

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

Teze bakalářské práce

Ekonomické aspekty dopravní situace a chování řidičů

Vypracoval: Pavlína Vlachová

Vedoucí práce: Ing. Jiří Alina, Ph.D.

České Budějovice

2023

Klíčová slova: doprava, chování řidičů, hodnota cestovního času, kruhové objezdy, vozidla

JEL Classification: R4, Z13

Anotace: Bakalářská práce se zabývá pravidly kruhového objezdu a vypočítává náklady na čekání při vjíždění na kruhový objezd. Zaměřuje se také především na osoby vjíždějící a vyjíždějící z kruhového objezdu. Teoretická část definuje základní pojmy týkající se dopravy, chování řidičů a kruhových objezdů. Samotná praktická část se skládá z představení města Tábora a tří kruhových křižovatek, které se v něm nacházejí, což je jedna z nejdůležitějších částí této bakalářské práce. Pro potřeby vyhodnocení práce bylo potřeba získat záznamy kruhových objezdů od firmy EDIP, s.r.o. a jejich následné vyhodnocení. Jednalo se o záznamy z 15. 9. 2020 v čase od 14:30 do 16:30 hodin. Jako další krok je vyhodnocení, kde jsou porovnávána některá volně dostupná data ze sčítání dopravy z Ředitelství silnic a dálnic z roku 2020 a spolu s údaji z videozáznamů kruhových objezdů jsou pomocí vzorců vypočteny celkové skutečné a společenské náklady. Ze získaných hodnot z videozáznamů bylo zjištěno, že jeden řidič v průměru při vjezdu na kruhový objezd čeká 1,04 sekundy. Hodnota cestovní doby je v přepočtu na české koruny 706,99 Kč za hodinu. Nejvíce frekventovaný kruhový objezd byl objezd číslo 1 a nejméně frekventovaný byl kruhový objezd číslo 2. V práci jsou stanoveny intervalové odhady pro 5 % a 15 % řidičů, kteří nepoužili znamení o změně směru jízdy, čímž způsobili společenské náklady – v případě s 15 % řidičů – ve výši 262 862 Kč za běžné pracovní dny v roce 2022 a náklady v dopravní špičce za rok 2022 byly 46 194 Kč. V závěru práce bylo stanoveno možné opatření na zlepšení situace ve formě dopravního značení, které bylo přibližně vyčísleno na 37 147 Kč a následně bylo společně se společenskými náklady posouzeno, zda se pořízení dopravního značení vyplatí.

Úvod a přehled literatury

Doprava je jedním z nejvýznamnějších odvětví v zemi, protože ovlivňuje prakticky všechny aspekty veřejného i soukromého života. Nejpoužívanějším druhem dopravy je silniční doprava. Zanedbávání dopravní problematiky však může mít škodlivé přímé i nepřímé společenské důsledky. Zároveň je doprava odvětví, které výrazně zvyšuje příjmovou stránku státního rozpočtu a významně přispívá k sociálnímu i hospodářskému růstu.

Bakalářská práce se zabývá pravidly kruhového objezdu a vypočítává společenské náklady na čekání na kruhovém objezdu. Zaměřuje se také především na osoby vjíždějící a vyjíždějící z kruhových objezdů, kteří se z velké části podílejí na zpomalení dopravního toku.

Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhodnocení chování řidičů jako faktor plynulosti dopravy se zaměřením na kruhové objezdy. Vedlejším cílem je návrh opatření vedoucí ke zlepšení situace.

Metodika

Pro dosažení stanoveného cíle bylo potřeba hned několik metodických postupů. Hlavní metodou bylo zajištění potřebných materiálů – videozáznamů – k vytvoření základních podkladů, ze kterých bylo možné následně čerpat informace.

V práci byly stanoveny dvě výzkumné otázky:

1. Ovlivňuje nepoužitím znamení o změně směru jízdy na kruhových objezdech ostatní řidiče či plynulost dopravy?
2. Je chování řidičů významným vlivem působící na dopravní tok?

