



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Richard Pázmány

Opatření snižující rychlost provozu za pomoci vizuálních
prvků

Bakalárska práce

2020



K616.....Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Richard Pázmány

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Opatření snižující rychlost provozu za pomoci vizuálních prvků**

Název tématu (anglicky): Application of elements in driver visual field that decrease traffic velocity

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Definujte a popište vizuální prvky, které mají za cíl varovat řidiče a/nebo snížit rychlost jízdy
- Prostudujte typy dopravních nehod v úsecích s těmito vizuálními prvky
- Navrhněte opatření snižující průměrnou rychlost jízdy ve vybraném úseku za použití analyzovaných vizuálních prvků
- Proveďte experiment na vozidlovém simulátoru ověřující funkčnost navrženého bezpečnostního opatření



Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN - technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.

Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích: technické podmínky, 2003. Dopravní značení. ISBN isbn80-86502-08-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Alina Mashko

doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

22. června 2017

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

10. srpna 2020

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.

vedoucí

Ústavu dopravních prostředků

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Richard Pázmány
jméno a podpis studenta

V Praze dne 3. prosince 2019

Prehlásenie

Predkladám týmto k posúdeniu a obhajobe bakalársku prác, spracovanú na záver štúdia na ČVUT v Prahe Fakulte dopravnej.

Prehlasujem, že predloženú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetky použité zdroje v súlade s Metodickými pokynmi o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Nemám závažný dôvod proti užívaniu tohoto školského diela v zmysle § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon).

V Prahe dňa 10.4.2020

Richard Pázmány

PodĎakovanie

Týmto by som rád poďakoval vedúcej bakalárskej práce Ing. Aline Mashko za odborné vedenie, konzultovanie a rady pri tvorbe tejto práce. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Janu Válkovi a Ing. Adamovi Orlickému za cenné rady a pomoc pri integrovaní vytvoreného scenáru pre použitie do vozidlovom simulátore. V neposlednom rade je mojou milou povinnosťou poďakovať svojim rodičom a blízkym za morálnu a materiálnu podporu, ktorej sa mi dostávalo po celú dobu štúdia.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

**OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ RYCHLOST PROVOZU ZA POMOCI
VIZUÁLNÍCH PRVKŮ**

Bakalárska práca

August 2020

Richard Pázmány

Klíčové slová

Vizuálne prvky, rýchlosť premávky, upokojuvanie dopravy

Abstrakt

Cieľom tejto bakalárskej práce je preskúmať opatrenia znižujúce rýchlosť dopravného prúdu za pomoci vizuálnych prvkov používaných v Českej republike a sledovať vplyv prítomnosti zariadenia zaznamenávajúceho rýchlosť na rýchlosť vozidiel v premávke.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation

**APPLICATION OF ELEMENTS IN DRIVERS VISUAL FIELD THAT
DECREASE TRAFFIC VELOCITY**

Bachelor thesis

August 2020

Richard Pázmány

Key words

Visual elements, traffic velocity, traffic calming

Abstract EN

The goal of this bachelor thesis is to research measures which reduce the velocity of traffic by using different visual elements that are used in Czech Republic and to monitor the effect of the presence of speed measuring devices on the velocity of vehicles in traffic.

Obsah

Obsah	6
Zoznam použitých skratiek.....	8
1 Úvod	9
Teoretická časť	10
2 Upokojuvanie dopravy.....	10
2.1 Fyzické prvky ovplyvňujúce rýchlosť	10
Vstupné brány.....	10
Vybočenie jazdného pruhu	11
Zmena povrchu vozovky	12
Okružné križovatky.....	12
Spomaľovacie prahy	13
Vankúše.....	14
2.2 Psychologické prvky ovplyvňujúce rýchlosť	15
Zvislé a vodorovné dopravné značenie	15
Premenné dopravné značenie (PDZ) a zariadenia pre prevádzkové informácie (ZPI) ..	17
Rýchlostné radary	19
Informačné radary	20
Optická brzda.....	21
Optické zúženie.....	23
3 Nehodovosť	24
3.1 Nehodovosť v ČR	25
3.2 Cesta II/101	26
4 Kamerové systémy.....	27
4.1 Princíp fungovania	28
4.2 UnicamVELOCITY.....	28
Praktická časť	30
5 Experiment.....	30
5.1 Cieľ experimentu.....	30
5.2 Vozidlový simulátor	30
5.3 Tvorenie trasy	31
5.4 Popis experimentu.....	32
5.5 Dotazník	34

Úvodný dotazník	34
Dotazník po jazde	34
5.6 Meranie za použitia simulátora	35
Vyplnenie dotazníku pred jazdou	36
Inštrukcie k ovládaniu simulátora	36
Cvičná jazda na vozidlovom simulátore.....	36
Pokyny k experimentu a správaniu sa na trase	37
Jazda na simulátore pre účel merania.....	37
Dotazník po jazde	38
6 Vyhodnotenie dát	39
6.1 Vyhodnotenie dotazníkov.....	39
6.2 Vyhodnotenie rýchlostí na meraných úsekoch	41
Úsek č.1 – Úsek so ZDZ B20 Maximálna povolená rýchlosť 80 km/h.....	41
Úsek č.2 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o ZDZ „Pozor radar!“ bez stacionárneho radaru	42
Úsek č.3 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o ZDZ „Pozor radar!“ so stacionárnym radarom.....	43
Úsek č.4 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o systém úsekového merania rýchlosti.....	44
7 Záver.....	48
Zoznam použitej literatúry	50
Zoznam obrázkov a tabuliek	52
Zoznam použitého softwaru	54
Prílohy	55

Zoznam použitých skratiek

MHD	Mestská hromadná doprava
ZDZ	Zvislé dopravné značenie
VDZ	Vodorovné dopravné značenie
PDZ	Premenné dopravné značenie
ZPI	Zariadenie pre prevádzkové informácie
TP	Technické podmienky
ČSN	Česká štátna norma
EČV	Evidenčné číslo vozidla

1 Úvod

Nárast počtu vozidiel na pozemných komunikáciách zaznamenal za posledné dekády neuveriteľný rozvoj. Luxus dopravného prostriedku už v momentálnej dobe nepredstavuje to, čo predstavoval kedysi. Vývoj nových materiálov, technológií a lacnej pracovnej sily sú predpoklady na čím ďalej tým viac sa zvyšujúci stupeň automobilizácie vo svete. Podobným tempom sa posúvame ďalej aj v technológiách zaoberajúcich sa ochranou posádky vozidiel a chodcov.

Avšak so zvyšujúcim sa počtom dopravných prostriedkov sa priamo spája aj zvýšené riziko dopravných nehôd na komunikáciách a v ich okolí. Nemožno sa spoliehať iba na konštrukčné riešenia vozidiel a využitie inteligentných systémov pre minimalizovanie dôsledkov nehôd na majetku a ľudskom zdraví. Tento fakt kladie zvýšené nároky na bezpečnosť na komunikáciách a striktné dodržiavanie pravidiel cestnej premávky. Medzi možnosti ako docieľiť zvýšenie bezpečnosti na cestách patria aj tzv. metódy upokojuvania dopravy, ktorých neodmysliteľnou súčasťou sú vizuálne prvky.

Pod pojmom upokojuvanie dopravy sa predstavuje tvorba takých komunikácií, ktoré sa svojím tvarom snažia znížiť rýchlosť a intenzitu dopravy za účelom eliminovania dopadu nehôd na účastníkov premávky a zvýšenia kvality života obyvateľov. Toto je docieľené fyzickou úpravou komunikácií a použitím špecifických prvkov v blízkom okolí, ktoré vizuálne vplyvajú na chovanie sa vodiča na danej komunikácii.

Bakalárska práca sa zaoberá vizuálnymi opatreniami a prvkami, ktoré sú súčasťou fyzických a psychologických prvkov upokojuvania dopravy a majú za úlohu či už priamo alebo nepriamo ovplyvniť rýchlosť premávky. Je rozdelená na 2 časti; teoretickú časť a praktickú časť. V teoretickej časti rozoberám jednotlivé fyzické a psychologické prvky, ktorých cieľom je zvýšiť bezpečnosť na komunikáciách a prípadné nehody pri použití určitých druhov týchto opatrení. Praktická časť sa venuje mnou navrhnutému experimentu. Popisu prípravy testovacej trate, meraniu na vozidlovom simulátore a následnému vyhodnoteniu získaných dát z testovania.

Teoretická časť

2 Upokojuvanie dopravy

Pod pojmom upokojuvanie dopravy rozumieme skupiny nástrojov a opatrení, ktorých cieľom je zvýšenie úžitkovej hodnoty komunikácie, zlepšenie životného prostredia a bezpečnosti, predovšetkým chodcov a cyklistov. Tieto nástroje majú pôsobiť jednak na zníženie intenzity premávky ako aj na zníženie rýchlosti motorových vozidiel. [1]

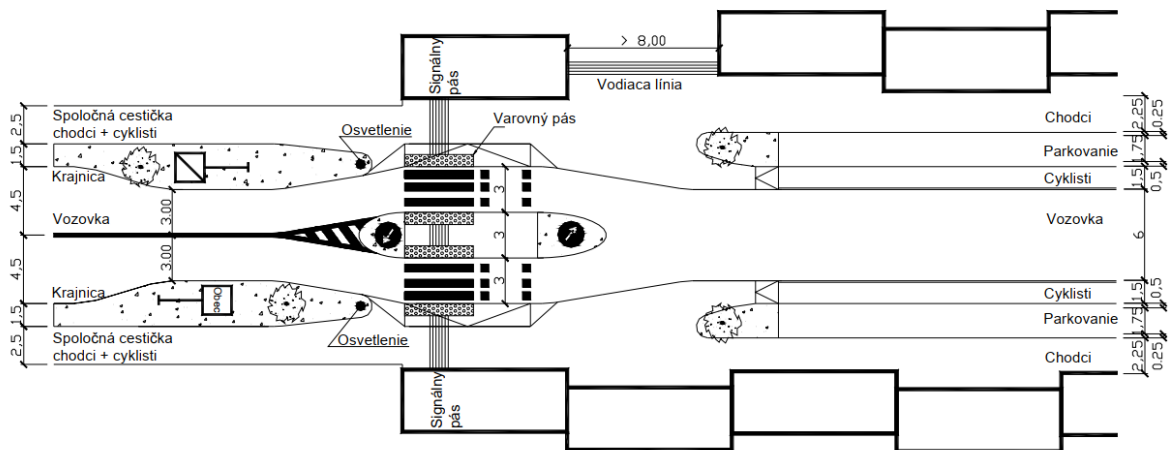
Upokojuvanie dopravy môžeme vnímať ako komplexnú činnosť zameranú na spomalenie cestnej premávky na komunikáciách. Spomalenie má pozitívny vplyv na nehodovosť v danom úseku a znižuje negatívny dopad automobilovej dopravy na mestský život. Nižšia rýchlosť jazdy má vplyv jak na výskyt dopravných nehôd, ku ktorým na danom úseku dochádza, tak na závažnosti zranení dotknutých osôb. Pri vyššej rýchlosti jazdy dochádza ku skracovaniu reakčnej doby vodiča a predĺženiu brzdnnej dráhy vozidla.

2.1 Fyzické prvky ovplyvňujúce rýchlosť

Opatrenia, ktoré priamo pôsobia na vozidlá tým, že ich nútia znížiť rýchlosť, za pomoci fyzickej úpravy komunikácie. Pri použití niektorých týchto riešení avšak treba počítať s vyššími nákladmi na realizáciu, nakoľko si často vyžadujú zásah do vozovky.

Vstupné brány

Priestorová úprava cestného prietahu na vstupe do obce alebo mesta, ktorá pôsobí na zmenu režimu jazdy a bráni ponechaniu vysokej rýchlosti na území obce. Na docielenie tohto sa používajú stavebné, technické a vegetačné úpravy, čím zabraňujú priamemu priehľadu obcou z nezastavaného územia.



Obrázok 1. Bezbariérová úprava vložného ostrovčka na vjazde do obce.
Zdroj: <https://www.ssc.sk/sk/novinky/schvalene-tp-018-tp-048-tp-085-vl-1.ssc>

Vybočenie jazdného pruhu

Miesta kde je žiadúce účinným spôsobom znížiť rýchlosť bez výrazného fyzického obmedzenia sa môžu uskutočniť zmeny smerového vedenia vybočením jazdného pruhu (jednostranné/obojsstranné). Vybočenie jazdného pruhu sa uskutočňuje na krátkom úseku vložným stredovým ostrovčekom o minimálnej šírke 1,5 m s nízkou zeleňou alebo umiestnením ochranného ostrovčka pre priechod pre chodcov. Toto opatrenie sa môže použiť rovnako aj pri vjazde do obce či mesta ako jednostranné alebo obojsstranné vybočenie jazdného pruhu. [2]



Obrázok 2. Vybočenie jazdného pruhu pomocou vloženého stredového ostrovčeka.
zdroj: [www.maps.google.com]

Zmena povrchu vozovky

Zmenou textúry alebo farby povrchu vozovky sa docieli vyššia informovanosť vodičov o potrebe zmeny režimu jazdy napríklad na vjazde do obce, pred priechodmi pre chodcov či pred miestami, ktoré vyžadujú zvýšenú pozornosť vodiča.

Existujú rôzne spôsoby zmeny povrchu vozovky. Príkladom je použitie dlažby, betónových kociek alebo úpravou povrchových vlastností vozovky nanesením farebného náteru, ktorý môže byť doplnený o prímies teliesok hrubšej frakcie alebo frézovaním drážok o hĺbke 20 mm do krytu vozovky. Týmto sa doplňuje optická zmena na vozovke aj o akusticky a vibračný prvok, ktorý ďalej upozorňuje vodiča na potrebné upravenie rýchlosti. [2]

Okružné križovatky

Premávka na križovatkách je možné spomaliť aj ďalším spôsobom a to umiestením okružnej križovatky. Uplatnenie takýchto križovatiek prispieva k zlepšeniu bezpečnosti, plynulosti a zníženiu dopadov dopravy na životné prostredie. Zároveň je možné doprostred týchto križovatiek vysádzanie rôznych druhov zelene čím sa zvyšuje estetická kvalita verejného priestranstva. [2]



Obrázok 3. Okružná križovatka v Olomouci.

Zdroj: <https://moravia.cz/projekt/okruzni-krizovatka-na-strelnici/>

Spomaľovacie prahy

Medzi najčastejšie používané fyzické spomaľovacie prvky patria priečne spomaľovacie prahy. Používajú sa hlavne na obslužných komunikáciách tam, kde sa pohybuje väčšie množstvo iných účastníkov premávky ako sú chodci či cyklisti alebo na vjazdoch do obytných zón. Medzi najčastejšie spomaľovacie prahy patria žltocierne plastové konštrukcie, no vytvorenie spomaľovacieho prahu je možné aj stavebných zásahom do komunikácie a to zvýšným vozovky napríklad v križovatkách v spojení s vytvoreným prechodom pre chodcov. Aby bol takýto prvok na komunikácii dobre odlišiteľný, býva často vytvorený z odlišného materiálu ako samotný kryt pozemnej komunikácie. Najčastejšie sa na tento spôsob úpravy volia žulové kocky alebo zámková dlažba. [3]



Obrázok 4. Spomaľovací prah.

