



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PRVKŮ OKOLÍ KOMUNIKACE NA BEZPEČNOST PROVOZU VOZIDEL

INFLUENCE OF THE ELEMENTS SURROUNDING THE ROAD ON THE TRAFFIC SAFETY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. EVA BLÁHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Bc. MAREK SEMELA, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Ing. Eva Bláhová

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

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

Vliv prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel

v anglickém jazyce:

Influence of the Elements Surrounding the Road on the Traffic Safety

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat analýzou negativního vlivu prvků kolem komunikace na bezpečnost provozu vozidel (např. objekty zakrývající výhled, světelné reklamní panely v blízkosti pozemních komunikací, světelně řízených křižovatek, zneviditelnění ostatních účastníků provozu - chodci, cyklisté apod., rušivé podněty - negativní faktory ovlivňující pozornost řidiče, optické reakce řidičů na rušivý podnět v zorném poli, porovnání doby věnované řízení vozidla (§ 5/1 b) silničního zákona) a doby věnované rušivým podnětům, atd.).

Pro dosažení stanovených cílů studentka využije videozáznamy z měření v rámci česko-rakouského projektu Sdílení zkušeností a dobrých praxí, který byl řešen Ústavem soudního inženýrství VUT v Brně.

Cíle diplomové práce:

- provést analýzu možných rušivých prvků okolí komunikace, silničního provozu a dostupných audiovizuálních objektů za účelem zjištění optických reakcí jednotlivých řidičů na rušivé podněty, zejména z hlediska času, který řidič okolním elementům věnuje;
- srovnat reakce dle vybraných kritérií a porovnání s dobou věnovanou řízení vozidla;
- navrhnout využití výsledků analýzy ke zvýšení bezpečnosti provozu vozidel a návrhy nápravných opatření;

Podpůrné cíle zahrnují zpracování přehledu související legislativy, charakteristiku prvků pozemní komunikace, jejího okolí, účastníků provozu a příslušných podmínek se zaměřením na vybranou konkrétní trasu, vozidlo i řidiče.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-7204-057-X. s. 719
- [2] BURG, H., MOSER A. Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion – Unfallaufnahme – Fahrdynamik – Simulation, 1. vydání 2007, Vieweg, ISBN 978-3-8348-0172-2. s. 952.
- [3] HUGEMANN, W. a rozsáhlý autorský tým. Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007. ISBN 3-00-019419-3. s. 1238.
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ. Wypadki drogowe – Vademecum biegtego sadowego, vydavatelství Instytutu Ekspertys sadowych, Krakov 2010. ISBN 83-87425-32-X. s. 1094.
- [5] RIVERS, Robert W. Evidence in traffic crash investigation and reconstruction. Springfield : Charles C Thomas Publisher, 2006. str. 295. 1. vydání. ISBN 978-0-398-07644-8.
- [6] ČEČOT, Vladimír. a kol. Dopravné nehody. Bratislava : respo. s.r.o., 2003. str. 206. 1. vydání. ISBN 80-968953-5-4.
- [7] PORADA, Viktor. a kol. Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi. Praha : Linde Praha a.s., 2000. str. 378. ISBN 80-7201-212-6.
- [8] JANÍČEK, Přemysl. Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky - hledání souvislostí. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. str. 1234. Sv. 1+2, 1. vydání. ISBN 978-80-7204-554-9.
- [9] RÁBEK, Vlastimil. Vybrané postupy analýzy dopravních nehod. Žilina, EDIS - vydavatelství Žilinské univerzity, 2009. str. 217. VPRA-SCP-2009-06-02.
- [10] RÁBEK, Vlastimil. Interakce Lidského těla s interiérem vozidla. Žilina, EDIS - vydavatelství Žilinské univerzity, 2009. str. 256. VPRA-SCP-2009-06-01.
- [11] KASANICKÝ, Gustáv, KOHÚT, Pavol, LUKÁŠIK, Martin. Teória pohybu a rázu při analýze a simulácii nehodového deja. Žilina : Žilinská univerzita v Žilině, 2001. str. 349. ISBN 80-7100-597-5.

