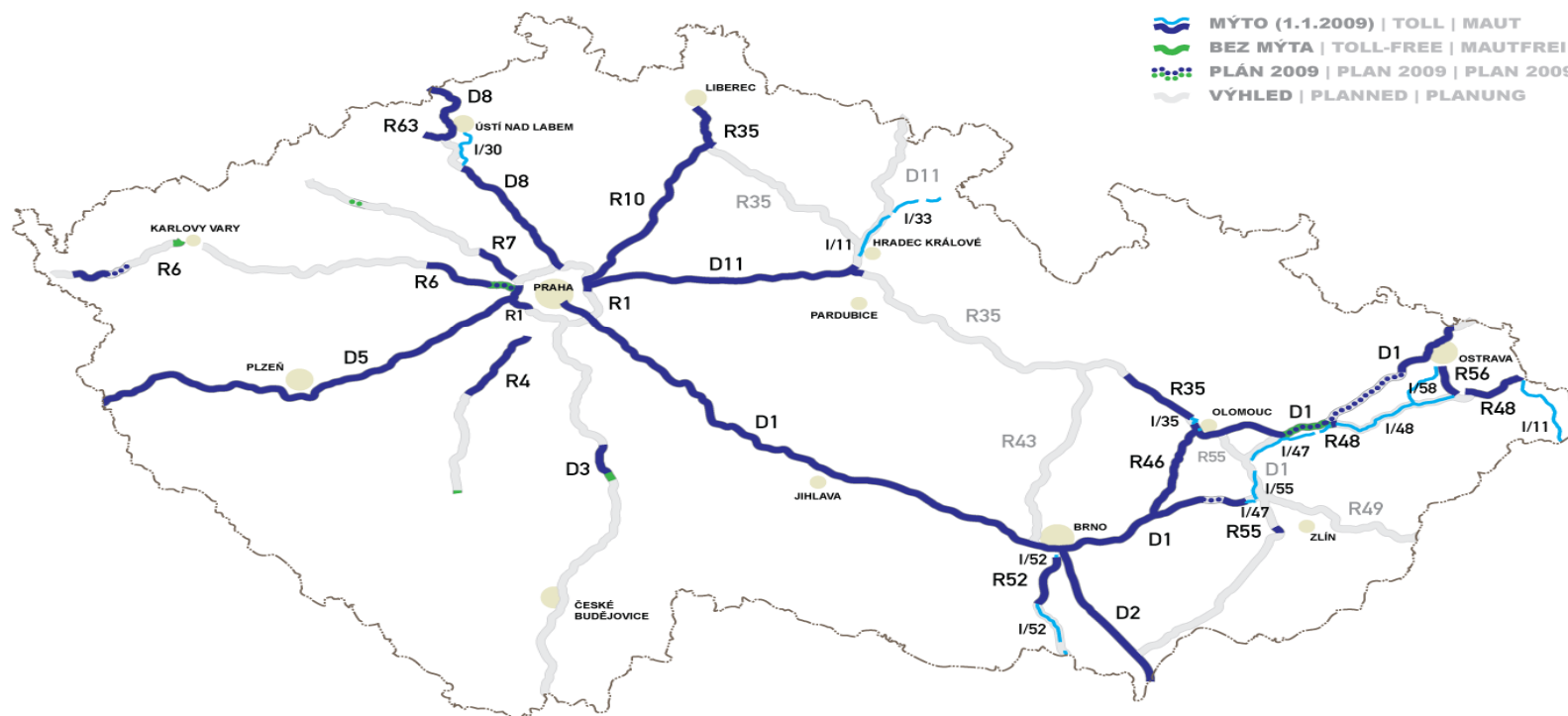
## Příloha B

Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2009 a plán výstavby na rok 2009, lit. [12]