Zdroj: https://www.adam-sro.cz/dopravni_znaceni/zpomalovaci_prahy

Vankúše

Alternatíva k používaniu spomaľovacích prahov je spomaľovací vankúš. Ich použitie je vhodné predovšetkým v lokalitách, ktorými prechádzajú trasy MHD. Ide rovnako o vyvýšenú plochu vozovky, každopádne nie po celej šírke ale iba v stredovej časti jazdného pruhu. Ich šírka je zvolená tak, aby prinútila väčšinu vozidiel spomaliť no vozidlá MHD mohli prejsť bez ovplyvnenia jazdy a komfortu cestujúcich. [3]

Zároveň sú spomaľovacie vankúše vhodnou voľbou pre cyklistov nakoľko je možné sa im ľahko vyhnúť. Rovnako ako spomaľovacie prahy, je tento prvok upokojujúcej dopravy vytváraný z plastových konštrukcií alebo zámkovou dlažbou či žulovými kockami.



Obrázok 5. Spomaľovacie vankúše v Českých Budějovicích.

Zdroj: <https://budejcka.drbn.cz/z-kraje/ceskobudejovicko/18376-anketa-zpomalovaci-polstare-v-budejckych-ulicich-maji-pomahat-ridicum-ale-vadi.html>

2.2 Psychologické prvky ovplyvňujúce rýchlosť

Jedná sa o také opatrenia, ktoré na vozidlá nepôsobia fyzicky ale majú vytvoriť u vodiča pocit, že je potrebné aby sám upravil rýchlosť. Medzi obvyklé psychologické prvky upokojuvania dopravy patria:

Zvislé a vodorovné dopravné značenie

Ide o označenie, ktorého úloha je upozorniť na miesta, kde účastníkom premávky hrozí na pozemných komunikáciách nebezpečie a kde musia dbať na zvýšenie opatrnosti. Zvislé dopravné značenie (ZDZ) značenie je umiestnené na tabulách, paneloch a pod. a inštaluje sa tak aby bolo dostatočne viditeľné zo vzdialenosti. Podľa významu sa umiestňuje pri pravom okraji vozovky alebo nad vozovku. V Českej republike sa môžu používať iba značky uvedené vo vyhláske č. 30/2001 Sb. [4] v znení neskorších predpisov navrhnuté podľa platných technických podmienok TP 65. Tvary symbolov sú jednotné a nemožno ich meniť s výnimkou značiek, ktoré je možné otočiť a so symbolmi, ktoré sa uvádzajú ako vzory. Takéto značky musia odpovedať konkrétnej dopravnej situácii, na ktorú upozorňujú.

Vodorovné dopravné značenie (VDZ) sa umiestňuje rovno na povrch komunikácie. Je vytvorené pomocou špeciálnych náterov, fóliami ošetrené vysokou teplotou či rozdielnym materiálom pri stavbe vozovky. Používať sa môže iba VDZ uvedené v zákone č. 361/2000 Sb. navrhnuté podľa platných technických podmienok TP 133. ZDZ delíme do týchto kategórií: [5] [6]

1. Výstražné (A)
2. Upravujúce prednosť (P)
3. Zákazové (B)
4. Príkazové (C)
5. Informatívne (IP, IS, IJ)
6. Dodatočné tabule (E)

Vizuálne rozdelenie ZDZ

- Reflexné značky
Typ značky, ktorej funkčná plocha je tvorená z materiálu s retro reflexnými vlastnosťami. Značenie s týmto typom povrchovej úpravy umožňuje odrazenie svetelných lúčov proti smeru ich dopadu. Vďaka tomuto opatreniu je značka po osvetlení zvýraznená čím je pre vodiča veľmi dobre viditeľná. Najčastejšie použitie je v miestach, v ktorých je dôležité aby si vodiči značenie všimli v dostatočnom predstihu. Použitý materiál sa podľa technických parametrov delí na triedy RA1, RA2, RA3 v súlade s ČSN EN 12899 -1. [7]
- Nereflexné značky
Typ značky, ktorej funkčná plocha je tvorená z materiálu bez retro reflexných vlastností. Jedná sa o typ bežne používaných dopravných značení, ktorých povrchová úprava neodráža svetelné lúče v smere proti ich dopadu. Vodiči tieto dopravné značeniavidia prevažne iba po ich osvetlení. Bežne sa s týmto typom značiek stretáme v mestách a obciach, kde ich osvetľuje verejné osvetlenie.
- Presvetľované
Typ značky, ktorej technické prevedenie umožňuje zvýraznenie za pomoci svetelného zdroja umiestneného vnútri konštrukcie a funkčná plocha je tvorená z priehľadného a retro reflexného materiálu aby aj v prípade poruchy svetelného zdroja boli dodržané svetelné vlastnosti. [5] [6]



Obrázok 6. Zvislé dopravné značenie B20a.

Zdroj: <https://www.garaz.cz/clanek/prestupky-spojene-s-prekrocnim-povolene-rychlosti-21000980>

Premenné dopravné značenie (PDZ) a zariadenia pre prevádzkové informácie (ZPI)

Jedná sa o typ moderného dopravného značenia využívaného na riadenie dopravy na pozemných komunikáciách a informovanosť vodičov o dopravných situáciách v reálnom čase. Umožňuje predať informácie účastníkom premávky podľa aktuálneho stavu vozovky, informovanie o obchádzkach, kongescií alebo pre regulovanie rýchlosti podľa potreby. Týmto napomáhajú k predchádzaniu krízových situácií a zvyšujú plynulosť a predovšetkým bezpečnosť premávky. PDZ a ZPI sa z pravidla umiestňujú pri pravom okraji vozovky alebo nad vozovku. Pre zdôraznenie významu momentálne zobrazenej značky je možné umiestnenie na oboch stranách komunikácie. Zákazové a príkazové PZD, ktoré sú platné iba pre jeden jazdný pruh sú vždy inštalované nad daným jazdným pruhom. PZD a ZPI je možné aj spoločne kombinovať kde text na ZPI môže vhodne doplniť význam príslušnej PZD a vykonávať týmto funkciu dodatkovvej tabule. Používanie je rovnako podmienené vyhláškou č. 30/2001 Sb. a zákonom č. 361/2000Sb. a navrhnuté podľa platných TP 65, TP 165 a TP 205. Podľa prevedenia funkčnej plochy so zobrazením PDZ a ZPI rozdeľujú na spojité a nespojité: [5] [8] [9]

- **Spojité**

Aktívna plocha je súvislá bez prerušenia a často krát z retro reflexného materiálu. Zmena

značenia PDZ alebo ZPI sa vykonáva elektromechanicky zmenou celej plochy na iné značenie. PDZ je z vizuálneho hľadiska rovnaká ako stála dopravná značka.

- **Technické prevedenie PDZ a ZPI**
 - pohyblivé hranoly
 - otáčavý štít značky
 - pohyblivé lamely
- **Nespojité**

Aktívna plocha je vytvorená z vizuálne odlišných bodov. Zmena značenia PDZ alebo ZPI sa vykonáva softwarovo. Farebné prevedenie PDZ môže byť rovnaké ako u stálych dopravných značiek alebo inverzné. Pri inverznom farebnom prevedení je podklad funkčnej plochy tmavý a nápisy a symboly sú svetlé. Červené plochy sú zobrazené rovnako ako u stálych dopravných značiek.

 - **Technické prevedenie**
 - svetlovody
 - LED diódy
 - LCD panely



Obrázok 7. PDZ v použití spolu s IDZ.

Zdroj: <http://old.silnice-zeznice.cz/clanek/rizeni-dopravy-na-liniovych-komunikacich/>

Rýchlostné radary

Je aktívny prvok cestnej premávky, ktorého hlavná funkcia je meranie rýchlosti vozidiel na pozemných komunikáciách. Vďaka integrácií fotografického systému umožňuje informovať príslušné orgány o možnom porušení pravidiel cestnej premávky na pozemných komunikáciách a následné vyvodenie zodpovednosti. Týmto vplýva na psychiku vodiča, ktorého núti k dodržaniu maximálnej povolenej rýchlosti pod hrozbou penalizácie. V Európe sa najčastejšie používajú tri druhy radarov:

2.2.1.1 Mikrovlnný radar

Radar funguje na báze mikrovlnného žiarenia, ktoré mu umožňuje okamžite a presne merať rýchlosť vozidiel. Umožňuje mu to fyzikálny jav - Dopplerov jav. Radar vysiela elektromagnetické vlnenie v mikrovlnnom spektre a následne po odrazení od meraného objektu porovnáva rozdiel frekvencií vysielačného a prijatého signálu. Môžu sa používať staticky či inštalovať do vozidiel.

2.2.1.2 Laserový merač rýchlosti

Laserový merač rýchlosti pracuje za použitia laserového lúču. Ten funguje na princípe laserového dĺžkomeru. Opakovaným vysielačným lúčom v krátkom čase za sebou určuje vzdialenosť pohybujúceho sa vozidla a pomocou zmeny vo vzdialenosti v čase vypočíta jeho rýchlosť. Lúč sa pohybuje v infračervenom spektre a spadá do bezpečnostnej triedy 1 podľa EN 60825, tým pádom by sa normálnych podmienok nemal byť zdraviu škodlivý. [10] [11]



Obrázok 8. Stacionárny radarový merač rýchlosti RAMER10P.
Zdroj: <https://www.ramet.as/ramer10-p-1419322652>

Informačné radary

Rovnako spadá do kategórie aktívnych prvkov cestnej premávky, ktorý plní preventívnu funkciu. Prostredníctvom priamej komunikácie s vodičom cieľi na zvýšenie bezpečnosti na miestach kde je nutné vodiča upozorniť na jeho rýchlosť. Sú to miesta so zvýšenou nehodovosťou, okolie škôl či na miestach so zvýšenou koncentráciou chodcov. Pomocou displeja signalizuje aktuálnu rýchlosť prichádzajúceho vozidla.

Prvok funguje na báze rýchlostného radaru, ktorý mu umožňuje okamžite a presne merať rýchlosť vozidiel. Vysoko svietivé LED diódy displeja umožňujú zobrazenie aj v počas dňa. Displej radaru môže zobrazovať napríklad frázu OK, v prípade ak je rýchlosť prichádzajúceho vozidla pod maximálnou rýchlosťou úseku alebo slovo ZPOMAL ak vozidlo prekročilo maximálnu povolenú rýchlosť. Čelná časť radaru je ošetrená antireflexnou povrchovou úpravou pre eliminovanie odrazov slnečných lúčov na vodičov. Radar je schopný merať rýchlosti od 10 - 100 km/h s navyšovaním po 1 km/h. Systém je nastavený tak, aby bola informácia o rýchlosti dostupná práve po dobu prejazdu meraného vozidla. Niektoré radary sú vybavené funkciou rozpoznávania ŠPZ, kedy sa na displeji zobrazí ŠPZ vozidla, ktorého rýchlosť je práve meraná, čo má za následok priamy psychologický efekt na vodiča. Popri preventívnom použití je možné radar používať aj ako zdroj štatistických dát dopravy na danom

mieste. Aj to vďaka 24 hodinovej prevádzke. Radar je možné umiestniť samostatne ale aj na stávajúce stĺpy verejného osvetlenia. [12]

Technické parametre

Stupeň krytia	IP 65
Čitateľnosť symbolu	cca 100 m
Radar senzor	dosah cca 100 m
Zobrazovaný rozsah rýchlostí	10 km/h až 199 km/h
Napájacie napätie	12 V
Dobrá prevádzky	cca 5 dní z akumulátoru 12V / 12Ah



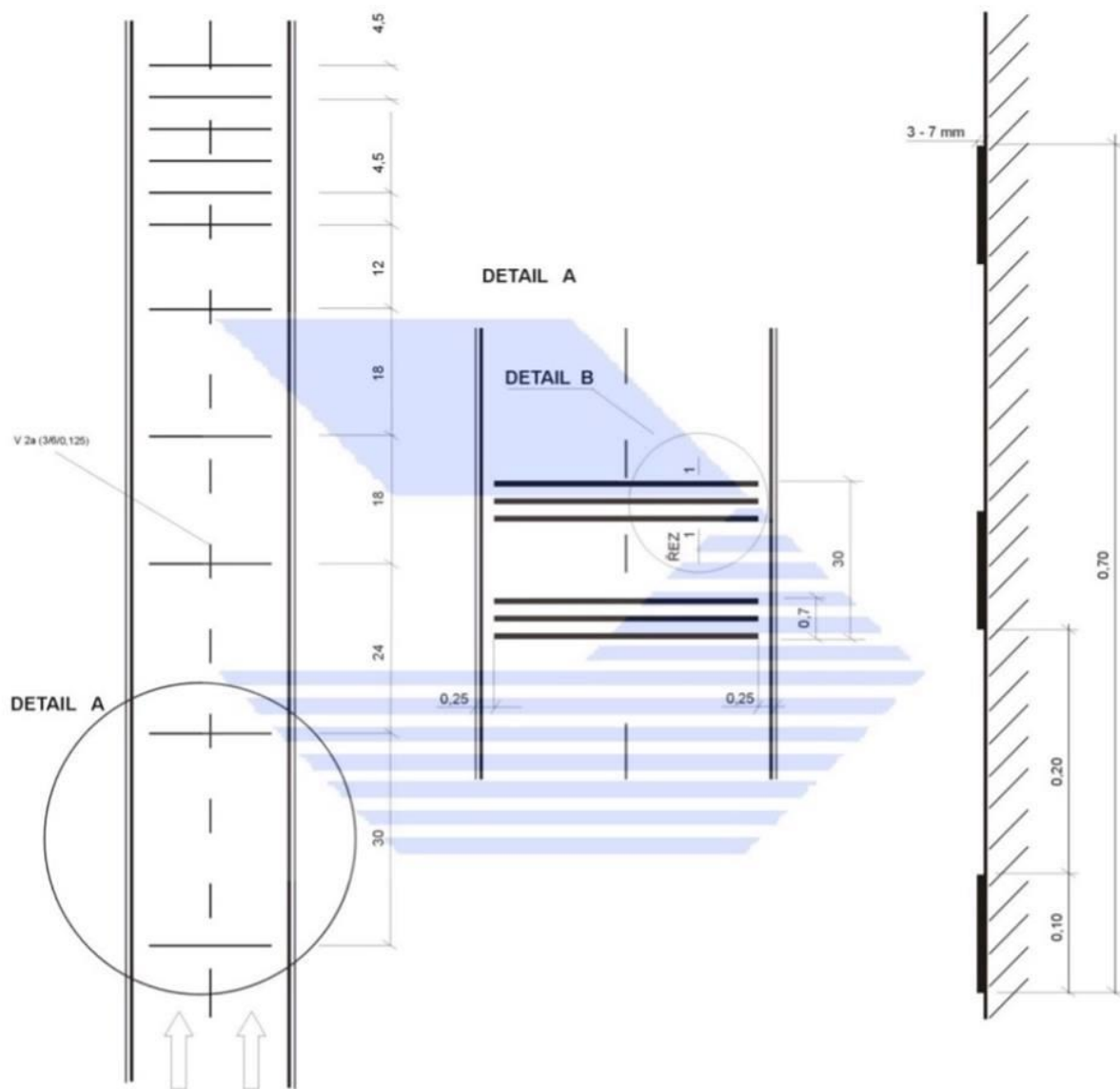
Obrázok 9. Informačný radar.

