



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA

DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC
ACCIDENTS AND VEHICLE ASSESSMENT

KONTROLA SITUACE ZA VOZIDLEM

CHECKING OF THE SITUATION BEHIND THE VEHICLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Jánošík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Belák

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Jánošík**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Expertní inženýrství v dopravě
Vedoucí práce: **Ing. Michal Belák**
Akademický rok: 2018/19
Ústav: Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Kontrola situace za vozidlem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se bude zabývat analýzou doby, kterou řidič potřebuje ke kontrole situace za vozidlem před započítím vybraného jízdního manévru jako je např. odbočování, předjíždění, vyhýbání překážce aj.

Cíle diplomové práce:

Mezi cíle práce bude patřit důkladná rešerše současného stavu poznání dané problematiky. V dalším student na základě získaných vědomostí navrhne jízdní zkoušku a zrealizuje dostatečný počet měření v reálném provozu pro, tak aby získaná data bylo možné dostatečně kvalitně vyhodnotit a porovnat. Takto získaná data pak budou analyzována a vhodným způsobem srovnána a prezentována.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert a kol.: Soudní inženýrství, Akademické nakladatelství CERM Brno, 1999, 725s, ISBN 80-7204-133-9
- [2] JURECKI, Rafał Stanisław, Tomasz Lech STAŃCZYK a Marek Jacek JAŚKIEWICZ. Driver's reaction time in a simulated, complex road incident. Transport. 2014-05-09, s. 1-11. DOI: 10.3846/16484142.2014.913535. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/16484142.2014.913535>
- [3] PFLEGER, Ernst a Manfred HOHENBÜCHLER. Viewing Analyses of Drivers of Electrically Powered Bicycles and SEGWAYS in Conflicts with Bicyclists, Pedestrians and other Road Users. In: 20. EVU ANNUAL MEETING, 20.15th-17th September 2011. Proceedings: English version. Dt. Version. Graz: University of Technology, 2011, s. 96-103. ISBN 9783851251746.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou kontroly situace za vozidlem v denní době. V První části práce jsou shrnuty poznatky o řidičích, jejich reakční době a odezvě vozidla, konstrukčních prvků vozidel určených pro kontrolu dění za vozidlem a možnostech měření dob pohledů formou eye trackingu. Analytická část se zabývá rozbořem dob pohledů do zpětných zrcátek v závislosti na zrcátku, situaci a následném jízdním manévru, při jízdě ve dne. Data byla čerpána z pořízených videozáznamů 12 řidičů v podmínkách běžného silničního provozu. Vyhodnocena byla doba sakád a fixací pohledů v závislosti na použitém zrcátku, při jednotlivých situacích a zároveň pro vybrané jízdní manévry. Závěr analytické části je věnován porovnání doby pohledů vybraných jízdních manévru, při vystavení podnětům a následně porovnání rozdílů věkových kategorií testovaných řidičů.

Abstract

The diploma thesis deals with the issue of controlling the situation behind the vehicle. The first part of the thesis summarizes the knowledge about drivers, their reaction time and vehicle response, the construction characteristics of vehicles designed to control what is happening behind the vehicle, and the possibilities of measuring the duration of glances in the form of eye tracking. The analytical part contains an analysis of the duration of glances in the rear view mirrors depending on the mirror, the situation and also the driving manoeuvre during the day time. The data was obtained from video recordings of 12 drivers in normal traffic conditions. The duration of the saccades and fixations of glances was evaluated depending on the mirror used, in individual situations and also for selected driving manoeuvres. The conclusion of the analytical part is devoted to the comparison of the duration of glances during selected driving manoeuvres when exposed to stimuli as well as to the comparison of the differences in individual age groups of tested drivers.

Klíčová slova

Kontrola situace za vozidlem, zpětná zrcátka, eye tracking, sakáda, fixace, výhled

Keywords

Checking of the situation behind the vehicle, rearview mirror, eye tracking, saccade, fixations, field of view

Bibliografická citace

JÁNOŠÍK, David. Kontrola situace za vozidlem. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/104339>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Michal Belák.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Název práce“ jsem vypracoval/a samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor/ka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil/a autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl/a nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Michalu Belákovi, za odborné rady k problematice, dále Ing. Kateřině Bucsuházy a Ing. Pavlovi Maxerovi za ochotnou pomoc a účast na realizaci měření, všem probandům, kteří se měření účastnili a rodině, která při mně vždy stála.

OBSAH

OBSAH.....	11
1 ÚVOD	13
2 SOUČASNÝ STAV.....	14
2.1 ŘIDIČ.....	14
2.1.1 Osobnost a temperament.....	14
2.2 Vidění	16
2.2.2 Výhled z vozidla.....	19
2.3 reakční doba a odezva vozidla.....	20
2.3.1 Reakční doby řidiče.....	21
2.3.2 Odezva vozidla.....	22
2.3.3 Faktory ovlivňující dobu reakce.....	23
2.3.4 Způsoby měření reakčních dob.....	24
2.4 Vozidlo a konstrukční prvky určené pro nepřímý výhled	27
2.4.1 Normy a směrnice zabývající se konstrukčními vlastnostmi prvků vozidel sloužících k nepřímému výhledu.....	27
2.4.2 Zpětná zrcátka vozidel.....	29
2.4.3 Nestandardní zpětná zrcátka.....	31
2.4.4 Nastavení zrcátek a držení volantu.....	34
2.5 Metody měření pohledů.....	35
2.5.1 Metody sledování pohybu očí.....	35
2.6 Měření pomocí bezkontaktního, mobilního eye trackeru	37
3 STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	42
4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ.....	43
4.1 Trasa.....	43
4.2 Zkušební vozidlo a měřicí zařízení	44
4.3 Probandi	47
5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY	48
5.1 Videozáznamy.....	48
5.2 Průměrné hodnoty pohledů	49
5.3 Průměrné hodnoty sakád a fixací	52
5.3.1 Levé zpětné zrcátko.....	52
5.3.2 Středové zpětné zrcátko.....	53
5.3.3 Právě zpětné zrcátko.....	54

5.3.4	<i>Přímý výhled.....</i>	55
5.3.5	<i>Sakády směřované z postranních oken do zrcátek a naopak.....</i>	55
6	ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ.....	57
6.1	Porovnání sakád a fixací z hlediska situace.....	57
6.1.1	<i>Levé zpětné zrcátko</i>	57
6.1.2	<i>Středové zpětné zrcátko</i>	60
6.1.3	<i>Pravé zpětné zrcátko</i>	62
6.2	Jízdní manévry	66
6.2.1	<i>Kontrola.....</i>	66
6.2.2	<i>Přejezd do levého / pravého jízdního pruhu</i>	67
6.2.3	<i>Předjíždění stojící překážky.....</i>	68
6.2.4	<i>Odbočování.....</i>	69
6.3	Podněty ve zpětných zrcátkách u vybraných jízdních manévrů	71
7	POROVNÁNÍ ŘIDIČŮ Z HLEDISKA VĚKU	76
8	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	81
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM GRAFŮ	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM ZKRATEK	90
	SEZNAM PŘÍLOH.....	90

1 ÚVOD

S rostoucím objemem dopravy přibývá i dopravních nehod, z nichž část tvoří nehody zapříčiněné nedostatečnou kontrolou situace za vozidlem. S postupem globalizace a stále rostoucí populací je tento nárůst logický a jeho zmírnění je nepravděpodobné. Z toho vyplývá nezbytná potřeba u vozidel, která se stala součástí našich životů a denně nám napomáhají v dopravě zvyšovat jejich bezpečnost a vlastnosti v důsledku snižování úmrtnosti, počtu zranění, ale i hmotných škod. Jedním z mnoha aspektů, ovlivňujících bezpečnost provozu na pozemních komunikacích jsou konstrukční prvky umožňující kontrolu situace za vozidlem formou nepřímého výhledu z vozidla. Vlastnosti konstrukčních prvků vozidel mohou výrazně podpořit bezpečný provoz, nicméně součástí systému, kterým je řízené vozidlo je člověk, jehož spolehlivost oproti vozidlu je značně nízká. Rovněž dynamika okolí řízeného vozidla, tedy dopravního prostředí je značně rozmanitá, nepředpověditelná a proměnlivá.

Pro pochopení problémů, které mohou vzniknout v důsledku zanedbání kontroly situace za vozidlem, je nezbytné porozumět vlastnostem všech prvků a vazeb v systému a okolí. Zásadní prvky systému tvoří řidič, vozidlo a okolí. Jednou z vazeb je právě kontrola zpětných zrcátek během jízdy. Její doba a nesprávné provedení či odhad mohou být důvodem vzniku dopravní nehody, jelikož s rostoucím časem kontroly situace za vozidlem při rozhodování se zkracuje nejen dráha, ale i doba nezbytná pro provedení manévru. S tímto faktem je úzce spojena reakční doba řidiče a schopnost řidiče vidět, zpracovat a reagovat na situaci, v níž se nachází.

V minulosti bylo prováděno značné množství výzkumů v dané oblasti. Většina z nich však nezahrnovala konkrétní jízdní manévry. Je tedy žádoucí, aby byly získány informace o době, po kterou řidič věnuje pozornost kontrole situace za vozidlem, při konkrétních jízdních manévrech.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 ŘIDIČ

Účelem kapitoly je obeznámit čtenáře s vlastnostmi zásadní složky systému řízeného vozidla, a to s řidičem, který je nejrizikovějším faktorem. Nejde pouze o jednoduché stanovení, že se jedná o člověka, nýbrž charakteristiku vlastností, které mohou mít vliv nejen na zapříčinění dopravní nehody, ale i její odvrácení či zmírnění. Kapitola se zabývá nejen osobnostními vlastnostmi řidiče, ale i jeho nejzásadnějším smyslem nezbytným pro řízení vozidla a to zrakem, se kterým úzce souvisí reakční doba, jenž v případě krizové situace dokáže výrazně ovlivnit následky dopravní nehody, či zajistit její odvrácení. Závěr kapitoly se zabývá možnostmi tuto dobu měřit a analyzovat.

Dle zákona č. 361/2000 Sb. Zákona o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů je řidič definován následovně: *„řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti“* [1]

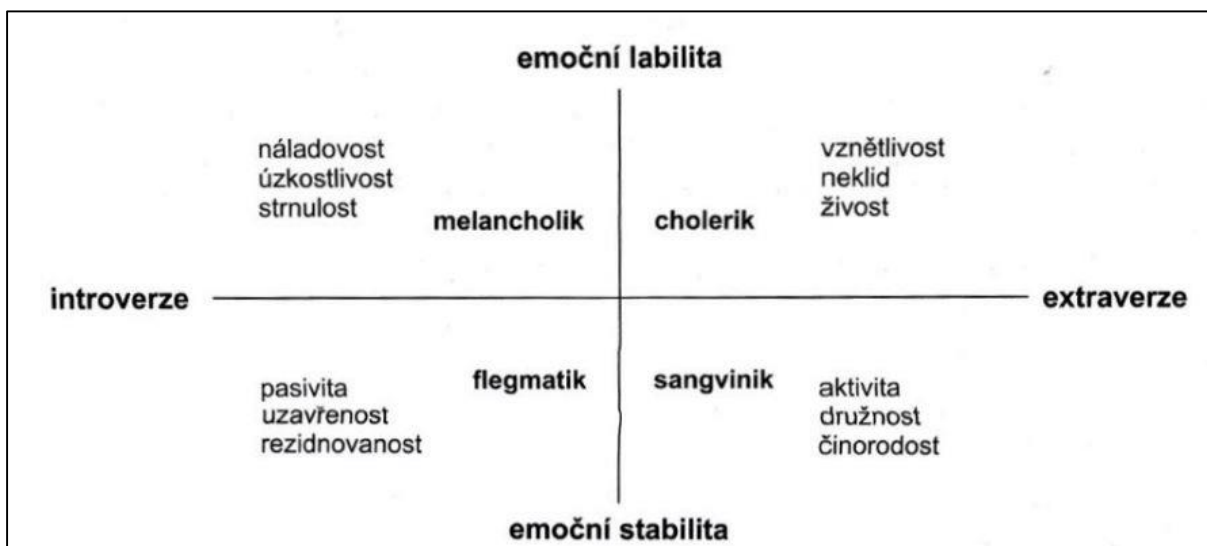
2.1.1 Osobnost a temperament

Lidský faktor zapříčiní většinu dopravních nehod, jelikož člověk, jakožto složka systému řízeného vozidla je méně spolehlivá, než stroj, kterým je vozidlo. V roce 2014 bylo na území ČR způsobeno 467 nehod technickou závadou vozidla, tedy 0,54 % z celkového počtu nehod pro daný rok. [2] Z toho vyplývá, že je nezbytné zabývat se především chováním řidičů.

Pro pochopení všech faktorů ovlivňujících nejen dobu reakce, ale i všech aspektů majících vliv na bezpečnou jízdu řidiče je tedy nezbytné pochopit, jaký vliv má osobnost samotného řidiče.

„Osobnost představuje souhrn, souvislost či propojení charakteru, temperamentu a schopností a také konstitučních vlastností člověka.“ [3]

Zásadní vliv na chování řidiče má jeho charakter a temperament. Úspěšný a vyrovnaný jedinec se silnější nervovou soustavou má vyrovnanější chování a přesnější a pohotovější reakce, nežli jedinci, trpící rysy nezodpovědnosti, impulzivnosti, neopatrnosti, nebo emocionální přecitlivělosti. [4]



Obr. č. 1 - Rozdělení temperamentu a osobností [4]

Na základě psychologických výzkumů bylo prokázáno, že řidiči, kteří neměli po delší dobu dopravní nehodu, byly vyrovnanějšími a rozvážnějšími jedinci působící ukázněnějším dojmem a rovněž disponovali vyšší úrovní vyspělosti na rozdíl od řidičů, kteří měli nehod více. [5]

Tab. č. 1 - McGuirova klasifikace řidičů [6]

Skupina řidičů		Jednání řidičů při řízení
1	Dobře přizpůsobení; jsou vyvedeni z míry jen zřídka a rychle se vzpamatují	Většinou nemají nehodu ani nezpůsobují porušení předpisů
2	Mající duševní problémy, jsou však společensky odpovědní a ovládají se	Většinou nemají nehodu ani nezpůsobují porušení předpisů
3	Mající duševní problémy, společensky odpovědní, bývají však vyvedeni z míry po dlouhá časová období	V určitých obdobích (týdnů a měsíců) budou mít nehody a dopravní přestupky
4	Společensky odpovědní, mají duševní problémy a sklon k ustavičnému rozrušení	Mají vysoký počet nehod a dopravních přestupků
5	Mající stálou tendenci k nespolečenskému a asociálnímu chování	Stálí narušovatelé dopravních předpisů, kteří mohou mít velkou nehodovost
6	Různé (epileptici, diabetici, duševně defektní atd.)	Chování nepředvídané; jednání při řízení se může pohybovat mezi velmi špatným a velmi dobrým

Rozdílnému stylu jízdy vzhledem k osobnosti řidiče se věnovalo v minulosti mnoho prací. Jednou z nich je A Study on the Relationship Between Personality and Driving Styles, jejímiž autory jsou Fernando Poó a Rubén Daniel Ledesma. Ti zkoumali chování 908 argentinských řidičů. Účelem práce bylo posoudit vztah, mezi osobnostními rysy řidičů a jejich stylem řízení vozidla a rozdíly mezi věkovými skupinami a pohlavími. Práce vycházela z předchozích výzkumů v dané oblasti a ve výsledku se s těmito výzkumy shodovala. Mladí muži byly vyhodnoceni,

jako agresivnější a tudíž i jako riziková skupina řidičů, na rozdíl od řidičů starších. Mladé ženy byly vyhodnoceny, jako úzkostlivější, což je faktor, který rovněž může vézt ke vzniku dopravních nehod. Ženy byly však vyhodnoceny, jako skupina, která za volantem méně riskuje a to nejen v porovnání mezi mladými ženami a mladými muži, ale i mezi staršími. [7]

Z výzkumu vyplývá, že pro získání dostatečného počtu dat, potřebných pro správné vyhodnocení, je nezbytné testovat zástupce všech skupin. Dochází mezi nimi totiž k odlišnostem a bylo by vhodné pro analýzu dopravních nehod zjistit, zdali některá z daných skupin není v oblasti kontroly situace za vozidlem značně rizikovější, nežli ostatní skupiny řidičů.

2.2 VIDĚNÍ

Pro porozumění koncepce výhledu z vozidla řidičem je zásadní pochopit základní vlastnosti a funkce lidského vidění.

Rozlišujeme 3 oblasti vidění

- zorné pole
- pohledové pole
- rozhledové pole [8]

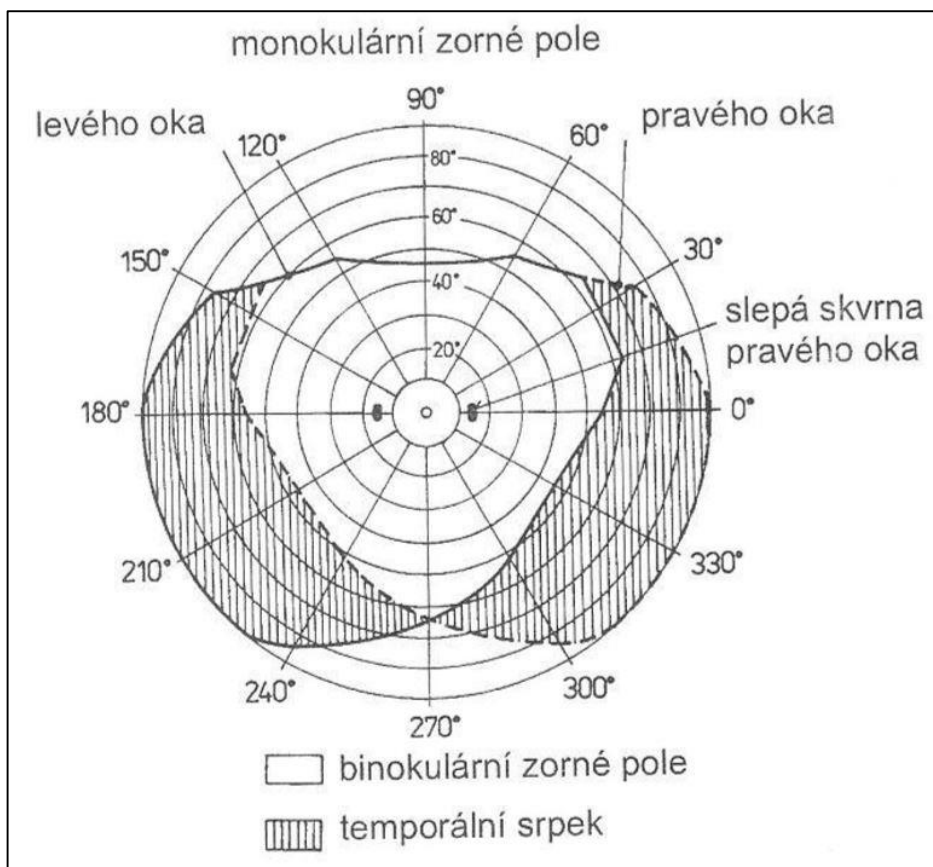
Pole výhledu je rovněž rozděleno do tří kategorií

- Monokulární pole - výhled, viditelný pouze jedním okem
- Binokulární pole - nejmenší úhel výhledu, který mohou obě oči vidět naráz
- Ambinokulární pole - největší úhel výhledu, který mohou vidět obě oči naráz [8]

Část prostoru, kterou lze vidět jedním okem se stacionárním, klidným pohledem vpřed nazýváme zorným polem. Ve fixačním bodě se střed obzoru označuje stupněm nula. Zorné pole je děleno na meridiány procházející fixačním bodem. [8]

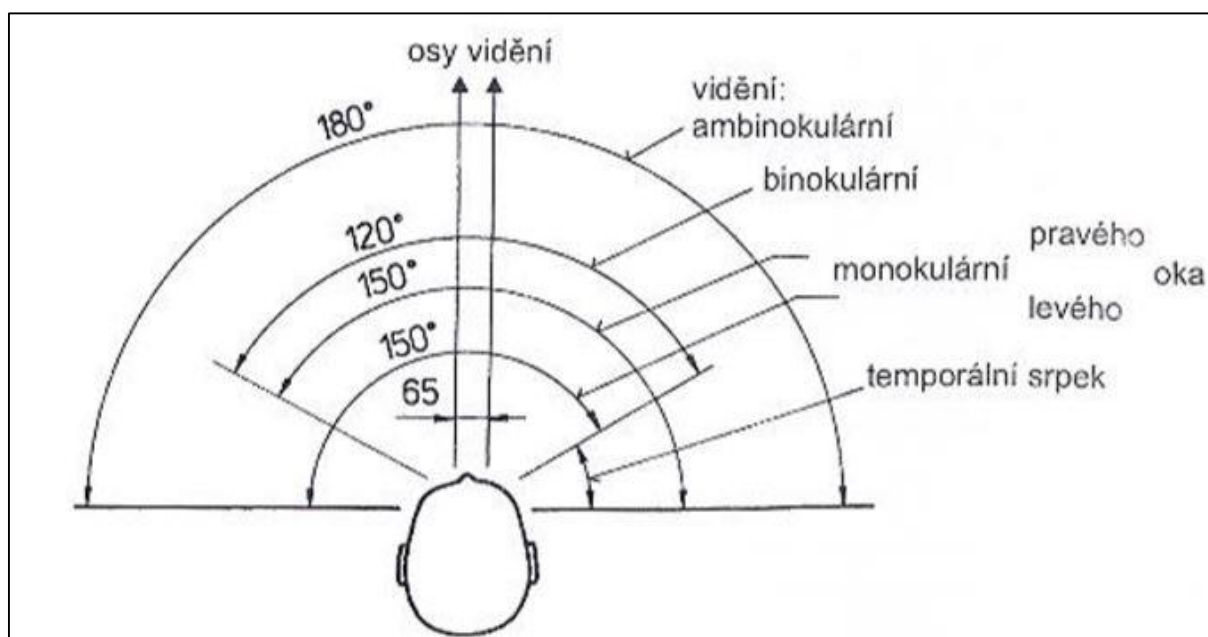
Soubor předmětů, nacházejících se ve frontálně paralelní rovině a zároveň viditelných nepohybujícím se okem, nazýváme monokulárním zorným polem. Je-li k danému celku třetí rozměr, takzvaná hloubková projekce objektů, vznikne monokulární zorný prostor. Monokulární zorná pole obou očí se z části vzájemně překrývají. Předměty, nacházející se v této oblasti, tedy v binokulárním zorném poli, viděná oběma očima nazýváme stereoskopické vidění. Šíře binokulárního zorného pole je zhruba 120° . Každé z očí má rovněž na temporální straně cca 30° rozsahu periferního poloměsíčitého segmentu, jenž se obsáhne pouze monokulárním viděním. V monokulárním zorném poli oka je slepé místo, ležící cca mezi 12° až 18° temporálně

od fixačního bodu. O tom se lze přesvědčit přiložením nákresů monokulárního pole obou očí na sebe tak, aby se fixační body překrývaly. [8]



Obr. č. 2 - Zorná pole řidiče [8]

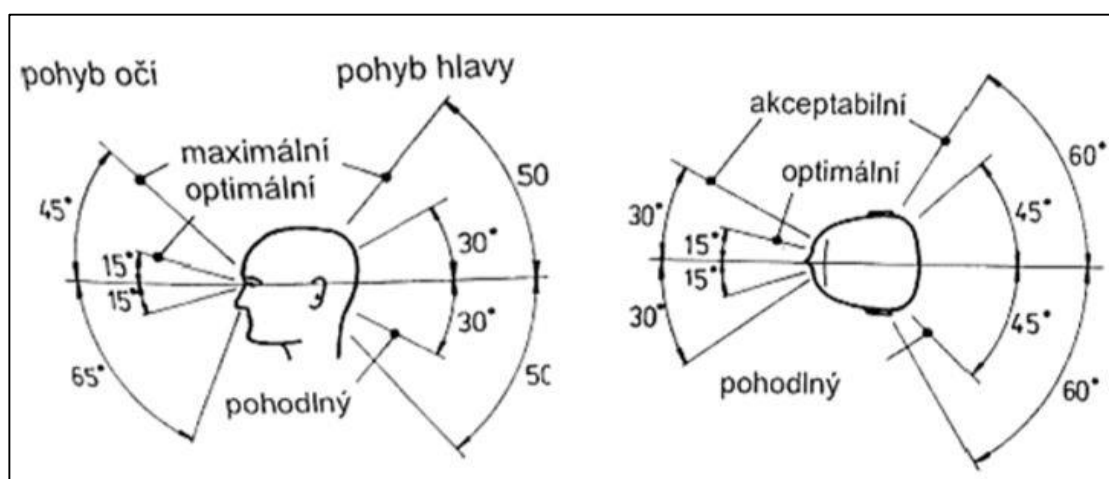
Následující schéma představuje vidění v horizontální rovině. Takzvané ambinoikulární vidění vyjadřuje dvojité vidění, z něhož jsou určité části (temporální srpky) viděny pouze jedním okem.



