

VLIV ZAVEDENÍ ELEKTRONICKÉHO MÝTA V ČR NA CENU PŘEPRAVY

Petr Nachtigall¹

Anotace: Článek se zabývá výpočtem vlivu zavedení elektronického mýta na cenu přepravy v ČR pro české i zahraniční dopravce. Je první vypočtenou hodnotou, která zatím není přesná. Tento výpočet bude dále zpřesňován přidáváním dalších vrcholů do matice, což je ovšem velice časově náročné. Tento článek dává návod jak si tento vliv může spočítat každý dopravce v závislosti na svých přepravách.

Klíčová slova: mýto, matice vzdáleností, normy EURO

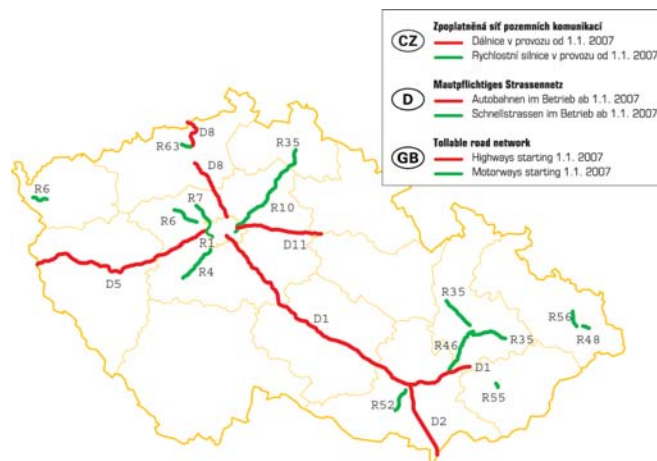
Summary: The paper deals with calculation of influence of toll establishment on carriage in Czech Republic for domestic and foreign haulers. The outcome is just first and not very precise, because of small number of nodes (towns). Further will be this volume put more precisely via add of nodes. This work is very time-consuming. This paper can be something like manual for haulers how to count influence of toll establishment.

Key words: toll, distance matrix, EURO standard

1. ÚVOD

Počátkem loňského roku (od 1.1.2006) došlo v České republice (ČR) k zavedení povinnosti platit elektronické mýto na dálnicích a vybraných úsecích rychlostních silnic (viz. obrázek 1). Úseky uvedené na této mapě byly stanoveny vyhláškou ministerstva dopravy ČR č. 527/2006 Sb [1]. A jednotlivé dálnice a rychlostní komunikace byly dále rozděleny na mýtné úseky různé délky. Každý z těchto mýtných úseků je ohraničen mýtnými body, kterými jsou v ČR mýtné brány. Brána pak zaznamenává průjezd každého vozidla a pokud má vozidlo funkční palubní jednotku (On Board Unit – OBU) provede odečet mýtného dle příslušné kategorie vozidla. V případě, že vozidlo není vybaveno, nemá zapnutou nebo má palubní jednotku v poruše nedojde pochopitelně k odečtení mýtného. Pro tyto případy jsou všechny mýtné brány vybaveny dohledovým systémem, který takové vozidlo zachytí, zaznamená jeho registrační značku (RZ) a předá tuto skutečnost Policii ČR, která tyto případy řeší pokutou za neoprávněné užívání dopravní cesty.

¹ Ing. Petr Nachtigall, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, katedra Technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, tel.: +420 46 603 6462, e-mail: petr.nachtigall@upce.cz



Zdroj: [2]

Obrázek 1: Mapa zpoplatněných úseků dálnic a rychlostních komunikací

Elektronické poplatky za použití dopravní cesty se zatím týkají pouze nákladních automobilů a autobusů s celkovou hmotností nad 12t. Sazby mýtného jsou rozděleny dle počtu náprav vozidla (soupravy) a dle objemu emisí (normy EURO). V tabulce 1 je přehled těchto sazeb, které byly stanoveny Nařízením Vlády ČR č. 484/2006 Sb [3].