### Elektronické mýto 2009

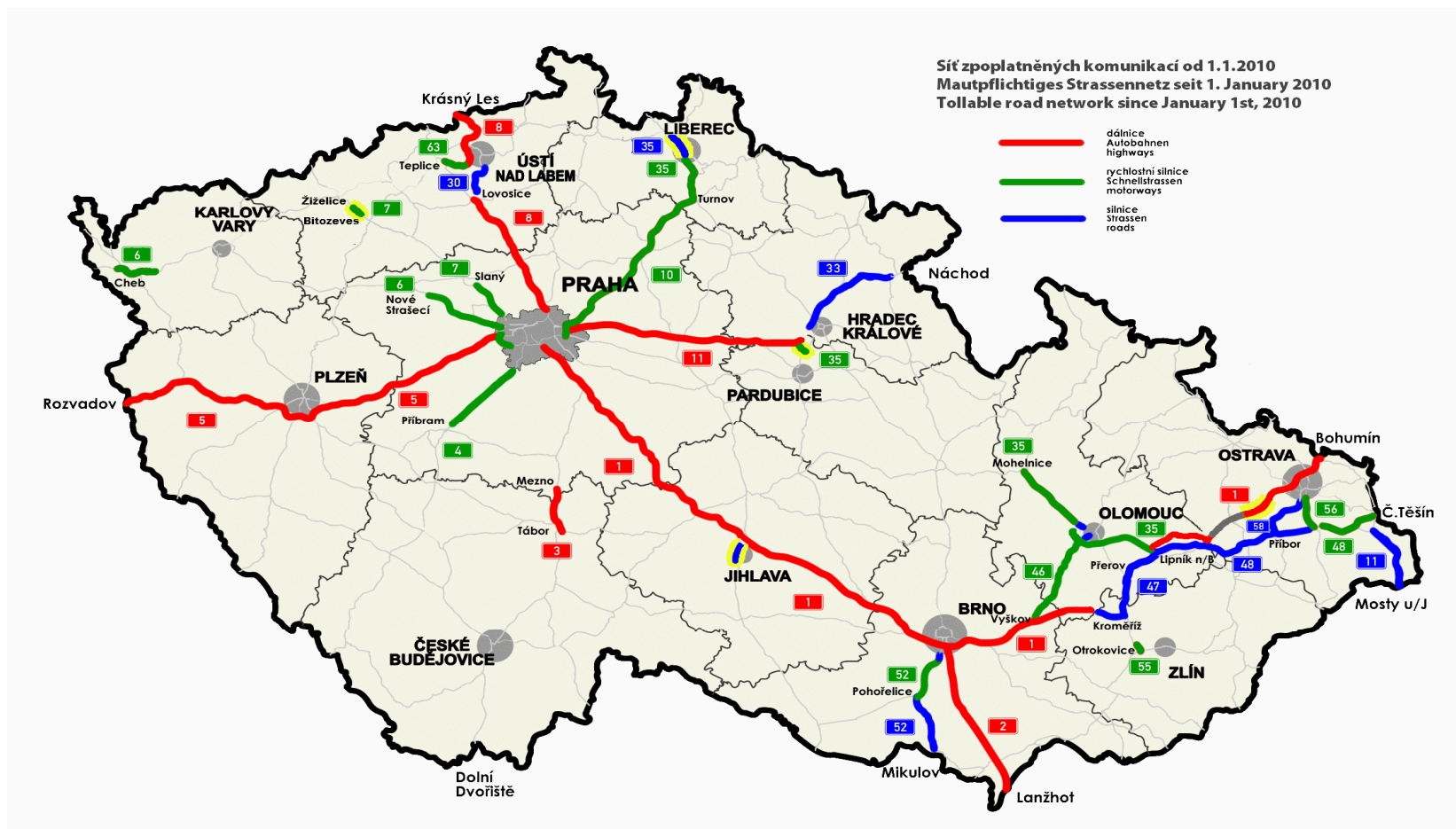
(výkonové zpoplatnění)

Sít zpoplatněných komunikací



## Příloha C

Zpoplatněné úseky dálnic a rychlostních komunikací od 1. 1. 2010, lit. [17]



## Příloha D

Ukázka mýtné kontrolní brány DSRC systému s instalovanými kamerami.[12]