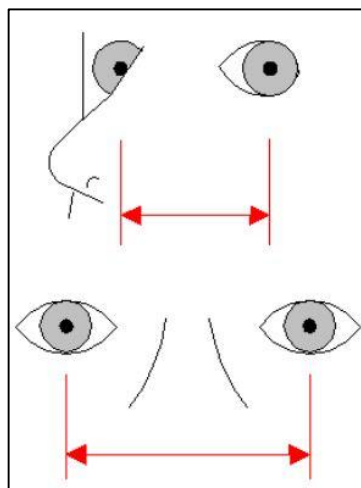
Obr. č. 3 - Monokulární, binokulární a ambinokulární zorná pole [8]

Z obou schémat je patrné, že oblast ostrého vidění je značně omezena. To je důvodem, proč musí řidič pro dostatečný a bezpečný výhled z vozidla nejen pohybovat očima, ale zároveň otáčet hlavu.

Pohledové pole, tedy pohyb očí při stacionární poloze hlavy není pro řidiče vozidla dostačující a je nezbytné využívat rozhledové pole, zahrnující pohyby hlavy. To především proto, že při natočení očí vertikálně i horizontálně o 30 ° je rovněž binokulární zorné pole omezeno o 30 °. Z celkových 120 ° se tedy stane 90 ° pohledového pole. [8]



Obr. č. 4 - Úhlová rozmrzí pohybu očí a hlavy [8]

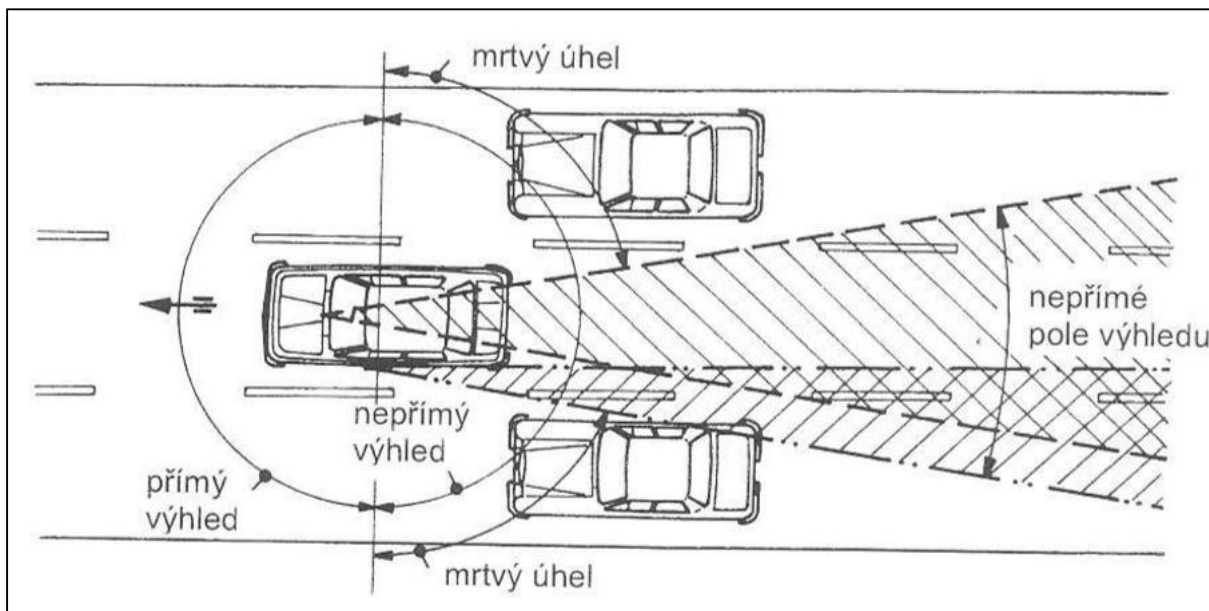


Obr. č. 5 - Rozdíl vzdálenosti očí s natočenou hlavou a přímým pohledem [9]

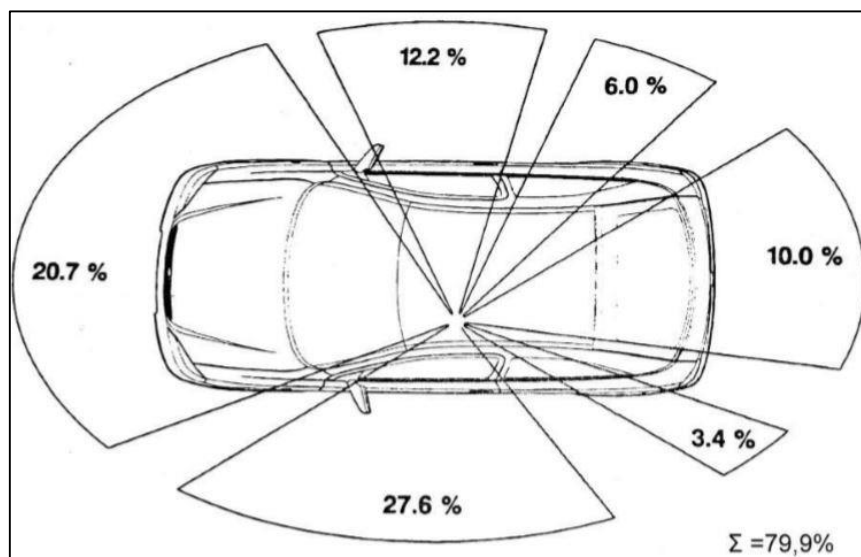
2.2.2 Výhled z vozidla

Zrak, umožňující získávání optických informací, je nezbytný pro bezpečné řízení vozidla v provozu. Právě pomocí tohoto smyslu zpracováváme většinu informací o tom, co se nachází v okolí vozidla a jako první nám dává podnět k reakci. Prof. Vlk ve své publikaci *Stavba motorových vozidel* charakterizoval problematiku vidění v silničním provozu následovně: „Vidět a být viděn, neoslňovat a nebýt oslňován.“ [8]

Nepřímý výhled z vozidla zpětnými zrcátky zahrnuje „mrtvý úhel“, ve kterém není viděno předjíždějící vozidlo. Tato mrtvá oblast by měla být konstrukčními opatřeními minimalizována.



Obr. č. 6 - Oblast přímého a nepřímého výhledu z vozidla [8]



Obr. č. 7 - Schéma výhledu z vozidla Opel Astra [8]

Technická zpráva Paula Greena a Briana Tsang-Wei Lina z The University of Michigan byla zaměřena na zjištění doby, pro kterou lze bezpečně odvrátit pohled od směru jízdy, aniž by došlo ke ztrátě kontroly nad řízeným vozidlem. Jednalo se zejména o pohledy odvrácené směrem k systémům vozidel, která s postupným vývojem vozidel nabývají nových funkcí, jenž mohou uživatele vozidla rozptylovat a jeho pozornost se tedy může zaměřit místo řízení na ně a jejich manipulaci za jízdy. Mimo to byly zkoumány faktory ovlivňující pozornost řidiče, jako byla například únava. Zásadní otázkou práce bylo, jak dlouhá doba odvrácení pohledu od směru jízdy, je již příliš dlouhá a tedy riziková. Práce byla zaměřena na předchozí výzkumy, zkoumání samotných pohledů a okolí komunikace. Závěrem bylo shrnuto několik publikací s obdobnou tematikou, stanovující rozdílné časy a práce byla uzavřena tím, že nelze pro nedostatek zdrojů a vysokou variabilitu výsledků jiných studií definovat přesný čas, pro který je možné bezpečně pohled od směru jízdy odvrátit. Vyplynulo však, že délka odvrácení pohledu může být rozdílná v závislosti na okolí komunikace a aktuální hustotě dopravy. [16]

Výzkum napovídá, že při měření může vzhledem k dynamice prostředí docházet k různým odchylkám. Pro získání co nejvěrnějších časů je tedy nezbytné využít většího počtu řidičů. Vybraná trasa by se měla projíždět v určitou denní dobu, aby byla zachována taková hustota provozu, která bude při všech měřeních obdobná.

2.3 REAKČNÍ DOBA A ODEZVA VOZIDLA

Samotná doba reakce, ani odezva vozidla není předmětem zkoumání zadané práce, nicméně pohledy směřované do zpětných zrcátek mohou dobu reakce v případě vzniku krizové situace před vozidlem oddálit, jelikož v daném okamžiku se řidič plně nevěnuje dění před jedoucím

vozidlem. V případě, že vozidlo jedoucí před vozidlem, v němž řidič započne kontrolu zpětného zrcátka, začne prudce brzdit, doba reakce se oddaluje o dobu, po kterou řidič věnuje pozornost kontrole dění za vozidlem.

„Reakční dobou ze soudně inženýrského hlediska nazýváme čas od vjemu do uvedení (zabezpečovacího) zařízení v činnost naučeným způsobem. V neobvyklých situacích, bez naučeného způsobu, bude potřebná doba individuálně delší.“ [10]

„Reakční doba řidiče je doba, která uplyne od okamžiku, kdy řidič zpozoruje blížící se nebezpečí, do okamžiku, kdy stlačí brzdový pedál.“ [11]

Reakční doba řidiče se skládá z optické, psychické a svalové reakce. Při brždění se odezva vozidla skládá z prodlevy a náběhu brzd. Ná vaznost časových úseků je popsána v tabulce níže.

Tab. č. 2 - Ná vaznost časových úseků [12]

Časové úseky		Hranice časových úseků
Reakční doba řidiče	Optická reakce	Počátek optického vnímání
	Psychická reakce	Počátek ostrého optického vnímání
		Začátek svalové reakce
	Svalová reakce	Začátek stisku brzdového pedálu
Odezva vozidla	Prodleva	Začátek styku brzdových třecích ploch
	Náběh brzd	Začátek zanechávání brzdných stop pneumatik

2.3.1 Reakční doby řidiče

Optická reakce

Pro řidiče vozidla je nezbytné mít dostatečný výhled vzhledem k rychlosti a to do takové vzdálenosti, aby s dobou reakce a prodlevou vozidla dokázal bezpečně vozidlo zastavit. Pozornost řidiče musí být věnována objektům v celém zorném poli a dle jejich chování musí řidič alespoň částečně umět predikovat, k čemu může dojít. Vyhodnotí-li mozek objekt, jakožto bezpečný, přestane mu řidič věnovat pozornost. Naopak, stane-li se objekt zdrojem nebezpečí svým pohybem, řidič jej zpozoruje a následně ho mozek vyhodnotí. Rozsah ostrého vidění kolem osy oka v daném případě je však cca 1 °. Nachází-li se objekt mimo ostré vidění,

je zpozorován viděním periferním, jenž je vnímavější na pohyb a v důsledku toho musí být pro ostré zpozorování oko natočeno. Fixace je ovšem náročnější, vzhledem k pohybu jedoucího vozidla a zároveň vzhledem k pohybu objektu. Je-li objekt sledován řidičem přímo, nepřichází čas optické reakce v úvahu. [10]

Psychická reakce

Danou reakci chápeme, jakožto dobu mezi optickým zafixováním objektu a počátkem svalové reakce. [10]

Svalová reakce

Jedná se o dobu, uběhlou mezi ukončením reakce psychické a dotykem brzdového pedálu. Konec svalové reakce lze změřit za použití kontaktu upevněného na brzdový pedál. Čas svalové reakce může být částečně ovlivněn například i uspořádáním pedálů. [10]

2.3.2 Odezva vozidla

Prodleva brzd

Prodlevu brzd chápeme, jako dobu, mezi dotykem brzdového pedálu a prvním stykem brzdových destiček s kotoučem, případně stykem brzdových čelistí a bubnem. Daná prodleva je závislá na rychlosti sešlápnutí pedálu, jenž je u běžného řidiče cca $0,5\text{ m/s}$ a u řidiče trénovaného až 1 m/s . Prodleva brzd se rovněž odvíjí od množství média, jež je nezbytné přesunout mezi hlavním brzdovým válcem a válci kolovými. Množství nutně přepravovaného média je dáno konstrukcí brzd a vůlí mezi čelistmi a bubny. Čím více média je nutno přesouvat, tím je prodleva delší. [10]

Doba náběhu brzd

Z praxe technického zručství je doba náběhu brzd chápána, jakožto doba od prvního dotyku brzdových destiček s kotoučem, případně brzdových čelistí s bubnem do momentu, kdy pneumatiky začínají zanechávat na vozovce viditelné brzdné stopy. Dané chápání je nezbytné pro zpětné analyzování děje v rámci analýzy nehod i přes to, že není v souladu s názvoslovím ČSN 300550 „ZKOUŠKY BRZD“. [10]

Celková doba odezvy

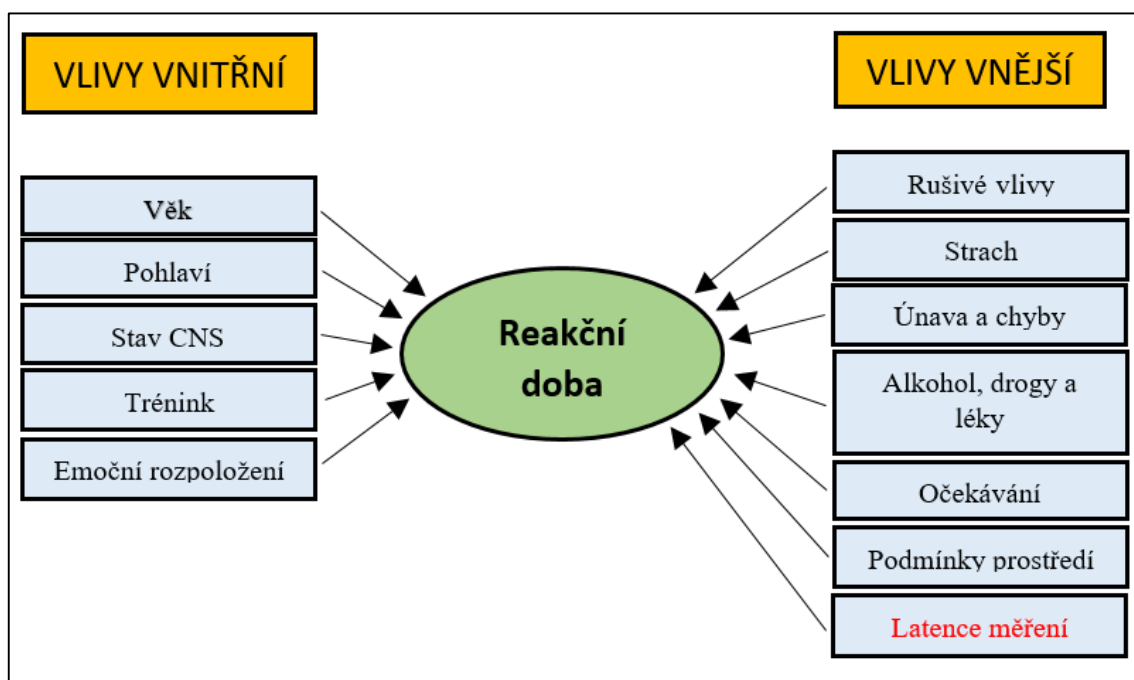
Za dolní mez odezvy můžeme považovat čas $0,1\text{ s}$, nicméně jako častější z hlediska naměřených hodnot uvažujeme $0,2\text{ s}$. Jako horní mez pak $0,55\text{ s}$. Tyto hodnoty vyplývají z měření

135 různých osobních automobilů jedoucích různými rychlostmi s různými pneumatikami na různém povrchu (většinou živičném). Měření probíhalo za pomoci palňkové soupravy. [10]

2.3.3 Faktory ovlivňující dobu reakce

Z policejních statistik pro rok 2017 vyplývá, že došlo k 16 901 dopravním nehodám zapříčiněným nedostatečným věnováním pozornosti řízení vozidla. V počtu dopravních nehod si tato příčina drží prvenství. V počtu usmrcených osob je s počtem 65 druhou hned za nepřizpůsobením rychlosti s počtem úmrtí 70. [13]

Základní faktory mající vliv na reakční dobu řidiče lze rozdělit na vnitřní a vnější.



Obr. č. 8 - Rozdělení vnitřních a vnějších vlivů na reakční dobu [55]

Vnitřní vlivy

Věk – S rostoucím věkem se reakční doba zvyšuje. Zejména pak od 70. roku života. [14]

Pohlaví – Dle studií provedených v minulosti vyšlo najevo, že muži mají kratší reakční dobu, než ženy. [14]

CNS – Stav centrální nervové soustavy může být negativně ovlivněn nejen nemocemi, ale i problémy s motorickými drahami, nebo zpomalenými kognitivními funkcemi. [14]

Trénink – S častějším opakováním určité činnosti vzniká schopnost její automatizace, která umožňuje schopnost nevědomé kontroly. [14]

Emoční rozpoložení – Řidič, který je rozrušený, podrážděný, nebo je vystaven jiné negativní emoci může mít rozdílnou dobu reakce oproti řidiči klidnému a vyrovnanému. [14]

Vnější vlivy

Rušivé vlivy – Mezi nejčastější rušivé vlivy patří používání mobilního telefonu, vliv spolujezdce, hlasitá hudba, jezení a pití za volantem, vysoká rychlost, nedostatečně očištěné přední sklo a další. [15]

Strach – Je-li člověk vystaven strachu z jízdy, může to reakční dobu ovlivnit.

Únava a chyby – Dopustí-li se řidič za jízdy chyby, jeho další rozhodování bude delší, což může mít na reakční dobu vliv. S tím úzce souvisí i únava, se kterou rovněž reakční doba roste. [14]

Alkohol, drogy a léky – S požitím alkoholu a omamných látek či některých léků nemusí dojít pouze k prodloužení reakční doby, ale i zhoršení motorických vlastností a dalším aspektům, které ovlivňují jízdu celkově. [14]

Očekávání – Jede-li řidič v zóně, o které se domnívá, že se v ní mohou nacházet překážky, nebo děti, může očekávat i nutnost reakce a tím reakční dobu zkrátit. [14]

Prostředí – Vlivem prostředí, ať již prostředí ve vozidle, či okolí vozidla může být reakční doba ovlivněna. Teplota, viditelnost, ale i vnitřní rozmístění komponentů vozidla se může v reakční době projevit. [14]

Latence měření – V případě získávání konkrétních hodnot pomocí měření může dojít k latenci měřících přístrojů, ale rovněž k nepřesnému vyhodnocení naměřených dat, které se následně v reakční době promítne. [14]

2.3.4 Způsoby měření reakčních dob

Měření doby reakce lze provádět buďto laboratorně, nebo při jízdě. V laboratorních podmínkách lze využít jednoúčelových měřících přístrojů a simulátorů jízdy. Pro měření za jízdy lze využít jízdních zkoušek na zkušebních drahách, nebo na veřejných komunikacích a rovněž pozorováním podmínek v běžném provozu. [12]

Tomasz Lech Stańczyk a Rafał Stanisław Jurecki se ve výzkumu *The test method and the reaction time of drivers* zabývaly otázkou, jaké jsou rozdíly v měření reakcí na simulátorech a na zkušební dráze. Hodnoty, naměřené na jízdních simulátorech byly nižší, nežli ve vozidle. Tato rychlejší reakce byla zapříčiněna tím, že si řidič uvědomoval, že neřídí skutečné vozidlo. Umožňovalo mu to tak využít ostřejších a násilnějších manévřů, jelikož mu nehrozilo žádné nebezpečí. Závěrem bylo stanoveno, že je nevhodné při zpětné analýze nehodového děje využívat hodnoty získané na jízdních simulátorech, jelikož neodpovídají skutečnosti. [18]

Výsledek tohoto experimentu potvrzuje, že je žádoucí využít měření v běžných podmínkách pro získání dat, jenž odpovídají praxi.

V oblasti reakční doby bylo rovněž provedeno již mnoho výzkumů. Jedním z nich je Research on drivers' reaction time in different conditions, jejímiž autory jsou Mykola Zhuk, Volodymyr Kovalyshyn, Yurii Royko a Khrystyna Barvinska. Jejich práce byla zaměřena na zkoumání odlišností reakčních dob řidičů, vzhledem k věkovým skupinám a pohlaví. Výzkum probíhal v laboratorních podmínkách za použití simulátoru jízdy a v reálném provozu. Řidiči byly s ohledem na věk rozděleny do tří skupin. Skupina 1 – (18 – 25 let), Skupina 2 – (26 – 40 let), Skupina 3 – Starší 40 let. Při testování rychlosti reakce v reálných podmínkách provozu dopadla nejlépe druhá skupina řidičů s průměrným časem 1.37 s. První skupina měla delší dobu reakce o 25 % a skupina třetí až o 60 %. Druhá skupina si rovněž nejlépe vedla při testování na simulátorech, na kterých třetí skupina řidičů dosahovala nejdelších časů. Posloupnost skupin tedy zůstala na simulátorech stejná, jako v reálných podmínkách. Výzkum rovněž prokázal u mužů o 15 % rychlejší reakci jako u žen. Zajímavým zjištěním bylo i to, že řidiči měli v reálných podmínkách provozu v průměru až dvojnásobně delší dobu reakce, než na simulátorech. Velký vliv na reakční dobu měl psychický a fyzický stav testovaných jedinců. [19]

Z výzkumu vyplývá, že pro získání přesných dat je nezbytné využít měření v reálných podmínkách provozu, jelikož mezi měřením na simulátorech a v reálných podmínkách dochází u řidičů k značným rozdílům. Výzkum rovněž potvrzuje tvrzení uvedené v první kapitole zadané práce. Právě psychický stav byl vyhodnocen, jako zásadní aspekt ovlivňující dobu reakce.

Jess Gilland se ve své disertační práci zabýval odlišnostmi reakcí pohledů, sakád a dob fixací mezi řidiči v odlišných věkových kategoriích. Metodou eye trackingu zkoumal pohledy 28 mladších a 14 starších řidičů na předem vybrané trase. Tito probandi byli při jízdě vystaveni různým, systémově uspořádaným podnětům s cílem posoudit jejich odvrácení pohledů od směru jízdy. Výsledkem bylo zjištění, že starší řidiči byli výrazněji ovlivněni svými kognitivními

schopnostmi za jízdy, nežli jejich mladší protějšky. Studie rovněž naznačila, že vystavení nečekaným podnětům v dopravním prostředí mělo na starší řidiče výraznější vliv. Průměrné hodnoty fixací se pohybovali mezi 200 – 300 ms. V případě, že byli řidiči vystaveni úkolu najít na obrázku konkrétní body, doba se zvyšovala s každou fixací a výsledná čas se lišil v řádu několika sekund. [20]

Pro budoucí výzkumy, jenž budou shromažďovat data v dané oblasti pro určení dob odvrácení od směru jízdy do zpětných zrcátek by bylo vhodné zohlednit všechny věkové skupiny, pro nalezení odlišností v reakčních dobách řidičů, ale rovněž pro odlišení rozdílů v celkových délkách pohledů směřovaných mimo směr jízdy.