Samotná praktická část se skládá z představení města Tábor a v něm nacházejících se tří kruhových objezdů, které jsou jednou z nejdůležitějších částí této bakalářské práce. Jako další krok je vyhodnocení, kde jsou porovnávána některá volně dostupná data a společně s výsledky ze sledování z kruhových objezdů jsou vypočtené celkové skutečné a společenské náklady.

Na závěr práce je navrženo opatření ke zlepšení situace na kruhových objezdech.

U výpočtů společenských nákladů v praktické části jsou používány následující vzorce:

$$\frac{\text{Počet řidičů, kteří nepoužili blinkr}}{\text{Doba zpoždění}} = \text{Doba zpoždění na 1 řidiče} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{Celkový počet řidičů} * \text{podíl řidičů, kteří nedali blinkr při stanoveném} \\ &\text{procentuálním vyjádření} * \text{průměrná doba zpoždění na 1 řidiče} * \\ &\text{Kč/sekundu} = \text{náklady na čekání při vjezdu na kruhový objezd za 1 den} \end{aligned} \quad (2)$$

*Počet pracovních dnů za rok 2022 * celkový počet řidičů * podíl řidičů, kteří nedali blinkr při stanoveném procentuálním vyjádření * průměrná doba zpoždění na 1 řidiče * Kč/sekundu = náklady na čekání při vjezdu na kruhový objezd za všechny pracovní dny za rok 2022* (3)

*Počet dnů za rok 2022 * celkový počet řidičů * podíl řidičů, kteří nedali blinkr při stanoveném procentuálním vyjádření * průměrná doba zpoždění na 1 řidiče * Kč/sekundu = náklady na čekání při vjezdu na kruhový objezd za rok 2022* (4)

Výsledky

Pro získání dat potřebných pro vyhodnocení dopravního chování řidičů v dopravní špičce, bylo třeba získat videozáznamy od firmy EDIP, s. r. o., která se zabývá bezpečností dopravy, sčítáním dopravy či posuzováním křižovatek. Následně bylo potřeba celé videozáznamy shlédnout a spočítat celkový počet vozidel, které na daných kruhových objezdech projely. Následně byla spočtena vozidla, která nepoužila znamení o změně směru jízdy, čímž bylo způsobeno několikasekundové zpoždění jiných řidičů, kteří čekali na vjezdu na kruhový objezd. Pro stanovení výsledků, bylo třeba dané videozáznamy prohlédnout znovu a propočítat dobu čekání na vjezdech na kruhové objezdy. Veškeré výsledky z pozorování jsou zaznamenány v tabulce číslo 1.