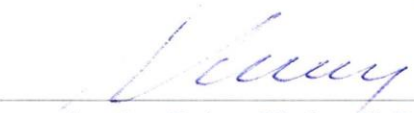
Právní normy vztahující se k řešené problematice.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 19.11.2013




doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vlivem prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel se zaměřením na vizuální rozptýlení řidiče. V rámci teoretické části práce je charakterizována dopravní soustava a její jednotlivé prvky (řidič, dopravní prostředí a cesta, dopravní prostředek a dopravní sociální struktura) s důrazem na aspekty ovlivňující bezpečnost provozu a zrakové vnímání řidiče. Analytická část čerpá z videozáznamů z jízdních zkoušek poskytnutých Ústavem soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, jejichž cílem bylo monitorování optických reakcí řidiče. Výsledky byly zpracovány a získaná data vyhodnocena za účelem zjištění především trvání pohledů jednotlivých řidičů na jednotlivé prvky okolí komunikace (se začleněním interiéru vozidla a venkovních zrcátek) a jejich srovnání s dobou věnovanou řízení vozidla. Závěr analytické části je určen výsledkům studií reklamních zařízení v okolí komunikace jako prvků s významným vlivem na pozornost řidiče. Interpretace výsledků analýzy s následným navržením jejich využití pro zvýšení bezpečnosti provozu vozidel je obsažena v poslední kapitole.

Abstract

The thesis deals with the influence of the elements in surrounding the road on the traffic safety, focusing on visual distraction of the driver. Within the theoretical part are characterized transport system and its individual components (driver, environment and road, means of transportation and transport infrastructure) with emphasis on aspects affecting traffic safety and visual perception of the driver. The analytical part draws from video records with driving tests provided by the Institute of Forensic Engineering of Brno University of Technology. They were processed and the data were evaluated to determine mainly the length of individual driver's gazes on particular elements in surrounding the road and their comparison with the time dedicated to driving. The conclusion of this part is intended for the studies of advertising signs as they are the elements with significant influence on driver's distraction. Interpretation of the results followed by designing their applications to increase traffic safety is included in the last chapter.

Klíčová slova

Bezpečnost silničního provozu, optická reakce, doba rozptýlení.

Key words

Traffic safety, optical reaction, distraction time.

Bibliografická citace

BLÁHOVÁ, E. Vliv prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 104 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Vliv prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel“ zpracovala samostatně. Veškeré zdroje informací, které byly použity k jejímu sepsání, řádně cituji a uvádím v seznamu použitých pramenů.

V Brně dne 10. října 2014

.....

Ing. Eva Bláhová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu Ing. Bc. Marku Semelovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a podnětné připomínky, které mi v průběhu zpracovávání diplomové práce poskytoval. Dále za poskytnutí videozáznamů z měření, která byla realizována ve spolupráci Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně a výzkumného institutu EPIGUS – Institut für ganzheitliche Unfall – und Sicherheitforschung z Rakouska v rámci řešení projektu „Sdílení zkušeností a dobrých praxí při analýze a prevenci silničních dopravních nehod“, CZ0069, 2010 – 2011.