DRIVER'S REACTION TIME IN A SIMULATED, COMPLEX ROAD INCIDENT – V této práci se dr hab. inž. Tomasz Lech Stańczyk, prof. PŚ a Marek Jacek Jaśkiewicz zabývali chováním řidičů při simulovaných dopravních nehodách týkajících se střetů osobních automobilů s chodci. Chodec byl v případě daného výzkumu nahrazen zavěšenou kartonovou figurínou umístěnou na speciální konstrukci, pomocí které jej bylo možné ovládat. Díky tomuto systému bylo možné zkoumat reakce řidičů při vstupu chodce jak z levé, tak i z pravé strany do vozovky před jedoucím vozidlem. Zkoumány byly reakce řidičů v souvislosti s pohybem volantu, akceleračního pedálu a pedálu brzd. U každé z 30 testovaných osob ve věku 22 – 25 let bylo provedeno 10 jízd pro obě situace. Byl měřen zejména čas do střetu, přičemž se tyto hodnoty pohybovali mezi 0,6 až 3 s. [21]

V roce 2016 byl publikován výzkum týkající se analýzy reakce řidiče pomocí eyetrackeru a řidičovi kontroly situace za vozidlem při jízdě v noci. Výzkum byl zaměřen na analýzu doby, kterou řidič potřebuje v noci pro posouzení času, potřebného pro zahájení manévru. Rovněž byl analyzován čas, nezbytný pro přesun pohledu řidiče do zpětného zrcátka a následně zpět k monitorování situace před vozidlem. Analyzováno bylo chování 22 řidičů vystaveným jízdě na úseku, na němž se nacházelo 12 chodců. Použito bylo zařízení pro měření pohledů Eyetracker Viewpointsystem. Z celkového počtu 370 pohledů jich bylo 100 vykonáno v reakci na chodce. 82 % pohledů bylo směřováno do levého zpětného zrcátka, 10 % do interiérového zpětného zrcátka, a zbylých 8 % do pravého. Celková průměrná doba pro kontrolu situace za vozidlem byla zjištěna na 0,7 s. [22]

Výsledek výzkumu nabízí možnost získanou hodnotu porovnat s výsledky zadané práce.

Z kapitoly vyplývá, že je nezbytné zabývat se nejen chováním řidiče, ale i jeho zrakem, jenž je klíčový pro zkrácení doby reakce. Právě doba reakce je klíčová při vzniku krizových situací a dopravních nehod. Pohledy směřované do zpětných zrcátek za účelem kontroly dění za vozidlem sice umožní zjistit a včasné reagovat na dění za vozidlem, což je nezbytné zejména při manévrech, jakými jsou odbočování, objíždění stojících překážek a předjíždění, ale rovněž je

důležité brát v úvahu to, že je reakce oddálena v případě krizového dění před vozidlem, jelikož se řidič plně nevěnuje situaci před ním a doba těchto pohledů spolu s reakcí bude značně delší.

Řidičův zrak však není jediným prvkem, jemuž je nezbytné věnovat pozornost. Řidič ke kontrole situace za vozidlem využívá především optického odrazu zpětných zrcátek, jakožto konstrukčních prvků vozidel určených pro kontrolu dění za vozidlem, kterému je věnována následující kapitola.

2.4 VOZIDLO A KONSTRUKČNÍ PRVKY URČENÉ PRO NEPŘÍMÝ VÝHLED

Předchozí kapitola byla věnována řidiči, který při řízení vozidla využívá ke kontrole dění za vozidlem a částečně po stranách vozidla zejména zpětných zrcátek, která jsou od 60. let minulého století nedílnou součástí výbavy vozidel. [23] Zejména jejich funkci a vlastnostem je věnována následující kapitola.

2.4.1 Normy a směrnice zabývající se konstrukčními vlastnostmi prvků vozidel sloužících k nepřímému výhledu

Vyhláška č. 341/2014 Sb. - Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích stanovuje, za jakých podmínek může být vozidlo homologováno v České republice. Stanovuje podmínky pro schvalování technické způsobilosti, technické požadavky a podmínky, podmínky pro přestavbu, výbavu a další.

Na základě dohody o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a o vzájemném uznávání homologace výstroje a součásti motorových vozidel, uzavřené většinou států OSN, byly vydány směrnice a předpisy EHK OSN / EHK ES stanovující podmínky pro homologaci vozidel. [24]

Testováním a homologací vozidel a jejich částí se v ČR zabývá TÜV SÜD Czech s.r.o. [25]

Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č. 46 – Jednotná ustanovení pro schvalování zařízení pro nepřímý výhled a motorových vozidel z hlediska montáže těchto zařízení. [26]

Zejména tento předpis stanovuje konstrukční prvky a požadavky pro zařízení, pro nepřímý výhled z vozidla a stanovuje, jaká zpětná zrcátka a v jakém počtu mají být namontována na vozidlech dle jejich kategorií. Pro získání lepšího přehledu je níže tabulka z úředního věstníku Evropské unie L 237/24.

Jelikož se zadaná práce zabývá pouze kontrolou situace za vozidlem u osobních automobilů, je přiložena pouze tabulka pro vozidla kategorie M1.

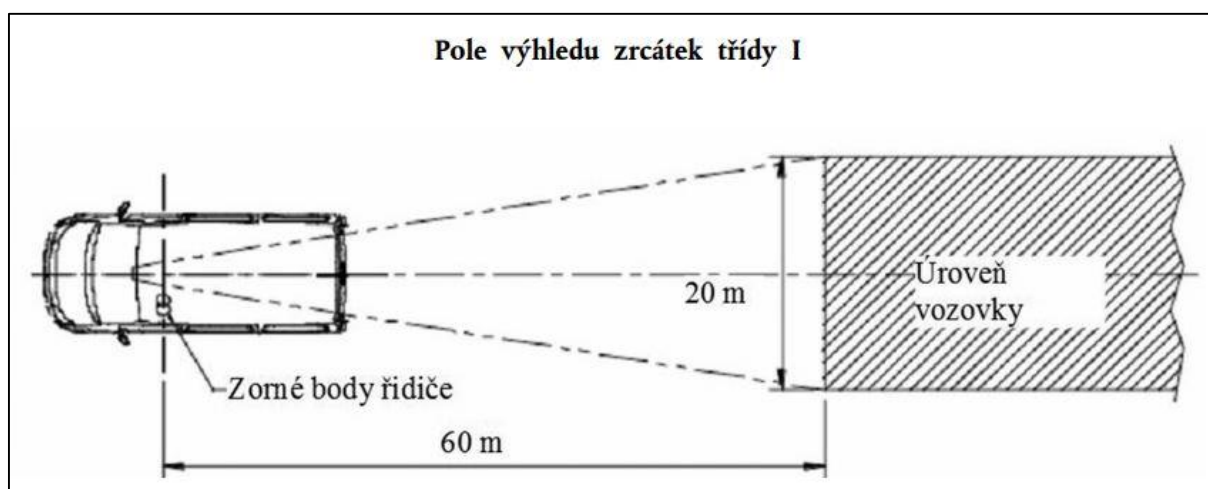
Kategorie vozidla	Vnitřní zrcátko	Vnější zrcátka				
	Vnitřní zrcátko třídy I	Hlavní zrcátko (velké) třídy II	Hlavní zrcátko (malé) třídy III	Širokoúhlé zrcátko třídy IV	Blízkopohledové zrcátko třídy V	Přední zrcátko třídy VI
M ₁	Povinné není-li vozidlo vybaveno čímkoli jiným než materiálem bezpečnostního zasklení v poli výhledu předepsaném v bodě 15.2.4.1	Nepovinné	Povinné jedno na straně řidiče a jedno na straně spolujezdce; alternativně mohou být namontována zrcátka třídy II	Nepovinné jedno na straně řidiče a/nebo jedno na straně spolujezdce	Nepovinné jedno na straně řidiče a jedno na straně spolujezdce (obě musí být namontována nejméně 2 m nad vozovku)	Nepovinné (musí být namontováno nejméně 2 m nad vozovku)

Obr. č. 9 - Rozdělení zrcátek podle kategorie vozidla z úředního věstníku EU L 237/24 [26]

Jelikož jsou pro vozidla kategorie M1 povinná pouze zpětná zrcátka kategorie I a III třídy, budu další pozornost věnovat jen těmto kategoriím.

Vnitřní zpětné zrcátko třídy I

„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 20 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která má střed ve střední podélné svislé rovině vozidla a sahá od místa vzdáleného 60 m za zornými body řidiče k obzoru.“ [26]



Obr. č. 10 - Pole výhledu zrcátek třídy I [26]

Hlavní vnější zpětná zrcátka třídy III

- Vnější zpětné zrcátko na straně řidiče

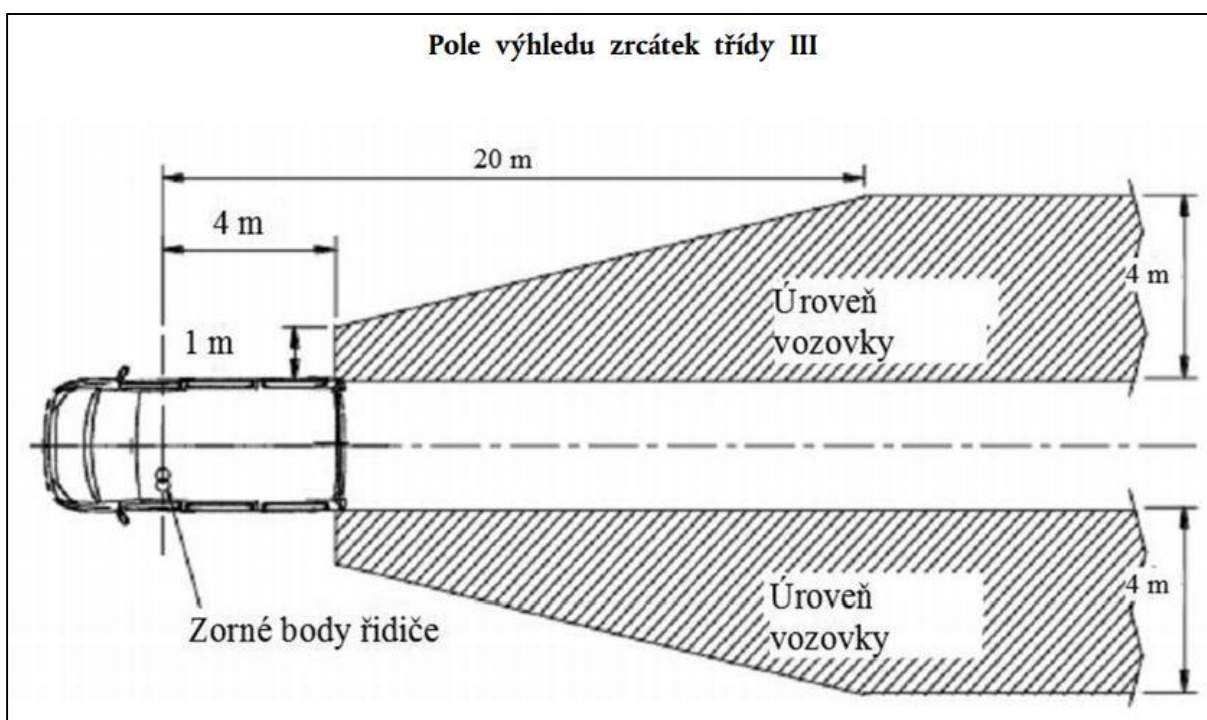
„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 4 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla na straně řidiče a která sahá od místa vzdáleného 20 m za zornými body řidiče k obzoru.

Kromě toho musí řidič vidět pás vozovky o šíři 1 m, který je ohraničen rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla a který začíná 4 m za svislou rovinou procházející zornými body řidiče.“ [26]

- Vnější zpětné zrcátko na straně spolujezdce

„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 4 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla na straně spolujezdce a která sahá od místa vzdáleného 20 m za zornými body řidiče k obzoru.

Kromě toho musí řidič vidět pás vozovky o šíři 1 m, který je ohraničen rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla a který začíná 4 m za svislou rovinou procházející zornými body řidiče.“ [26]



Obr. č. 11 - Pole výhledu zrcátek třídy III [26]

2.4.2 Zpětná zrcátka vozidel

Zmínka o prvním zpětném zrcátku sahá do roku 1904. Když v roce 1911 na Americkém závodním okruhu v Indianě Indianapolis 500 startovalo 40 závodních vozidel, 39 z nich mělo 2 členy posádky. Řidiče a mechanika, který měl za jízdy informovat řidiče o tom, co se nachází za

vozidlem. Jedno vozidlo, řízené Rayem Harrounem tehdy však startovalo bez mechanika. Jednalo se o první motorové vozidlo vybavené zpětným zrcátkem umístěným nad palubní deskou. Tato možnost tehdy možná i díky nižší váze vozidla pomohla Rayovi Harrounovi vyhrát závod. Harroun později řekl, že se nechal inspirovat povozem taženým koňmi, který viděl v roce 1904 v Chicagu a jehož řidič používal zrcátko, proto, aby věděl, co se za jeho povozem děje. [27]

První interiérové středové zrcátko vyvinul, patentoval a začal vyrábět a prodávat Elmer Berger v roce 1921. [28]

První exteriérová zpětná zrcátka se začala montovat ve 30. letech minulého století. S přibývajícimi vozidly na veřejných komunikacích, se počátkem 60. let minulého století stala externí zpětná zrcátka standardní výbavou. [23]

Prvním výrobcem, který pro své osobní automobily začal využívat širokoúhlých externích zpětných zrcátek, byla švédská automobilka Volvo, která je rovněž známá pro svoji tendenci maximalizovat bezpečnost svých vozů. Tato zrcátka v 80. letech našla uplatnění i u jiných automobilek. [29]

V 90. letech se následně začala uplatňovat asférická zrcátka, která umožnila řidiči vidět v širším záběru. Asférická zrcátka rovněž zmenšují mrtvý úhel a jsou na vnější straně buď zakřivená, nebo lomená. Rozdíl, mezi plochami zrcátka bývá označen tenkou plnou, nebo tečkovanou čarou. [23]

I přes to, že řidič vidí odraz mírně zdeformovaný, vidí ho i včetně mrtvého úhlu. [30]



Obr. č. 12 - Asférické zpětné zrcátko [55]

Vozidla vyráběná v dnešní době disponují ve většině případu asférickými zpětnými zrcátky. Jsou nejvhodnější, jelikož nabízejí nejširší rozhled, který je pro bezpečnou kontrolu situace za vozidlem důležitý. Jelikož jsou nejpoužívanějším typem zpětných zrcátek právě asférická zpětná zrcátka, bude i měření aplikováno právě pro tento druh zrcátek.

2.4.3 Nestandardní zpětná zrcátka

panoramatická zpětná zrcátka

Jednou z možností rozšíření výhledu z vozidla je využití panoramatických zpětných zrcátek, kterých se na trhu vyskytuje značné množství. Tato zrcátka značně pomohou rozšířit výhled řidiče do stran. [29]

panoramatická zpětná zrcátka interiérová

Interiérová panoramatická zrcátka se umísťují před, případně nad, nebo vedle běžného zrcátka. Jejich hlavní výhoda spočívá v tom, že nabízejí značně širší odraz pohledu, přičemž se výhled zadním oknem mění pouze nepatrně. Při umístění před běžným vnitřním zpětným zrcátkem však zaniká možnost využití schopností zakrytého zrcátka a s ním i schopnost clonění, která je při jízdě v noci vyžadována. Rovněž některá zrcátka svými rozměry nepasují do některých automobilů. [29]

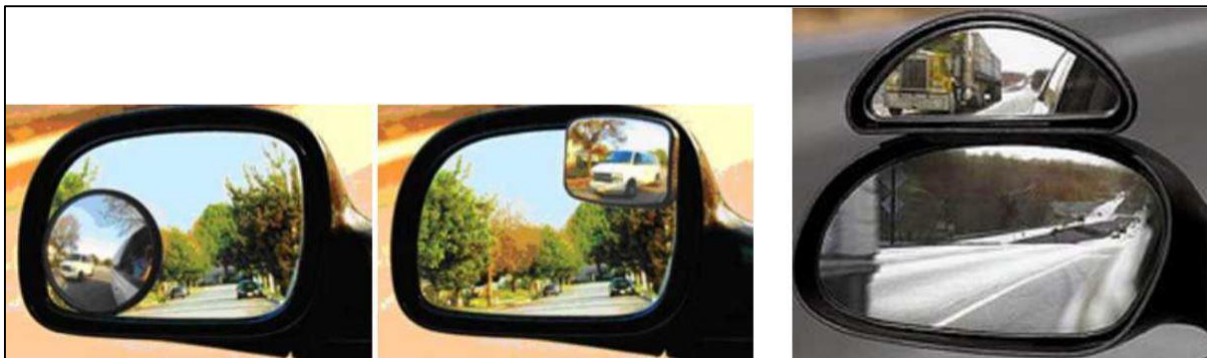


Obr. č. 13 - Pohled do panoramatického zpětného zrcátka [31]

Sekundární širokoúhlá zpětná zrcátka exteriérová

Jako zlepšení v oblasti výhledu externími zpětnými zrcátky se může jevit použití nalepovacích širokoúhlých zrcátek na odrazovou plochu zpětných zrcátek. To nabídne řidiči širší záběr výhledu, nicméně se tím zakryje část samotného hlavního zrcátka. Další nevýhodou je i to, že vznikají dvě odrazové plochy, na které řidič musí vynaložit větší míru koncentrace.

Další variantou jsou pak širokoúhlá zpětná zrcátka, která se umísťují na kryt zpětných zrcátek nad, nebo pod odrazovou plochu zpětných zrcátek. [29]



Obr. č. 14 - Sekundární širokoúhlá zpětná zrcátka [29]

Zpětná zrcátka využívající kamery

V současné době jsou na trhu již k dispozici takzvaná chytrá zrcátka, která využívají kamerových systémů. V některých zemích však nejsou schválena, jelikož panuje jistá nedůvěra vůči jejich spolehlivosti. Jejich funkci totiž může zamezit například nečistota na čočce kamery, nebo na senzorech. Japonská společnost Lexus momentálně pracuje na chytrém způsobu využití externích kamer a přenosu obrazu na displeje umístěné na stranách interiéru. [32]



Obr. č. 15 - Externí kamera Lexus [32]



Obr. č. 16 - Umístění obrazovky Lexus [32]

Rovněž Čínská společnost Xiaomi v současné době nabízí chytré zpětné zrcátko disponující několika funkcemi. V zrcátku je integrovaná GPS, kontrolující maximální povolenou rychlost. Zrcátko je rovněž napojeno na parkovací senzory a je vybaveno HD kamerou. Dále je zrcátko vybaveno Advanced Driver Assistance systémem, který má řidiče upozornit na riziko vzniku dopravní nehody při přejetí plné čáry, hlídá vozidla ve slepých úhlech a upozorní řidiče v koloně, že se vozidla před ním dala do pohybu. Dalšími funkcemi jsou WiFi, navigace, handsfree. Zrcátko je vybaveno mikrofonom a reproduktorem. Při jeho výrobě bylo dbáno na jednoduchost, aby nerozptylovalo řidiče, velikost, aby nepřekáželo ve výhledu a nenápadnost. Zrcátko si však zachovává běžné vlastnosti. [33]



Obr. č. 17 - Funkce Xiaomi 70 Steps Smart Rearview Mirror [33]

Pro zamezení vzniku dopravních nehod ovšem nestačí mít vozidlo vybaveno zpětnými zrcátky. I přes to, že je vozidlo vybaveno tou nejmodernější technologií, je nezbytné nastavení

prvků vozidla tak, aby řidič mohl dané prvky plně využívat. Následující podkapitola je zaměřena právě na správné nastavení všech nastavitelných prvků ve vozidle, pro dosažení optimální pozice řidiče.

2.4.4 Nastavení zrcátek a držení volantu

Pro zajištění optimálního výhledu řidiče z vozidla a to nejen výhledu nepřímého je nezbytné nastavit pouze zrcátka, která nám umožňují kontrolu situace za vozidlem formou nepřímého výhledu, ale rovněž nastavení sedačky a volantu. Správným posezením se totiž řidič může vyhnout rizikovým situacím, ale i smrti v případě vzniku dopravní nehody. BESIP klade důraz zejména na nastavení výšky sedadla, vzdálenosti sedáku od pedálů, polohu opěradla, výška opěrky hlavy, vzdálenost volantu od těla řidiče, bezpečnostní pásy, správné držení volantu, nastavení zpětných zrcátek. [34]

Nastavení zpětných zrcátek

Řidič by při nastavování zrcátek měl dbát na to, aby mu pro správný výhled postačovalo natočení hlavy, nikoliv naklánění se. Ve středovém zpětném zrcátku je optimální vidět celé zadní sklo, pro dostatečný výhled. Vnější zpětná zrcátka by měla co nejlépe vykrývat mrtvé úhly a zároveň aby viděl co nejvíce vedle vozidla. Podstatou zpětných zrcátek není vidět kraj vozovky, proto by zrcátka neměla být nastavena moc dolů, ale ani nahoru. Optimální je vidět jen pár milimetrů řízeného vozidla pro orientaci a co nejširší záběr tak, aby byl kompletně využit potenciál odrazové plochy. [34]

Nezbytnosti správného nastavení zpětných zrcátek se věnovali autoři v jejich společném výzkumu *Study Regarding Visibility Geometry in Vehicles' RearView Mirrors* zaměřeném na zkoumání vlivu nastavení zpětných zrcátek na výhled z vozidla. Rozdíl ve správném a komfortním nastavení úhlu zpětných zrcátek dosahoval rozdílu až 32 % na straně spolujezdce a 6 % na straně řidiče. Autoři nadnesli myšlenku, že je skutečně vhodné využívat přídavných asférických zrcátek, jelikož nabízí možnost značně širšího rozhledu. Rovněž stanovili, že správné nastavení je důležité pro zamezení vzniku dopravních nehod, a proto jako opatření navrhli, aby výrobci vozidel umísťovali do manuálů pro daná vozidla pokyny pro nastavení zpětných zrcátek tak, aby byl plně využit jejich potenciál. [35]

Z výzkumu vyplývá, že je důležité, nejen při běžné jízdě, ale i při měření v reálných podmínkách provozu nastavit zpětná zrcátka pro každou testovanou osobu správně, především proto, aby nedošlo k vzniku dopravní nehody, ale i proto, aby bylo plně využito

potenciálu zpětných zrcátek, které jsou zásadním prvkem vozidla pro kontrolu nepřímého výhledu. Správným nastavením, je eliminován mrtvý úhel, a řidič se tak nemusí zbytečně během jízdy soustředit na naklánění hlavy, nebo těla. Tím je zajištěno, že analyzované časy skutečně odpovídají času, který je pro kontrolu nezbytný a neobsahuje zbytečný čas, po který by se řidič musel dostat do polohy, ze které správně uvidí.

Výsledek práce napovídá, že pro správné určení dob, je vhodné využít optimální polohu sedadla pro daného řidiče, jelikož nesprávné nastavení sedadla vykazuje vysokou variabilitu. Rovněž je stanoveno, že nejčastěji používaným typem zpětných zrcátek jsou zrcátka asférická. Proto by se budoucí výzkumy měli zaměřit především na tento typ zrcátek, jelikož u vypouklých a rovinných zrcátek dochází k postupnému úbytku na komunikacích.

Z výše uvedeného je zřejmé, že kromě nezbytnosti dodržení zákonných požadavků, existuje řada možností, s nimiž lze nepřímý výhled z vozidla zlepšit. Nové technologie nabízejí nové možnosti a vytvářejí tak bezpečnější prostředí nejen pro řidiče. Je ovšem nezbytné dbát na správné nastavení prvků vozidla proto, aby je bylo možné správně využít. Lze tím předejít vzniku dopravních nehod, kterých s rostoucím objemem dopravy přibývá. Pro získání přehledu o situacích, jenž vyžadují pozornost je nezbytné formou pozorování získat údaje o pohledech řidičů za jízdy. Toho lze docílit volbou vhodné metody měření pohledů, které je věnována následující kapitola.