Tabulka 1: Hodnoty počtu vozidel na kruhových objezdech

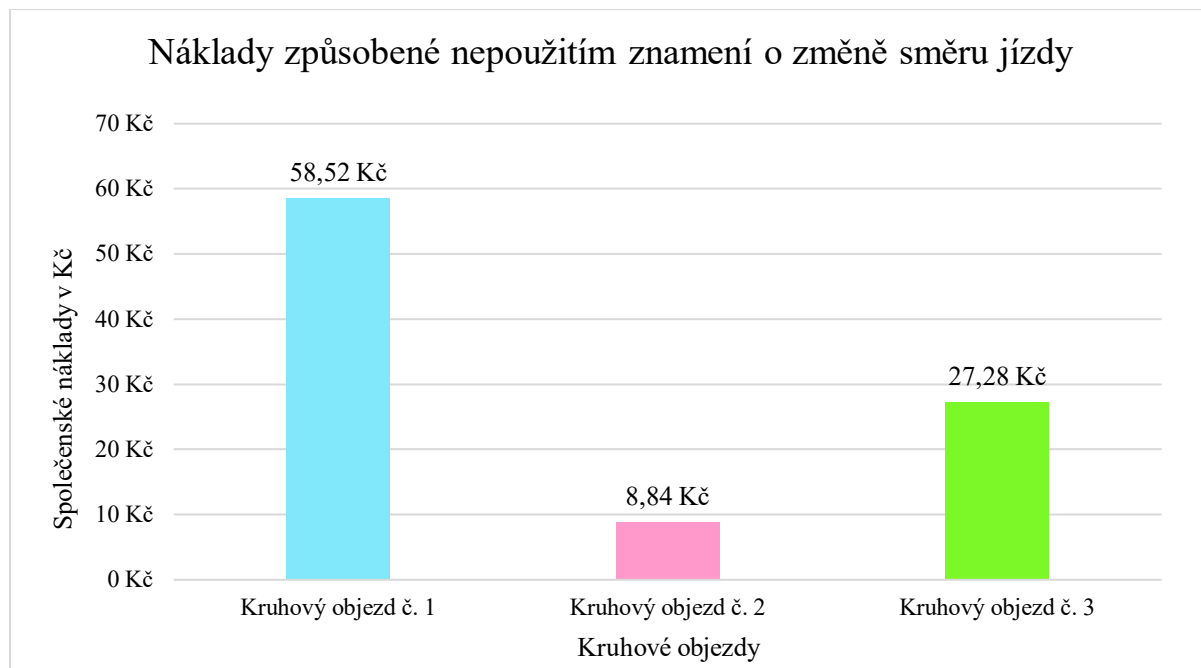
Hodnoty počtu vozidel na kruhových objezdech				
Kruhový objezd	Počet vozidel	Počet řidičů, kteří nepoužili znamení o změně směru jízdy	Doba zpoždění	Náklady na čekání
Číslo 1	2 401	288	298 sekund	58,523 Kč
Číslo 2	448	62	45 sekund	8,837 Kč
Číslo 3	1 282	149	138,9 sekund	27,28 Kč
Celkem	4 131	499	481,9	94,64 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, (2023)

Ze zjištěných výsledků byla spočtena průměrná doba čekání na jednoho řidiče pomocí celkového počtu řidičů, kteří nepoužili znamení o změně směru jízdy, a pomocí celkové doby zpoždění. Doba čekání na jednoho řidiče je 1,04 sekund.

Z hodnot získaných z videozáznamů bylo zjištěno, že nejvíce frekventovaná křižovatka je kruhový objezd číslo 1 a nejméně frekventovaný je kruhový objezd číslo 2. Stejné výsledky byly zjištěny ze sčítání dopravy z Ředitelství silnic a dálnic z roku 2020. Zároveň největší náklady na čekání byly na kruhovém objezdu číslo 1 a nejmenší na kruhovém objezdu číslo 2.

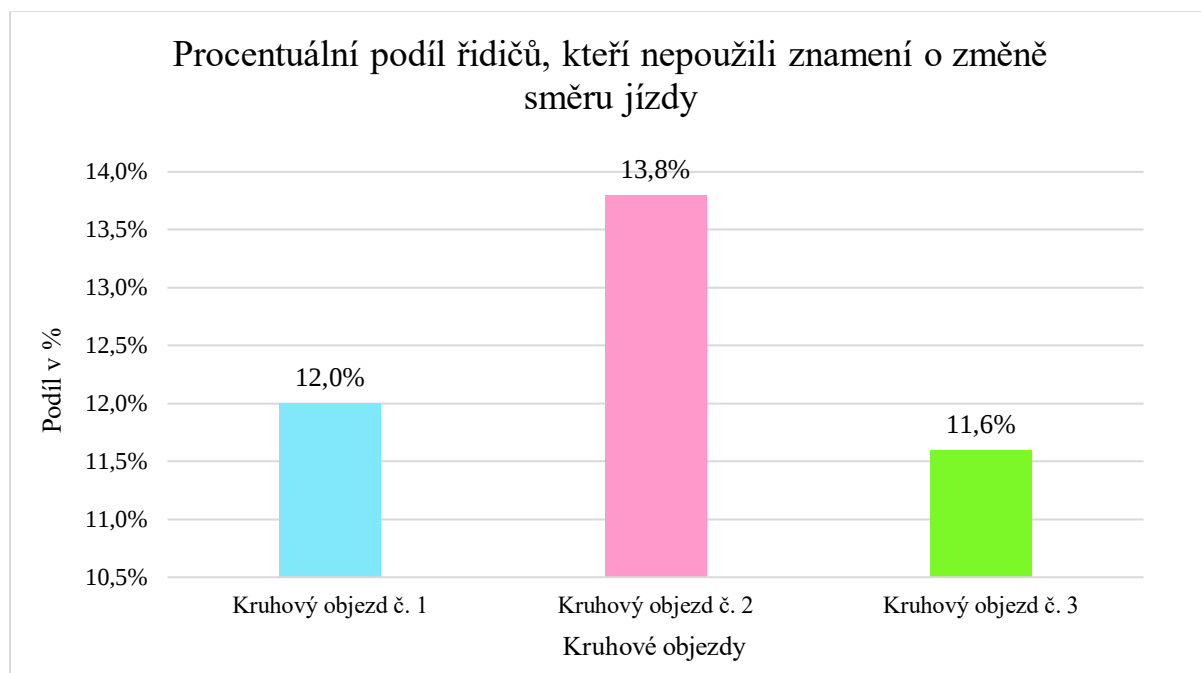
Graf 1: Náklady způsobené nepoužitím znamení o změně směru jízdy