Zdroj: https://www.azd.cz/backend_bootstrap.php?netwings_query_key=/storage/get/190-

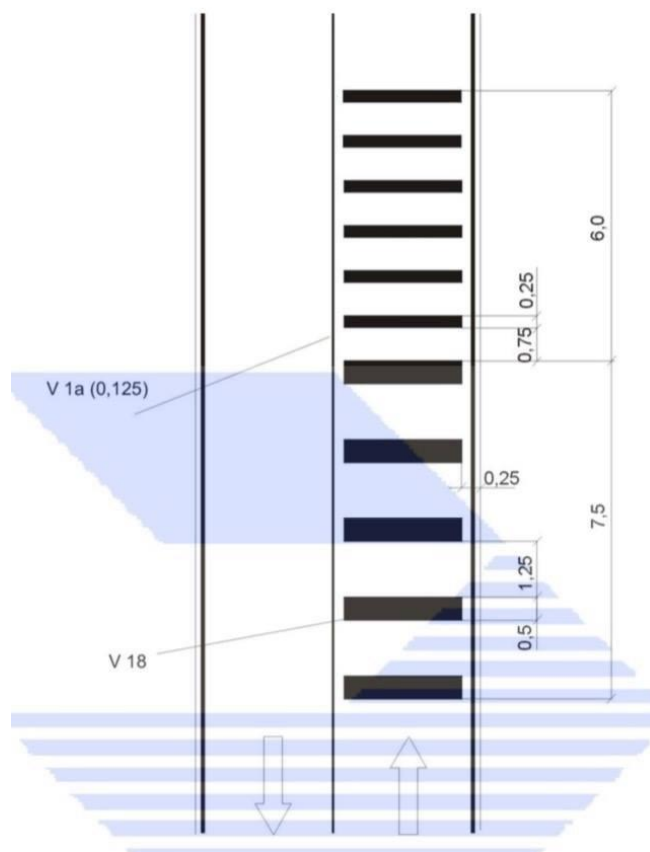
Optická brzda

Jedným zo spôsobov ako je možné prinútiť vodičov dodržiavať maximálnu povolenú rýchlosť v úseku je aj navodiť im pocit, že rýchlejšej rýchlosti, než ktorou sa pohybujú. Toto umožňuje práve vodorovné dopravné značenie č. V 18, ktoré sa využíva na úsekoch, kde je za potrebu prinútiť šoféra znížiť rýchlosť. Tohoto efektu je možné dosiahnuť zvýšením kontrastu a intenzity objektov vo vertikálnej rovine, ktorú vodič sleduje periférnym videním. Používajú sa priečne čiary s postupne sa zmenšujúcou vzdialenosťou medzi nimi. Značenie môže byť tvorené zo sústavy tenkých čiar alebo plných obdĺžnikov. Ak sa označenie užíva pred

železničným prejazdom sa užíva variant v tzv. lievikovom usporiadaní. V prípade potreby je možné doplniť aj o modifikáciu, kedy sa línie čiar nanášajú na vozovku o určitej hrúbke, ktorej výška jemne presahuje nad povrch vozovky. Tým pádom sa docieli aj zvukového efektu, ktorý ešte viac zvyšuje psychologický efekt značenia. Spomínané ošetrenie sa neužíva v blízkosti rezidenčnej zástavby pre vedľajší účinok hluku v okolí. [6]



Obrázok 10. Príklad prevedenia značky V18 tvorený sústavou čiar s akustickým efektom. Zdroj: TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemných komunikáciách



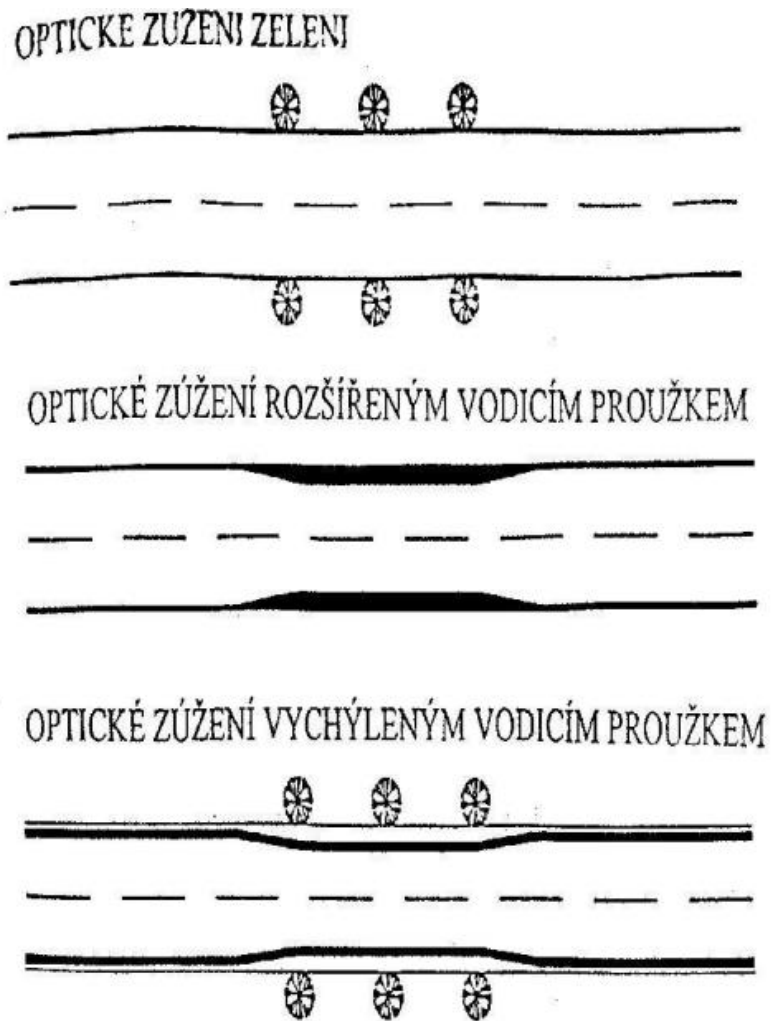
Obrázok 11. Príklad prevedenia značky V18 tvorený plnými obdĺžnikmi.
Zdroj: TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemných komunikáciách

Optické zúženie

Jedná sa o spôsob ako docieľiť zníženie rýchlosti vozidiel, kedy sa vodič vedome alebo mimovoľne odťahuje od postranných prekážok pričom automaticky znižuje rýchlosť jazdy. Toto správanie sa u šoférov dá navodiť niekoľkými opatreniami úpravy vodorovného dopravného značenia a blízkeho okolia. Najbežnejšie použitie tohoto opatrenia je pri vjazdoch do miest a obcí, obytných zón a v okolí škôl. Medzi najčastejšie patria: [13]

- Zúženie šírky medzi obrubami
- Výsadbou zelene
- Rozšírením vodiacich pruhov

Avšak nájdú sa aj odporcovia tohto opatrenia, konkrétne pri použití výsadby stromov, nakoľko v prípade, že dôjde k nehode, stromy ako pevná prekážka dokážu znásobiť dopad nehody na jej účastníkov.

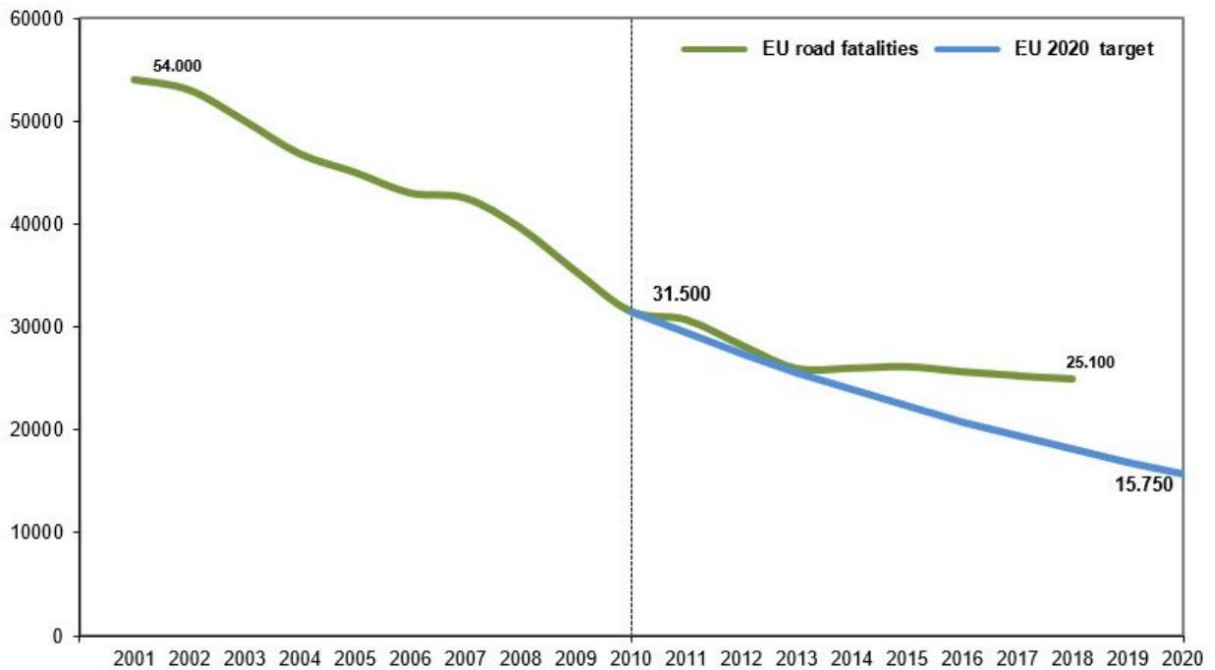


Obrázok 12. Príklady optického zužovania.
 Zdroj: <http://fast10.vsb.cz/rezac/download/di/08.pdf>

3 Nehodovosť

Počet nehôd spôsobených na pozemných komunikáciách je priamo spojený so zvyšujúcou automobilizáciou sa obyvateľstva. Len v Európskej únii prišlo o život približne 25 100 obyvateľov v roku 2018. Dôsledky dopravných nehôd na spoločnosť sa dajú počítať v miliónoch korún nehovoriac o dopade na ľudí samotných. Cieľom každej vyspelej krajiny by preto malo byť hľadanie najlepších možných spôsobov ako tieto straty minimalizovať. [14]

Jeden z najväčších problémov bezpečnosti cestnej premávky je neprimeraná rýchlosť, ktorá výrazne zvyšuje riziko nehody. Je hlavnou príčinou asi 30% nehôd so smrteľnými následkami. V priemere 40 – 50% vodičov bežne prekročí maximálnu povolenú rýchlosť a 10 – 20% túto rýchlosť prekračuje o viac ako 10 km/h. Neprimeraná rýchlosť zvyšuje nie len riziko nehody ale predovšetkým jej následky ako ťažké poranenie či smrť. [15]



Obrázok 13. Vývoj nehodovosti v EU medzi rokmi 2001 – 2018.
Zdroj: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/MEMO_19_1990

3.1 Nehodovosť v ČR

Každým rokom dochádza v Českej republike k tisíckam dopravných nehôd, z ktorých mnohé z nich končia smrťou alebo vážnym zranením. V roku 2018 došlo v Českej republike ku 104 764 nehodám z toho 25 215 skončilo s ľahkými zraneniami, 2 465 s ťažkými zraneniami a 565 z nich si vyžiadalo ľudskú obeť. To znamená, že na komunikáciách vyhasol život v priemere každých 15,5 hodiny čo je 44 percentný nárast úmrtí oproti predpokladu NSBSP na rok 2018. Česká republika sa s 62 úmrtiami na 1 000 000 obyvateľov radí k spodnej tretine krajín Európskej únie. [16]

Dílčí cíľ NSBSP		2009	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	Období 2012-2018		
											Počet	Rozdíl	
Nepříměrená rychlost	Usmrcení	370	261	211	250	236	195	176	218	0	1 547	-337	-18%
	Usmrcení (předpoklad NSBSP)	370	325	311	298	285	273	203	188	162	1 884		
	Ťěžce zranění	1 151	852	798	831	698	731	626	713	0	5 249	-1 010	-16%
	Ťěžce zranění (předpoklad NSBSP)	1 151	1 057	1 027	998	970	943	655	610	530	6 259		

Obrázok 14. Podiel úmrtí a ťažkých zranení na neprimeranej rýchlosti medzi rokmi 2009 – 2019.
Zdroj: <https://www.cdv.cz/tisk/neprimerena-rychlost-zabiji-nevinne-spolujezdce-chodce-a-dalsi/>

Nepříměrená rychlost má za dôsledok 218 usmrtení a 713 ťažko zranených osôb v roku 2018. „Předpoklad Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011-2020 (NSBSP) v oblasti uvedeného dílčího cíle nebyl v roce 2018 splněn (historicky poprvé). Bohužel i v roce 2019 je v oblasti usmrcených osob v důsledku nepříměrené rychlosti evidován meziroční nárůst (pozn.

v období leden-červenec 2019 bylo v důsledku nepřiměřené rychlosti usmrceno 104 osob, tj. meziročně o 8 více).“ [17]

3.2 Cesta II/101

Ako úsek vhodného reprezentovania som vybral časť cesty II. triedy a to konkrétne cesta II/101. Jedná sa o úsek začínajúci obcou Dolní Břežany prechádzajúci cez obec Zlatníky, za ktorou ďalej pokračuje do obce Jasenice. Na tomto úseku sa nachádza optické zúženie komunikácie docielené výsadbou stromov na oboch stranách komunikácie medzi obcami. V obci Zlatníky ďalej nájdeme na oboch vjazdoch do obce jednostranné vybočenie jazdného pruhu pomocou stredových ostrovčekov. V strede obce sa ďalej nachádza malá okružná križovatka, pred ktorou je umiestnené vodorovné dopravné značenie č. V 18 – optická brzda.