## Příloha E

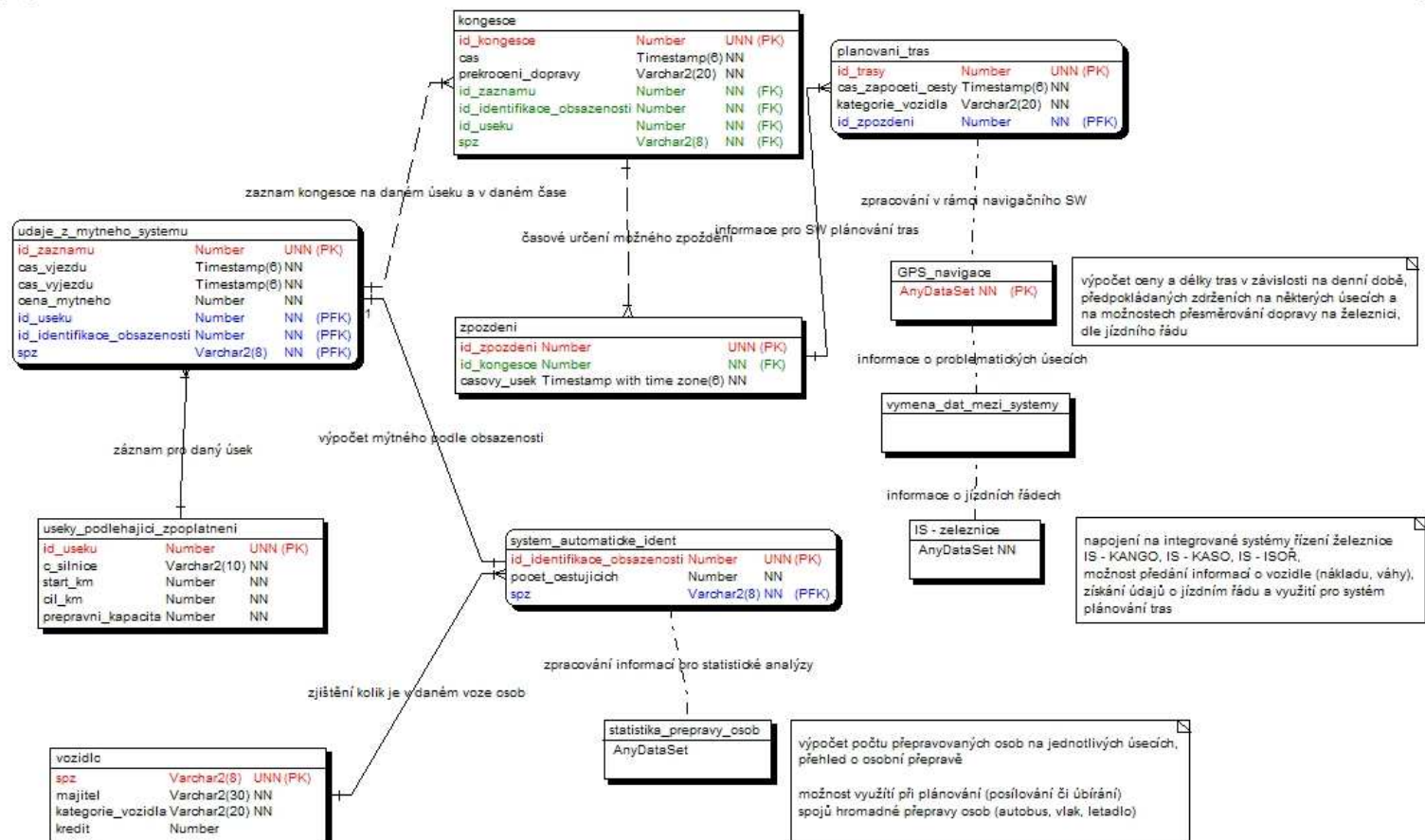
Tabulka naznačuje základní členění výhod a nevýhod jednotlivých EFC systému.

Technologie	Výhody	Nevýhody
DSRC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laciné OBU ve vozidle</li> <li>• Četné využívání v Evropě</li> <li>• Garantovaná interoperabilita, při dodržování standardů CEN</li> <li>• Možnost aplikace pro osobní vozidla</li> <li>• Využití pro další telematické aplikace (omezování kongescí, progresivní platby na vjezdech do města)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nákladná infrastruktura RSE</li> <li>• Možnost pokrytí pouze vybrané silniční sítě</li> <li>• Nutnost výstavby nové telekomunikační sítě</li> <li>• Velké nároky na přenos dat</li> <li>• Snadnější zranitelnost systému</li> </ul>
GNSS/GPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laciná infrastruktura (není nutná RSE)</li> <li>• Integrace s dalšími službami mobilních operátorů</li> <li>• Lze pokrýt celou síť komunikací</li> <li>• Systém je robustní</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nákladnější OBU ve vozidle</li> <li>• Bez GSM nelze měnit parametry v OBU</li> <li>• Neukončená standardizace</li> <li>• Realizace v Evropě pouze v Německu</li> <li>• Pro kontrolu neplatičů je nutné budovat speciální kontrolní místa, prodražující infrastrukturu</li> </ul>
LSVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interoperabilita s DSRC</li> <li>• Precizně promyšlený systém pro domácí i zahraniční vozidla</li> <li>• Reálně použitelné pro celý stát</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systém není standardizován</li> <li>• Vysoká cena OBU ve vozidle</li> </ul>

## Příloha F

### Ideový model integrace mýtného systému na systémy řízení dopravy.

[1,1]



[2,1]