2.5 METODY MĚŘENÍ POHLEDŮ

Pro správnou volbu vhodného způsobu měření je nezbytné uvědomit si, za jakých podmínek bude měření probíhat. Pro získání přesných dat je nutné aplikovat měření v podmínkách reálného provozu a to bez narušení bezpečnosti provozu. Řidič nesmí být za jízdy omezován, ani ovlivňován přístroji určenými pro měření. Jeho jízda musí být vystavena podmínkám co nejvěrnějším běžné jízdě. Jízdou na zkušební dráze, nebo na simulátoru by nebylo možné zajistit dynamiku prostředí, kterou nabízí pouze jízda v reálných podmínkách. Kapitola se bude zabývat metodami, které byly v minulosti k analýze pohledů využívány, a z nich bude vybrána jedna, která bude pro dané testování nejvhodnější.

2.5.1 Metody sledování pohybu očí

Metody lze rozdělit do tří kategorií

- Mechanické (využití speciálních kontaktních čoček)

- Elektronické (elektrookulografie - využití elektrod umístěných v okolí očí)
- Bezkontaktní (metody založené na videozáznamech) [36]

Kontaktní čočky s cívkou

Metoda byla využívána v minulosti a pro testovanou osobu je značně nepříjemná, jelikož nutnost umístěných čoček na oku není pro testovanou osobu přirozené a rovněž je nezbytné, aby čočky byly mechanicky provázány s přístrojem. I přes to, že je metoda poměrně přesná, není z praktického hlediska pro měření za jízdy použitelná. [36]

Elektrookulografie (EOG)

Metoda spočívá v umístění elektrod v blízkosti oka. Přesto, že je pro testovanou osobu méně nepříjemná, nežli využití kontaktních čoček, je značně nepřesná. Ukáže, kam oko směřovalo, nicméně nelze určit konkrétní místo. Její využití je uplatňováno zejména při neurologických vyšetřeních, nicméně při analýze pohledů řidiče ji využít nelze. [36]

Bezkontaktní metody

Bezkontaktních metod byla využívána v minulosti celá řada. Některé byly zaměřeny pouze na sledování jednoho oka a bylo nezbytné být u přístroje ve stacionární poloze. Později se začali vyrábět přístroje, které dokázali snímat obě oči, a pracovaly na stejném principu. Fungovali na bázi odrazu světla od rohovky a zorniček. Přístroje však využívaly zrcadel, čoček a kamer. Nástupci těchto zařízení již dokázali odlišit zorničku od duhovky, čímž se usnadnila práce. To umožnilo vznik mobilních zařízení, takzvaných eye-trackerů, jejichž použití nebylo limitováno pouze na prostory laboratoří, ale mohly být využity na jiných místech. Eye-trackery nabyly různých podob od přikrývek hlavy, ke kterým byly připevněny kamery až po speciálně zkonstruované brýle s kamerami. [37]



Obr. č. 18 - Eye-trackery [37]

Přehled výzkumů Ústavu pracovní psychologie a ergonomie Univerzity Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland, byl zaměřen na souhrn a posouzení literatury zabývající se využitím eye trackingu v oblasti dopravy. Hodnotil strategie použité pro získání údajů o pohledech řidičů a kladl důraz zejména na pravděpodobnost vnímání objektů řidičem v jeho zorném poli a faktory, jenž mohou dané vnímání ovlivňovat. Článek byl zaměřen na neinvazivní techniky sledování pohybů očí při použití simulátorů, ale i v reálných podmínkách provozu, využití helmy s HD kamerami určenými pro sledování očí, záznamu pohybů očí a hlavy řidiče, vzdálenosti dohledu zorného pole a četnosti a délce mrkání. Využívání metody bezkontaktního měření pohledů bylo v publikaci označeno, jako efektivní metoda pro zkoumání kognitivních procesů a získávání údajů o pohybu očí v různých podmínkách, kterých může být v budoucnu využito pro ergonomická opatření, hlubšímu porozumění kognitivních schopností v neurologii a optimalizaci konstrukčních rozhraní pro zefektivnění výměny informací mezi člověkem a strojem, jenž ovládá. [38]

Výzkum potvrzuje, že bezkontaktní metoda měření pohledů formou eye trackingu je z hlediska provedení a efektivnosti optimální variantou.

V průběhu let minulých bylo vytvořeno mnoho přístrojů a zařízení určených ke sledování pohybu očí. Jejich praktické využití je odlišné a s technologickým pokrokem se mění i funkce těchto zařízení. Účelem kapitoly bylo vybrat optimální variantu metody měření pohledů, vhodnou pro aplikaci na řidiče jedoucího ve vozidle v běžných podmínkách provozu na pozemních komunikacích. Ze všech zmíněných metod připadá v úvahu pouze metoda bezkontaktního, mobilního eye-trackeru, kterému bude věnována následující kapitola. Právě metoda eyetrackingu je pro získávání údajů v dané problematice využívána nejčastěji.

2.6 MĚŘENÍ POMOCÍ BEZKONTAKTNÍHO, MOBILNÍHO EYE TRACKERU

Pro získání potřebných hodnot je nezbytné vybrat optimální metodu, kterou lze aplikovat v praxi. Nejvhodnější variantou se jeví metoda bezkontaktního, mobilního Eye trackingu, kterou z teoretického hlediska popisuje následující kapitola pro bližší porozumění. Samotné zařízení, a jeho aplikace budou následně popsány v praktické části.

Eye tracking původně vznikl jako vojenský nástroj, pro automatické navádění raket vrtulníků pomocí pilotova pohledu. Později se začal uplatňovat i v ostatních odvětvích, zejména marketingu či webdesignu. [39]

Technologie eye-tracking funguje na principu sledování pohybu očí při vnímání obrazu pomocí zařízení nazývaného eye-tracker. U většiny eye-trackerů používaných v dnešní době je pozice oka a směr pohledu zjišťován bezkontaktně. Bezkontaktní měření spočívá v zaznamenávání viditelných částí oka – zornice, hranice duhovky a bělma a korneálního (rohovkového) odrazu přímého paprsku infračerveného světla. Střed zornice a odražené světlo je zaznamenáván vysokorychlostní kamerou, nebo několika kamerami a pomocí rozpoznávání obrazu je vypočítán pohyb oka. [40]

Eye Tracker je zařízení, schopné snímat pohled oka na určité objekty a převádět jej do elektronického zobrazení počítačovou formou. Technologie vychází z fyziologie lidského oka, ve kterém je skutečný zorný úhel oka dán žlutou skvrnou na sítnici a průměrem zorničky. Přístroj je díky technologii kalibrace oka schopen měřit střed zorného pole s přesností $0,5^\circ$ a více. [41]

Tato přesnost je vyšší, než přesnost samotného oka a v kombinaci s rychlostí sběru dat výrazně převyšuje i schopnost lidského oka sbírat informace. [41]

Christer Ahlstrom a Tania Dukic z Swedish National Road and Transport Research Institute porovnávali systémy jednokamerových a vícekamerových eye trackerů při použití za jízdy. Dospěli k názoru, že není zásadní rozdíl ve výsledcích 53 testovaných osob. Jednokamerové systémy byly označeny, jako výhodnější, z hlediska ceny, náročnosti manipulace a instalace ve vozidle. Vícekamerové systémy však vykazovaly nepatrně vyšší přesnost. [42]

Z výzkumu vyplývá, že pro zjištění konkrétních časů je dostačující jednokamerový systém eye trackingu, nicméně pro měření zadané práce bude pro získání přesnějších výsledků využito vícekamerového systému.

Prof. Dr. Ernst Pflieger spolu s Manfredem Hohenbüchlerem se ve své práci Viewing Analyses of Drivers of Electrically Powered Bicycles and SEGWAYS in Conflicts with Bicyclists, Pedestrians and other Road Users věnovali analýze pohledů uživatelů segwayů a elektrokol, jejichž zastoupení v dopravě v posledních letech rapidně roste. Pozornost byla věnována zejména pohledům souvisejících s nebezpečnými podněty. Výzkum probíhal na známé Vídeňské cyklostezce a k zjištění směru pohledů daných probandů bylo využito zařízení na bázi eyetrackingu. Hlavní potenciál nebezpečí autoři práce shledávali zejména v užívání elektrokol, která disponují možností jízdy vyšší rychlostí a zároveň jejich uživatelé nemají takový výcvik,

jako u běžných kol, zejména kvůli méně namáhavé činnosti. Bylo prokázáno, že pohledy uživatelů segwayů jsou častěji zaměřovány na obrubníky a nerovnosti povrchu, nežli u uživatelů elektrokol. Dané pohledy směřované na nerovnosti trvali až 0,8 s na rozdíl od pohledů na cyklisty kolem, jejichž fixace se pohybovala kolem 0,4 s. Vyšší doba pohledů směřovaných na nerovnosti povrchu a obrubníky je dána tím, že je uživatel segwayů vnímá, jako značně rizikovější. V případě, že proband na segwayi projížděl v blízkosti chodců, věnoval jim pozornost do doby, kdy byli v bezprostřední blízkosti a následně svůj pohled znovu směřoval na povrch cyklostezky. Uživatelé elektrokol mají naopak od jezdců na segwayích tendenci sledovat objekty vzdálenější a na rozdíl od sledování povrchu cyklostezky sledují více okolí (např. billboardy). Cyklisté mají rovněž tendenci sledovat a následovat cyklistu jedoucího před nimi. Segwaye byly označeny, jako bezpečnější, na rozdíl od elektrokol, jejichž uživatelé mnohdy nedokáží odhadnout správnou rychlost pro danou dopravní situaci a jsou tedy nebezpečnějším faktorem, který může s vyšší pravděpodobností zapříčinit vznik kolize na rozdíl od uživatelů segwayů. Z výzkumu rovněž vyplynulo, že fixace pohledů uživatelů elektrokol, kteří se pohybují vyšší rychlostí je procentuálně vyšší, nežli u jezdců na segwayích.

Z výzkumu vyplývá, že dochází k odlišnostem pohledů v závislosti na rychlosti, využitém dopravním prostředku a dopravní situaci, z čehož lze odvodit, že by v budoucnu bylo žádoucí zaměřit další zkoumání rozdílným rychlostem jízdy. Z výzkumu je rovněž patrné, že zařízení na bázi eyetrackingu je vhodnou variantou pro zajištění údajů o pohledech při vystavení pohybu, ke kterému dochází při jízdě. Hodnoty pohledů zjištěné v dané práci rovněž napovídají tomu, že dochází k rozdílu u řízení odlišných dopravních prostředků. [53]

Měření pohledů formou bezkontaktního eyetrackeru bylo využito i v práci, na které se podíleli R. Kledus, M. Semela a A. Bradáč. Jejich výzkum *Experimental research on the differences in a driver's perception of objects from stationary and moving vehicles* prezentovaný na *International Journal of Forensic Engineering* 2012, byl zaměřen na identifikaci chodce v reálných podmínkách provozu při jízdě v noci. Výzkum probíhal na 29 km dlouhé trase umožňující širší škálu rychlostí (40 – 90 km/h), na které se nacházelo 15 stanovišť s chodci, kteří se nacházeli převážně na pravé straně vozovky, ale v některých případech na levé a křížovali vozovku tak, aby docílili věrné simulace reálného chodce. Jako výzkumná vozidla byla využita vozidlo značky Škoda, přičemž jedno bylo vybaveno světlomety s klasickou žárovkou typu H7 a jedno xenonovými světlomety. Testováno bylo 7 řidičů, kteří nedostali informace o prováděném výzkumu, aby bylo docíleno nejvyšší přesnosti srovnatelné s podmínkami reálného provozu. Bylo prokázáno, že v některých případech se zejména u potkávacích světél

díky dynamickým pohybům vozidla ve srovnání s předchozími měřeními ve stacionárním vozidle, může být detekční vzdálenost prodloužena. Složitost dopravní situace a nutnost věnovat se řízení vozidla však detekční vzdálenost může zkrátit. I přes to, že se výzkum nezabýval reakční dobou, uvedli autoři, že z předešlých výzkumů je rovněž patrné, že se v noci reakční doba prodlužuje, na rozdíl od jízdy ve dne. I přes jízdu v noci byly však některé časy reakcí kratší, než 0,5 s, což autoři označili, jako překvapivý výsledek. Metoda eyetrackingu byla autory označena jako vhodná, pro danou oblast a rovněž bylo doporučeno, aby byly chodci obecně informováni o reflexních prvcích a oblečení vhodném pro včasnější detekci řidičem jedoucího vozidla. Jako vhodné autoři označili i aplikaci inovativních prvků, jako jsou noční asistenty. Rozdíl v detekci chodce při použití xenonových a běžných žárovek nebyl zjištěn. [54]

Ing. Eva Bláhová se ve své diplomové práci zabývala zkoumáním doby odchýlení pohledu od směru jízdy na okolní prvky komunikace a rovněž na palubní desku a zpětná zrcátka řízeného vozidla. Průměrná doba se pohybovala na úrovni 0,6 s. Rovněž stanovila, že nejdelší čas byl věnován chodcům. Výzkum probíhal na úseku dlouhém 29 km. Pro získání měřených dat bylo použito německé měřicí zařízení Viewpointssystem GmbH. [43]

Obdobně, jako Ing. Eva Bláhová se zabýval ve své diplomové práci Ing. Vojtěch Krejčí zkoumáním doby odchýlení pohledu řidiče od směru jízdy na palubní desku a do zpětných zrcátek řízeného vozidla. K měření bylo použito zařízení eyetracker zkonstruováno společností Pupils-labs. Zařízení bylo složeno z dvou kamer, z nichž jedna zabírala oko řidiče a jedna jeho okolí. Jako měřicí úsek zvolil 8 km dlouhou trasu přes Brno. Měření probíhalo s 15 respondenty. Na základě měření stanovil, že průměrné doby pohledů řidičů se liší v rámci pozorovaného objektu a to následovně:

Levé zpětné zrcátko: 0,6 s. Pravé zpětné zrcátko 0,49 s. Vnitřní zpětné zrcátko 0,62 s. Palubní deska 0,74 s. [44]

Ing. Darja Nováková se ve své diplomové práci zabývala dobou, na kterou řidič odvrátí pohled na prvky kolem komunikace. Měření probíhalo za pomoci 15 respondentů a s měřicím zařízením eyetracker od společnosti Pupils-labs. Průměrná doba odvrácení pohledu zjištěna na základě 12 úspěšných měření dosahovala hodnoty 0,6 s. [79]

Z předchozích tří prací je patrné, že doba odvrácení pohledu od směru jízdy ať na okolní prvky komunikace, na palubní desku vozidla, nebo do zpětných zrcátek mělo v průměru vždy

kolem 0,6 s. Lze se tedy domnívat, že i hodnoty, jenž budou naměřené v této práci, mohou být obdobné.

Za pomoci využití technologie eye-trackingu, kterým bude vybaven řidič vozidla lze tedy získat přehled o dobách, které jsou nezbytné pro kontrolu situace za vozidlem. Pomocí zpětné analýzy videozáznamů bude možné určit moment, kdy řidič započal kontrolu zpětného zrcátka, dobu přesunu pohledu, dobu fixace pohledu a dobu zpětného přesunu ke kontrole situace před vozidlem a součtem těchto hodnot celkovou dobu kontroly formou nepřímého výhledu. Získané hodnoty bude následně možné přiřadit ke konkrétním manévřům a tím určit pro dané manévry celkový čas kontroly zpětných zrcátek.

3 STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ

V minulosti byly prováděny analýzy dob pohledů řidičů souvisejících s kontrolou konkrétních zpětných zrcátek v noci i ve dne. Bylo by vhodné aplikovat měření na konkrétní manévry související s častým výskytem dopravních nehod v denní době. Pro tento případ však bude nezbytné nejen měřit hodnoty, ale určit jejich správnou posloupnost.

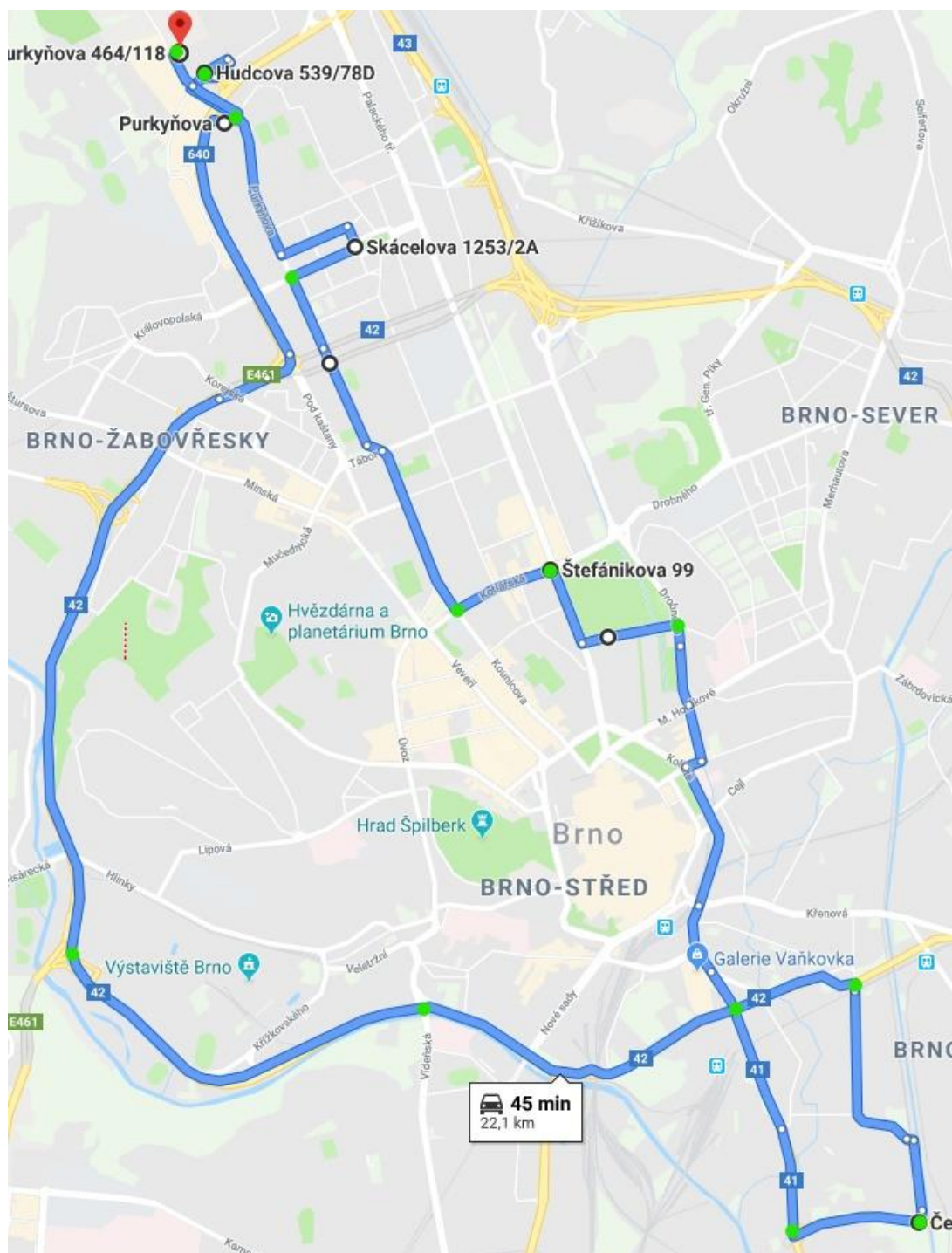
Dílčí cíle:

1. Naměření dostatečného počtu jednotlivých pohledů směřovaných do zpětných zrcátek při jízdě v běžném, městském provozu za denní doby a následná analýza dat.
2. Vyhodnocení doby, kterou řidič potřebuje k přesunu pohledu ze situace před vozidlem do zpětného zrcátka, fixaci pohledu a přesunu pohledu řidiče ze zpětného zrcátka zpět na situaci před vozidlem.
3. Vyhodnocení celkové doby řidiče potřebné ke kontrole situace za vozidlem ve zpětném zrcátku.
4. Analýza celkových dob pohledů pro každé ze zrcátek.
5. Porovnání situací a fixací vzhledem k situaci
6. Určení celkové doby kontroly zrcátek pro bezpečné vyhodnocení jízdního manévru: změnu jízdního pruhu.
7. Určení celkové doby kontroly zrcátek pro bezpečné vyhodnocení jízdního manévru: objetí stojící překážky.
8. Určení celkové doby kontroly zrcátek pro bezpečné vyhodnocení jízdního manévru: odbočení
9. Porovnání celkových zjištěných dob odvrácení pohledů z hodnotami uváděnými v literatuře

Získaná data mohou být v budoucnu využita při analýze dopravních nehod zapříčiněných nedostatečnou kontrolou situace za vozidlem u vybraných jízdních manévru a pro možné inovace v oblasti konstrukcí zpětných zrcátek a inteligentních systémů vozidel.

4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

4.1 TRASA



Obr. č. 19 - Trasa [46]

Celková délka zvolené trasy je 22,1 km a obsahuje 13 kontrolních bodů, které jsou na přiložené mapě označeny zeleně.

Trasa byla projížděna za slunečného dne bez snížených podmínek viditelnosti na suchém, živém povrchu. Úseky trasy byly voleny tak, aby zahrnovali jízdu přes hlavní městské tahy, včetně ulic souběžných s tramvajovou kolejí, kde museli řidiči věnovat více pozornosti kontrole situace za vozidlem například při objíždění stojících překážek a odbočování. Trasa rovněž zahrnovala úseky méně frekventované, soustředěné na odbočování. Pro zajištění stejných podmínek byli řidiči navigováni po trase přednastavenou navigací s displejem umístěným ve středu palubní desky zkušební vozidla. Měření na trase probíhalo během dvou dní mezi 12:50 – 19:00 hod.. Objem dopravy byl proměnlivý vzhledem k času jízdy.

4.2 ZKUŠEBNÍ VOZIDLO A MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Pro účely měření bylo využito zkušební vozidlo Ústavu soudního inženýrství BMW 530d xDrive Touring s automatickou převodovkou. Vozidlo disponuje řadou asistenčních prvků, jako jsou například:

- noční vidění s rozpoznáváním chodců
- aktivní ochranu před bočním nárazem
- adaptivní tempomat
- dálkově ovládané parkování
- hlídání mrtvých úhlů
- sledování jízdních pruhů
- samočinná jízda

Za účelem získání videozáznamu řidičových pohledů bylo využito zařízení společnosti Ergoneers a to konkrétně Dikablis glasses řady 3, což je v podstatě plastová konstrukce brýlí, disponující 3 nastavitelnými kamerami, z nichž jedna sleduje dění před řidičem a dvě jsou zaměřeny na zorničky řidiče. [47]



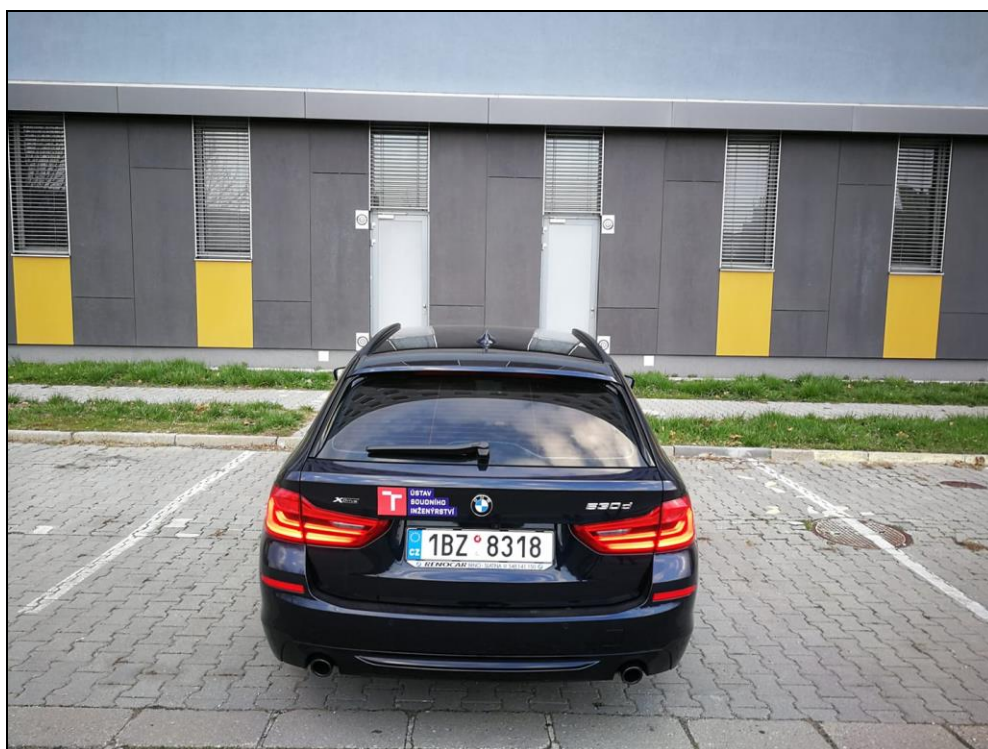
Obr. č. 20 - Ukázka zařízení Dikablis Glasses 3 [47]

Oční kamery umožňují nahrávat v rozlišení 648 x 488 pixelů a dopředná kamera 1920 x 1080 a celková váha je 52 g. Brýle jsou kabelem propojeny s počítačem nacházejícím se v kufru vozidla, který je současně propojen s PC displejem umístěným na sedačce spolujezdce, což umožňuje kontrolu funkce měřícího zařízení během jízdy. Tento počítač je součástí Vehicle testing kit, rovněž od společnosti Ergoneers a mimo zmíněné toto zařízení disponuje 2 mikrofony, 4 kamerami, GPS senzorem atd. Software umožňující propojení a práci s Dikablis glasses - D-Lab Video Essential, s jehož pomocí byly záznamy pořízeny, posloužil rovněž jako kontrola během testovacích jízd. [47] Z pořízených videozáznamů byly následně získány časy fixací a sakád jednotlivých pohledů souvisejících s kontrolou situace za vozidlem formou přehrávání po jednotlivých framech, z nichž se odečtem získala hodnota doby jednotlivých akcí. Analýza videozáznamu probíhala pomocí programu Media Player Classic a data byla zaznamenávána pomocí programu Microsoft Office Excel, s jehož pomocí byla následně data vyhodnocována matematickými a statistickými funkcemi.