Pomocou aplikácie Centra dopravného výskumu na statické zobrazenie nehodovosti v dopravnej premávke som na úseku cesty II/101, Dolní Břežany – Zlatníky, zaznamenal za posledných 10 rokov 6 dopravných nehôd. V tomto úseku sa po oboch stranách nachádza výsadba stromov, ktoré prispievajú na dodržiavanie predpísanej rýchlosti. Ako ale môžeme vidieť z dát, 4 zo 6 nehôd sa stali za mokrého stavu vozovky a skončili nárazom do stromu čo prispelo k 8 ľahkým zraneniam. Jeden vodič nedodrжал povolenú rýchlosť čo skončilo zrážkou s chodcom a jeho následnými ťažkými zraneniami. Jedna nehoda bola spôsobená vojením lesnej zvery do priestoru vozovky a následnou kolíziou s vozidlom. [18]

Tabuľka 1. Príčiny nehôd na ceste II/101 - Úsek Dolní Břežany – Zlatníky. Zdroj: <http://www.jdvm.cz/>

Č.	Príčina nehody	Stav povrchu vozovky	Druh prekážky	Zranenia
1.	vodič nevenoval dostatočnú pozornosť riadeniu vozidla	mokrý	strom	1 ľahko zranený 0 ťažko zranený
2.	neprimeraná rýchlosť	suchý	chodec	0 ľahko zranený 1 ťažko zranený
3.	neprimeraná rýchlosť	mokrý	strom	3 ľahko zranený 0 ťažko zranený
4.	lesná zver	suchý	lesná zver	0 ľahko zranený 0 ťažko zranený
5.	neprimeraná rýchlosť	mokrý	strom	2 ľahko zranený 0 ťažko zranený

6.	vodič nevenoval dostatočnú pozornosť riadeniu vozidla	mokrý	strom	1 ľahko zranený 0 ťažko zranený
----	---	-------	-------	------------------------------------

Obec Zlatníky disponuje stredovými ostrovčekmi na vjazdoch do obce, ktoré nútia prichádzajúce autá spomaliť. Na oboch vjazdoch po prejení čaká na vodiča aj optická brzda, ktorá má za úlohu prinútiť spomaliť vozidlo už v obci pred kruhovým objazdom. V období posledných 10 rokov sa na úseku medzi vjazdom do obce a okružnou križovatkou stalo iba 6 dopravných nehôd, v smere od každého vjazdu 3. Z toho na vjazde zo smeru obce Dolní Břežany išlo o jednu haváriu bez zranení, jedným dôvodom bola neprimeraná rýchlosť bez zranení a posledným dôvodom bolo nezvládnutie riadenia vozidla, ktoré si vyžiadalo jedno ľahké zranenie. Na úseku v smere z obce Jesenice došlo k nehodám, z ktorých jeden dôvod je zrážka s pevnou prekážkou, konkrétne stredový ostrovček, ktorá skončila bez zranení, jedna nehoda bola zapríčinená jazdou v protismere, ktorá rovnako skončila bez zranení a posledná bola zapríčinená nedodržaním bezpečnej vzdialenosti a bez akýchkoľvek zranení. Najviac nehôd sa stalo na okružnej križovatke s ulicami Náves sv. Petra a Pavla a Zlatnická. Konkrétne sa jedná o 10 nehôd, ktorých rovnaká príčina bola nedodržanie značky č. P4 „Daj prednosť v jazde“ pri vchádzaní na okružnú križovátku. [10]

4 Kamerové systémy

Využívanie kamerových systémov je relatívne nový prístup k riešeniu problematiky zaoberajúcej sa dodržiavaním povolenej rýchlosti. Ide o pasívnu formu merania rýchlosti nakoľko nedochádza k meraniu okamžitej rýchlosti ako je to u radarov spomínaných v kapitole 2.2 ale o meranie priemernej rýchlosti na stanovenom úseku komunikácie. Ide o jeden z najlepších spôsobov ako docieľiť spomalenie premávky na komunikáciách. Vodiči spomaľujú akonáhle vidia značky merania rýchlosti a kamerové systémy. Pri meraní priemernej rýchlosti sú vodiči nútení dodržiavať predpísanú rýchlosť na celej dĺžke úseku, nie len na mieste kde sa meria okamžitá rýchlosť. V prípade ak vodič po všimnutí si značiek a kamerového systému aj tak nespomalí, vystavuje sa riziku, že za to bude potrestaný pokutou. Vodičom, ktorý často prechádzajú určitými úsekmi, v danom mieste stačí spomaliť na vyhnutie sa pokute. V ďalšej kapitole sa budeme zaoberať aký vplyv má na vodičov ak vidia kamerové systémy a značky oznamujúce úsekové meranie. Podľa toho môžeme ďalej rozoberať úvahu o možnosti inštalácií makiet kamerových zariadení a tým docieľiť zníženie rýchlosti na úsekoch za násobne nižšiu cenu ako celkový systém úsekového merania. [19]

4.1 Princíp fungovania

Na meranie rýchlosti sa používajú kamery, ktoré zaznamenávajú vjazd a výjazd vozidla z meraného úseku. Tento úsek je častokrát ohraničený bielim pruhom na vozovke, kolmým na smer jazdy. Systém kamier je dokáže zaevidovať registračnú značku vozidiel a na základe doby prejazdu cez meraný úsek a známej hodnoty vzdialenosti medzi miestom vjazdu a výjazdu vypočítať priemernú rýchlosť vozidla. Registračná značka vozidla je následne zaznamenaná u každého vozidla spolu s časom prejazdu a časom výjazdu z meraného úseku. [20]

Umiestnenie kamery je vždy v ose jazdného pruhu alebo v jej blízkosti. Príklady umiestnenia sú stĺpy svetelnej signalizácie, stĺpy verejného osvetlenia alebo na vrškoch portálov do tunelov. Na obraze, ktorý kamera sníma sa definujú miesta, ktorým sa následne priradzujú funkcie, medzi ktoré patrí detekcia rýchlosti, prítomnosti alebo obsadenosti. Pri prejazde vozidla software sleduje zmenu hodnoty farieb, expozície a jasú v definovanom mieste pomocou čoho je tento automobil detegovaný.

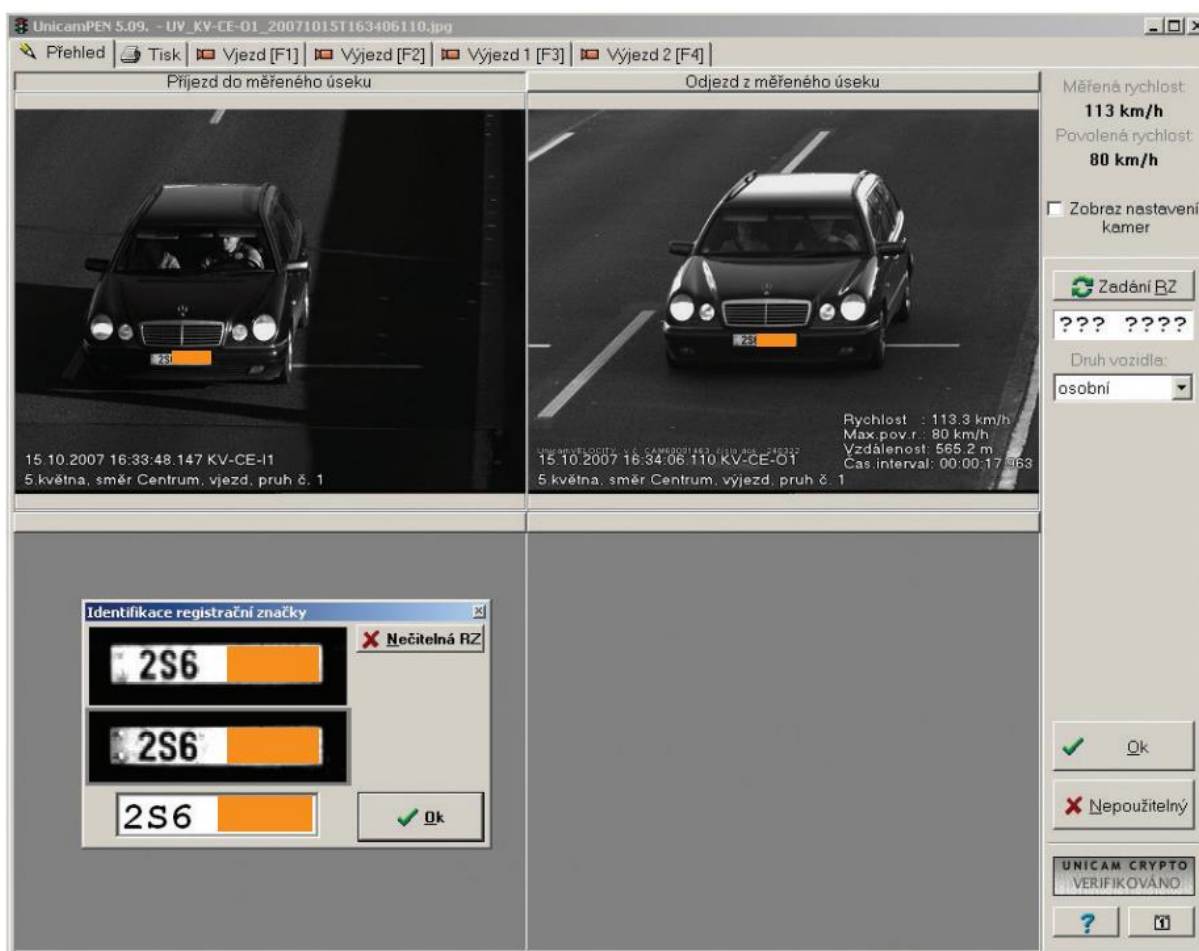
Systém na spracovanie dát z kamier je zložený z jednej alebo viacerých kamier, počítača, ktorý príslušné kamery riadi a analyzuje výstupy z nich a softwaru, ktorý dáta vyhodnocuje a mení na dopravné dáta. Kamery používané na tento typ merania väčšinou snímajú obraz v monochromatickom spektre, ktorý sa následne analyzuje pomocou algoritmov, ktoré sledujú rozdielne úrovne šedej farby jednotlivých pixelov. Tento spôsob detegovania vozidiel funguje na všetky kategórie vozidiel. Na podobnom princípe funguje aj identifikovanie evidenčných čísel vozidiel. Program dokáže rozpoznať a digitalizovať jednotlivé číslice a písmená z registračnej značky a následne vyhodnotiť spáchanie priestupku. [19]

4.2 UnicamVELOCITY

Medzi najviac používané systémy úsekového merania patrí UnicamVELOCITY od spoločnosti Camea s.r.o. V tejto chvíli sa jedná o spoločnosť ČR, ktorá ma vo svojich referenciách systémy merania úsekovej rýchlosti na diaľniciach a v diaľničných tuneloch, s ktorými sa vykonávajú vyhodnotenia priestupkov za účelom pokutovania vodičov. Ako súčasť tohto systému je aj software na rozpoznávanie a čítanie evidenčných čísel vozidla UnicamLPR. Priebeh zaregistrovania prejazdu vozidla a jeho následného prečítania EČV prebieha v reálnom čase a rozpoznané EČV je k dispozícii do 1 sekundy od detegovania vozidla. [21]

Technické parametre systému UnicamVELOCITY:

- Rozsah meraných rýchlostí 1km/h až 250 km/h
- Presnosť
+/- 3 km/h ($v < 100$ km/h)
+/- 3% ($v \geq 100$ km/h)
- Dĺžka meraného úseku 100m – 10 km



Obrázok 15. Software merania úsekovej rýchlosti UnicamVELOCITY.

Zdroj: <https://www.camea.cz/cz/doprava/dopravni-prestupky/mereni-usekove-rychlosti/>

Praktická časť

5 Experiment

5.1 Cieľ experimentu

Za cieľ experimentu som si stanovil sledovanie zmeny chovania vodičov a s tým spojené zmeny priemerných rýchlostí v jednotlivých častiach meraného úseku. Nakoľko na každom z úsekov sú vizuálne prvky, ktoré majú za úlohu vizuálne ovplyvniť vodičov čím ich nútia v dodržiavaní maximálnej povolenej rýchlosti.

Pri vyhodnocovaní výsledkov skúmam rozdiely priemerných rýchlostí na jednotlivých častiach trasy, podľa čoho sa dá následne určiť, ktoré vizuálne opatrenia majú na rýchlosť vodiča najväčší vplyv.

5.2 Vozidlový simulátor

Pre overenie tohto experimentu som použil vozidlový simulátor dostupný na Fakulte Dopravnej ČVUT, ktorý patrí do kategórie ľahkých simulátorov. Simulátor je zložený z kokpitu Octavie II. a používa tzv. „cave“ projekčný systém. Vďaka sústave zrkadiel sa obraz prenáša na tri obrazovky vyrobené z priehľadného plastu. Interiér vozidla je plne vybavený ako je tomu u bežného vozidla s plne funkčnou palubnou doskou a tachometrom.

Simulátor využíva matematicko-fyzikálny model a modul vizualizácie virtuálneho prostredia v spojení s generátorom priestorového zvuku. Model periodicky reaguje na vstupy z ovládacích prvkov a prepočítava hodnoty pôsobiacich síl a momentov, z ktorých následne určuje pri zohľadnení vplyvu okolitého prostredia nasledujúci stav vozidla ako je poloha, rýchlosť atď.

Dáta, ktoré simulátor umožňuje získavať sú napríklad rýchlosť, smer, otáčky motoru alebo stupeň zaradenej rýchlosti v jednotlivých momentoch merania. Ďalšie údaje sú napríklad úroveň zošliapnutia pedálov jednotlivých pedálov, alebo natočenie volantu.