Zdroj: vlastní zpracování, (2023)

Největší procentuální podíl řidičů, kteří nepoužili znamení o změně směru jízdy byl na kruhovém objezdu číslo 2.

Graf 2: Procentuální podíl řidičů, kteří nepoužili znamení o změně směru jízdy



Zdroj: vlastní zpracování, (2023)

Intervalové odhady

Náklady na čekání v pracovních dnech:

Pokud by byla data čerpána ze sčítání dopravy z Ředitelství silnic a dálnic z roku 2020 a předpoklad by byl, že 5 % řidičů v jednom dnu nepoužije znamení o změně směru jízdy, výsledek by byl, že za předpokladu, pokud by na těchto kruhových objezdech v průměru za jeden pracovní den dohromady projelo 34 048 vozidel, tak by 1 702 řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy. Při průměrném časovém zpoždění, které vychází přibližně na 1,04 sekundy na 1 řidiče by to znamenalo, že by byla doprava zpožděna o 1 770,08 sekund. Při přepočtu na hodnotu cestovní doby, kdy jedna hodina vychází na 706,99 Kč bychom došli k výsledku, že 5 % řidičů, kteří byli ovlivněni řidiči, kteří nepoužili světelnou signalizaci pro změnu jízdy při opuštění kruhového objezdu, způsobili náklady na čekání ve výši 347,7 Kč za 1 pracovní den.

$$34\,048 * 0,05 * 1,04 * 0,196 = 347,7$$

Z přibližně 34 048 automobilů, které v běžný pracovní den projedou všemi třemi analyzovanými okružními křižovatkami, by 5 107 řidičů nedalo znamení o změně směru jízdy, pokud by se odhadovalo, že 15 % řidičů nepoužije znamení o změně směru jízdy. Průměrně by proto byla doprava opožděna o 5 311,28 sekund. Z toho plynou společenské náklady na čekání při vjíždění na kruhové objezdy 1 043,1 Kč za 1 pracovní den. Což je přibližně o 695 korun více, než v předchozím příkladě s 5 % řidičů.

$$34\,048 * 0,15 * 1,04 * 0,196 = 1\,043,1$$

V roce 2022 bylo 252 pracovních dnů. Pokud by 5 % řidičů každý pracovní den nepoužilo znamení o změně směru jízdy při opuštění kruhového objezdu, znamenalo by to náklady na čekání ve výši 87 621 Kč za všechny pracovní dny v roce 2022.

$$252 * 34\,048 * 0,05 * 1,04 * 0,196 = 87\,620,6$$

Za předpokladu, že by se toto týkalo 15 % řidičů každý pracovní den, náklady by byly o hodně vyšší a to konkrétně 262 862 korun českých za všechny pracovní dny za rok 2022. Což je o 175 241 Kč více než v příkladě s 5 % řidičů.