Tabulka 1: Přehled sazeb mýtného v ČR dle normy EURO a počtu náprav

Sazba mýtného pro dálnice a rychlostní komunikace						
emisní třída	EURO 0 – 2			EURO 3 – 5		
počet náprav	2	3	4+	2	3	4+
sazba Kč/km	2,30	3,70	5,40	1,70	2,90	4,20

Zdroj: [2]

Každé vozidlo, na které se vztahuje povinnost platit mýto, a které se pohybuje po zpoplatněné pozemní komunikaci musí být vybaveno palubní jednotkou **premid**. Pořizovací cena této jednotky je cca 1500 Kč a lze ji zakoupit na čerpacích stanicích či na distribučních a kontaktních místech. Tato jednotka umožňuje 2 typy placení mýtného:

- 3.3 První z nich, **pre-pay**, je výhodný zejména pro zahraniční dopravce nebo pro ty, kteří využívají zpoplatněných pozemních komunikací sporadicky. Tento způsob lze přirovnat k dobíjení kreditu u mobilních telefonů. Jednotka se dá dobít pomocí šeků či hotově na kontaktních a distribučních místech a pokud klesne kredit v jednotce pod stanovenou mez (600 Kč) je řidič informován dvojitým pípnutím při každém odečtení kreditu z jednotky, že by bylo vhodné jednotku dobít,
- 3.4 Druhým způsobem je **post-pay**. Tento způsob lze opět přirovnat ke světu mobilních operátorů, a sice k jejich paušálům. Zde si ovšem nelze předplatit

určitý počet kilometrů za zvýhodněnou cenu, ale veškeré platby probíhají ve sjednaných zúčtovacích obdobích za všechny kilometry ujeté v období předchozím. Rozdíl oproti paušálu tedy je, že tímto způsobem placení dopravce neušetří. Což je možná škoda a stálo by za úvahu se touto otázkou zabývat.

V mýtném systému ČR je nyní registrováno zhruba 150 000 kamionů, ze kterých 90 000 platí mýtné pre-pay. Zbylých 60 000 kamionů je registrováno k dodatečné platbě mýtného post-pay, drtivá většina z nich k ní využívá také tankovacích karet. Každý dopravce využívající tento systém může na portále **premid.cz** také téměř on-line sledovat průjezdy svých vozidel jednotlivými mýtnými branami. K tomu obdrží dopravce přístupový kód a po navolení RZ se mu ukáže seznam průjezdů mýtnými branami s přesnou časovou polohou, nastavením palubní jednotky a pochopitelně s cenou za daný úsek zpoplatněné komunikace.

Toto byl tedy stručný popis toho, jak funguje systém výběru elektronického mýta v ČR. V následujících kapitolách pak bude následovat zamyšlení nad jednotlivými prvky a nastaveními tohoto systému.

2. MOŽNOSTI PRO ČR

Systém, který se používá v ČR, pracuje na principu mikrovlnného přenosu informací a byl upřednostněn oproti systému, který využívá satelitní navigaci. Tento způsob se zdál jako velmi vhodný vzhledem k malému počtu kilometrů dálnic na našem území (627 km [5, autor]). Již teď je však jasné, že dojde k rozšíření tohoto systému na silnice 1. třídy, kde by instalace obrovského množství mýtných bran byla neekonomická a také údržba by si vyžádala nemalé finanční prostředky. Existuje již i návrh výše elektronického mýta pro silnice 1. třídy. Jejich přehled je v tabulce 2.

Tabulka 2: Návrh sazeb mýtného v ČR dle normy EURO a počtu náprav

Sazby mýtného pro silnice I. třídy						
emisní třída	EURO 0 – 2			EURO 3 – 5		
počet náprav	2	3	4+	2	3	4+
sazba Kč/km	1,10	1,80	2,60	0,80	1,40	2,00

Zdroj: [4]

Pokud tedy dojde k rozšíření sítě zpoplatněných úseků, bude na území ČR s největší pravděpodobností fungovat kombinovaný systém mikrovlnný i satelitní. Silniční doprava tedy bude v podobné situaci jako železnice se dvěma trakčními napájecími soustavami.

Stručná charakteristika obou systémů:

- **DSRC** (Dedicated Short Range Communication): Přenos informací probíhá mezi zařízením na vozovce (RSE – Road Side Equipment) a palubní jednotkou ve vozidle (OBU – On-Board Unit). Komunikace se uskutečňuje v pásmu mikrovln nebo v infračerveném pásmu.
- **GNSS-CN** (Global Navigation Satellite Systems – Cellular Network): Pro určování pozice a ujeté vzdálenosti se využívá systém satelitní navigace, přenos informací je pak uskutečňován přes pozemní telekomunikační síť.