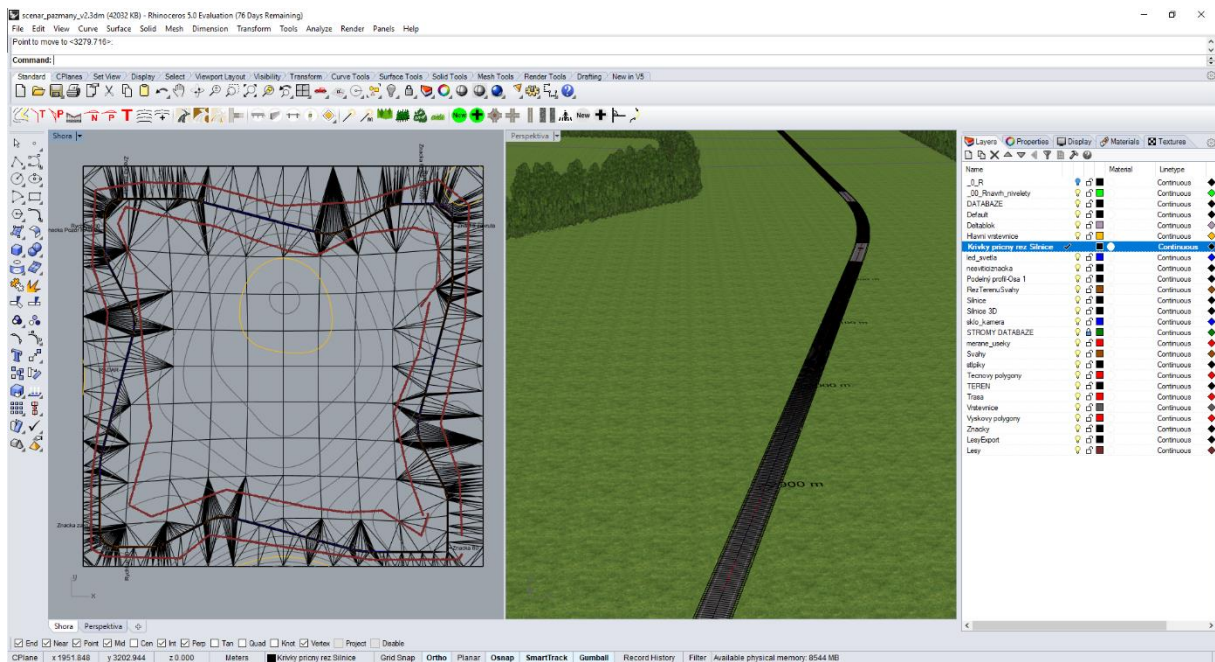


Obrázok 16. Vozidlový simulátor.

5.3 Tvorenie trasy

Na vytvorenie trasy pre vozidlový simulátor som využil program Rhinoceros 3D. Tento program umožňuje vytváranie objektov v 3D priestore s dokonalou presnosťou. Hlavným článkom na tvorenie situácie bol plugin vytvorený Ing. Adamom Orlickým ako súčasť jeho diplomovej práce v roku 2015. Tento plugin umožňuje relatívne automatické vytváranie cestnej infraštruktúry na základe platných českých noriem. [22]

Ako inšpiráciu pri tvorení trasy som bral trasu vytvorenú spolužiakom, Jiří Vondráškom, ktorú tiež vytváral pre svoju bakalársku prácu na vozidlovom simulátore. Trasa, ktorú som navrhol má 17,5 km a skladá sa zo 4 rovnakých častí o dĺžke 4,375 km spojených ľavotočivými smerovými oblúkmi. Na každej tejto časti sa nachádzajú 3 smerové oblúky. Na vytvorenie kulisy lesu okolo cesty som využil funkcie pluginu RoadCreator. V programe som použil komunikáciu s prerušovanou stredovou deliacou čiarou a plnými postrannými čiarami. Po celej dĺžke trasy sú na oboch stranách smerové stĺpiky Z11 s odrazkami vzdialené 50 m od seba.



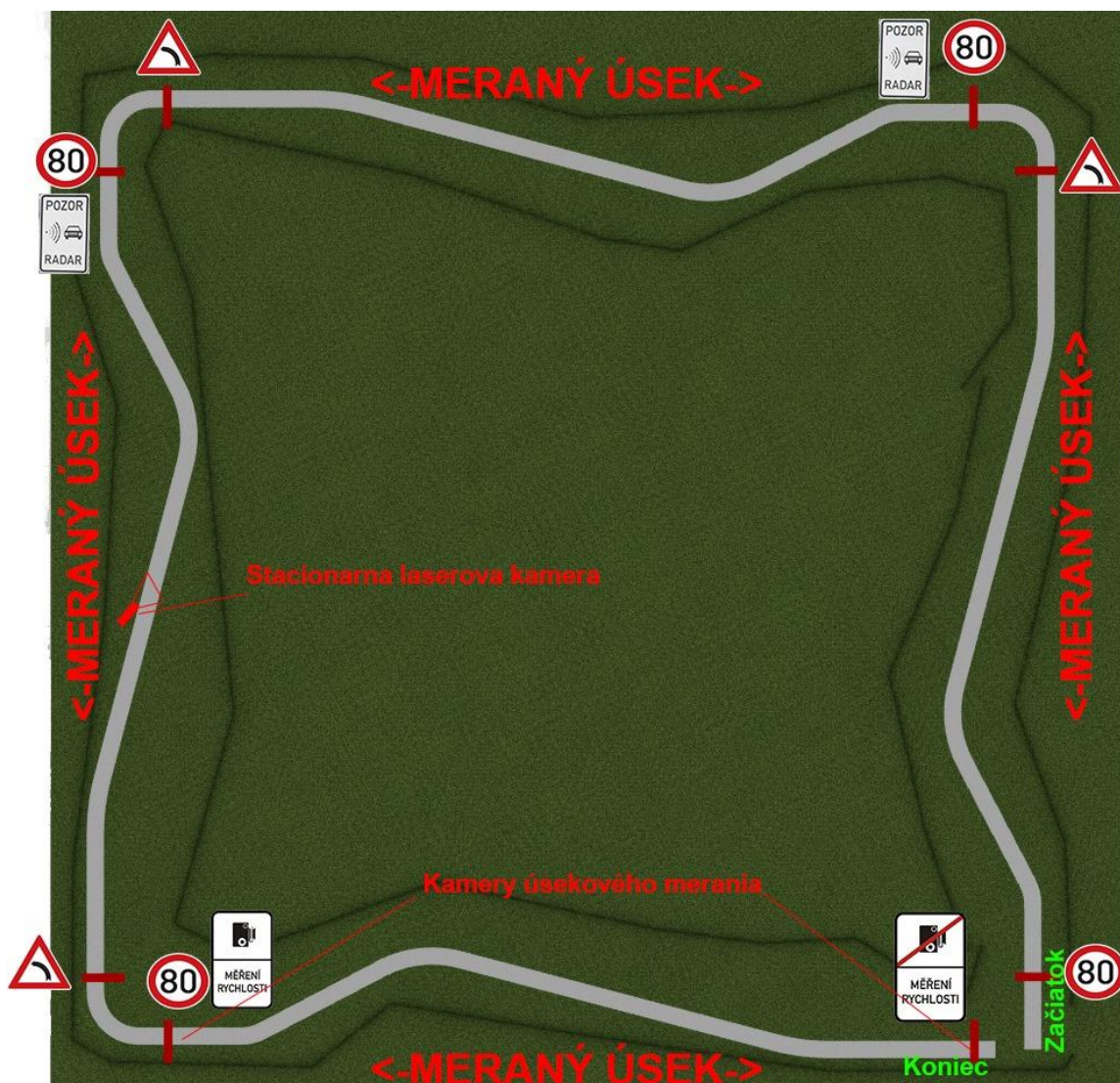
Obrázok 17. Vytváranie trasy pre vozidlový simulátor v programe Rhinoceros 3D [22].

V prvej časti trasy som osadil iba dopravné značenie B20a s maximálnou rýchlosťou 80 km/h. Na konci každej trasy som osadil pred smerovým oblúkom značku A1b „Zatáčka vľavo“. Do druhej časti trasy som vytvoril informačné značenie „Pozor radar“, ktoré som umiestnil 50 m za značku prikázanej rýchlosti. V tretej časti, ktorá identická ako druhá časť, som vytvoril a v strede umiestnil laserový rýchlostný radar, ktorý má v tom momente nabudiť u vodiča pocit, že jeho rýchlosť je meraná. Pre štvrtý úsek trasy som vytvoril dopravné značenie IP31a „Měření rychlosti“ a IP31b „Konec měření rychlosti“. Ďalej som vytvoril obdobnú konštrukciu osadenú kamerou a infračerveným reflektorom, aké sa používajú na meranie úsekovej rýchlosti. Dopravné značenie IP31a som osadil 50 m za značku udávajúcu maximálnu povolenú rýchlosť a následne za ním 50 m som osadil stĺp s kamerovým systémom. Pred koncom danej trasy som osadil spomínané značenie IP31b určujúce koniec meraného úseku. [23]

5.4 Popis experimentu

Experiment je založený na použití vozidlového simulátora Fakulty Dopravnej ČVUT na overenie prínosu radarov a kamier na pozemných komunikáciách. Skladá sa z vytvorenia trasy, vytvorenia dotazníku a zaistenia dostatočného počtu skúšaných osôb, ktoré budú následne otestované spolu s ich vyplnením dotazníku. Pred každou jazdou bude musí proband vyplniť úvodný dotazník na získanie základných informácií o osobe a následne podstúpiť jazdu na testovacej trati. Testovacia jazda každému umožní zvyknúť si na vozidlový

simulátor. Pred každou jazdou je všetkým subjektom vysvetlené ako by sa mali počas simulácie chovať: dodržiavať povolenú rýchlosť, držať sa na komunikácii a nevychádzať mimo trasy a v poslednom rade šoférovať podľa ich schopností, ktoré odzrkadľujú ich správanie v reálnej premávke. V hlavnej časti experimentu testované subjekty prechádzajú trať skladajúcu sa z 4 špecifických úsekov. Na každom z týchto úsekov sa nachádza jeden vizuálny prvok, ktorý má za cieľ prinútiť vodiča dodržiavať povolenú rýchlosť v úseku. Po dokončení jazdy vyplní záverečný dotazník, ktorým získam informácie o pocitoch z jazdy jednotlivých testovaných osôb.



Obrázok 18. Trasa experimentu pre simulátor.

Prvý úsek komunikácie je osadený iba zvislým dopravným značením B20a, najvyššia povolená rýchlosť, s hodnotou 80 km/h. Na druhom úseku je rovnako osadené značenie B20a (80 km/h), no 50 metrov za značkou je osadená informačná značka „Pozor radar!“. Tretia časť

komunikácie je opäť totožná s druhou, no v strede úseku je na pravej strane cesty skrinka prejazdového radaru. Na poslednej, štvrtej časti trasy sa nachádza značka B20a spolu s informačnou značkou „Meření rychlosti“, ktorá informuje o blížiacom sa úsekovom meraní rýchlosti. Na začiatku a na konci tohto úseku sú osadené kamery na stĺpoch, ktoré predstavujú kamery úsekového merania. Všetky štyri úseky sú spojené smerovým oblúkom aby vodiča medzi meranými časťami donútili spomaliť.

5.5 Dotazník

Jednou z častí merania na vozidlovom simulátore je aj vyplnenie dotazníku každým testovaným subjektom. Dotazník je vyplňaný elektronickou formou pomocou online aplikácie na vytváranie dotazníkov od spoločnosti Google. Dotazník je rozdelený na dve časti, z toho prvá časť sa vyplní pred samotnou jazdou a druhá po jazde. Dotazník je variantne štruktúrovaný s možnosťou odpovedať viacerými odpoveďami na niektoré otázky či vlastnou odpoveďou.

Úvodný dotazník

Prvá časť dotazníku je určená k získaniu základných informácií o vodičoch, čo nám umožní lepšiu prácu s dátami. Medzi zisťované dáta patria základné údaje účastníkov a informácie o ich vodičských skúsenostiach a zvykoch šoférovania.

- Pohlavie
- Vek
- Kategórie vodičského oprávnenia
- Ako často používate vozidlo
- Za akého vodiča sa považujú
- Ako často prekračujete maximálnu povolenú rýchlosť

V tejto časti dotazníku sa nachádza aj kontrolná otázka, ktorá sa pýta vodiča či už danú jazdu absolvoval alebo ju nedokončil. V prípade ak jazdu nedokončil, vodič nepostupuje na odpovedanie druhej časti dotazníka ale odpovedá na dôvod nedokončenia jazdy.

Dotazník po jazde

Druhá časť dotazníku sa vyhodnocuje až po dokončení jazdy na simulátore. V tejto časti sa zameriavam na správanie vodičov počas jazdy a ich subjektívne názory na jednotlivé prvky na

trase. Respondent pri tom rovnako odpovedá aj na otázky týkajúce sa objektov, ktoré počas jazdy videli a na čo dávali pozor.

- Aké dopravné značenia si vodiči všimli
- Ktoré z objektov merania rýchlosti si všimli
- Ako na vodičov pôsobí značenie „Pozor radar!“ bez radaru
- Ako na vodičov pôsobí značenie „Pozor radar!“ s radarom
- Či radar ovplyvnil ich rýchlosť
- Ako na vodičov pôsobí značenie „Meranie rýchlosti“ spolu s úsekovými kamerami
- Odhad priemernej rýchlosti
- Ktoré opatrenie je podľa nich najefektívnejšie
- Ohodnotenie vlastnej jazdy
- Postrehy a návrhy k zlepšeniu merania

Výsledky z týchto otázok môžu byť použité aj pre ďalšie experimenty a zlepšenie budúcich meraní. Dotazník v plnom znení je možné nájsť v prílohe.

5.6 Meranie za použitia simulátora

Pred samotným testovaním na vozidlovom simulátore som musel pripraviť mnou navrhnutý scenár pre simulátor. Bolo potrebné exportovať všetky objekty trasy, terénu, značiek a okolitej zelene do špeciálnych formátov, s ktorými dokáže simulátor pracovať. Určiť kolízne body a objekty, ako napríklad komunikáciu, krajnice, a terén, aby sa v simulácii automobil neprepadol cez tieto plochy. Ďalej bolo potrebné previesť všetky textúry do formátu DDS aby ich bolo možné prečítať počítačom, ktorý ovláda grafické prvky simulátoru. V poslednom kroku sa muselo všetko spojiť a nastaviť ešte pred prvým spustením scenáru.

Samotné meranie som vykonával behom piatich dní, počas ktorých experimentom prešlo 16 osôb z jedna osoba jazdu nedokončila, nakoľko nezvládla riadenie pri vysokej rýchlosti. Jednotlivé testované osoby som sa snažil vybrať vo vekovom rozmedzí 20 – 35 rokov a aby boli rovnako zastúpené obe pohlavia.



Obrázok 19. Druhá časť trasy s dopravným značením „Maximálna povolená rýchlosť“ a „Pozor radar“.

Vyplnenie dotazníku pred jazdou

Každý testovaný subjekt musel pred jazdou vyplniť dotazník. Dotazník sa vyplňal priamo pred jazdou pri simulátore. V dotazníku vyplnil základné informácie o sebe a svojich, šoférskych skúsenostiach, používaniu vozidla ako aj jeho sklonu k rýchlej jazde.

Inštrukcie k ovládaniu simulátora

Všetci probandi dostali najprv základné inštrukcie týkajúce sa ovládaniu simulátora, ktorý má automatickú prevodovku. Ďalej boli oboznámený s možnosťou nastavenia sedačky a bezpečnostného pásu.