Průběh měření

Před zahájením měření bylo nezbytné, aby se řidič pohodlně usadil, nastavil sedadlo a zrcátka, podle potřeby. Následně si nasadil Dikablis glasses a s vozidlem dojel ke kalibračním terčům, které byly umístěny na zdi. Dalším krokem bylo provedení kalibrace, jenž spočívala

v zaměření kamer na zorničky probanda, a v následném označení bodů na monitoru vzhledem k pohledu na konkrétní terčík. Po celou dobu kalibrace bylo nezbytné, aby řidič setrval v klidné poloze bez pohybu hlavou a pohyboval pouze očima. Po úspěšné kalibraci se provedla kontrola pohledu na zpětná zrcátka, navigaci a přístrojovou desku. Po celou dobu tvorby nových záznamů bylo rovněž kontrolováno, zdali jsou zapnuty veškeré prvky nezbytné pro tvorbu záznamu a následně se řidič s vozidlem přesunul na bod, na němž se kalibrovala navigace. Po úspěšném nalezení trasy se začala konat samotná jízda. Během záznamu bylo rovněž kontrolováno, zdali nedošlo k situaci, při níž by přístroj přestal nahrávat, nebo k přerušení správné kalibrace. V průběhu jízdy bylo nahrávání průběžně ukládáno a opětovně spouštěno.



Obr. č. 21 - Ukázka měřicího vozidla před kalibračními terčíky [48]

4.3 PROBANDI

Celkově se měření zúčastnilo 12 mužů ve věku 22 – 37 let.

Tab. č. 3 - Přehled testovaných řidičů [55]

Řidič	Věk	Kategorie ŘP	Průměrný roční nájezd (tis. km)	Celkový nájezd (tis. km)	Řidič z povolání	Profese	Zrak
R1	25	AM/A1/B/B1/T	20	100	ne	produktový manažer	OK
R2	37	AM/A1/B/B1	15	500	ne	logistik	OK
R3	22	AM/B/B1	20	80	ne	živnostník	čočky
R4	35	B	20	120	ne	stavební inženýr	OK
R5	23	AM/A1/A2/B/B1	40	280	ne	živnostník	OK
R6	22	AM/B/B1	45	80	ne	projektový inženýr	OK
R7	23	AM/B/B1	8	30	ne	student	OK
R8	25	AM/A1/A2/A/B/B1	15	80	ne	voják	OK
R9	36	A1/B	40	500	ano	obchodní manažer	OK
R10	34	AM/B/B1	40	600	ne	zedník	Brýle
R11	30	AM/B/B1	60	350	ne	strojník	OK
R12	25	B	100	400	ne	servisní technik	Brýle

5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

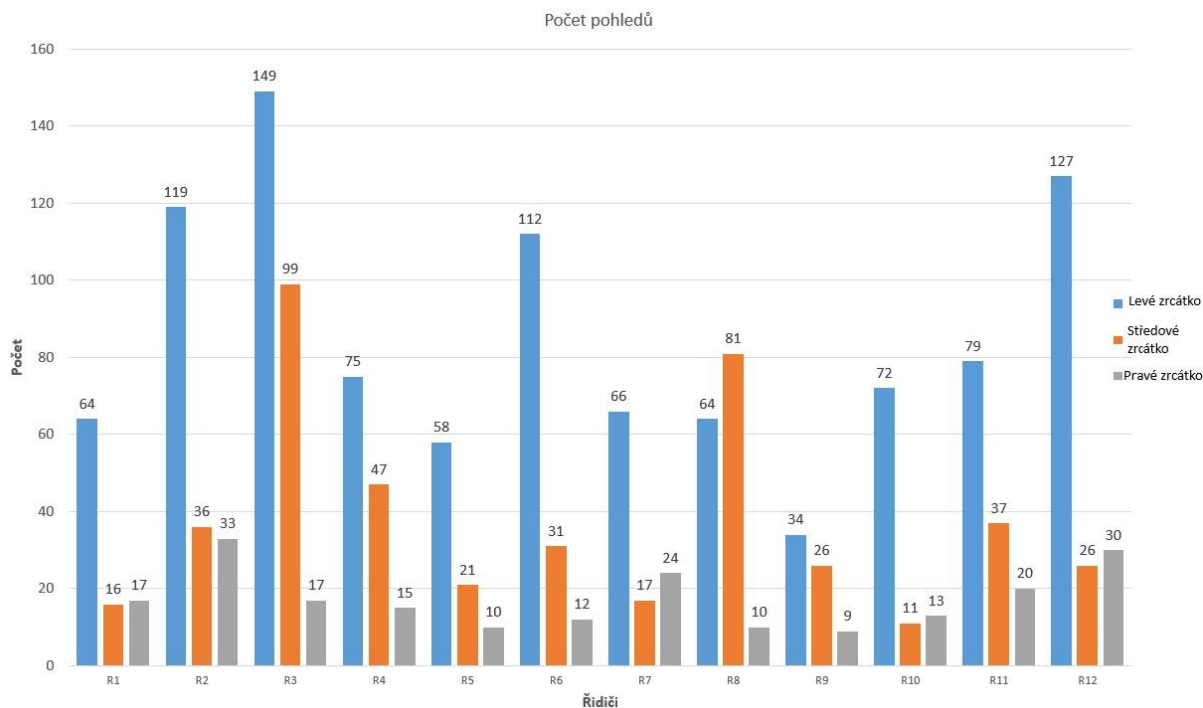
5.1 VIDEOZÁZNAMY

Jednotlivé jízdní zkoušky trvaly cca 40 minut, z čehož průměrná doba sledování zpětných zrcátek činila 4,7 %.

Tab. č. 4 - Přehled počtu pohledů [55]

Řidič	Celková doba záznamů (mm:ss,000)	Počet pohledů	Průměrná doba mezi pohledy (s)	Počet pohledů do levého zpětného zrcátka	Počet pohledů do středového zpětného zrcátka	Počet pohledů do pravého zpětného zrcátka
R1	34:18,785	97	21,2	64	16	17
R2	41:14,027	188	13,2	119	36	33
R3	46:03,660	265	10,4	149	99	17
R4	47:24,117	137	20,8	75	47	15
R5	36:24,236	89	24,5	58	21	10
R6	45:25,540	155	17,6	112	31	12
R7	41:09,646	107	23	66	17	24
R8	37:21,399	155	14,5	64	81	10
R9	35:32,738	69	30,9	34	26	9
R10	38:18,795	96	23,9	72	11	13
R11	33:28,977	139	14,5	79	37	20
R12	37:02,271	183	12,1	127	26	30
Min	33:28,977	69	10,4	34	11	9
Max	47:24,117	265	30,9	149	99	33

Z hlediska frekvence pozorování zpětných zrcátek za průběh záznamů se kontrole za vozidlem nejčastěji věnoval řidič R3, který svůj pohled směřoval na kontrolu zpětných zrcátek v průměru každých 10,4 s, na rozdíl od řidiče R9, který využíval zrcátka v průměru každých 30,9 s.



Graf č. 1 - Přehled počtu pohledů řidičů do jednotlivých zpětných zrcátek [55]

5.2 PRŮMĚRNÉ HODNOTY POHLEDŮ

Za průběh jízd bylo uskutečněno celkově 1680 pohledů souvisejících s kontrolou situace za vozidlem, což je průměrně 140 pohledů každého řidiče za 40 minut trvající jízdu. V průběhu jízd docházelo k situacím, kdy vozidlo stálo, a řidič nebyl vystaven jízdě, tudíž kromě celkového náhledu byly vytvořeny přehledy pro situace samotné kontroly při jízdě a manévrech, při stání a při couvání. Hodnoty průměrných časů při stání a couvání se odlišovaly od hodnot při jízdě, proto bylo na každou z těchto situací nahlíženo zvlášť.

Tab. č. 5 - Porovnání průměrných časů odvrácení pohledů od směru jízdy celkem a během jízdy, včetně manévrů [55]

Řidič	Celkový čas	Počet	Průměr (s)
R1	01:17,955	97	0,8
R2	02:05,276	188	0,7
R3	03:13,187	265	0,7
R4	01:52,618	137	0,8
R5	00:58,661	89	0,7
R6	01:58,282	155	0,8
R7	01:27,452	107	0,8
R8	02:05,052	155	0,8
R9	01:09,411	69	1
R10	01:14,787	96	0,8
R11	01:44,494	139	0,7
R12	02:41,962	183	0,9
SUMA	21:49,137	1680	
Průměr celkem			0,8

Řidič	Celkový čas	Počet	Průměr (s)
R1	01:08,071	86	0,8
R2	01:52,370	175	0,6
R3	02:15,185	207	0,6
R4	01:12,885	97	0,7
R5	00:44,807	73	0,6
R6	01:22,759	116	0,7
R7	00:55,638	70	0,7
R8	01:39,100	127	0,8
R9	00:57,952	59	0,9
R10	01:02,735	86	0,7
R11	01:27,517	114	0,7
R12	02:03,664	157	0,8
SUMA	16:42,683	1367	
Průměr celkem			0,7

Z tabulky je patrné, že většina kontrolních pohledů v počtu 1367 byla vykonána během jízdy, ať se jednalo o kontrolní pohledy, nebo jízdní manévry. Průměrná délka kontrolních pohledů všech řidičů během jízdy dosahovala času 0,7 s na rozdíl od celkového průměru zahrnujícího i pohledy během stání vozidla a při couvání, jenž dosahoval hodnoty 0,8 s.

Tab. č. 6 - Porovnání průměrných časů pohledů kontroly dění za vozidlem při stání vozidla a couvání [55]

Řidič	Celkový čas	Počet	Průměr (s)
R1	00:09,884	11	0,9
R2	00:12,906	13	0,1
R3	00:58,002	58	1
R4	00:39,733	40	1
R5	00:13,854	16	0,9
R6	00:31,847	36	0,9
R7	00:26,136	30	0,9
R8	00:20,717	21	0,8
R9	00:11,459	10	1,1
R10	00:12,052	10	1,2
R11	00:14,396	22	0,7
R12	00:38,298	26	1,3
SUMA	04:49,284	293	
Průměr celkem			1

Řidič	Celkový čas	Počet	Průměr (s)
R6	00:03,676	3	1,2
R7	00:05,678	7	0,8
R8	00:05,235	7	0,7
R11	00:02,581	3	0,9
SUMA	00:17,170	20	
Průměr celkem			0,9

Při stání vozidla ať již na světelné křižovatce, na přechodu, nebo v koloně bylo učiněno celkově 293 kontrolních pohledů do zpětných zrcátek. Průměrná délka těchto pohledů činila 1 s, což je o 0,3 s déle, než průměrná hodnota kontrolních pohledů vykonaných během jízdy. Couvání bylo zaznamenáno celkem u 4 řidičů v celkovém počtu 20 pohledů, z nichž 2 ze 3 u řidiče R11 byly směřovány do pravého zadního okna, z důvodu vycouvávání do komunikace. Jeden pohled do pravého zadního okna proběhl během manévru odbočování vpravo, před zastavením a následným započítáním couvání. Průměrný čas pohledů souvisejících s kontrolou dění za vozidlem při couvání činil 0,9 s.

5.3 PRŮMĚRNÉ HODNOTY SAKÁD A FIXACÍ

5.3.1 Levé zpětné zrcátko

Tab. č. 7 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka [55]

Řidič	Ø Sakády 1 (s)	Ø fixace (s)	Ø Sakády 2 (s)	Celkový čas sakád (s)	Celkový čas odvrácení pohledů (s)	Počet
R1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	64
R2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	119
R3	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	149
R4	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	75
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	58
R6	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	112
R7	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	66
R8	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	64
R9	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	34
R10	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	72
R11	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	79
R12	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	127
Ø celkem	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	85
Celkový počet						1019

Z celkového počtu 1680 pohledů bylo levé zpětné zrcátko nejčastěji využíváno pro kontrolu dění za vozidlem a to v počtu 1019 pohledů. Průměrná hodnota sakád směřujících do levého zpětného zrcátka, činila 0,1 s, průměrná hodnota fixací 0,5 s a průměrná hodnota zpětných sakád 0,1 s.

5.3.2 Středové zpětné zrcátko

Tab. č. 8 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka [55]

Řidič	Ø Sakády 1 (s)	Ø fixace (s)	Ø Sakády 2 (s)	Celkový čas sakád (s)	Celkový čas odvrácení pohledů (s)	Počet
R1	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	16
R2	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	36
R3	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	99
R4	0,1	1	0,1	0,2	1,2	47
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	21
R6	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	31
R7	0,1	0,8	0,1	0,2	1	17
R8	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	81
R9	0,1	0,8	0,1	0,2	1	26
R10	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	11
R11	0,1	0,9	0,1	0,2	1,1	37
R12	0,1	0,9	0,1	0,2	1,1	26
Ø celkem	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	37
Celkový počet						448

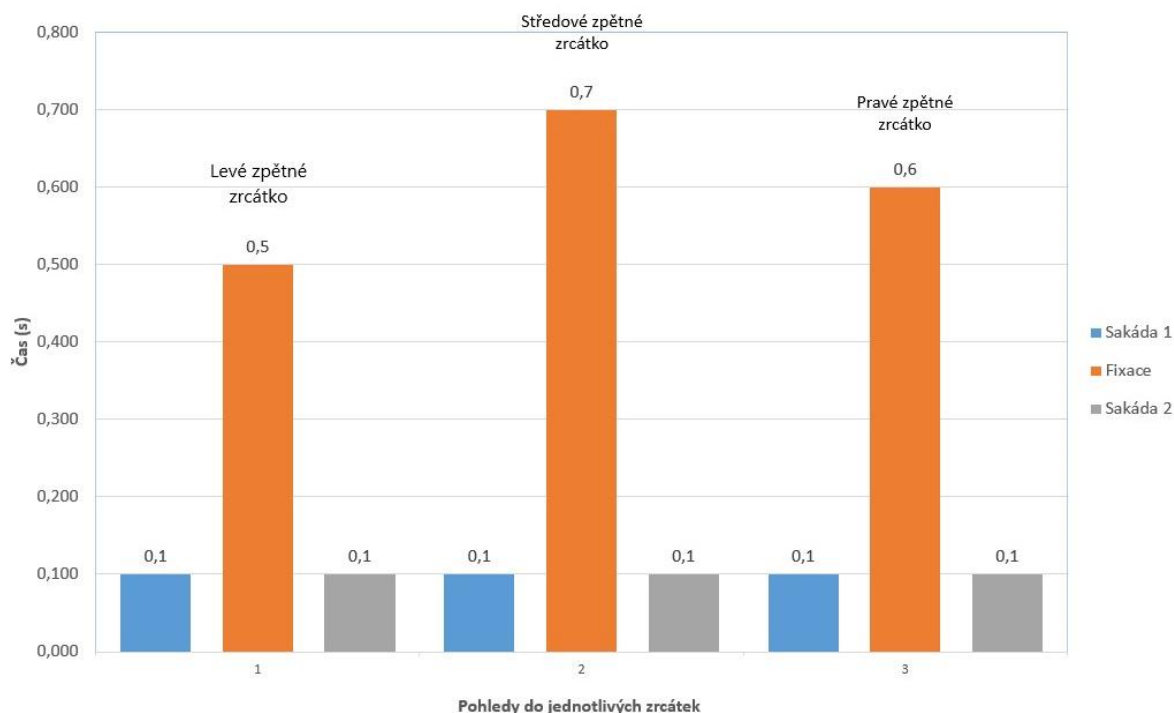
Za průběh jízd bylo středové zpětné zrcátko využito celkem 448x. Průměrná celková hodnota sakád směřujících do zrcátka činila 0,1 s, hodnota fixací 0,7 s a průměrná hodnota zpětných sakád 0,1 s. Z průměrné délky fixací je patrné, že se řidiči v průměru dívají středovým zpětným zrcátkem déle, než zrcátkem levým a pravým. Z hodnot sakád však vyplývá, že přesuny pohledů do jednotlivých zrcátek a zpět jsou srovnatelné. S počtem 448 pohledů je středové zpětné zrcátko vzhledem k četnosti využití druhé v pořadí po levém zpětném zrcátku.

5.3.3 Právě zpětné zrcátko

Tab. č. 9 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka [55]

Řidič	Ø Sakády 1 (s)	Ø fixace (s)	Ø Sakády 2 (s)	Celkový čas sakád (s)	Celkový čas odvrácení pohledů (s)	Počet
R1	0,2	0,5	0,1	0,3	0,8	17
R2	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	33
R3	0,2	0,4	0,1	0,3	0,7	17
R4	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	15
R5	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	10
R6	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	12
R7	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	24
R8	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	10
R9	0,2	0,8	0,1	0,3	1,1	9
R10	0,2	0,7	0,1	0,3	1	13
R11	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	20
R12	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	30
Ø celkem	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	18
Celkový počet						210

V pořadí zpětných zrcátek s počtem pohledů 210 je právě zpětné zrcátko na třetím místě vzhledem k četnosti využití ke kontrole dění za vozidlem. Průměrné hodnoty sakád pohledů do pravého zpětného zrcátka jsou v poměru ostatních zrcátek nejdelší, jelikož řidič musí více natočit hlavu a celková vzdálenost pro sakádu je tedy delší, než u ostatních zpětných zrcátek, nicméně po zaokrouhlení hodnot je průměrná sakáda směřovaná do pravého zpětného zrcátka trvá 0,1 s a zpětná sakáda 0,1 s. Průměrná hodnota fixace činila 0,6 s.



Graf č. 2 - Přehled průměrných hodnot sakád a fixací všech pohledů pro jednotlivá zrcátka [55]

5.3.4 Přímý výhled

Tab. č. 10 - Přehled kontroly přes pravé zadní okno [55]

Řidič	Čas S1 (s)	Čas fixace (s)	Čas S2 (s)	Situace	Pohled
R11	0,2	0,6	0,2	Odbočování vpravo	Vpřed
	0,2	1,2	0,2	Kontrola - couvání	Vpřed
	0,1	0,2	0,2	Kontrola - couvání	Z P. O.

Během jízdy řidiče R11 došlo ke sjetí z trasy, čímž vznikla nutnost vozidlo otočit. Již během odbočování do vjezdu, z něhož řidič následně vycouval do vozovky, kontroloval dění na pravé straně za vozidlem skrze pravé zadní okno. Při následném couvání využil daný způsob kontroly ještě dvakrát, přičemž druhý pohled byl směřován z pravého předního okna, tudíž jeho sakáda je značně kratší. Pro nedostatek dat nebyl pro daný způsob kontroly tvořen průměr, ale pouze náhled jednotlivých časů sakád a fixací s přehledem situace a směru pohledu.

5.3.5 Sakády směřované z postranních oken do zrcátek a naopak

Během jízd docházelo zejména při odbočování k pohledům do postranních zpětných zrcátek z levého / pravého okna a naopak do levého / pravého. Podrobnější přehled těchto pohledů je uveden v následující tabulce.

Tab. č. 11 - Přehled sakád z a do postranních oken [55]

Řidič	Ø délka sakády do levého okna (s)	Ø délka sakády do pravého okna (s)	Ø délka sakády z levého okna (s)	Ø délka sakády z pravého okna (s)	Počet sakád směřovaných do levého okna	Počet sakád směřovaných do pravého okna	Počet sakád směřovaných z levého okna	Počet sakád směřovaných z pravého okna
R1	0,07	0,03	0,02	0,02	3	2	3	1
R2	0,05	0,03	0,03	X	9	2	13	0
R3	0,06	X	0,03	X	10	0	3	0
R4	0,06	X	0,03	X	5	0	7	0
R5	0,05	X	0,04	X	10	0	4	0
R6	0,07	0,04	0,06	X	10	1	8	0
R7	0,06	0,03	0,06	0,05	10	1	6	1
R8	0,07	X	X	X	10	0	0	0
R9	X	X	0,10	X	0	0	1	0
R10	0,04	0,07	X	0,06	7	1	0	1
R11	0,07	X	0,07	0,10	3	0	2	1
R12	0,10	X	0,05	X	6	0	1	0
Ø celkem	0,06	0,04	0,04	0,06	83	7	48	4

Z celkových 1680 pohledů bylo celkově 142 sakád (4 %), směřovaných do, nebo z postranního okna vozidla. V případě levého postranního zrcátka se většinou jednalo o sledování směru jízdy při odbočování vlevo a kontroly dění kolem vozidla během stání na světelné křižovatce, nebo v koloně. Daný typ pohledů figuroval i při předjíždění, přejezdu do levého jízdního pruhu a couvání. V případě pravého zpětného zrcátka došlo k pohledu z, nebo do postranního okna celkově 11x a to při couvání, odbočování vpravo, kontrole, stání na semaforu a jednou při odbočování vlevo. Lze tedy konstatovat, že u zmíněných manévru dochází k pohledům, při nichž je délka sakád zhruba poloviční, oproti uvedeným průměrným hodnotám.

6 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Z minulé kapitoly je patrné, že průměrné hodnoty fixací se vzájemně odlišují v závislosti na použitém zpětném zrcátku. Časy celkových pohledů se však rovněž odlišují v závislosti na situaci, ve které se řidič nachází. Tato kapitola je tedy věnována podrobnějšímu rozboru sakád a fixací konkrétních zpětných zrcátek v závislosti na situaci. Závěr kapitoly je věnován rozboru jednotlivých manévrů.