Tabulka 3: Výhody a nevýhody systémů DSRC a GNSS-CN

DSRC

výhody	nevýhody
časté využívání v Evropě	nekompatibilita provozovaných systémů
levná OBU (cca 1 500 Kč)	nákladná infrastruktura
snadné rozšíření na osobní vozidla	malá perspektivnost dalších aplikací telematiky

GNSS-CN

výhody	nevýhody
levná infrastruktura pro platby	drahá OBU (cca 15 000 Kč)
velká perspektivnost dalších aplikací telematiky	nutnost speciálních kontrolních míst
doporučení Evropské komise	žádná praktická zkušenost – systém v Německu je první aplikací

Zdroj: Autor

Dalšími prvky, které výrazným způsobem ovlivňují cenu na použití dopravní cesty jsou rozdělení, které stanovila sama vláda ČR. Jedná se tedy o kategorii vozidla dle norem EURO a počet náprav. V prvním ohledu bylo rozhodnuto, rozdělit vozidla do 2 kategorií. Na normu EURO 0 – 2 a EURO 3 – 5. Toto rozdělení do jisté míry demotivuje dopravce k nákupu nových vozidel splňujících normu EURO 4. S tímto rozdělením jim pro zařazení do „levnější“ kategorie stačí zakoupit ojetý tahač splňující normu EURO 3. Také druhé rozdělení nepůsobí na dopravce příliš pozitivním způsobem. Tahač návěsů má dvě nápravy. Toto číslo se žádným způsobem snížit nedá. Existují také tahače se třemi nápravami, u kterých se v případě potřeby dá jedna náprava zvednout. Nicméně návěsová souprava již bude zařazena minimálně do kategorie 3 nápravových a to pouze v případě, že bude mít jen jednu nápravu. Takových je však na silnicích v ČR menšina. Daleko častější jsou návěsy se dvěma pevnými a jednou zvedatelnou nápravou. Zde ovšem ani zvednutí nápravy dopravci nesníží sazbu mýtného. Ušetří tedy pouze pneumatiky. Není zde tedy prostor pro dělení návěsových souprav na plné a prázdné, protože plná souprava zaplatí stejné mýto jako prázdná.

3. FINANČNÍ DOPAD NA DOPRAVCE

V následujících podkapitolách bude naznačen postup výpočtu finančního dopadu zavedením elektronického mýta na dopravce. Tento algoritmus může být jakýmsi návodem pro dopravce jak projevit zavedení elektronického mýta do cen za přepravy. V tomto článku bylo vybráno celkem 91 obcí, ve kterých žije více než 50 % obyvatel ČR [6]. Mezi těmito obcemi se vyskytují také nejvýznamnější hraniční přechody, u kterých pochopitelně objem dopravy neodpovídá počtu obyvatel těchto mnohdy malých obcí. Navíc lze očekávat, že objem přeprav, realizovaných mezi těmito vybranými obcemi, bude znamenat značně vyšší poměr k celkovému počtu přeprav realizovaných na území ČR. Tyto skutečnosti vedou autora k domněnce, že těchto 91 obcí je dostatečným statistickým vzorkem pro výpočet průměrné vzdálenosti ujeté po zpoplatněných pozemních komunikacích.

3.1 Výběr vrcholů

Jak se ovšem dotkl nový způsob placení za použití pozemní komunikace samotných dopravců? To pochopitelně závisí na vzdálenosti, kterou vozidla daného dopravce najedou po zpoplatněných pozemních komunikacích. Jaká je ovšem průměrná vzdálenost, kterou dopravce ujede po placené komunikaci? Na tuto otázku se pokusila odpovědět dílčí část výzkumu autora ohledně stanovení výše mýtného, která vyšla z 91 největších měst a hraničních přechodů v ČR², a které byly podrobeny rozboru kolik je průměrná vzdálenost ujetá po placených komunikacích. Byla vytvořena matice, která však pochopitelně neobsahovala 91*91 bodů (8281 hodnot – neredukovaný počet vrcholů), ale některé vrcholy byly sloučeny v jeden. Toto sloučení samozřejmě znamená, že výsledná hodnota není optimem, ale pouze suboptimem, které ovšem bude dalším zpřesňováním (přidáváním vrcholů) upravováno směrem k optimálnímu řešení. V následující tabulce 4 jsou znázorněny sloučené vrcholy.