Cvičná jazda na vozidlovom simulátore

V ďalšom kroku si každý proband vyskúšal ovládanie vozidlového simulátora na testovacej trati. Táto trať sa skladá z parkoviska a príľahlých komunikácií situovaných v lesnom prostredí. Počas tejto jazdy si mohli všetci vyskúšať fungovanie jednotlivých riadiacich prvkov na simulátore ako citlivosť plynu či brzdy, citlivosť volantu a celkový dojem z ovládania vozidla v takomto druhu simulátora. Cvičná jazda bola veľmi dôležitá pred testovacím scenárom, nakoľko jazda na simulátore neodpovedá na sto percent jazde v reálnom vozidle. Niektorým ľuďom stačilo 5 minút tejto jazdy, niektorí potrebovali dlhší čas na to aby si na simulátor zvykli. Zopár subjektov sa na začiatku jazdy sťažovalo na nevoľnosť, po čom som ich informoval, že

jazdu nemusia dokončiť ak im to nie je príjemné, no po niekoľkých minútach jazdy sa zmene prispôbili a chceli pokračovať.

Pokyny k experimentu a správaniu sa na trase

Potom ako probandi dokončili testovaciu trasu zostali v simulátore a došlo iba k zmene scenára. Počas načítavania testovacej trasy dostali všetci inštrukcie k správaniu sa na testovacom okruhu. Inštrukcie, ktoré dostali boli: dodržiavať povolenú rýchlosť, držať sa na komunikácii a nevychádzať mimo trasy a v poslednom rade šoférovať podľa ich schopností, ktoré odzrkadľujú ich správanie v reálnej premávke.

Jazda na simulátore pre účel merania

Následne vodiči začali jazdu na testovacom scenári. Správanie vodičov na trase sa líšilo. Každý vodič má svoj preferovaný štýl jazdy. Niektorí dodržiavali rýchlosť počas celej jazdy, niektorí jazdili nad povoleným limitom udávaným dopravným značením. Toto bolo očakávané nakoľko prístup k šoférovaniu je rozdielny od človeka k človeku. Všetci vodiči vlastnili vodičské oprávnenie skupiny B a meraniu sa plno venovali. Osobné hodnotenie svojej jazdy rovnako ako aj prípadné pripomienky mali možnosť vyjadriť v dotazníku po jazde. Tieto informácie budú zhrnuté ďalej v sekcii vyhodnotenie dát. V priebehu meraniu došlo k jednej kuriozite a to keď jeden z probandov nezvládol vo vyššej rýchlosti zákrutu čo malo za následok vybočenie vozidla z cesty a jeho následne otočenie.



Obrázok 20. Začiatok 4. časti trasy s úsekovým meraním.



Obrázok 21. Testovanie na simulátore.

Dotazník po jazde

Potom, ako probandi dokončia jazdu na testovacom scenári musia vyplniť dotazník zaoberajúci sa ich jazdou. Na časť otázok v tomto dotazníku je možné odpovedať otvorene a čo umožní dostať subjektívne názory od každej osoby. Posledná otázka dotazníku bola na pripomienky k meraniu čo umožní vylepšenie merania v budúcnosti.

6 Vyhodnotenie dát

Experimentu sa zúčastnilo 16 osôb. Z týchto osôb nemohla dokončiť experiment jedna osoba, nakoľko pre neprimeranú rýchlosť v zákrute vyšla mimo trať a prevrátila sa. Rozdelenie pohlavia, ktoré sa experimentu zúčastnili bolo 8 žien a 8 mužov, teda 50% od oboch. Testované osoby boli v rozmedzí 20 – 31 rokov s minimálne stredoškolským vzdelaním a všetci vlastnili vodičské oprávnenie B. V testovaní sú zastúpené kategórie vodičov, ktorí využívajú automobil denne ale aj sporadicky. Väčšina vodičov svoje šoférske skúsenosti ohodnotila na škále od 1 – 10 v rozmedzí 6 – 8. Na rovnakej škále, tentokrát označujúcu koľko percent času osoba prekračuje maximálnu povolenú rýchlosť vyšiel priemer všetkých meraných na 4.95, čo znamená skoro 50% času prekračovanie rýchlosti počas šoférovania.

Dáta zo simulátoru som spracovával pomocou platformy Jupyter, v jazdyku Python 3 od distribúciee Anaconda. Využil som na to knižnice Pandas na správu tabuliek, Numpy na kalkulácie a Matplotlib a Seaborn na ploty a vytváranie grafov. Každý súbor dát z merania sa líšil od jednotlivých probandov. Veľkosť jednotlivých súborov závisela predovšetkým na rýchlosti jazdy. Simulátor, ktorý bol na toto meranie použitý zaznamenáva dáta každých 8 ms čo má za následok veľkosť niektorých súborov nad 100 MB.

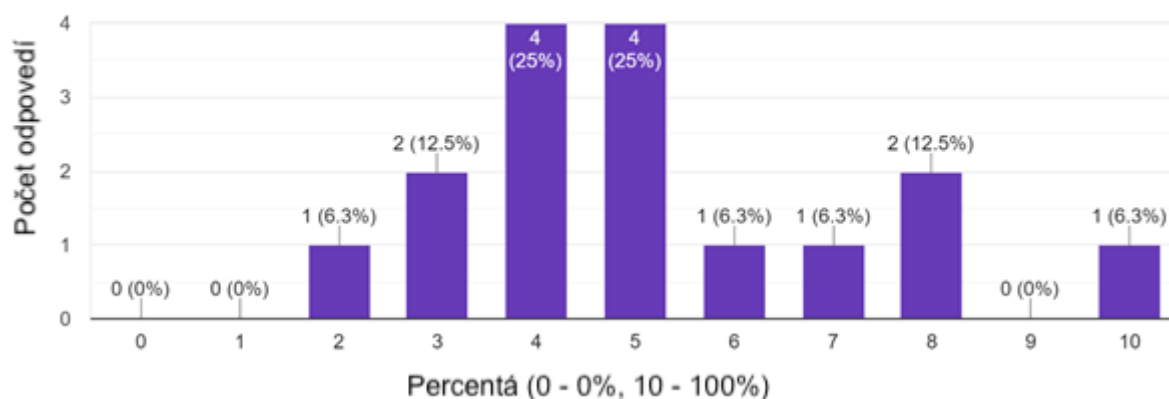
6.1 Vyhodnotenie dotazníkov

Dáta získané z dotazníkov nám umožnia lepšie vidieť postavenie vodičov k dodržiavaniu maximálnej povolenej rýchlosti. Na obrázku č.20 sú zhrnuté dáta na otázku „Koľko percent z času šoférovania jazdíte nad maximálnou povolenou rýchlosťou?“ Z grafu na obrázku je jasné, že všetci z opýtaných nedodržiavajú maximálnu povolenú rýchlosť. Deväti probandi uviedli že jazdia nad limitom vo viac ako 50% prípadu.

V korelácií na vyššie spomenuté percento času prekračovania rýchlosti vodičmi, je možné vidieť, že aj napriek tomu sa väčšina testovaných vodičov považuje na škále od 1 – 10 (1 – zlý, 10 – perfektný) skôr za veľmi dobrých vodičov ako je možné vidieť na obrázku č. 22.

Koľko percent času pri šoférovani jazdíte nad maximálnou povolenou rýchlosťou?

16 responses

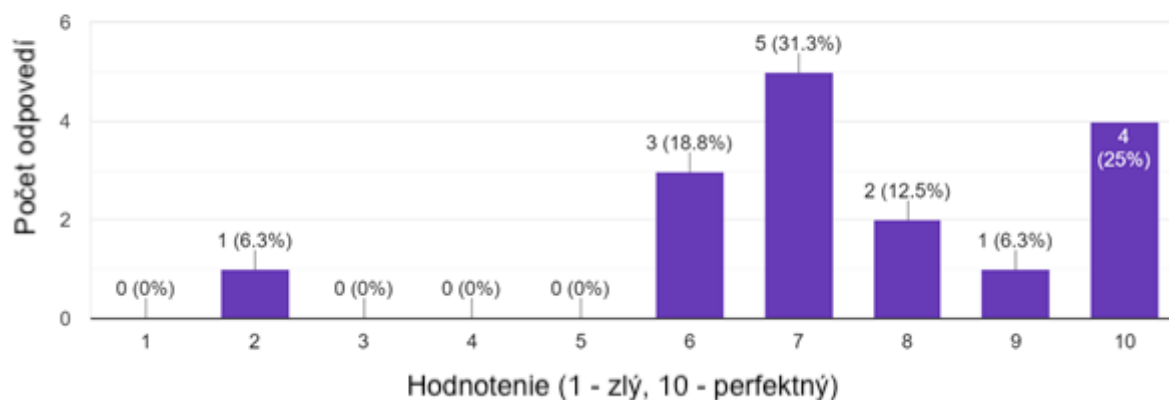


Obrázok 22. Čas strávený šoférováním nad maximálnou povolenou rýchlosťou u testovaných osôb.

(0 – 0%, 10 – 100%)

Za akého vodiča sa považujete?

16 responses



Obrázok 23. Za akých vodičov sa probandi považujú. (1 – zlý, 10 – perfektný)

Skoro všetci probandi si všimli všetky dopravné značenia, až na 3 výnimky, ktoré si nevšimli značenie „Pozor radar!“. Z informácií, ktoré uviedli bol dôvod nízke rozlíšenie simulátoru a nízke rozlíšenie textúry použitej na dopravnom značení čo im neumožnilo značku spoznať.

Všetci opýtaný uviedli, že na trase postrehli značenie označujúce úsekové meranie spolu s príslušnými kamerami. Pre grafické možnosti simulátoru ale nie všetci zaznamenali (včas) laserový stacionárny radar na 3. časti trasy. Niektorí ho zbadali až v bezprostrednej blízkosti, v ktorej by ich v reálnom svete už laserový radar zaznamenal. Na otázku či stacionárny radar ovplyvnil rýchlosť subjektov odpovedalo 12 osôb áno a 3 osoby nie.

Všetkých 16 opýtaných sa ale zhodlo v tom, že najviac dokáže ovplyvniť rýchlosť ak vidia dopravné značenie označujúce úsek, na ktorom prebieha meranie priemernej rýchlosti v spojení s kamerovým systémom.

V otvorených otázkach sa odpovede veľmi podobali medzi sebou. Na otázku „Ako na Vás pôsobí dopravné značenie "Meranie rýchlosti" spolu s úsekovými kamerami?“ boli všetky odpovede podobne a to, že po zbadaní dopravného značenia alebo kamery: znížia rýchlosť na požadovanú, rešpektujú ho, spomalia. Vyskytla sa ale aj odpoveď, že síce v meranom úseku rýchlosť osoba spomalí no hneď po jeho skončení opäť zrýchli.

Pri otázke či by bola efektívna aj maketa kamery na rýchlosť premávky sa odpovede líšili no v svojej podstate boli rovnaké. Niektorí odpovedali, že by záležalo na kvalite a prevedení kamery, iní zase, že by takéto riešenie vydržalo iba krátke časové obdobie pokiaľ by si ľudia uvedomili, že za prekročenie rýchlosti v tomto území neboli potrestaní.

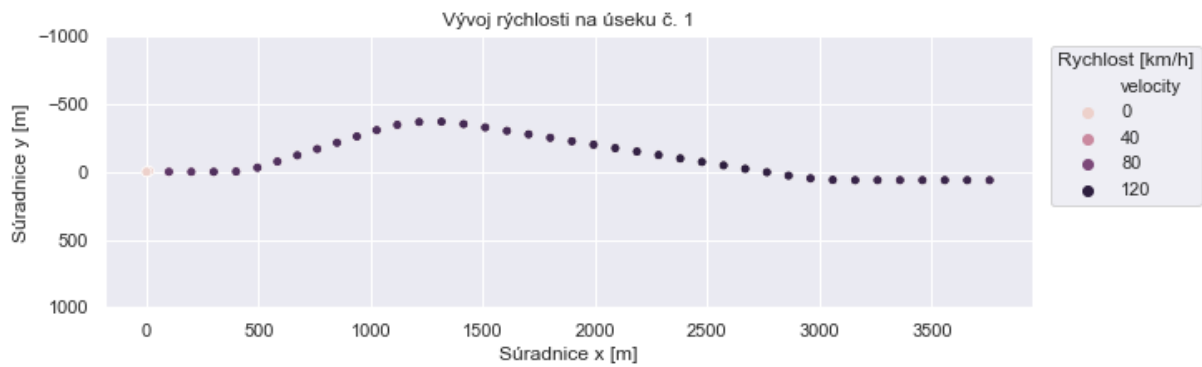
Posledné otázky sa týkali vozidlového simulátora a jazdy každého skúšaného na ňom. Väčšina ľudí zhodnotilo svoju jazdu na simulátore ako dobrú no v poslednej otázke spomenuli svoje pripomienky. Medzi pripomienky patrili nízke grafické spracovanie obrazu simulácie, citlivý plynový pedál alebo fakt, že vnímanie rýchlosti počas simulácie sa nie vždy dá úplne prirovnať k reálnemu šoférovaniu

6.2 Vyhodnotenie rýchlostí na meraných úsekoch

Na spracovanie dát z vozidlového simulátora som použil platformu Jupyter, ktorý pracuje v jazyku Python3. Na vyhodnotenie dát som musel vytvoriť kód, ktorý mi umožnil zistiť prejdenu vzdialenosť, nakoľko tento simulátor nedokáže zaznamenávať vzdialenosť, ktorú proband prešiel. Dáta, použité na vyhodnocovanie som použil až po rozbehnutí vozidla a trasa každého úseku predstavovala približne 4 km. Jednotlivé časti medzi meranými úsekmi som rovnako nebral do úvahy.

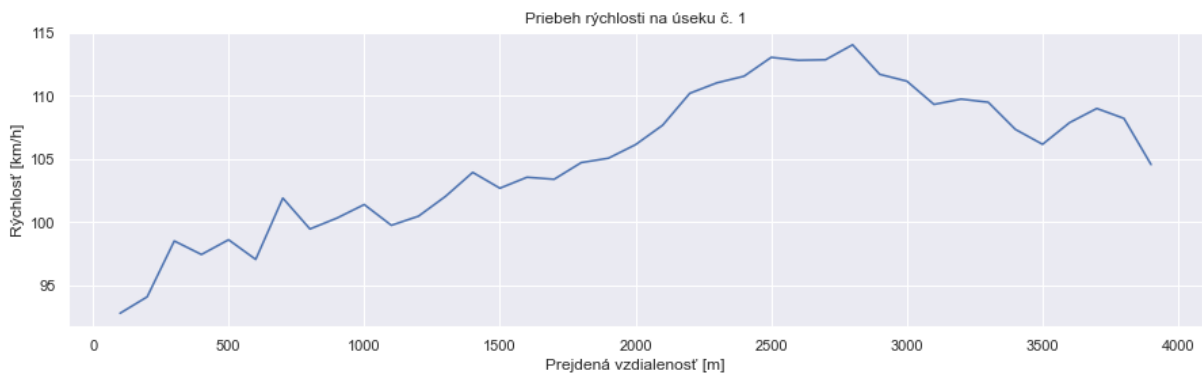
Úsek č.1 – Úsek so ZDZ B20 Maximálna povolená rýchlosť 80 km/h

V prvom meranom úseku na trase sa nachádzala iba príkazová značka B20 „Maximálna povolená rýchlosť“ na ktorej bolo uvedené 80 km/h. Výsledky merania ukazujú, že vodiči v tomto území nerešpektovali dopravné značenie a ich priemerná rýchlosť sa pohybovala na hodnote 98.07 km/h.