6.1 POROVNÁNÍ SAKÁD A FIXACÍ Z HLEDISKA SITUACE

6.1.1 Levé zpětné zrcátko

Jízda

Tab. č. 12 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při jízdě [55]

Řidič	Ø sakády 1 - jízda (s)	Ø Fixace - jízda (s)	Ø sakády 2 - jízda (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	58
R2	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	114
R3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	122
R4	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	56
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	47
R6	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	79
R7	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	43
R8	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	50
R9	0,1	0,8	0,1	0,2	1,0	30
R10	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	66
R11	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	62
R12	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	115
Ø celkem	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	842
Medián	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	

Stání

Tab. č. 13 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při stání [55]

Řidič	Ø sakády 1 - stání (s)	Ø Fixace - stání (s)	Ø sakády 2 - stání (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R1	0,2	0,8	0,2	0,4	1,2	6
R2	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	5
R3	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	27
R4	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	19
R5	0,1	0,8	0,1	0,2	1,0	11
R6	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	31
R7	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	23
R8	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	10
R9	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	4
R10	0,2	1,0	0,1	0,3	1,3	6
R11	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	16
R12	0,2	1,1	0,1	0,3	1,4	12
Ø celkem	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	170
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

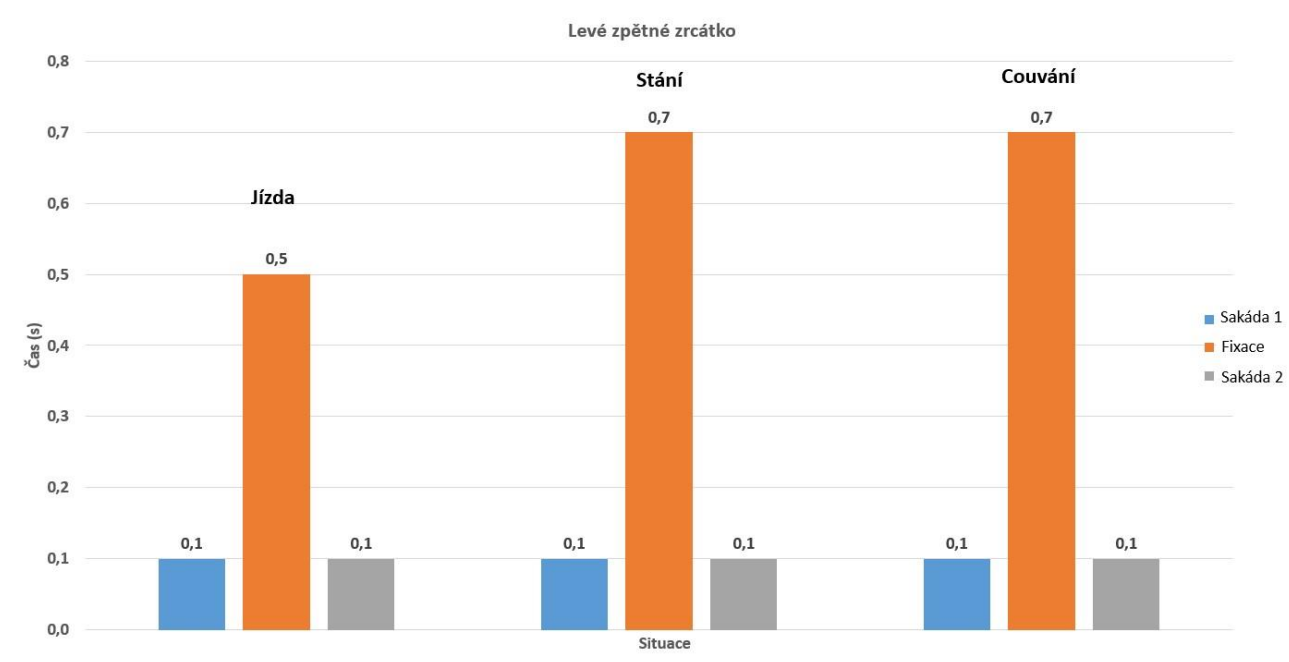
Couvání

Tab. č. 14 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při couvání [55]

Řidič	Ø sakády 1 - stání (s)	Ø Fixace - stání (s)	Ø sakády 2 - stání (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R6	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	2
R7	0,1	0,9	0,1	0,2	1,1	3
R8	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	4
R11	0,1	0,3	0,1	0,2	0,5	1
Ø celkem	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	10
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

Nejčastěji bylo levé zpětné zrcátko využíváno při jízdě v počtu 842 kontrolních pohledů, následně při stání v počtu 170 pohledů a couvání v počtu 10 pohledů. Průměrné délky sakád dosahují ve všech situacích obdobných hodnot, nicméně délky fixací se odlišují. Průměrné fixace při jízdě byli kratší o necelých 0,2 s, což bylo zřejmě zapříčiněno jízdou a nutností kontrolovat dění před pohybujícím se objektem, kterým je vozidlo. S kratší vzdáleností se rovněž krátí čas na provedení případného manévru, což již bylo zmíněno v úvodu práce. Fixace stání a couvání jsou

vyšší, jelikož při stání řidič podvědomě není nucen kontrolovat jízdu a při couvání potřebuje naopak více času pro dění za vozidlem.



Graf č. 3 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]

6.1.2 Středové zpětné zrcátko

Jízda

Tab. č. 15 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka při jízdě [55]

Řidič	Ø sakády 1 - jízda (s)	Ø Fixace - jízda (s)	Ø sakády 2 - jízda (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R1	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	58
R2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	114
R3	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	122
R4	0,1	0,8	0,1	0,2	1,0	56
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	47
R6	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	79
R7	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	43
R8	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	50
R9	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	30
R10	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	66
R11	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	62
R12	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	115
Ø celkem	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	842
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

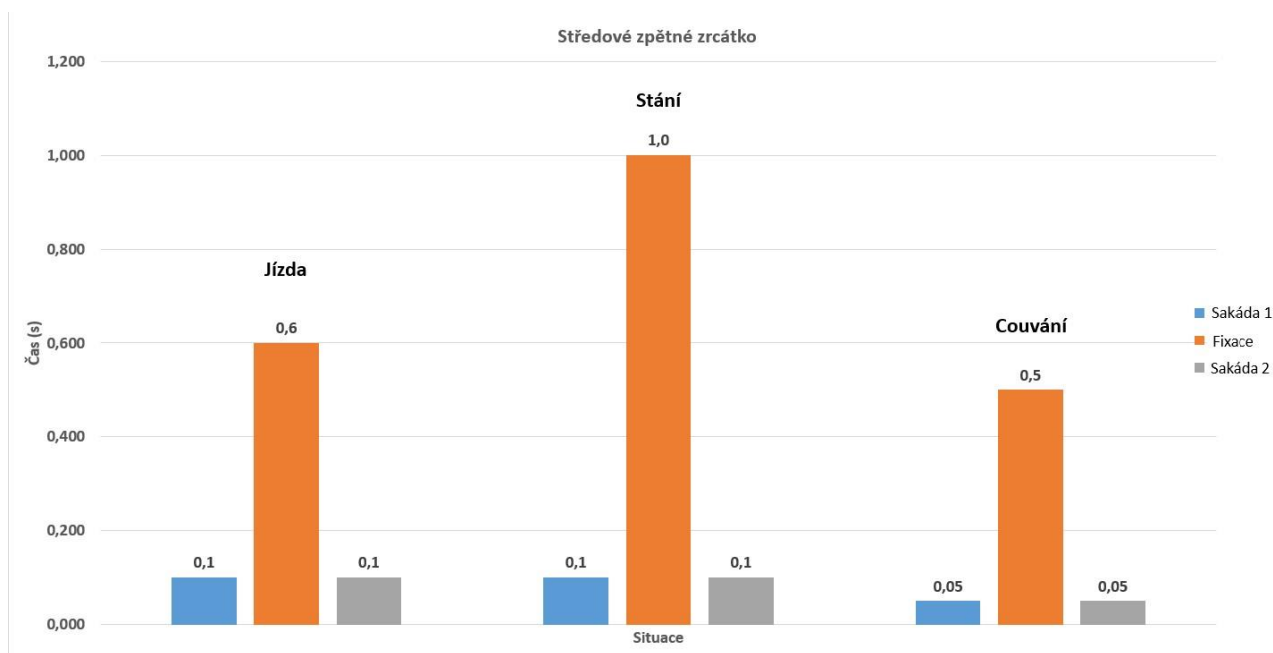
Délka sakád je v případě středového zpětného zrcátka kratší v řádech setin, nežli u postranních zrcátek což je dáno umístěním, které je v zorném poli řidiče a nutnost natočení hlavou je oproti ostatním zrcátkům menší. Délka fixací je kromě couvání delší, než u ostatních zrcátek. Zejména při stání mají řidiči tendenci sledovat, vozidlo za nimi.

Stání

Tab. č. 16 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka při stání [55]

Řidič	Ø sakády 1 – stání (s)	Ø Fixace - stání (s)	Ø sakády 2 - stání (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	5
R2	0,1	1,0	0,1	0,2	1,2	7
R3	0,1	0,9	0,1	0,2	1,1	27
R4	0,1	1,2	0,1	0,2	1,4	19
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	4
R6	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	5
R7	0,1	1,2	0,1	0,2	1,4	9
R8	0,1	1,0	0,1	0,2	1,2	11
R9	0,1	1,2	0,1	0,2	1,4	6
R10	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	3
R11	0,1	0,9	0,1	0,2	1,1	6
R12	0,1	1,4	0,1	0,2	1,6	13
Ø celkem	0,1	1,0	0,1	0,2	1,2	115
Medián	0,1	0,8	0,1	0,2	1,0	

K použití středového zpětného zrcátka došlo při couvání pouze ve 4 případech, a to u řidičů R7 a R8. Vzhledem k danému množství počtu pohledů nelze objektivně dané pohledy hodnotit. Jejich přehled je uveden v příloze.



Graf č. 4 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]

6.1.3 Pravé zpětné zrcátko

Jízda

Tab. č. 17 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při jízdě [55]

Řidič	Ø sakády 1 - jízda (s)	Ø Fixace - jízda (s)	Ø sakády 2 - jízda (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R1	0,2	0,5	0,1	0,3	0,8	17
R2	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	32
R3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	13
R4	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	13
R5	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	9
R6	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	11
R7	0,2	0,6	0,1	0,3	0,9	19
R8	0,2	0,7	0,1	0,3	1	10
R9	0,2	0,8	0,1	0,3	1,1	9
R10	0,2	0,7	0,1	0,2	0,9	12
R11	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	20
R12	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	29
Ø celkem	0,2	0,6	0,1	0,3	0,9	194
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

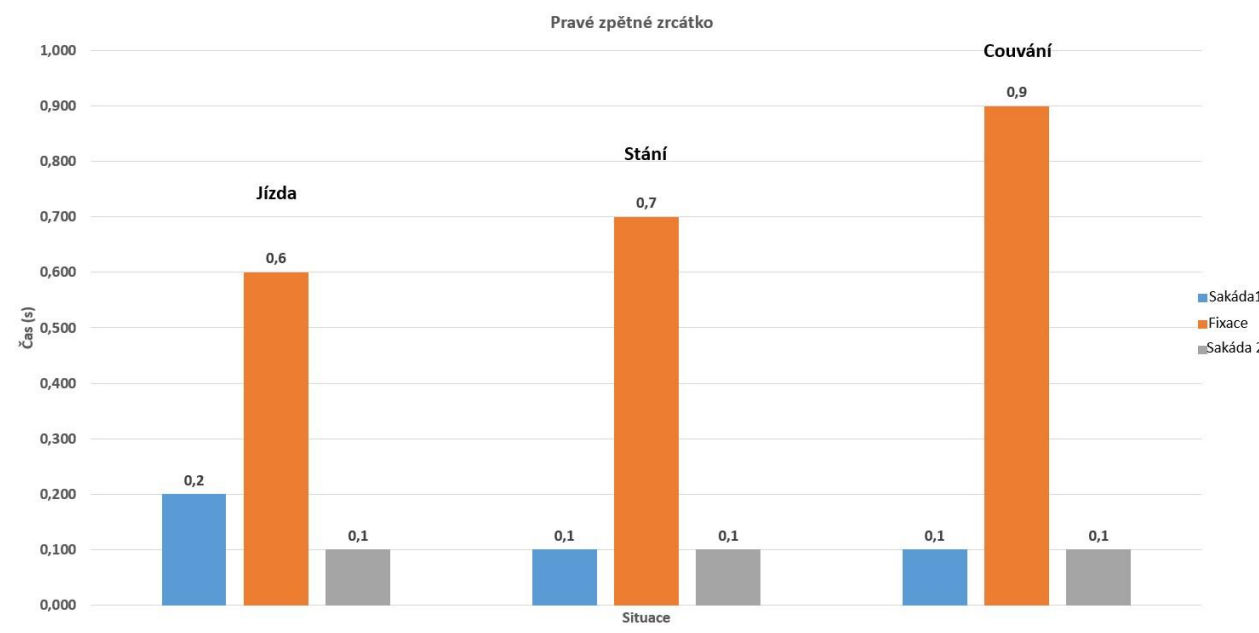
Stání

Tab. č. 18 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při stání [55]

Řidič	Ø sakády 1 – stání (s)	Ø Fixace - stání (s)	Ø sakády 2 - stání (s)	Celková doba sakád (s)	Celková doba odvrácení pohledu (s)	Počet
R2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	1
R3	0,2	0,6	0,2	0,4	1	4
R4	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	2
R5	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	1
R7	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	2
R10	0,1	1,6	0,1	0,2	1,8	1
R12	0,1	1,3	0,2	0,2	1,5	1
Ø celkem	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	12
Medián	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	

K pohledům směřovaným do pravého zpětného zrcátka došlo při stojícím vozidle pouze 12x u 7 řidičů.

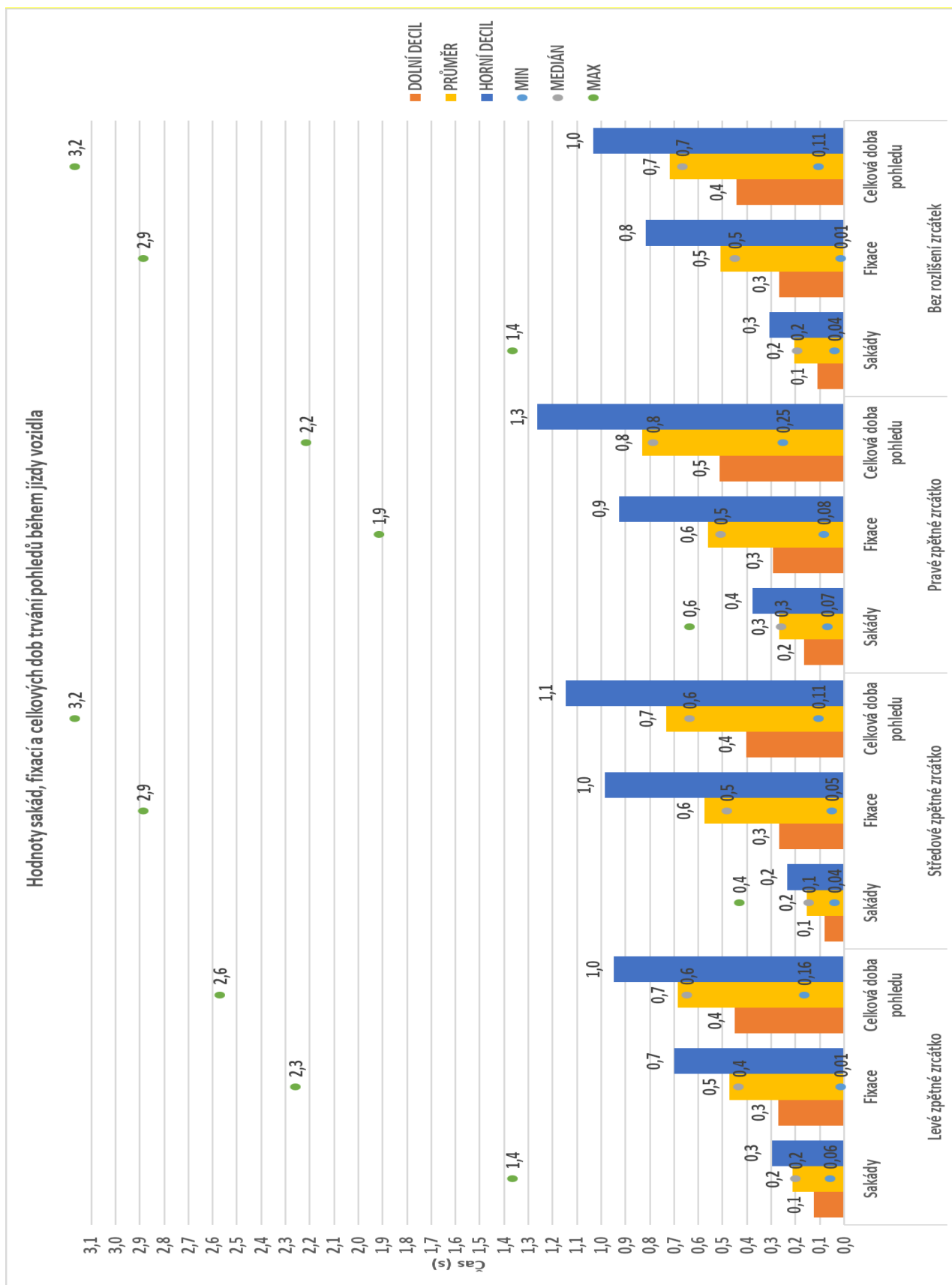
Délka sakád pohledů do pravého zpětného zrcátka dosahuje v průměru vyšších hodnot v řádech setin až desetin sekund, nežli u sakád levého zpětného zrcátka, což je dáno jeho umístěním. Řidič je při pohledu do pravého zrcátka nucen více natočit hlavu a přesunout zrak o delší vzdálenost. V případě couvání, není možné objektivně nahlížet na délky pohledů z důvodu nedostatku dat. V případě fixací jsou hodnoty rovněž delší, než u levého zrcátka. Důvodem může být nutnost lepšího zaostření zraku, jelikož se pravé zrcátko nachází od řidiče nejdále. K objektivnímu porovnání by bylo nezbytné získání více údajů.



Graf č. 5 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]

Z příložených tabulek a grafů je patrné, že celkové doby pohledů jsou v průměru delší, než pohledy, které analyzovali Ing. Eva Bláhová, Ing. Vojtěch Krejčí a Ing. Darja Nováková.

Vzhledem k zadání práce je žádoucí zaměřit se blíže na pohledy směřované do zpětných zrcátek během jízdy. V následujícím grafu jsou zobrazeny průměrné hodnoty sakád, fixací a celkových dob odvrácení pohledů od směru jízdy, vzhledem k jednotlivým zrcátkům. Graf rovněž zobrazuje maximální a minimální doby a pro lepší představu, v jakém čase se nacházela většina pohledů a jejich dílčích částech, je rovněž zobrazen dolní a horní decil.



Graf č. 6 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů během jízdy [55]

6.2 JÍZDNÍ MANÉVRY

Následující podkapitola je věnována přehledu průměrné délky sakád a fixací při provádění konkrétních jízdních manévru vykonaných během testovacích jízd.

6.2.1 Kontrola

Tab. č. 19 - Přehled hodnot sakád a fixací kontrolních pohledů [55]

Zrcátko	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Sakády celkem (s)	Celková doba odvrácení pozornosti (s)	Počet
Ø Levé zpětné zrcátko	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	523
Ø Středové zpětné zrcátko	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	309
Ø Pravé zpětné zrcátko	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	68
Medián levého zpětného zrcátka	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	Počet celkem
Medián středového zpětného zrcátka	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	900
Medián pravého zpětného zrcátka	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	

Samotný kontrolní pohled nepředchází manévru, nicméně se jedná o pohled při dopředné jízdě, který byl řidiči vykonán celkově 900x. Průměrné hodnoty délky sakád pohledů souvisejících s kontrolou pravého zrcátka jsou delší v řádech setin sekund, než u levého a naopak sakády pro střední zpětné zrcátko dosahují nižších hodnot v řádech setin sekund. Průměr a medián fixací při kontrolních pohledech při jízdě značí, že řidiči sledují dění za vozidlem ve středovém zrcátku déle, než v zrcátkách postranních.

6.2.2 Přejezd do levého / pravého jízdního pruhu

Přejezd do levého jízdního pruhu

Tab. č. 20 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka, při přejezdu do levého jízdního pruhu [55]

Levé zpětné zrcátko	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø Levé zpětné zrcátko	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	165
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	
Ø celkem	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

Během přejezdů do levého jízdního pruhu bylo vykonáno celkově 171 kontrolních pohledů, z nich 165 bylo směřováno do levého zpětného zrcátka. Průměrná hodnota sakád se pohybuje kolem 0,1 s a hodnota fixací převyšuje celkovou průměrnou hodnotu všech pohledů do levého zrcátka v řádech setin sekund. Během daného manévru bylo rovněž využito pravého zpětného zrcátka v počtu 4 pohledů a středové zpětné zrcátko v počtu 2 pohledů.

Přejezd do pravého jízdního pruhu

Tab. č. 21 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka, při přejezdu do pravého jízdního pruhu [55]

Pravé zpětné zrcátko	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø Pravé zpětné zrcátko	0,2	0,6	0,1	0,3	0,9	93
Medián	0,2	0,6	0,1	0,3	0,9	
Ø celkem	0,2	0,6	0,1	0,3	0,9	

Při přejezdu do pravého jízdního pruhu bylo učiněno celkově 102 pohledů, z nichž 93 bylo směřováno do pravého zpětného zrcátka, 7 do středového zpětného zrcátka a 2 do levého. Průměrná hodnota sakád je v porovnání s pohledy do levého zpětného zrcátka delší a zpětné pohledy mají klesající tendenci což je shodné s průměrnými sakádami všech pohledů pravého zpětného zrcátka. Rovněž délky fixací jsou delší, než u levých zpětných zrcátek, cca o 0,1 s čemuž napovídá i rozdílnost mezi celkovými průměry mezi levým a pravým zrcátkem. Za povšimnutí stojí

i fakt, že středové zpětné zrcátko bylo při manévru užíváno častěji v porovnání s pohledy při přejezdech do levého jízdního pruhu.

6.2.3 Objíždění stojící překážky

Tab. č. 22 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka, před objížděním stojící překážky [55]

Levé zpětné zrcátko před předjetím stojící překážky	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø Levé zpětné zrcátko	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	53,0
Medián	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	
Ø celkem	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	

Z celkového počtu 56 pohledů bylo 53 vykonáno před a při objíždění stojících překážek do levého zpětného zrcátka, 2 do středového a 1 do pravého. Hodnoty sakád mají srovnatelné hodnoty s celkovým průměrem pohledů do levého zpětného zrcátka, na rozdíl od sakád, které jsou od daného celkového průměru kratší o 0,1 s.

Tab. č. 23 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka po předjíždění stojící překážky [55]

Pravé zpětné zrcátko po předjetí stojící překážky	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø Pravé zpětné zrcátko	0,2	0,5	0,2	0,4	0,9	8,0
Medián	0,1	0,5	0,2	0,3	0,8	
Ø celkem	0,2	0,5	0,2	0,4	0,9	

Pohledů vykonaných po objetí stojících překážek bylo vykonáno celkově 8, všechny do pravého zpětného zrcátka. Hodnoty sakád jsou vyšší, než u levého zrcátka a rovněž vyšší, nežli průměrné hodnoty celkových pohledů. Hodnoty fixací dosahují nižší hodnoty, než je celkový průměr pohledů do pravého zrcátka a to o 0,1 s. Z počtu pohledů je patrné, že řidiči nekontrolují zrcátka, po objetí stojící překážky tak intenzivně, jako před objetím a někdy vůbec, což je patrné

z videozáznamů. Lze tedy konstatovat, že dochází k podceňování dané kontroly pravděpodobně v důsledku podvědomého přesvědčení řidičů, že mezi jedoucím vozidlo a objížděnou překážkou není prostor pro jiný objekt, jenž by mohl zapříčinit ohrožení. Vzhledem k počtu těchto situací by bylo vhodné získat více údajů pro hlubší analýzu a rovněž analyzovat, do jaké míry je podceňování dané kontroly nebezpečné.

6.2.4 Odbočování

Odbočování vlevo

Během odbočování docházelo k situacím, když řidičův pohled směřoval z, nebo do postranních oken, což snižuje délku sakád, proto je na dané pohledy nahlíženo odlišně. Rozdíl je patrný z následujících tabulek.

Tab. č. 24 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při odbočování vlevo [55]

Levé zpětné zrcátko při odbočování vlevo	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø Levé zpětné zrcátko	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	50
Medián	0,1	0,5	0,1	0,2	0,7	

Z celkového počtu 88 pohledů do levého zpětného zrcátka jich bylo 50 vykonáno, směřovaných ze směru jízdy, do směru jízdy. Hodnoty sakád nevykazují výraznou odlišnost od celkových průměrných hodnot pro dané zrcátko, nicméně průměrná hodnota zpětné sakády je delší v řádech setin sekund, což je oproti celkovému průměru rozdílné. Hodnoty fixací jsou v průměru delší. V tomto případě je tedy vhodné brát na vědomí hodnotu mediánu, který se výrazně neodlišuje od celkového průměru pro dané zrcátko.