Tabulka 4: Sloučené vrcholy

Počet vrcholů	Výsledný vrchol	Sloučené vrcholy					
3	Františkovy Lázně	Aš	Františkovy Lázně	Cheb			
3	Tachov	Mariánské Lázně	Tachov	Rozvadov			
2	Karlovy Vary	Karlovy Vary	Sokolov				
3	Rokycany	Příbram	Rokycany	Plzeň			
2	Domažlice	Domažlice	Folmava				
3	Strakonice	Strakonice	Písek	Prachatice			
5	České Budějovice	České Budějovice	Český Krumlov	Dolní Dvořiště	Jindřichův Hradec	Tábor	
6	Jihlava	Pelhřimov	Třebíč	Havlíčkův Brod	Jihlava	Humpolec	Žďár nad Sázavou

² Aš, Benešov, Beroun, Blansko, Brno, Bruntál, Břeclav, Cínovec, Česká Lípa, České Budějovice, Český Krumlov, Český Těšín, Děčín, Dolní Dvořiště, Domažlice, Folmava, Františkovy Lázně, Frýdek – Místek, Habartice, Hatě, Havlíčkův Brod, Hodonín, Hora Sv. Šebestiána, Horní Bečva, Hradec Králové, Humpolec, Chalupki, Cheb, Chomutov, Chrudim, Jablonec na Nisou, Jeseník, Jičín, Jihlava, Jindřichův Hradec, Kadaň, Karlovy Vary, Karviná, Kladno, Kolín, Královec, Kroměříž, Kutná Hora, Liberec, Litoměřice, Louny, Mariánské Lázně, Mělník, Mikulov, Mikulovice, Mladá Boleslav, Most, Náchod, Nový Jičín, Nymburk, Olomouc, Opava, Ostrava, Pardubice, Pelhřimov, Písek, Plzeň, Praha, Prachatice, Prostějov, Písek, Příbram, Rakovník, Rokycany, Rozvadov, Rychnov nad Kněžnou, Semily, Sokolov, Starý Hrozenkov, Strakonice, Svitavy, Šumperk, Tábor, Tachov, Teplice, Trutnov, Třebíč, Uherské Hradiště, Ústí nad Labem, Ústí nad Orlicí, Vsetín, Vyškov, Zlín, Znojmo, Zatec, Žďár nad Sázavou.

Počet vrcholů	Výsledný vrchol	Sloučené vrcholy					
5	Praha	Beroun	Praha	Kladno	Benešov	Rakovník	
4	Pardubice	Pardubice	Chrudim	Hradec Králové	Rychnov nad Kněžnou		
3	Náchod	Náchod	Trutnov	Královec			
4	Liberec	Liberec	Jablonec nad Nisou	Habartice	Semily		
6	Chomutov	Chomutov	Hora Sv. Šebestiána	Žatec	Louny	Most	Kadaň
6	Ústí nad Labem	Ústí nad Labem	Česká Lípa	Litoměřice	Děčín	Teplice	Cínovec
4	Mladá Boleslav	Mladá Boleslav	Jičín	Mělník	Nymburk		
2	Kolín	Kolín	Kutná Hora				
2	Svitavy	Svitavy	Ústí nad Orlicí				
4	Jeseník	Jeseník	Mikulovice	Bruntál	Šumperk		
6	Ostrava	Ostrava	Karviná	Frydek - Místek	Český Těšín	Chalupki	Opava
4	Vsetín	Vsetín	Horní Bečva	Zlín	Nový Jičín		
4	Olomouc	Olomouc	Kroměříž	Přerov	Prostějov		
3	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	Starý Hrozenkov	Hodonín			
2	Hatě	Hatě	Znojmo				
3	Brno	Brno	Blansko	Vyškov			
2	Břeclav	Břeclav	Mikulov				

Zdroj: Autor

Po tomto zjednodušení vznikla již jak časově tak především matematicky přijatelná matice 25*25 (225 hodnot – redukovaný počet vrcholů) a všechny buňky byly v prvním kroku vyplněny minimálními vzdálenostmi, které byly zjištěny z internetového serveru **www.mapy.cz**. Vzhledem k minimálnímu rozdílu mezi vzdáleností A – B a B – A byly považovány za shodné. Celá tabulka minimálních vzdáleností je v příloze 1.