Obrázok 24. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č. 1.

Na grafe porovnávajúcom prejdenú vzdialenosť a rýchlosť je možné vidieť, že pri použití iba dopravného značenia B20 si všetci testovaní dovolili vyšplhať svoju rýchlosť až na hodnoty skoro prekračujúce maximálne povolenú rýchlosť v danom úseku. Vedomosť, že za rýchlu jazdu nebudú potrestaní im umožnila takéto správanie sa na tejto trase ako je možné vidieť na obrázku č. 25.



Obrázok 25. Pribeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 1.

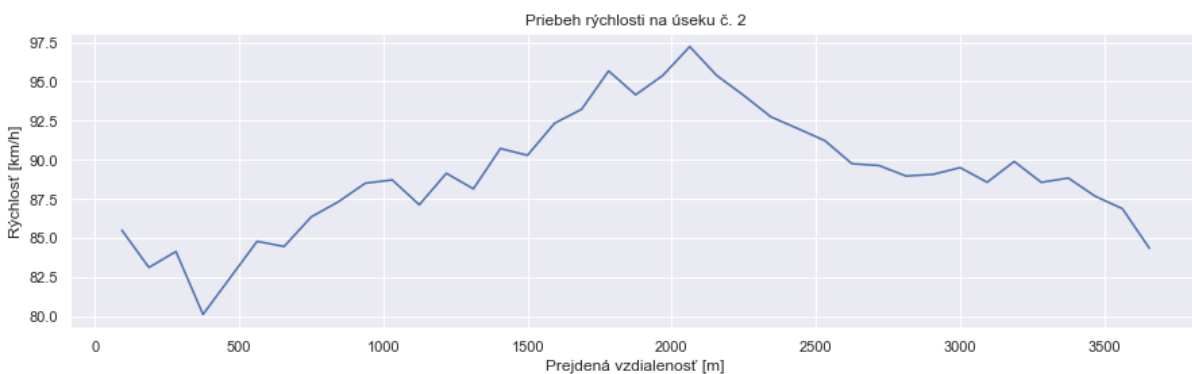
Úsek č.2 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o ZDZ „Pozor radar!“ bez stacionárneho radaru

Na začiatku druhého úseku bola 50 metrov po značení maximálnej povolenej rýchlosti umiestnené zvislé dopravné značenie označujúce úsek so stacionárnym radarom. Z grafu je možné vidieť ako väčšina testovaných osôb zo začiatku spomalia po čom na rovinke v strede úseku zrýchliła, nakoľko nevideli rýchlostný radar. Pred koncom trate sa ale opäť priemerná rýchlosť spomalila, pravdepodobne z očakávania spomínaného radaru. Priemerná rýchlosť v tomto úseku bola 89,13 km/h.



Obrázok 26. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č. 2.

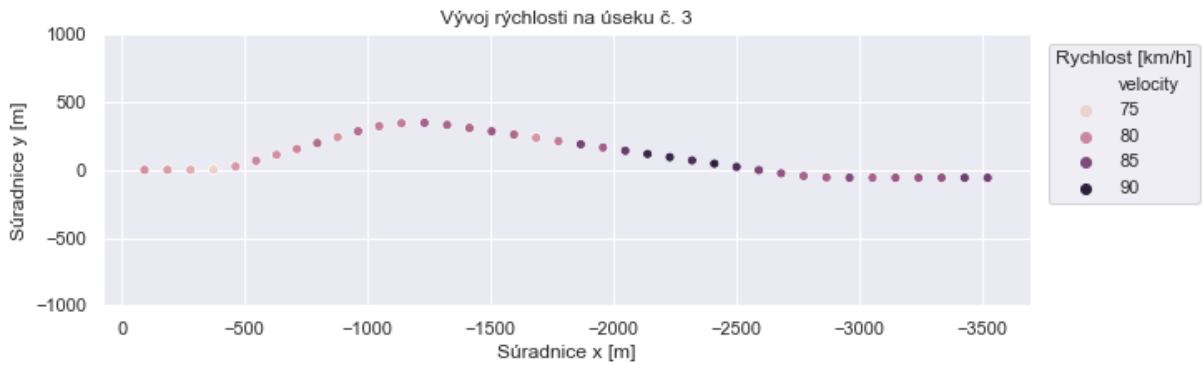
Graf priebehu rýchlostí na úseku č. 2 jasne zobrazuje počiatočné spomalenie po postrehnutí značky varujúcej pred stacionárnym radarom, no je jasne vidieť ako vodiči postupne zrýchľovali nakoľko spomínaný radar nevideli. Krátko po prejení polovice tejto časti si avšak pravdepodobne uvedomili, že riziko radaru stále trvá a spomalili opäť ak keď nie na hodnotu maximálnej povolenej rýchlosti.



Obrázok 27. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 2.

Úsek č.3 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o ZDZ „Pozor radar!“ so stacionárnym radarom

Tretí úsek trate bol rovnako osadený značením oznamujúcim stacionárny radar v blízkosti. Z dát je možné vidieť ako sa testované osoby držia okolo maximálnej povolenej rýchlosti až do momentu v strede trasy, kde sa nachádzal stacionárny radar. Väčšina ľudí pred stacionárnym radarom ešte viac spomalila v momente keď ho uvideli. Týmto pádom stacionárny radar do určitej miery splnil svoj účel no ako je možné vidieť z grafu, priemerná rýchlosť za stacionárnym radarom sa zvýšila, nakoľko si vodiči uvedomili, že za radarom a im nehrozí im už pokuta. Na treťom úseku sa priemerná rýchlosť znížila vďaka radaru až na 82,78 km/h.



Obrázok 28. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č. 3.

Priebeh rýchlosti na úseku č. 3 je podobný ako na úseku č. 2 až na pár výnimiek. Z grafu je možné vidieť postupné zrýchľovanie vozidiel do momentu postrehnutia stacionárneho radaru. Po postrehtutí radaru prichádza náhle zníženie rýchlosti približne vo vzdialenosti 1700 m od začiatku tohto úseku. Toto náhle spomalenie je možné vysvetliť tým, že rozlíšenie vozidlového simulátoru nie je dostatočné na dobrý rozhľad do diaľky, na čo sa niekoľko osôb sťažovalo. Ďalej môžeme ale vidieť zrýchlenie až na rýchlosť blízku 90 km/h po prejení radaru, nakoľko vodičom už nehrozilo riziko byť potrestaný.



Obrázok 29. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 3.

Úsek č.4 – Úsek so ZDZ B20 (Max. 80 km/h) doplnený o systém úsekového merania rýchlosti

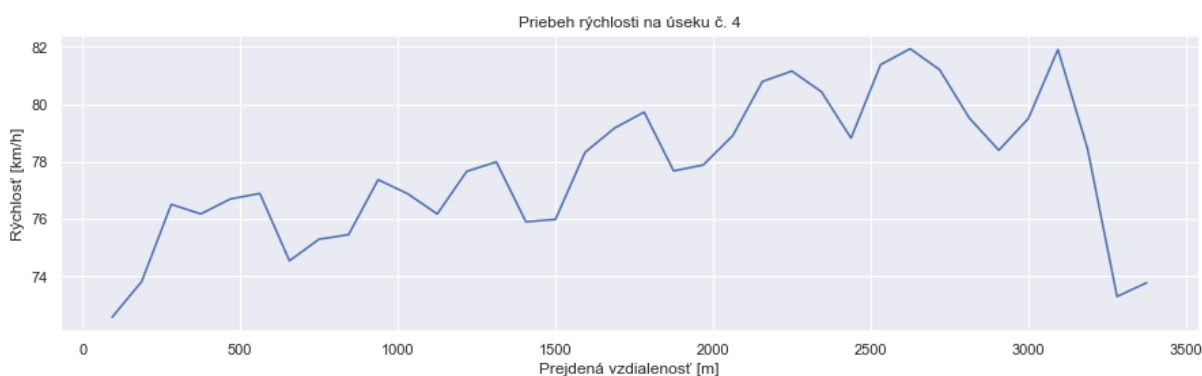
V poslednej časti z meraných úsekov je možné vidieť z grafu ako skoro všetci z testovaných osôb prispôbili svoju rýchlosť dopravnému značeniu. Zo začiatku sa ich rýchlosť znížila dokonca až na hodnoty okolo 75 km/h. Po čase na grafe vidíme, že sa rýchlosť zvyšovala až na hodnoty 82 km/h. V jednom prípade nastala situácia, kedy jeden z probandov išiel trasu nad rýchlostným limitom no pred koncom meraného úseku spomalil, čím si znížil svoju priemernú rýchlosť v tejto časti. Týmto chcel poukázať na fakt, že úsekové meranie pracuje s rýchlosťou priemernou a nie okamžitou, tým pádom je možné na danej časti ísť nad povolenú

maximálnu rýchlosť no je nutné pred kamerou zaznamenávajúcou druhý prejazd zastaviť alebo spomaliť na zníženie svojej priemernej rýchlosti a tým sa vyhnúť pokute.



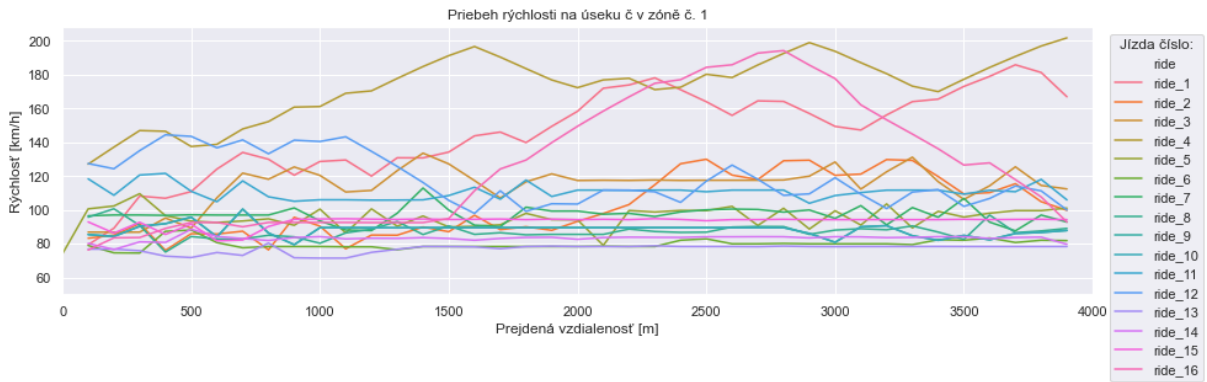
Obrázok 30. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č. 4.

Na nižšie priloženom grafe vidíme priebeh rýchlosti na poslednej časti cesty s úsekovým meraním. Detailne môžeme vidieť čo spôsobilo spomalenie jedného z probandov pred koncom úsekového merania.

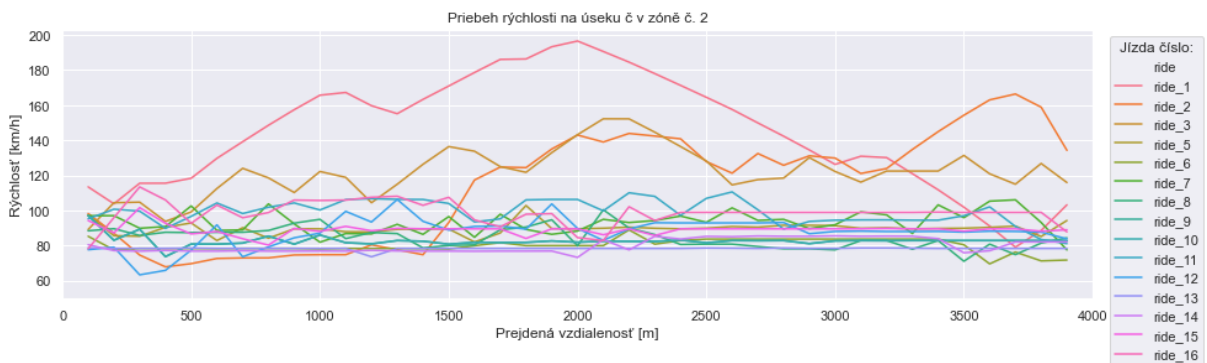


Obrázok 31. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 4.

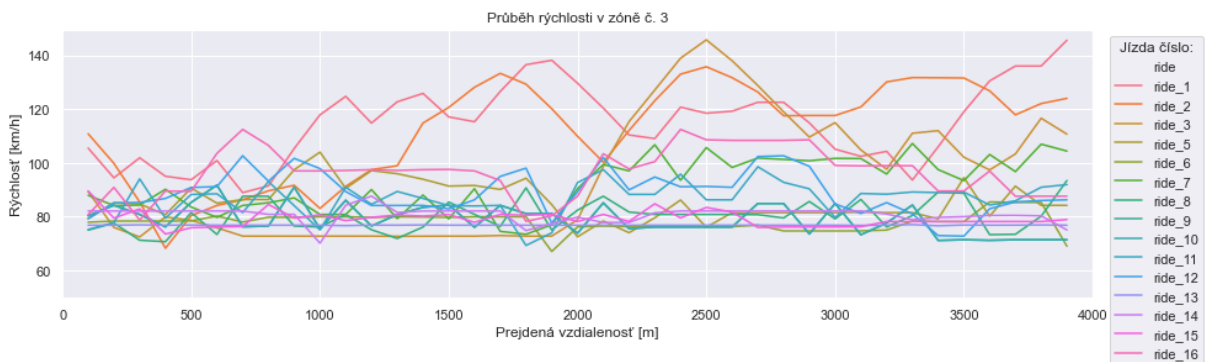
Postoj testovaných osôb k rýchlosti na jednotlivých úsekoch meranej trati beriem zmiešane. Na prvých troch úsekoch môžeme vidieť, že správanie osôb týkajúce sa rýchlosti je nezodpovedné nakoľko značná časť probandov nedodržiavala maximálnu povolenú rýchlosť alebo iba v prípadoch kedy by im za to hrozilo potrestanie vo forme pokuty. Úsekové meranie sa všeobecne považuje ako najlepší spôsob ako prinútiť účastníkov premávky dodržiavať predpísanú rýchlosť na úsekoch. Ako nám ale aj bolo poukázané jednou testovacou osobou, tak je možné na meranom úseku ísť aj rýchlosťou nad limit, ale iba v prípade ak pred konečným stanoviskom merania dôjde k spomaleniu natoľko, že priemerná rýchlosť na mieste merania sa zníži pod maximálnu povolená rýchlosť daného úseku. Takéto správanie je neprijateľné nakoľko takouto jazdou ohrozujú nie len seba ale aj ostatných účastníkov cestnej premávky. Nižšie môžeme vidieť priebeh rýchlostí zúčastnených osôb na všetkých trasách.