$$252 * 34\,048 * 0,15 * 1,04 * 0,196 = 262\,861,8$$

Náklady na čekání v dopravních špičkách:

Tato bakalářská práce je zaměřena především na náklady cestovní doby se zvláštním důrazem na kruhové objezdy v dopravní špičce. Proto pokud by byla data čerpána z videozáznamu a za předpokladu, že od 14:30 hodin až do 16:30 hodin 5 % řidičů nepoužije znamení o změně směru jízdy, výsledek by byl, že za předpokladu, pokud by na těchto třech kruhových objezdech v průměru za daný časový úsek dohromady projelo 4 131 vozidel, tak by přibližně 207 řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy. Při průměrném časovém zpoždění, které vychází přibližně na 1,04 sekundy na 1 řidiče by to znamenalo, že by byla doprava zpožděna o 214,8 sekund. Při přepočtu na hodnotu cestovní doby, kdy jedna hodina vychází na 706,99 Kč a 5 % řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy pro opuštění kruhového objezdu, byly vyčíslené společenské náklady na čekání ve výši 42 Kč za jeden den v dopravní špičce.

$$4\,131 * 0,05 * 1,04 * 0,196 = 42,19$$

Za předpokladu, že by 15 % řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy, výsledek by byl takový, že z přibližně 4 131 vozidel, které projedou v průměru během časového úseku na všech třech zkoumaných kruhových objezdech, přibližně 620 řidičů by nepoužilo znamení o změně směru jízdy. Doprava by kvůli tomu byla opožděna o 644,8 sekund. Z toho plynou náklady na čekání při vjíždění na kruhové objezdy 127 Kč za jeden den v dopravní špičce. Což je přibližně o 85 korun více, než v předchozím příkladě s 5 % řidičů.

$$4\,131 * 0,15 * 1,04 * 0,196 = 126,56$$

V roce 2022 by společenské náklady na čekání činily 15 398 Kč, pokud by denní dopravní špička trvala dvě hodiny a 5 % aut by při výjezdu z kruhového objezdu nepoužilo znamení o změně směru jízdy.

$$365 * 4\,131 * 0,05 * 1,04 * 0,196 = 15\,397,92$$

Společenské náklady by byly podstatně vyšší, a to konkrétně 46 194 Kč, pokud by denně v dopravní špičce 15 % řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy. Což je o 30 796 Kč více než v příkladě s 5 % řidičů.

$$365 * 4\,131 * 0,15 * 1,04 * 0,196 = 46\,193,8$$

Návrh opatření ke zlepšení situace

Náklady na čekání v pracovních dnech:

V případě, že by 15 % řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy, společenské náklady spojené s jejich jednáním – nepoužitím znamení o změně směru jízdy – by činily 262 862 Kč. Jeden z možných návrhů opatření vedoucí ke zlepšení situace je osazení všech výjezdů dopravním značením (viz. obrázek 9: Dopravní značení) na těchto třech kruhových objezdech. Skutečné náklady na výrobu dopravního značení by byly přibližně 37 147 Kč, což je 14,13 % ze společenských nákladů z průměrných pracovních dnů za rok 2022.

Dle Verhoefa (1994) se udává, pokud jsou skutečné náklady maximálně 20 % - tedy 1/5 všech společenských nákladů – je doporučeno vynaložit finanční prostředky do opatření pro zlepšení situace.

Tento výpočet podmínku splňuje, proto se tato varianta návrhu opatření ke zlepšení situace zdá reálná. Pokud by tento návrh opatření zlepšil situaci alespoň o 5 % řidičů, společenské náklady by se snížili o 87 595 Kč na 175 241 Kč za rok.

Náklady na čekání v dopravních špičkách:

V případě, kdy by 15 % všech řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy během každého dne ve dvouhodinové dopravní špičce, dopad jejich chování – nepoužití znamení o změně směru jízdy – by znamenal společenské náklady ve výši 46 194 Kč.