3.2 Matice minimálních vzdáleností

Druhým krokem výpočtu bylo zjištění, jaká je výše mýtného při přepravě z A do B. Tyto hodnoty byly opět převedeny do tabulky, která je součástí přílohy 2. Jako základní data bylo pro výpočet na internetovém mýtném kalkulátoru [2] použito výchozích hodnot tohoto serveru (z důvodu jednoduchosti). Změněna byla pouze výchozí a cílová místa. Při výpočtu této ceny byl odhalen jeden nedostatek mýtného kalkulátoru, kdy u některých přeprav vypočítával kalkulátor jinou částku v denních a jinou v nočních hodinách, což vzhledem k nastavení celého systému není přípustné. Provozovatel tohoto kalkulátoru byl informován o tomto nedostatku, nicméně jeho odpověď byla taková, že nenalezl tuto chybu a že systém pracuje bez chyby. V době psaní tohoto příspěvku (27.8.2007) byly některé hodnoty na mýtném kalkulátoru ověřovány a opět docházelo k odchýlkám. Např. trasa Praha – Ostrava a nastavení EURO 0-2 a 2 nápravy tj. 2,3Kč/km bylo kalkulátorem vypočteno na 1411,-Kč což odpovídá 3,699Kč/km (tato hodnota odpovídá 3 nápravám). Nebylo tedy snadné přepočítávat po mýtném kalkulátoru podezřelé hodnoty, ale nakonec byla sestavena tabulka, která je v příloze 2 a která odpovídá nastavení vozidla EURO 0-2 a 2 nápravy.

3.3 Matice poměrů vzdáleností ujetých po placených komunikacích na celkové vzdálenosti

Dalším krokem, který však neměl zásadní vypovídací hodnotu, byl výpočet poměru, kolik procent z celkové vzdálenosti bylo ujeté po placených komunikacích. Tato tabulka je v příloze 3. Vzorec pro výpočet matice podílů ujetých vzdáleností po placených komunikacích na celkové vzdálenosti má tvar (1).

$$x_{ij} = \frac{p_{ij}}{d_{ij}} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde: x_{ij} matice poměrů ujetých vzdáleností po zpoplatněných pozemních komunikacích na celkové vzdálenosti $i - j$,
 p_{ij} prvky matice výše mýta z přílohy 2,
 p_{km} mýtné za kilometr (2,3 Kč/km),
 d_{ij} prvky matice minimálních vzdáleností z přílohy 1.

Podíl, který je uveden ve jmenovateli tohoto vzorce by nebyl zapotřebí, pokud by webový mýtný kalkulátor, při nalezení trasy určil také vzdálenost, kterou vozidlo ujelo po placených komunikacích a ne pouze cenu. Nicméně při znalosti jednotkové ceny, není problém tuto vzdálenost dopočítat.

3.4 Zohlednění ohodnocení vrcholů a výpočet průměrné přepravní vzdálenosti

Význam matice z přílohy 3 byl však zásadní pro následný výpočet průměrného procenta, které je ujeté po zpoplatněných pozemních komunikacích. Zde však bylo nutné nepočítat pouze s původní zjednodušenou tabulkou, ale rozšířit výpočet o ohodnocení vrcholů, kde ohodnocení vrcholu bylo rovno prvnímu sloupci z tabulky 3, což odpovídá počtu sloučených vrcholů. Tabulka těchto hodnot je uvedena v příloze 4. Vzorec pro výpočet matice zohledňující ohodnocení vrcholů má tvar (2).

$$y_{ij} = x_{ij} \times d_{ij} \times w_i \times w_j \quad [\text{km}] \quad (2)$$

kde: y_{ij} prvky matice minimálních vzdáleností zohledňující ohodnocení vrcholů,
 d_{ij} prvky matice minimálních vzdáleností z přílohy 1 [km],
 w_i, w_j ohodnocení vrcholů i a j .
 x_{ij} matice poměrů ujetých vzdáleností po zpoplatněných pozemních komunikacích na celkové vzdálenosti $i - j$.

Posledním krokem výpočtu pak bylo vlastní vypočtení průměrné vzdálenosti ujeté po zpoplatněných pozemních komunikacích. K tomu bylo ovšem potřeba vypočítat matici minimálních vzdáleností zohledňující ohodnocení vrcholů. Tento výpočet byl proveden dle vzorce 3.

$$d_{ij}^* = d_{ij} \times w_i \times w_j \quad [\text{km}] \quad (3)$$

Dle vzorce 4 byla následně vypočtena hodnota průměrné přepravní vzdálenosti.

$$d_p = \frac{\sum_{i,j=1}^{n_r} d_{ij}^*}{\frac{n^2}{2} - n} \quad [\text{km}] \quad (4)$$

kde: d_p průměrná přepravní vzdálenost,
 d_{ij}^* prvky matice zohledňující ohodnocení vrcholů z přílohy 4,
 n_r redukovaný počet vrcholů,
 n neredukovaný počet vrcholů.