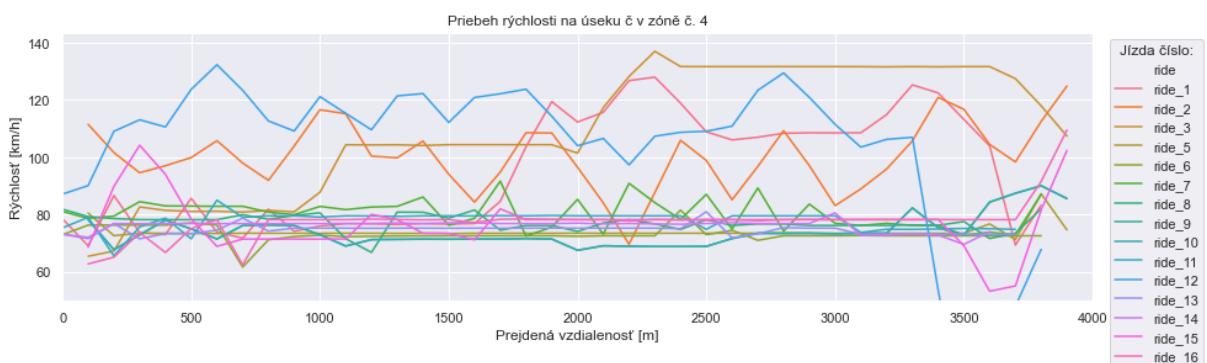
Obrázok 32. Pribeh rýchlostí na úseku č.1.



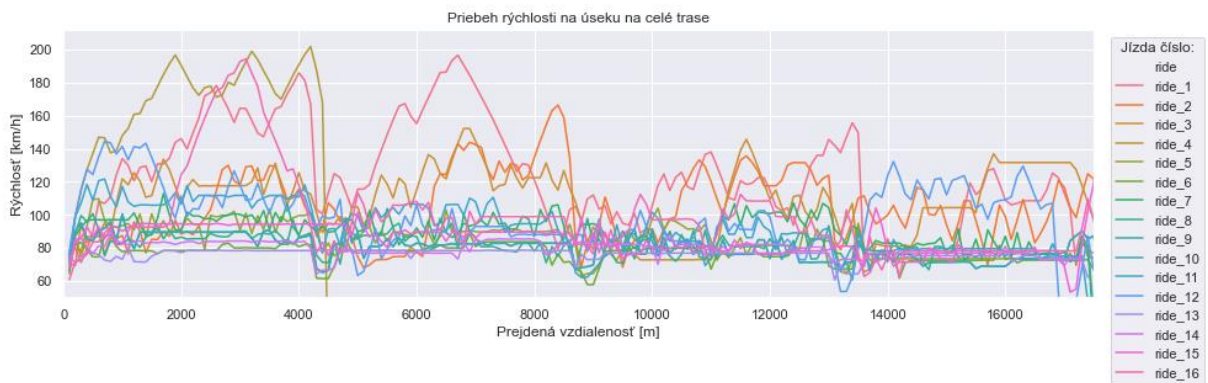
Obrázok 33. Pribeh rýchlostí na úseku č.2.



Obrázok 34. Pribeh rýchlostí na úseku č.3.



Obrázok 35. Pribeh rýchlostí na úseku č.4.



Obrázok 36. Pribeh rýchlosti všetkých testovaných na celej trase.

Z vyššie uvedeného grafu na obrázku č. 36 môžeme jasne vidieť postupne znižovanie rýchlosti všetkých probandov počas prechádzania trasy.

7 Záver

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo preskúmať vybrané vizuálne prvky, ktoré sa používajú v Českej Republike za účelom zníženia rýchlosti na komunikáciách a tým zvýšenia bezpečnosti. Na vybraných bezpečnostných prvkoch som vytvoril experiment na vozidlovom simulátore, vďaka ktorému, som sa dostal k overeniu ich prínosu na pozemných komunikáciách.

Na začiatku som preskúmal najbežnejšie možnosti akými je možné ovplyvňovať rýchlosť premávky. Veľa možnosti má rozdielne miesta uplatnenia a percentuálnu úspešnosť. Fyzické zásahy do komunikácií ako zmeny smeru majú väčšinou vysokú úspešnosť no rovnako tým stúpa aj cena vybudovania takéhoto riešenia.

Nehodovosť v Českej Republike síce klesá, no nehody v roku 2018 sa stále nevyrovňajú predpokladom či už v počte nehôd tak hlavne v počte úmrtí spôsobených porušenou maximálnou povolenou rýchlosťou. Opatrenia, ktoré majú za cieľ zvýšiť bezpečnosť a znížiť rýchlosť v úsekoch musia byť navrhované v závislosti od konkrétnej komunikácie. Používanie značení alebo fyzickej zmeny komunikácie a blízkeho terénu vo veľkej miere prispievajú k zníženiu rýchlosti a nehodovosti. Avšak ako je možné vidieť z testovania, väčšina osôb stále prekračuje maximálnu povolenú rýchlosť bežne. V tejto práci som sa zamerlal na správanie ľudí na štyroch úsekoch, ktorý každý z nich má určitý spôsob prinútenia dodržiavania maximálnej povolenej rýchlosti. Z výsledkov merania rýchlosti je možné vidieť, že jedným z najefektívnejších riešení prekračovania rýchlosti je stále prípad úsekového merania a v prípade prekročenia povolenej rýchlosti, jeho potrestania. Zároveň na mnohých úsekoch opatrených týmito systémami, predovšetkým v mestách, došlo zvýšeniu priepustnosti komunikácií vďaka zníženiu počtu nehôd a zaisteniu konštantnej rýchlosti väčšiny prechádzajúci vozidiel čo má zároveň za následok zníženie počtu kongescií. Aj napriek veľkej efektívnosti tohto riešenia proti prekračovaniu rýchlosti existujú miesta, kde ho nie je možné z určitých dôvodov použiť. V týchto prípadoch je potrebné aplikovať iné riešenia ako napríklad horizontálne vychýlenia vozovky, kruhové objazdy alebo zužovanie ciest, ktoré majú rovnako preukázateľne pozitívny vplyv na znižovanie rýchlosti a zvyšovanie bezpečnosti v premávke. V obytných zónach je zase najefektívnejšie využiť vertikálne vychýlenie vozoviek, bežným príkladom sú spomaľovacie prahy, ktoré rovnako efektívne znížia priemernú rýchlosť a zamedzia možnosť rýchlej jazdy v týchto úsekoch pričom náklady na toto riešenie sú zlomové.

Záverom mojej práce je fakt, že pri použití rôznych spôsobov na docielenie zníženie rýchlosti, iba v prípade ak je vodič za svoj priestupok reálne potrestaný, zmení svoje správanie na pozemných komunikáciách. Na simulátore sa jasne ukázalo, že vodiči majú tendenciu porušovať maximálnu povolenú rýchlosť na úsekoch, na ktorých im nehrozila žiadna sankcia. Je samozrejmé, že umiestnenie úsekového merania na všetky komunikácie je v podstate nemožné, no podľa dopravných prieskumov a histórie nehodovosti dokážeme určiť miesta, na ktorých takéto opatrenie skoro okamžite zvýšilo bezpečnosť úseku. Výsledky využitia tohto opatrenia sú značne prepojené so znižovaním nehodovosti v úsekoch. Kolízie vozidiel s pevnou prekážkou alebo s iným účastníkom premávky pri vyššej rýchlosti často krát končia fatálnymi následkami. Z tohto dôvodu je dôležité aplikovať overené spôsoby a zároveň nachádzať nové možnosti, ktoré umožňujú zvýšenie bezpečnosti osôb v premávke. Každé využitie systému alebo opatrenia, vďaka ktoré má za výsledok záchranu čo i len jedného ľudského života má zmysel.

Zoznam použitej literatúry

- [1] P. Pokorný, „Zklidňování dopravy,“ 2012. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.dopravnifederace.cz/tinymce/5_Pokorny_Zklidnovani.pdf.
- [2] „TP 15 Zásady navrhovania prvkov upokojuvania dopravy na úsekoch cestných prietahov v obciach a mestách,“ 2005. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://cyklokoalicia.sk/wp-content/uploads/2018/11/tp_018.pdf.
- [3] „TP 85 Zpomalovací prahy,“ 2013. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_85.pdf.
- [4] „Vyhláška č. 30/2001 Sb.,“ 2001. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-30>.
- [5] „TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích. CDV, v.v.i.,“ 2013. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_65.pdf. [Cit. 2020].
- [6] „TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích,“ 2013. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_133.pdf.
- [7] „ČSN EN 12899-1 Stálé svíslé dopravní značení - Část 1: Stálé dopravní značky,“ 2008. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/detail/81704>.
- [8] „TP 165 Proměnné svíslé dopravní značky a zařízení pro provozní informace,“ 2004. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_165.pdf.
- [9] „TP 205 Zásady pro proměnné dopravní značení na pozemních komunikacích,“ 2009. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_205.pdf.
- [10] „Opatření obecné povahy číslo: 0111-OOP-C005-09,“ 2010. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://www.cmi.cz/sites/all/files/public/download/Uredni_deska/3405-ID-C_3405-ID-C.pdf.
- [11] „ČSN EN 60825-1 Bezpečnost laserových zařízení,“ 2008. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/36/81102/81102_nahled.htm.
- [12] „Systémy pro silniční dopravu, Informační radar,“ 2012. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/190->.

- [13] „TP 132 Zásady návrhu dopravního zklidňování na místních komunikacích,“ 2009. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_132.pdf.
- [14] „2018 Road Safety Statistics: what is behind the figures?,“ 2019. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/MEMO_19_1990.
- [15] „Prekračovanie povolenej rýchlosti,“ 2018. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/behaviour/speeding_cs.
- [16] „Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2018,“ 2019. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2018-pdf.aspx>.
- [17] „Nepřiměřená rychlost zabíjí nevinné,“ 2019. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/neprimerena-rychlost-zabiji-nevinne-spolujezdce-chodce-a-dalsi/>.
- [18] „Jednotná dopravní vektorová mapa,“ 2020. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodyvmapa/Search.aspx>.
- [19] „Měření úsekové rychlosti,“ 2020. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.camea.cz/cz/doprava/dopravni-prestupky/mereni-usekove-rychlosti/>.
- [20] „Jak funguje úsekové měření,“ 2019. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.dopravniznacení.com/Jak-funguje-usekove-mereni-b5120.htm>.
- [21] „UnicamVELOCITY Měření úsekové rychlosti,“ 2016. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://camea.cz/underwood/download/files/velocity_cat_cs_20160210.pdf.
- [22] „Rhinceros 3D,“ [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.rhino3d.cz/>.
- [23] A. Orlický, Automatická tvorba silniční infrastruktury ve 3D pro vozidlové simulátory: Diplomová práce. 2016. ČVUT FD. Vedoucí práce Doc. Ing. Stanislav Novotný Ph.D..
- [24] „Safety of laser products,“ 2001. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: https://shop.textalk.se/shop/ws26/40626/files/full_size_-_for_start_page_banner/iec60825-1%7Bed1.2%7Den.pdf.
- [25] „Jak se v ČR měří? Má antiradar šanci?,“ 2015. [Online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.antiradary.net/mereni-rychlosti-v-cr-ramer/>.

Zoznam obrázkov a tabuliek

- Obrázok 1. Bezbariérová úprava vloženého ostrovčeka na vjazde do obce.
- Obrázok 2. Vybočenie jazdného pruhu pomocou vloženého stredového ostrovčeka.
- Obrázok 3. Okružná križovatka v Olomouci.
- Obrázok 4. Spomaľovací prah.
- Obrázok 5. Spomaľovacie vankúše v Českých Budějoviciach.
- Obrázok 6. Zvislé dopravné značenie B20a.
- Obrázok 7. PDZ v použití spolu s IDZ.
- Obrázok 8. Stacionárny radarový merač rýchlosti RAMER10P.
- Obrázok 9. Informačný radar.
- Obrázok 10. Príklad prevedenia značky V18 tvorený sústavou čiar s akustickým efektom.
Zdroj: TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemných komunikáciách
- Obrázok 11. Príklad prevedenia značky V18 tvorený plnými obdĺžnikmi.
- Obrázok 12. Príklady optického zužovania.
- Obrázok 13. Vývoj nehodovosti v EU medzi rokmi 2001 – 2018.
- Obrázok 14. Podiel úmrtí a ťažkých zranení na neprimeranej rýchlosti medzi rokmi 2009 – 2019.
- Obrázok 15. Software merania úsekovej rýchlosti UnicamVELOCITY.
- Obrázok 16. Vozidlový simulátor.
- Obrázok 17. Vytváranie trasy pre vozidlový simulátor v programe Rhinoceros 3D [22].
- Obrázok 18. Trasa experimentu pre simulátor.
- Obrázok 19. Druhá časť trasy s dopravným značením „Maximálna povolená rýchlosť“ a „Pozor radar“.
- Obrázok 20. Začiatok 4. časti trasy s úsekovým meraním.
- Obrázok 21. Testovanie na simulátore.
- Obrázok 22. Čas strávený šoférom nad maximálnou povolenou rýchlosťou u testovaných osôb.
- Obrázok 23. Za akých vodičov sa probandi považujú. (1 – zlý, 10 – perfektný)
- Obrázok 24. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č.1.
- Obrázok 25. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 1.
- Obrázok 26. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č.2.
- Obrázok 27. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 2.
- Obrázok 28. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č.3.
- Obrázok 29. Priebeh priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 3.
- Obrázok 30. Priemerný vývoj rýchlosti všetkých probandov na úseku č.4.

Obrázok 31. Priebek priemernej rýchlosti v závislosti na prejdenej vzdialenosti na úseku č. 4.

Obrázok 32. Priebek rýchlostí na úseku č.1.

Obrázok 33. Priebek rýchlostí na úseku č.2.

Obrázok 34. Priebek rýchlostí na úseku č.3.

Obrázok 35. Priebek rýchlostí na úseku č.4.

Obrázok 36. Priebek rýchlosti všetkých testovaných na celej trase.

Tabuľka 1. Príčiny nehôd na ceste II/101 - Úsek Dolní Břežany – Zlatníky.

Zoznam použitého softwaru

1. Microsoft Word
2. Microsoft Excel
3. Rhinoceros 5
4. Rhinoceros 6
5. Programovací jazyk Python3 – platforma Jupyter
6. Adobe Photoshop CC
7. Microsoft Paint
8. Formuláre Google
9. Vozidlový simulátor v miestnosti A323

Prílohy

- Príloha A: Dotazník pred jazdou
- Príloha B: Dotazník po jazde
- Príloha C: Spracovanie dát