Návrh opatření vedoucí ke zlepšení situace je osazení všech výjezdů dopravním značením (viz. obrázek 9: Dopravní značení) na těchto třech kruhových objezdech. Skutečné náklady na výrobu dopravního značení by byly přibližně 37 147 Kč, což je 80,42 % ze společenských nákladů z průměrných pracovních dnů za rok 2022.

Financování dopravního značení by za těchto okolností nebylo pro případné zlepšení výhodné. Zásadní je si uvědomit, že výdaje jsou přítomny pouze v době dopravní špičky od 14:30 do 16:30 hodin. Společenské náklady by byly podstatně vyšší, pokud by se bral v úvahu i provoz mimo špičku, v takovém případě by navrhované opatření bylo pravděpodobně přínosné.

Obrázek 1: Dopravní značení



Zdroj: vlastní zpracování, (2023)

Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vyhodnocení chování řidičů jako faktor plynulosti dopravy se zaměřením na kruhové objezdy. Pro dosažení stanoveného cíle bylo potřeba několik kroků. Nejdůležitějším krokem bylo získat záznamy kruhových objezdů a následně získání potřebných dat pro vyhodnocení práce. Záznamy byly získány z 15.9.2020 v 14:30 až 16:30 hodin od firmy EDIP, s.r.o. V metodické části této bakalářské práce byly stanoveny dvě výzkumné otázky:

1. Ovlivňuje nepoužití znamení o změně směru jízdy na kruhových objezdech ostatní řidiče či plynulost dopravy?
2. Je chování řidičů významným vlivem působící na dopravní tok?

Na tyto otázky se v praktické části podařilo odpovědět. Bylo zjištěno, že nepoužití znamení o změně směru jízdy ovlivňuje ostatní řidiče. Doba čekání na jednoho řidiče byla vypočtena na 1,04 sekundy. Zároveň pomocí vyčíslení společenských nákladů bylo zjištěno, že chování řidičů má výrazný následek, který působí velice negativně na dopravní tok z pohledu peněžního vyjádření a také z pohledu naplnění kapacity na okružní křižovatce.

První část práce je věnována dopravě – jejímu obecnému rámci a klasifikaci. Na tu navazuje chování řidičů, emise a samostatná kapitola o křižovatkách a o hodnotě času. V samotné praktické části je popis města Tábor a seznámení se se zkoumanými kruhovými objezdy. V následující kapitole jsou porovnávána data z Ředitelství silnic a dálnic z roku 2020 na daných kruhových objezdech, kde bylo následně zjištěno, jaké druhy a počet vozidel zde projedou v průměru za jeden pracovní den, za volné dny a za všechny dny.

Následně byly v praktické části vzájemně porovnány všechny tři kruhové objezdy, kde byly zjištěny celkové náklady na čekání. U všech kruhových objezdů, během časového úseku, byly náklady vyčísleny na 94,64 Kč. Celkový počet vozidel, která projela na všech kruhových objezdech byl 4 131 a z toho 499 řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy, čímž způsobili celkové zpoždění 481,9 sekund.

Na základě zjištěných statistik byly provedeny intervalové odhady, které měly dva různé scénáře. Jedním z nich bylo, že 5 % řidičů nepoužije znamení o změně směru jízdy a ten druhý se týkal 15 % řidičů. Následně byly ze statistik Ředitelství silnic a dálnic z roku 2020 spočítány společenské náklady, za předpokladu, že 15 % řidičů nepoužije znamení o změně ve směru jízdy, ve výši 262 836 Kč za rok 2022. Pokud by pouze 5 % řidičů nepoužilo znamení o změně směru jízdy, náklady by byly o 175 241 Kč menší. Dalším krokem bylo spočítání společenských nákladů během dopravní špičky, což vyplývalo z hodnot zjištěných ze získaného videozáznamu. Zde bylo za předpokladu, že 15 % řidičů nepoužije znamení o změně směru jízdy, vypočteno, že celkové náklady na čekání budou ve výši 46 194 Kč. Pokud by znamení o změně směru jízdy nepoužilo pouze 5 % řidičů, náklady na čekání by byly o 30 796 Kč menší.