Tab. č. 25 - Hodnoty sakád a fixací pohledů z, a do levého okna při odbočování vlevo [55]

Levé zpětné zrcátko - pohledy do / z levého okna	Ø Sakáda z okna do zrcátka (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda ze zrcátka do okna (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet celkem	Počet sakád z okna do zrcátka	Počet sakád ze zrcátka do okna
Ø levé zpětné zrcátko	0,05	0,5	0,1	0,15	0,65	45	16	29
Medián	0,05	0,5	0,1	0,15	0,65			

Z 38 pohledů bylo 16 směřováno z levého okna a 29 do levého okna. Průměrné hodnoty těchto sakád jsou kratší, zhruba o polovinu oproti běžným pohledům. Průměrná délka fixací nevykazuje výrazné odlišnosti od celkových průměrných hodnot, ani od běžných pohledů při odbočování vlevo.

Odbočování vpravo

Tab. č. 26 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při odbočování vpravo [55]

Pravé zpětné zrcátko při odbočování vpravo	Ø Sakáda 1 (s)	Ø Fixace (s)	Ø Sakáda 2 (s)	Čas sakád (s)	Celkový čas (s)	Počet
Ø pravé zpětné zrcátko	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9	13
Medián	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	

V případě odbočování vpravo bylo vykonáno celkově 15 pohledů do pravého zpětného zrcátka, z nichž bylo 13 směřovaných ve směru jízdy. Průměrné hodnoty fixací jsou vyšší, než u levého zrcátka, což odpovídá i rozdílu celkových průměrných hodnot fixací. Hodnoty zpětných sakád jsou kratší v řádech setin, což je zapříčiněno tím, že řidiči mají tendenci svůj pohled směřovat ve směru jízdy, tedy při odbočování vpravo na pravou stranu čelního skla.

K pohledům směřovaným do a z pravého okna došlo pouze dvakrát. V 5 případech bylo využito středové zpětné zrcátko, 6x bylo využito levé zrcátko a jeden pohled před plánovaným započítáním couvání byl směřován do pravého zadního okna. Z videozáznamů je rovněž patrné, že řidiči zanedbávají při daném manévru kontrolu pravého zrcátka.

6.3 PODNĚTY VE ZPĚTNÝCH ZRCÁTKÁCH U VYBRANÝCH JÍZDNÍCH MANÉVRŮ

Následující podkapitola je zaměřena na porovnání průměrných hodnot sakád a fixací vybraných jízdních manévrů jednotlivých řidičů v případě vystavení podnětu ve zpětném zrcátku a celkovými průměrnými hodnotami pohledů daných manévrech.

Řidič R1

Řidič R1 byl vystaven podnětům ve zpětných zrcátkách celkově ve 3 případech vybraných manévrů, z nichž jednou při přejezdu do levého jízdního pruhu, jednou při přejezdu do pravého jízdního pruhu a jednou při odbočování vpravo. V prvním případě zastavil za kolonou vozidel odbočujících vpravo a započal kontrolu levého zpětného zrcátka, ve kterém zaznamenal jedoucí vozidlo. Kontrola probíhala 2 pohledy, s tím, že fixace druhého trvala do doby, než bylo patrné, že je levý jízdní pruh volný po projetí vozidla a řidič následně započal manévr. Hodnoty sakád do zrcátka dosahovaly hodnot 0,04 s, což je o více než polovinu kratší doba, nežli v případě celkového průměru daného manévru. Hodnota první fixace je srovnatelná s průměrem, ale hodnota druhé fixace je vyšší cca o 0,2 s, jelikož řidič sledoval situaci do momentu, než bylo evidentní, že není ohrožen a může manévr bezpečně vykonat. Délka zpětných sakád je rovněž srovnatelná s průměrnými hodnotami. V případě přejezdu do pravého jízdního pruhu se jednalo o 3 kontrolní pohledy směřované do pravého zpětného zrcátka. Vozidlo, které se v pravém jízdním pruhu nacházelo, bylo však dostatečně vzdáleno a za průběh kontroly neměnilo výrazně rychlost, vzhledem k jedoucímu testovacímu vozidlu, proto bylo možné bezpečně manévr vykonat. Posledním manévrem s podnětem bylo odbočování vpravo, přičemž jedním kontrolním pohledem do pravého zpětného zrcátka řidič kontroloval jedoucího cyklistu, který se však nacházel v bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Hodnoty těchto sakád a fixací se rovněž výrazně neodlišují od celkového průměru daného manévru.

Řidič R2

U řidiče R2 došlo k obdobné situaci, jako u řidiče R1 a to k nutnosti přejezdu do levého jízdního pruhu při stání v koloně. Situace byla kontrolována 2 pohledy do levého zpětného zrcátka, přičemž se v levém jízdním pruhu nacházelo blížící se vozidlo. Délka sakád do zrcátka se výrazně

neodlišovala od celkového průměru pro daný manévr, nicméně fixace byly delší téměř o polovinu a naopak zpětné sakády a polovinu kratší.

Řidič R3

U řidiče R3 došlo k situaci, kdy bylo 3 pohledy do levého zpětného zrcátka kontrolováno vozidlo v levém jízdním pruhu před odbočením do pruhu. V případě těchto pohledů se sakády ani fixace výrazně neodlišovali od celkových průměrných hodnot pohledů daného manévru. Řidič byl rovněž při stání na světelné křižovatce nucen zařadit se postupně do levého jízdního pruhu. V daném případě byly vykonány 4 pohledy do levého zpětného zrcátka. Délky sakád se výrazně neodlišovaly od průměrných hodnot, nicméně délky fixací byly vyšší o 0,05 až 0,2 s. Dále u daného probanda došlo k situaci, kdy byl uprostřed křižovatky nucen zastavit vozidlo před překážkou na cestě. Došlo celkově k 5 pohledům do levého zpětného zrcátka, než se řidič rozhodl objet překážku zprava. Délky sakád do zrcátka a fixací v tomto případě byly kratší, než průměrné hodnoty. Jednalo se o stresující situaci, ve které byl řidič nucen rychle reagovat na dění kolem vozidla, jelikož se nacházel uprostřed rušné křižovatky.

Řidič R4

Řidič R4 byl vystaven nutnosti přejezdu do levého jízdního pruhu v důsledku předjetí stojící překážky. 3 kontrolními pohledy do levého zpětného zrcátka bylo kontrolováno vozidlo, které se v daném pruhu nacházelo. Vzdálenost a rychlost vozidla však umožnila bezpečný přejezd do levého pruhu, přičemž hodnoty sakád byly nepatrně (v řádech setin) nižší, než celkové průměrné hodnoty, nicméně srovnatelné s průměrnými hodnotami sakád daného řidiče, který dosahoval nejkratších průměrných dob sakád ze všech řidičů. Hodnoty fixací byly srovnatelné s celkovým průměrem. Lze tedy tvrdit, že při této kontrole nedošlo k výrazným odlišnostem. Následnou situací vyžadující kontrolu podnětu ve zpětném zrcátku byla nutnost přejezdu do pravého jízdního pruhu, v důsledku předjetí kolony vozidel odbočujících vlevo. Celkově byla situace kontrolována 3 pohledy do pravého zpětného zrcátka. Délky sakád směřovaných do zrcátka se výrazně neodlišovaly od průměrných hodnot, nicméně sakády ze zrcátka byly kratší. 2 ze tří fixací rovněž dosahovaly hodnot srovnatelných s průměrnými, ale poslední fixace, trvala dvojnásobně déle, než je celkový průměr daného zrcátka. Délka sakády je delší, ze stejného důvodu, jako u ostatních řidičů, tedy nevystavení jízdě vozidla a kontrola do doby, než je provedení manévru zcela bezpečné. Dále byl řidič nucen přejet do levého jízdního pruhu, jelikož se ve směru jízdy nacházela stojící překážka. Situace byla kontrolována 2 pohledy do levého zpětného zrcátka, přičemž druhý pohled směřoval ze zrcátka do levého okna, aby se řidič ujistil, že se v daném pruhu vedle testovacího vozidla nenachází překážka. Hodnota sakád dosahovala hodnot srovnatelných s průměrem daného řidiče, nicméně hodnoty

fixací se výrazně lišili nejen od celkového průměru, ale i mezi sebou. Délka první fixace činila 0,7 s a délka druhé 0,2 s.

Řidič R5

V případě řidiče R5 došlo k nutnosti přejezdu do levého jízdního pruhu, v důsledku řazení se do zipu. Řidič vykonal celkově 4 kontrolní pohledy do levého zpětného zrcátka, přičemž délky sakád byly kratší v řádu setin, než je celkový průměr a hodnoty fixací byly naopak delší ve 3 ze 4 pohledů, jelikož jel řidič velice pomalou rychlostí a měl tedy prostor pro kontrolu do doby, než bylo zcela patrné, že lze bezpečně provézt daný manévr.

Řidič R6

U řidiče R6 za průběh záznamů nedošlo k zaznamenání podnětů ve zpětných zrcátkách při vykonávání vybraných jízdních manévrů.

Řidič R7

Řidič R7 byl nucen zařadit se v koloně do levého jízdního pruhu, přičemž bylo vykonáno 5 kontrolních pohledů do levého zpětného zrcátka. 3 pohledy byly směřovány do levého okna, přičemž řidič kontroloval, zdali je pruh skutečně volný a zdali mu do něj nevjíždí vozidlo z třetího, souběžného jízdního pruhu. Délky sakád do zrcátka byly kratší v řádu setin oproti celkovým průměrným hodnotám. Délky fixací kromě posledního pohledu byly srovnatelné. Poslední fixace převyšovala průměr téměř dvojnásobně. Jednalo se o poslední pohled již při vykonávání manévru za velmi pomalé rychlosti. Dynamika jízdy byla tedy v dané situaci zanedbatelná. Délky zpětných sakád se liší v závislosti na směru pohledu. Lze však konstatovat, že doby sakád směřovaných z a do postranních oken dosahují průměrných hodnot a hodnoty pohledů směřovaných ve směru jízdy rovněž.

Řidič R8

Za průběh testovací jízdy řidiče R8 došlo k 1 kontrolnímu pohledu do pravého zpětného zrcátka, přičemž se v pravém jízdním pruhu nacházelo vozidlo v dostatečné vzdálenosti pro provedení manévru. Hodnoty sakád byly u daného pohledu delší v řádech setin, než celkový průměr daného zrcátka pro konkrétní manévr, nicméně délka fixace 1,3 s byla dvojnásobná oproti celkovým průměrům pohledů pro daný manévr.

Řidič R9

V průběhu testovací jízdy se řidič R9 řadil do levého jízdního pruhu se záměrem předjet pomalejší vozidlo, přičemž se vlevo od testovacího vozidla nacházelo jiné vozidlo znemožňující

provedení manévru. Rovněž se v levém pruhu nacházelo další vozidlo, které ovšem nebylo v takové blízkosti, aby znemožnilo řidiči se po oddálení vozidla, které bylo na levé straně zařadit do levého jízdního pruhu. Sakády směřované do zrcátka byly delší, než celkový průměr pro daný manévr. Délka fixací byla rovněž delší a to o 0,2 a 0,3 s. Délka zpětných sakád byla naopak o kratší, než celkový průměr daného manévru v řádu setin sekund. Obdobná situace nastala, když se řidič pokoušel předjet pomaleji jedoucí vozidlo, nicméně se v levém jízdním pruhu za vozidlem nacházelo jiné vozidlo. Délky sakád tohoto kontrolního pohledu směřovaného do levého zpětného zrcátka nejsou nijak výrazně odlišené od celkových průměrů, nicméně délka fixace 1,4 s značí, že řidič déle odhadoval, zdali je prostor pro bezpečný přejezd dostatečný. Opětovně došlo k obdobné situaci, při které bylo záměrem přejet do levého jízdního pruhu a předjet tak pomaleji jedoucí vozidlo. Celkově 3 kontrolními pohledy do levého zpětného zrcátka bylo kontrolováno blížící se vozidlo, jedoucí vyšší rychlostí. Hodnoty sakád dosahovaly nižších hodnot v řádu setin, než celkový průměr pro dané zrcátko při daném manévru, nicméně fixace byly opět delší, než průměr ve 2 případech. V 1 případě byla délka fixace srovnatelná s dobou celkového průměru.

Řidič R10

Při jízdě řidiče R10 rovněž jako u řidiče R6 nebyl zaznamenán žádný podnět ve zpětném zrcátku v souvislosti s vybranými jízdními manévry.

Řidič R11

Řidič R11 vykonal řidič 3 kontrolní pohledy v souvislosti s přejezdem do pravého jízdního pruhu, přičemž kontroloval, zdali je prostor pro předjetí dostatečný, jelikož se v pravém jízdním pruhu za testovacím vozidlem nacházelo jiné vozidlo. Hodnoty sakád i fixace prvního pohledu byly srovnatelné s celkovým průměrem. U druhého pohledu došlo k delší sakádě směřované do zrcátka. Ostatní hodnoty byly srovnatelné s průměrem. Poslední pohled, při kterém bylo vykonáno započetí manévru, měl kratší sakádu směřovanou do zrcátka, a fixaci naopak delší, než je průměr. Následně byl řidič nucen přejet do levého jízdního pruhu, přičemž se vedle testovacího vozidla nacházelo jiné vozidlo a za ním následně několik dalších. Řidič situaci vyřešil tím, že zrychlil vozidlo, přiblížil se k vozidlu, které jelo před ním, a následně tímto zrychlením vytvořil prostor pro přejezd do levého jízdního pruhu. Vzhledem k počtu 6 pohledů do levého zrcátka se jednalo o nebezpečnou situaci, kdy by řidič v případě náhlého brždění vozidla před sebou pravděpodobně nedokázal včas reagovat, a mohla by vzniknout kolize. V jednom případě byla zpětná sakáda směřována do levého okna, přičemž ostatní zpětné sakády nevykazovaly odlišnosti od celkových průměrných hodnot. V případě sakád směřovaných do zrcátka byly 4 kratší v řádu setin,

než průměr a 2 srovnatelné. V případě fixací byly 4 srovnatelné s celkovým průměrem, 1 byla značně kratší a poslední již při vykonávání manévru delší.

Řidič R12

U řidiče R12 stejně jako u řidičů R10 a R6 nebyly zaznamenány podněty v souvislosti s vybranými jízdními manévry. Ve 3 případech bylo ve zpětných zrcátkách vozidlo, nicméně vždy bylo vzdáleno tak, že nepředstavovalo ohrožení, ani omezení.

Shrnutí

V důsledku kontroly při přejezdech do jízdních pruhů vznikali situace, kdy byli řidiči nuceni zastavit vozidlo před stojící překážkou a následně kontrolovat dění v jízdním pruhu do kterého se chystali odbočit. V případě, že byly vystaveni podnětu v tomto zrcátku, zvyšovala se výrazně doba fixací na rozdíl od průměru, což je zapříčiněno zejména tím, že řidič kontroluje situaci do momentu, kdy je možné manévr bezpečně provést a zároveň tím, že ve stojícím vozidle nevzniká nutnost soustavné kontroly dění před jedoucím vozidlem. Délka fixací se rovněž zvyšovala i při kontrole zrcátek, při nichž byl řidič vystaven podnětu během jízdy. Délky fixací souvisejících s poslední kontrolou před, nebo při vykonávání manévru byly obvykle delší, než u ostatních pohledů souvisejících s provedením manévru.

Z hlediska četnosti pohledů pro dané kontroly se počet odvíjí od konkrétní situace. Obvyklý počet pohledů je mezi 1 – 3 během provedení jednoho manévru, není-li řidič vystaven podnětům. V případě, že je podnět v dostatečné vzdálenosti, četnost se výrazně nemění. Je-li však řidič vystaven podnětu znemožňujícímu vykonání manévru, četnost se zvedá, jelikož řidič kontroluje situaci, dokud manévr nelze bezpečně provést.

Z videozáznamů je rovněž patrné, že mají řidiči tendenci průběžně sledovat vozidla jedoucí v jejich blízkosti i bez nutnosti vykonat jízdní manévr.

7 POROVNÁNÍ ŘIDIČŮ Z HLEDISKA VĚKU

Vzhledem k věku testovaných probandů lze rozlišit 2 věkové kategorie, jejichž porovnání je věnována poslední kapitola zadané práce.

Z celkového počtu 12 řidičů se jich 7 nachází ve věku 22 – 25 let a 5 ve věku 30 – 37 let. Vzhledem k dané skutečnosti lze dané řidiče kategorizovat a následně dané kategorie porovnat.

Tab. č. 27 - Rozdělení řidičů z hlediska věku [55]

Řidič	Věk	Řidič	Věk
R1	25	R2	37
R3	22	R4	35
R5	23	R9	36
R6	22	R10	34
R7	23	R11	30
R8	25		
R12	25		

Z hlediska četnosti sledování zpětných zrcátek nejsou v průměru patrné žádné rozdíly, kromě vyšších výkyvů jednotlivých řidičů a to zejména řidičů R3 a R2, jenž se nacházejí v rozdílných věkových kategoriích a svojí četností sledování zpětných zrcátek značně předčily všechny ostatní. Řidič R3 z kategorie mladších řidičů se s počtem 265 pohledů mnohokrát za jízdu díval do zpětných zrcátek bezúčelové, až chaoticky. Řidič R2 rovněž přes vysoký počet 188 pohledů naopak využíval zpětná zrcátka ve většině případů až ukázkově. Téměř vždy po řazení do pravého jízdního pruhu sledoval pravé zpětné zrcátko a celkově se řídil poučkami z autoškoly, na rozdíl od ostatních řidičů. Z hlediska četnosti využívání zpětných zrcátek je výjimkou i řidič R9 z kategorie starších řidičů, který se na rozdíl od ostatních podíval do zpětných zrcátek za dobu testovací jízdy pouze 69x. Řidič uvedl, že je řidičem z povolání na rozdíl od ostatních probandů. Jeho časy fixací rovněž dosahovali vyšších hodnot na rozdíl od ostatních řidičů.

Vzhledem k používání konkrétních zrcátek nedocházelo k výrazným odchylkám. Někteří řidiči z obou kategorií upřednostňují používání středového zpětného zrcátka, nad pravím, a naopak. Četnosti se však výrazně neodlišují. Jedinou výjimkou byl řidič R8 z kategorie mladších řidičů, jenž jednoznačně preferoval využívání středového zpětného zrcátka, na rozdíl od ostatních řidičů, kteří nejčastěji využívali levého zpětného zrcátka.

Z hlediska celkové doby odvrácení pohledů od směru jízdy v souvislosti s kontrolou dění za vozidlem se řidiči pohybovali v obou věkových kategoriích mezi 0,7 až 0,8 s, přičemž již zmíněný

řidič R9 z kategorie starších řidičů dosahoval průměrných hodnot kolem 1 s, což je v porovnání s ostatními o 0,2 až 0,3 s více.

Tab. č. 28 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších a starších řidičů během jízdy vozidla u levého a středového zpětného zrcátka [55]

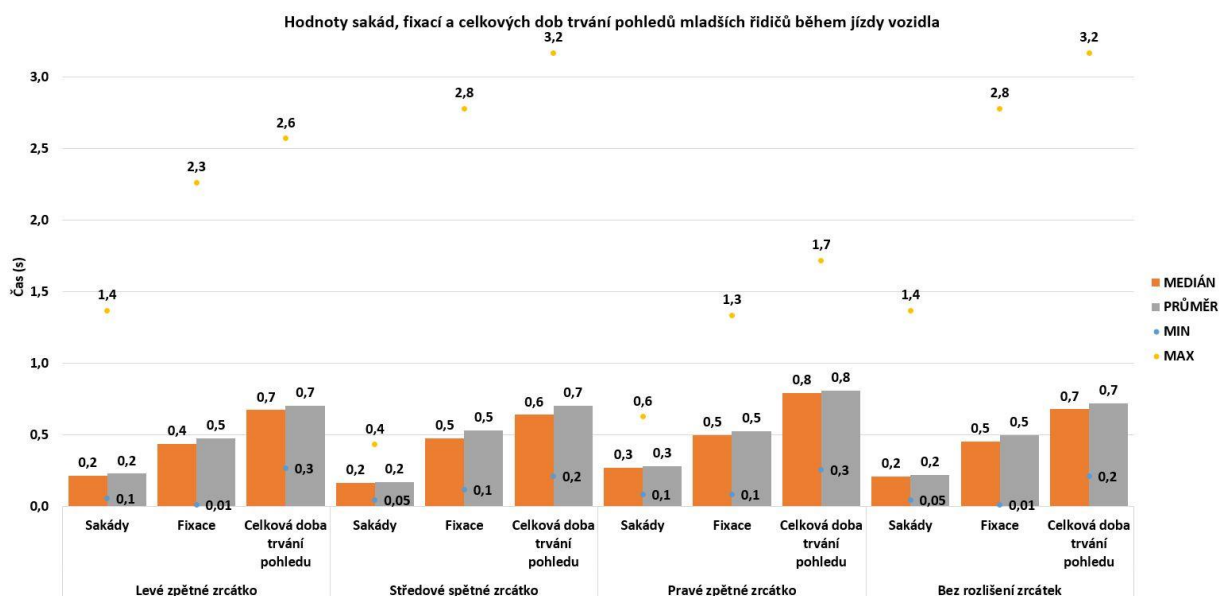
Levé zpětné zrcátko			
	Sakády	Fixace	Celková doba trvání pohledů
Mladší řidiči			
MIN	0,1	0,01	0,3
MEDIÁN	0,2	0,4	0,7
PRŮMĚR	0,2	0,5	0,7
MAX	1,4	2,3	2,6
Starší řidiči			
MIN	0,1	0,0	0,2
MEDIÁN	0,2	0,4	0,6
PRŮMĚR	0,2	0,5	0,7
MAX	0,4	1,5	1,7

Středové zpětné zrcátko			
	Sakády	Fixace	Celková doba trvání pohledů
Mladší řidiči			
MIN	0,05	0,1	0,2
MEDIÁN	0,2	0,5	0,6
PRŮMĚR	0,2	0,5	0,7
MAX	0,4	2,8	3,2
Starší řidiči			
MIN	0,04	0,1	0,1
MEDIÁN	0,1	0,5	0,6
PRŮMĚR	0,1	0,7	0,8
MAX	0,3	2,9	3,0

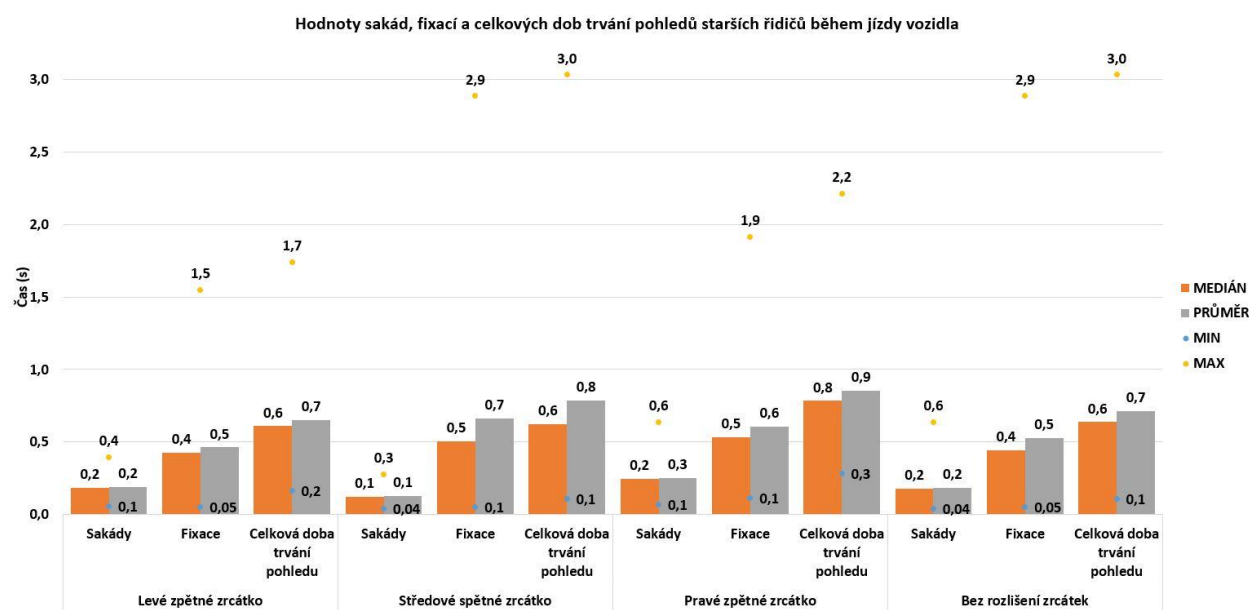
Tab. č. 29 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších a starších řidičů během jízdy vozidla u pravého zpětného zrcátka a bez rozlišení zpětných zrcátek [55]