Tímto způsobem byla vypočtena hodnota 224,73 km. Z toho plyne, že pokud dopravce přepravuje náklad z místa A do místa B, ujede průměrně 224,73 km. Zbývá tedy zodpovědět otázku, jaká je průměrná přepravní vzdálenost ujetá po zpoplatněných pozemních komunikacích, abychom mohli určit průměrné náklady, o které se zvýší cena přepravy po zavedení elektronického mýta.

3.5 Finanční vyjádření vlivu zavedení mýta

K tomuto účelu opět poslouží matice minimálních vzdáleností, která je uvedena v příloze 1. Výpočet průměrné přepravní vzdálenosti je pak obdobný jako je tomu u průměrné vzdálenosti ujeté po zpoplatněných pozemních komunikacích, tedy (5).

$$d_{\Delta} = \frac{\sum_{i,j=1}^{n_r} y_{ij}}{\frac{n^2}{2} - n} \quad [\text{km}] \quad (5)$$

kde: d_{Δ} průměrná vzdálenost ujetá po zpoplatněných pozemních komunikacích,
 y_{ij} prvky matice minimálních vzdáleností zohledňující ohodnocení vrcholů,
 n_r redukovaný počet vrcholů,
 n neredukovaný počet vrcholů.

Po provedení tohoto výpočtu vyšla hodnota 114,98 km. Po zpoplatněných pozemních komunikacích tedy vozidlo ujede průměrně cca 115 km, což odpovídá objemu finančních prostředků uvedených v tabulce 5.

Tabulka 5: Průměrné zaplacené mýto při přepravě

Průměrné zaplacené mýto pro dálnice a rychlostní komunikace [Kč]					
EURO 0 – 2			EURO 3 – 5		
2	3	4+	2	3	4+
265	425,5	621	196	334	483

Zdroj: Autor

Poslední hodnotou, která ještě nebyla vypočtena tedy je, kolik je průměrné procento vzdálenosti ujeté po placených komunikacích na celkové vzdálenosti. Tento výpočet je ve vzorci 6. Pomocí tohoto vzorce dojdeme k hodnotě 51 %.

$$d_{\%} = \frac{d_{\Delta}}{d_p} \times 100 \quad [\%] \quad (6)$$

kde: d_{Δ} průměrná vzdálenost ujetá po placených komunikacích,

d_p průměrná přepravní vzdálenost,
 $d_{\%}$ průměrné procento ujeté po zpoplatněné pozemní komunikaci.

4 ZÁVĚR

Jak bylo v příspěvku uvedeno jsou tyto hodnoty pouze suboptimem, které bude dalšími výpočty a doplňováním vrcholů zpřesňováno. Nicméně již první výpočet ukazuje, že vliv na přepravu není nikterak zanedbatelný a je třeba, aby se jím dopravci zabývali a aby mýto promítali do ceny svých služeb.

5 LITERATURA

- [1] Vyhláška č. 527/2006 Sb. o užívání zpoplatněných pozemních komunikací
- [2] *Premid.cz* [online]. 2007 [cit. 2007-08-20]. Dostupný z WWW: <www.premid.cz>
- [3] Vyhláška č. 484/2006 Sb. o výši časových poplatků a o výši sazeb mýtného za užívání určených pozemních komunikací
- [4] *Schenker ČR spol. s r.o.* [online]. 2007 [cit. 2007-08-20]. Dostupný z WWW: <www.schenker.cz>
- [5] *České dálnice* [online]. 2007 [cit. 2007-08-20]. Dostupný z WWW: <www.ceskedalnice.cz>
- [6] *Města a obce online* [online]. 2007 [cit. 2007-08-20]. Dostupný z WWW: <www.mestaobce.cz>

*Příspěvek vznikl za podpory Institucionálního výzkumu „Teorie dopravních systémů“
(MSM 0021627505) Univerzity Pardubice.*

Recenzent: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
Univerzita Pardubice