Na závěr byl stanoven návrh opatření vedoucí ke zlepšení situace, a to dopravní značení. Cedule s nápisem: „Řidiči, používejte blinkry při opouštění kruhového objezdu.“ by byly umístěny na každém výjezdu z kruhových objezdů a jejich skutečné náklady na pořízení by byly přibližně 34 147 Kč. Pokud by tento návrh opatření pomohl alespoň 5 % řidičů, společenské náklady by se v průměru za běžné pracovní dny v roce 2022 snížily o 87 595 Kč. Na rozdíl od společenských nákladů v běžných pracovních dnech, kde by se návrh na zlepšení vyplatil, u společenských nákladů během dopravní špičky tomu tak není. Je to kvůli nízkým společenským nákladům na čekání v poměru s pořizovací cenou dopravního značení. Pokud bychom ale předpokládali, že i mimo dopravní špičku projede řada aut, která nedá znamení o změně směru jízdy, čímž způsobí několikasekundové zpoždění, tak v tomto případě by pravděpodobně bylo pořízení dopravního značení užitečné.

Toto byl prvotní výzkum – první krok zjistit, jak se lidé chovají na kruhových objezdech. Dále by mohly následovat další kroky, které by mohly analyzovat, zda se dají kruhové objezdy typologicky rozdělit, například podle počtu pruhů a najít souvislost mezi tím, zda řidiči nedávají znamení o změně směru jízdy z důvodu složitosti kruhových objezdů, nebo zda má velikost – poloměr – kruhového objezdu vliv na udání znamení o změně směru jízdy.

Dalším možným výzkumem by mohla být hlubší analýza kruhových objezdů na základě jednotlivých druhů, které by se považovaly za problémové a následně stanovení možného návrhu na opatření vedoucí ke zlepšení situace.

Seznam literatury použité v tezích

Článek v elektronické podobě (s DOI)

Verhoef, E. T. (1994). External effects and social costs of road transport. *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, 28(4), 273–287. [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0965-8564(94)90003-5)

„Plný seznam použité literatury je uveden v textu bakalářské práce“.

Další bibliografické údaje

Type of thesis: bachelor

Author: Pavlína Vlachová

Academic Year: 2022/2023

Department: Department of Applied Economics and Economics, Faculty of Economics, University of South Bohemia in Ceske Budejovice, Czech Republic

Thesis supervisor: Ing. Jiří Alina, Ph.D.

Number of pages: 50

Language of thesis: CZ

Title of Thesis: Economic aspects of the traffic situation and driver behaviour

Annotation: The bachelor thesis deals with the rules of the roundabout and calculates the cost of waiting when entering the roundabout. It also focuses mainly on people entering and exiting the roundabout. The theoretical part defines basic concepts related to traffic, driver behaviour and roundabouts. The practical part itself consists of an introduction to the city of Tabor and the three roundabouts located there, which is one of the most important parts of this bachelor thesis. For the purpose of evaluation of the thesis it was necessary to obtain records of roundabouts from EDIP, s.r.o. and their subsequent evaluation. These records were taken on 15 September 2020 between 14:30 and 16:30 hours. As a next step, an evaluation is carried out where some freely available traffic count data from the Roads and Highways Directorate from 2020 is compared and the total actual and societal costs are calculated using formulas along with the data obtained from the roundabout video recordings. From the values obtained from the video recordings it was found that on average a driver waits 1.04 seconds to enter a roundabout. The value of the travel time is 706.99 CZK per hour in Czech crowns. In the paper, interval estimates are provided for the 5% and 15% of drivers who did not use the direction change signal, causing a social cost - in the case of the 15% of drivers - of CZK 262,862 for normal working days in 2022 and a peak hour cost of CZK 46,194 in 2022. The paper concludes by proposing measures to improve the situation at roundabouts, quantifying the acquisition cost of a possible measure and assessing the effectiveness of acquiring a possible measure.

Key words: traffic, driver behaviour, value of travel time, roundabouts, vehicles