Pravé zpětné zrcátko				Bez rozlišení zrcátek			
	Sakády	Fixace	Celková doba trvání pohledů		Sakády	Fixace	Celková doba trvání pohledů
Mladší řidiči				Mladší řidiči			
MIN	0,1	0,1	0,3	MIN	0,05	0,01	0,2
MEDIÁN	0,3	0,5	0,8	MEDIÁN	0,2	0,5	0,7
PRŮMĚR	0,3	0,5	0,8	PRŮMĚR	0,2	0,5	0,7
MAX	0,6	1,3	1,7	MAX	1,4	2,8	3,2
Starší řidiči				Starší řidiči			
MIN	0,1	0,1	0,3	MIN	0,04	0,05	0,1
MEDIÁN	0,2	0,5	0,8	MEDIÁN	0,2	0,4	0,6
PRŮMĚR	0,3	0,6	0,9	PRŮMĚR	0,2	0,5	0,7
MAX	0,6	1,9	2,2	MAX	0,6	2,9	3,0

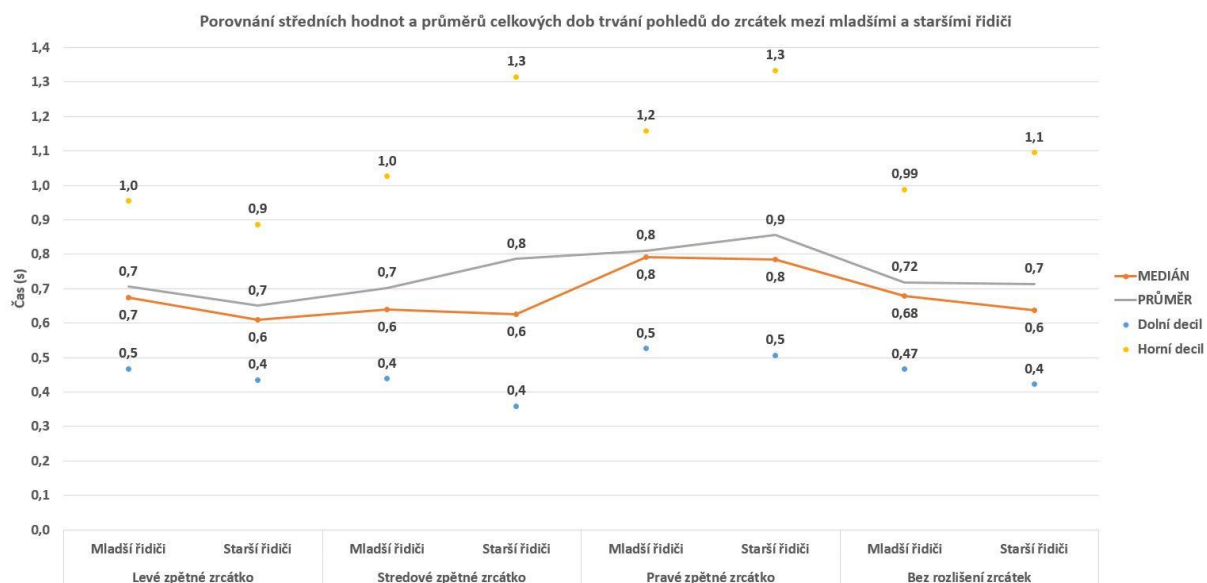
Z příložených tabulek je rovněž patrné, že jsou hodnoty pohledů daných věkových skupin bez patrných rozdílů a pohybují se až na výjimky jednotlivých pohledů v obdobné výši. Pro lepší představu jsou níže přiloženy grafy, ze kterých je daná podobnost rovněž patrná.



Graf č. 7 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších řidičů během jízdy vozidla [55]



Graf č. 8 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů starších řidičů během jízdy vozidla [55]



Graf č. 9 - Porovnání středních hodnot a průměrů celkových dob trvání pohledů do zrcátek mezi mladšími a staršími řidiči [55]

Na základě zjištění lze konstatovat, že mezi zmíněnými věkovými kategoriemi nevznikají výrazné odchylky, nicméně vzhledem k individualitě osob dochází k určitým rozdílům. Vliv těchto odchylek spíše nežli věku přisuzují emočnímu rozpoložení a individuálním zkušenostem jednotlivých řidičů.

8 ZÁVĚR

Předložená práce se zabývá analýzou doby pohledů souvisejících s kontrolou situace za vozidlem při jízdě v běžném městském provozu za dne. Cílem bylo stanovit doby jednotlivých sakád a fixací vzhledem k situaci, vybranému jízdniému manévru a následné porovnání případů, kdy byl řidič vystaven podnětu při vykonávání vybraného manévru. Při tvorbě práce byly analyzovány videozáznamy 12 řidičů, na trase dlouhé 22,1 km vedené přes několik Brněnských částí. Zkoumány byly rozdíly délky trvání sakád a fixací v závislosti na užití jednotlivých zpětných zrcátek, situaci, četnosti využití a rovněž byly zkoumány délky sakád do postranních oken. Nejvyužívanějším zpětným zrcátkem bylo levé zrcátko, které bylo řidiči využito celkově 1019 krát z celkových 1680 pohledů. Druhé nejpoužívanější zrcátko bylo středové s počtem 448 pohledů a následně pravé s počtem 210 pohledů. Během jízd došlo ve 3 případech ke kontrole formou přímého výhledu. Rozdíly průměrných hodnot sakád se odlišují vzhledem k pozici zrcátka, do kterého je pohled vykonáván. Nejkratší doba přesunu je do středového zpětného zrcátka a nejdelší do pravého. Značný rozdíl je i v délce fixací, přičemž nejdéle řidiči sledují dění za vozidlem přes středové zpětné zrcátko. V závislosti na situaci byla nejkratší doba pohledů vykonávána během jízdy s průměrnou délkou 0,7 s. Délka pohledů při stání a couvání byla značně delší v průměru o 0,2 až 0,3 s.

V průběhu testovacích jízd docházelo k zanedbávání pohledů zejména do pravého zpětného zrcátka u všech probandů. Řidiči podceňovali kontrolu v mnoha situacích, což může vést k vzniku dopravní nehody. Při výchově řidičů by měl být tento aspekt brán v úvahu a na řidiče by měl být kladen důraz v dané souvislosti. Pohledy související s kontrolou situace za vozidlem musí být účelné a nejen četné. Při kontrole zpětných zrcátek je rovněž nezbytné kontrolovat dění před vozidlem, jelikož jak již bylo zmíněno, s delší dobou kontroly se zkracuje nejen dráha, ale i čas pro provedení jízdniého manévru. Vzhledem k rozdílnostem četnosti pohledů jednotlivých řidičů by bylo vhodné zaměřit budoucí zkoumání nejen na vliv stresu a emočního rozpoložení řidičů, ale i na únavu a typologie temperamentu osob. Zohledněn by měl být i vliv počasí, vzhledem k viditelnosti a stavu vozovky a rovněž rychlosti vozidla. Jako žádoucí se jeví získat rovněž data pro situace mimo zastavěnou městskou oblast.

Získané údaje mohou v budoucnu přispět při dalších výzkumech v dané oblasti. Mohou být zdrojem informací, pro stanovení průměrné doby odvrácení pohledu od směru jízdy do zpětného zrcátka při analýze dopravní nehody zapříčiněné nedostatečnou kontrolou situace za vozidlem a rovněž mohou být nápomocné při konstrukci nových zabezpečovacích systémů vozidel zaměřených na nepřímý výhled.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. § 2 písm. d) zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361#p2-1-d>
- [2] Dopravní nehodovost - rok 2014. *Centrum služeb pro silniční dopravu s.p.o.* [online]. 2014. Dostupné z: https://www.cspsd.cz/storage/files/nehody_2014.pdf
- [3] ČAKIRPALOGLU P. *Úvod do psychologie osobnosti*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-4033-1
- [4] ANTUŠEK, I.: *Lexikon začínajícího řidiče*. Praha: Grada Publishing. 1998
- [5] GARREIS, L. *Vliv aktuální dopravní situace na chování řidičů* [online]. Praha, 2015. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/63988/F6-DP-2015-Garreis-Lukas-Finalni%20verze.pdf?sequence=1> Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Martin Langr
- [6] ŠTIKAR J., HOSKOVEC J., *Přehled dopravní psychologie*. Historie, teorie, výzkum, aplikace, Praha, Univerzita Karlova 1995
- [7] POÓ, Fernando a Rubén Daniel LEDESMA. *A Study on the Relationship Between Personality and Driving Styles*. Mar del Plata, Argentina, 2012. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- [8] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2003. 499 s. ISBN 80-238-8757-2.
- [9] Turn your head to reduces blind spot. In: *Wikimedia* [online]. 2008, 1. dubna 2008. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turn_your_head_to_reduces_blind_spot.PNG
- [10] BRADÁČ, A. *Soudní Inženýrství*. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204133-9.
- [11] FyzWeb: *Měření reakční doby* [online]. Dostupné z: http://fyzweb.cz/materialy/aplety_hwang/Reaction/index.html
- [12] KAPLÁNEK, A. *Analýza reakcí řidičů na složené podněty*. Brno 2010. Disertační práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí disertační práce prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.

[13] VONDRÁŠEK, M. *Rok 2017 v silničním provozu a priority Policie ČR pro rok 2018* [online]. In: . Policejní prezidium ČR, 2018, 16.12.2018, s. 45. Dostupné z: www.policie.cz/soubor/nehodovost-za-rok-2017-pptx.aspx

[14] OSMANČÍK, R. *Analýza změny reakční doby vlivem působení vnějších a vnitřních vlivů* [online]. Zlín, 2017. Dostupné z: http://stoc.fai.utb.cz/PDF/osmancik_radek.pdf. Studentská tvůrčí a odborná činnost STOČ. FAI UTB ve Zlíně.

[15] ČERNOHORSKÁ, M. *Analýza reakční doby řidiče při ovlivnění vybranými rušivými podněty*. Brno 2017 Diplomová práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Ing. et Ing. Kateřina Bucsuházy

[16] GREEN, P. a B. TSANG-WEI LIN. *How Long Can Drivers Look Away from the Road: Some Key Documents*. Michigan, 2014. Technická zpráva. The University of Michigan, Transportation Research Institute. Dostupné z <http://umich.edu/~driving/publications/UMTRI-2014-xx.docx>

[17] VÁGNEROVÁ, D. *Trenažér*. In: Brněnský deník [online]. Brno, 2016, 13. 5. 2016. Dostupné z: <https://brnensky.denik.cz/serialy/na-ledu-nebo-za-mlhy-trenazer-pripravi-budouci-ridice-autobusu-na-kazde-pocasi-20160512.html>

[18] S. JURECKI, R. a T. L. STAŃCZYK. *The test metod and the reaction time of drivers*. Kielce, Poland, 2011. Kielce University of Technology Faculty of Mechatronics and Mechanical Engineering. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/272418094_The_test_metod_and_the_reaction_time_of_drivers

[19] ZHUK, M., V. KOVALYSHYN, Y. ROYKO a K. BARVINSKA. *Research on drivers' reaction time in different conditions*. Ukraine, 2017. Lviv Polytechnic National University. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/317220962_Research_on_drivers'_reaction_time_in_different_conditions

[20] GILLAND, J. *Driving, Eye-Tracking and visual entropy: exploration of age and task effects*. South Dakota, 2008. Disertace. Department of Psychology The University of South Dakota. Vedoucí práce Frank Schieber, Ph. D. Dostupné z: <http://apps.usd.edu/coglab/schieber/pdf/Gilland-Dissertation.pdf>

[21] S. JURECKI, R. a T. L. STAŃCZYK. *Driver's reaction time in a simulated, complex road incident*. Transport [online]. Taylor & Francis, 2017, 32(1), 44-54. DOI: 10.3846/16484142.2014.913535. ISSN 1648-4142. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/269381303_Driver's_reaction_time_in_a_simulated_complex_road_incident

[22] BELÁK, M. a P. MAXERA. *Řidičova kontrola situace za vozidlem při jízdě v noci*. In: Junior Forensic Science 2016 [online]. Brno, 2016, s. 345. Dostupné z: http://www.jufos.cz/wp-content/uploads/2016/08/Sbornik_prispevku_2016.pdf

[23] BACH, M. EbayMotors: *The History and Future of Automotive Side View Mirrors*. Ebay [online]. 13. září 2016. Dostupné z: <https://www.ebay.com/motors/blog/automotive-side-view-mirrors/>

[24] MAREK, T. *Analýza výhledových poměrů z užitkových vozidel*. Brno 2018. Diplomová práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce: Ing. Michal Belák

[25] TÜV SÜD Czech [online]. Dostupné z: <https://www.tuv-sud.cz/cz-cz>

[26] Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č. 46: Jednotná ustanovení pro schvalování zařízení pro nepřímý výhled a motorových vozidel z hlediska montáže těchto zařízení. In: . 2014, ročník 2014, L 237/24.

[27] MATHER, V. *How the First Rearview Mirror Won the First Indy 500*. The New York Times [online]. 2016. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2016/05/17/sports/autoracing/at-indianapolis-500-innovation-began-with-a-look-back.html>

[28] America comes alive!: *First Rearview Mirror Marketed as "Cop-spotter"* [online]. Dostupné z: <https://americacomesalive.com/2017/01/05/first-rearview-mirror-marketed-as-cop-spotter/>

[29] MANDYS, T. *Metodika Analýza oblasti zakrytého výhledu v zorném poli řidiče osobního vozidla při pohledu vnějšími zpětnými zrcátky*. Brno 2015 Závěrečná práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství.

[30] SAJDL, J. AutoLexicon: *Asférické zpětné zrcátko* [online]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/asfericke-zpetne-zrcatko/>

[31] Hammacher Schlemmer: *The No Blind Spot Rear View Mirror*. In: Hammacher Schlemmer [online]. Dostupné z: <https://www.hammacher.com/product/no-blind-spot-rear-view-mirror>

[32] VALÁŠEK, D. Garáž: *Soumrak zpětných zrcátek. Lexus má lepší řešení* [online]. 18. 9. 2018. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/soumrak-zpetnych-zrcatek-lexus-ma-lepsi-reseni-21000118?mol-gallery--selected=44283>

[33] KŮŽEL, F. Mobil Mania: *Xiaomi má chytré zpětné zrcátko do auta. Integruje neskutečnou sbírku funkcí* [online]. 1. prosince 2017. Dostupné z: <https://www.mobilmania.cz/clanky/xiaomi-ma-chytre-zpetne-zrcatko-do-auta-integruje-neskutecnou-sbirku-funkci/sc-3-a-1340351/default.aspx>

[34] BESIP: *Správná pozice za volantem a jeho držení* [online]. 14. listopadu 2012. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Pro-media/Clanky/Spravna-pozice-za-volantem-a-jeho-drzeni>

[35] IONUT R., A., C. COFARU, B. TOLEA, D. D. TRUSCA a H. BELES. *Study Regarding Visibility Geometry in Vehicles' RearView Mirrors*. Romania, 2016. Transilvania University of Brasov, Romania a University of Oradea, Romania.

[36] BOCCIGNONE, G. *Interazione non verbale: l'attenzione e lo sguardo Tecnologie di Eye tracking: Corso di Interazione uomo-macchina II*. Italy, 2014. Università di Milano.

[37] DREWES, H. *Eye Gaze Tracking for Human Computer Interaction*. München, 2010. Disertace. Ludwig-Maximilians-Universität München. Vedoucí práce Professor Dr. Heinrich Hußmann, Professor Dr. Albrecht Schmidt. Dostupné z: <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11591/>

[38] KAPITANIAK, B., M. WALCZAK, M. KOSOBUDZKI, Z. JÓŹWIAK a A. BORTKIEWICZ. *Application of Eye-Tracking in drivers testing: A review of research*. Łódź, Poland, 2015. Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland. Dostupné z: <http://ijomeh.eu/Application-of-eye-tracking-in-drivers-testing-A-review-of-research,58499,0,2.html>

[39] FEKIAČ, M. *Geoinformatics: Využití shlukování v analýze dat z Eye Tracking Systému* [online]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/fekiac13/index.html>

[40] Geoinformatics: *Eye-tracking* [online]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/eye-tracking-2>

[41] VLET: *Výzkumná laboratoř Eye Trackingu Ostravské univerzity v Ostravě, Pedagogické fakulty* [online]. Ostrava. Dostupné z: <http://vlet.osu.cz/index.htm>

[42] AHLSTROM, Ch. a T. DUKIC. *Comparison of eye tracking systems with one and three cameras*. Sweden, 2010. Swedish National Road and Transport Research Institute. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228727728_Comparison_of_eye_tracking_systems_with_one_and_three_cameras

[43] BLÁHOVÁ, E. *Vliv prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel*. Brno 2014

. Diplomová práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce: Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

[44] KREJČÍ, V. *Obvyklá doba a frekvence pozorování zpětných zrcátek a přístrojové desky řidičem*. Brno 2015. Diplomová práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce: Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

[45] NOVÁKOVÁ, D. *Obvyklá doba a frekvence pozorování vybraných situací dopravního provozu řidičem*. Brno 2015. Diplomová práce na Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce: Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

[46] Google, www.google.com [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: www.google.com/maps

[47] Ergoneers. [Www.ergoneers.com](http://www.ergoneers.com) [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: www.ergoneers.com

[48] Ústav soudního inženýrství VUT v Brně. *Facebook* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/UstavSoudnihoInzenyrstvi/>

[53] PFLEGER, Ernst a Manfred HOHENBÜCHLER. Viewing Analyses of Drivers of Electrically Powered Bicycles and SEGWAYS in Conflicts with Bicyclists, Pedestrians and other Road Users. In: 20. EVU ANNUAL MEETING, 20.15th-17th September 2011. Proceedings: English version. Dt. Version. Graz: University of Technology, 2011, s. 96-103. ISBN 9783851251746.

[54] KLEDUS, Robert, Marek SEMELA a Albert BRADÁČ. Experimental research on the differences in a driver's perception of objects from stationary and moving vehicles. *International Journal of Forensic Engineering*. 2012, vol. 1, issue 2, s. 167-. DOI: 10.1504/IJFE.2012.050416. Dostupné z: <http://www.inderscience.com/link.php?id=50416>

[55] Vlastní zdroj autora

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 - McGuirova klasifikace řidičů [6].....	15
Tab. č. 2 - Návaznost časových úseků [12].....	21
Tab. č. 3 - Přehled testovaných řidičů [55].....	47
Tab. č. 4 - Přehled počtu pohledů [55]	48
Tab. č. 5 - Porovnání průměrných časů odvrácení pohledů od směru jízdy celkem a během jízd, včetně manévrů [55].....	50
Tab. č. 6 - Porovnání průměrných časů pohledů kontroly dění za vozidlem při stání vozidla a couvání [55].....	51
Tab. č. 7 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka [55]	52
Tab. č. 8 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka [55]	53
Tab. č. 9 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka [55]	54
Tab. č. 10 - Přehled kontroly přes pravé zadní okno [55]	55
Tab. č. 11 - Přehled sakád z a do postranních oken [55]	56
Tab. č. 12 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při jízdě [55].....	57
Tab. č. 13 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při stání [55]	58
Tab. č. 14 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při couvání [55]	58
Tab. č. 15 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka při jízdě [55]	60
Tab. č. 16 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka při stání [55].....	61
Tab. č. 17 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při jízdě [55].....	62
Tab. č. 18 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při stání [55]	63
Tab. č. 19 - Přehled hodnot sakád a fixací kontrolních pohledů [55].....	66
Tab. č. 20 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka, při přejezdu do levého jízdního pruhu [55].....	67
Tab. č. 21 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka, při přejezdu do pravého jízdního pruhu [55]	67
Tab. č. 22 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka, před objížděním stojící překážky [55]	68
Tab. č. 23 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka po předjíždění stojící překážky [55]	68
Tab. č. 24 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka při odbočování vlevo [55]	69
Tab. č. 25 - Hodnoty sakád a fixací pohledů z, a do levého okna při odbočování vlevo [55].....	70
Tab. č. 26 - Hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka při odbočování vpravo [55]	70
Tab. č. 27 - Rozdělení řidičů z hlediska věku [55].....	76

Tab. č. 28 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších a starších řidičů během jízdy vozidla u levého a středového zpětného zrcátka [55]	77
Tab. č. 29 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších a starších řidičů během jízdy vozidla u pravého zpětného zrcátka a bez rozlišení zpětných zrcátek [55].....	78

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 - Přehled počtu pohledů řidičů do jednotlivých zpětných zrcátek [55]	49
Graf č. 2 - Přehled průměrných hodnot sakád a fixací všech pohledů pro jednotlivá zrcátka [55]	55
Graf č. 3 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do levého zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]	59
Graf č. 4 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do středového zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]	62
Graf č. 5 - Průměrné hodnoty sakád a fixací pohledů do pravého zpětného zrcátka vzhledem k situaci [55]	64
Graf č. 6 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů během jízdy [55]	65
Graf č. 7 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů mladších řidičů během jízdy vozidla [55]	78
Graf č. 8 - Hodnoty sakád, fixací a celkových dob trvání pohledů starších řidičů během jízdy vozidla [55]	79
Graf č. 9 - Porovnání středních hodnot a průměrů celkových dob trvání pohledů do zrcátek mezi mladšími a staršími řidiči [55]	79

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - Rozdělení temperamentu a osobností [4]	15
Obr. č. 2 - Zorná pole řidiče [8].....	17
Obr. č. 3 - Monokulární, binokulární a ambinokulární zorná pole [8].....	18
Obr. č. 4 - Úhlová rozmrzí pohybu očí a hlavy [8]	18
Obr. č. 5 - Rozdíl vzdálenosti očí s natočenou hlavou a přímým pohledem [9].....	19
Obr. č. 6 - Oblast přímého a nepřímého výhledu z vozidla [8].....	19
Obr. č. 7 - Schéma výhledu z vozidla Opel Astra [8]	20
Obr. č. 8 - Rozdělení vnitřních a vnějších vlivů na reakční dobu [55]	23
Obr. č. 9 - Rozdělení zrcátek podle kategorie vozidla z úředního věstníku EU L 237/24 [26]	28
Obr. č. 10 - Pole výhledu zrcátek třídy I [26]	28
Obr. č. 11 - Pole výhledu zrcátek třídy III [26]	29
Obr. č. 12 - Asférické zpětné zrcátko [55].....	30
Obr. č. 13 - Pohled do panoramatického zpětného zrcátka [31]	31
Obr. č. 14 - Sekundární širokoúhlá zpětná zrcátka [29]	32
Obr. č. 15 - Externí kamera Lexus [32]	32
Obr. č. 16 - Umístění obrazovky Lexus [32]	33
Obr. č. 17 - Funkce Xiaomi 70 Steps Smart Rearview Mirror [33]	33
Obr. č. 18 - Eye-trackery [37].....	36
Obr. č. 19 - Trasa [46].....	43
Obr. č. 20 - Ukázka zařízení Dikablis Glasses 3 [47].....	45
Obr. č. 21 - Ukázka měřicího vozidla před kalibračními terčíky [48]	46

SEZNAM ZKRATEK

m..... metr

s sekunda

km..... kilometr

km/h... kilometr za hodinu

m/s metr za sekundu

R1-12.. označení řidiče

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: CD