OBSAH

ÚVOD.....	12
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	14
1.1 <i>Člověk jako prvek dopravní soustavy</i>	15
1.1.1 Osobnost řidiče	16
1.1.2 Psychické procesy a stavy	17
1.1.3 Reakční doba	29
1.2 <i>Dopravní prostředí a dopravní cesta</i>	31
1.2.1 Statické prvky	33
1.2.2 Dynamické prvky	37
1.3 <i>Dopravní prostředek jako prvek dopravní soustavy</i>	41
1.3.1 Prvky bezpečnosti.....	42
1.3.2 Vývoj vozidel na základě inženýrské psychologie.....	42
1.4 <i>Dopravní sociální struktura</i>	47
2 METODY MĚŘENÍ, ZPRACOVÁNÍ A ZÍSKÁNÍ VÝSLEDNÝCH DAT.....	49
2.1 <i>Metody měření</i>	50
2.2 <i>Metody zpracování a získání výsledných dat</i>	53
2.2.1 Charakteristiky polohy	53
2.2.2 Charakteristiky variability	54
2.2.3 Charakteristiky šikmosti a špičatosti	55
3 ANALYTICKÁ ČÁST.....	56
3.1 <i>Charakteristika trasy</i>	56
3.2 <i>Charakteristika vozidel</i>	57
3.3 <i>Charakteristika řidičů</i>	59
3.4 <i>Charakteristika jednotlivých jízd</i>	59
3.5 <i>Charakteristika získaných dat</i>	63
3.5.1 Statické prvky	63
3.5.2 Dynamické prvky	67
3.5.3 Přehled statických a dynamických prvků	68
3.6 <i>Vyhodnocení získaných dat</i>	70
3.6.1 Levé zrcátko	70
3.6.2 Zpětné zrcátko	71

3.6.3	Přechod pro chodce	72
3.6.4	Výjezdy.....	73
3.6.5	Dopravní značky.....	73
3.6.6	Reklamní zařízení.....	75
3.6.7	Palubní deska.....	75
3.6.8	Autobusové zastávky	77
3.6.9	Čerpací stanice.....	77
3.6.10	Vozidla parkující na komunikaci.....	78
3.6.11	Ostatní okolní objekty	80
3.6.12	Chodci.....	81
3.6.13	Tzv. vyloučené hodnoty	81
3.6.14	Výjimečné objekty.....	82
3.6.15	Souhrnné vyhodnocení	82
3.7	<i>Výsledky studií z oblasti reklamních zařízení</i>	<i>86</i>
4	DISKUSE A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	90
	ZÁVĚR.....	94
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	96
	SEZNAM OBRÁZKŮ	97
	SEZNAM TABULEK	98
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	99

ÚVOD

V současnosti je rozptýlení pozornosti řidiče významným tématem v oblasti bezpečnosti silničního provozu v mnoha zemích po celém světě. Z pohledu zavinění dopravních nehod se jedná o jeden z nejdůležitějších faktorů. Dokonce se často uvádí, že jde o závažnější faktor než například únava, ovlivnění alkoholem nebo návykovými látkami. Právě schopností rozptýlit řidiče po různě dlouhou dobu se vyznačují prvky okolí komunikace, které jsou hlavním předmětem této práce.

Při řízení vycházejí činnosti řidiče z vizuálního zpracování komplexu informací, které souhrnně vytvářejí dopravní situaci. Nejvíce informací podstatných pro účastníky provozu (více než 90 %) je vnímáno opticky, čímž se dostává do popředí zájmu zvyšování bezpečnosti vizuální vnímání řidiče.

Odhaduje se, že dokonce až necelá polovina ze všech nehod je způsobena chybou ve vnímání. Statistiky prokazující toto tvrzení však neexistují. Z policejních statistik vyplývá, že nevěnování se plně řízení vozidla se každoročně řadí na první místo v řebříčku nejčastějších příčin dopravních nehod v České republice. Od roku 2010 tvoří bezmála jednu pětinu všech nehod a tento počet se navíc každoročně zvyšuje.

Z pohledu denní doby jsou závažnější noční nehody. A to i přes skutečnost, že dle údajů z roku 2012¹ došlo k 74,6 % dopravních nehod ve dne. Závažnost nočních nehod uváděná v počtu usmrcených osob však byla skoro dvakrát vyšší.[1]

Aktuálním tématem v této oblasti je umisťování reklamy v okolí pozemních komunikací, které je již dlouhé roky předmětem sporů. Dochází ke konfliktu vidiny zisku inzerentů a poskytovatelů reklamy a bezpečnosti účastníků silničního provozu.

Všechny tyto údaje ukazují na aktuálnost a závažnost problematiky, které vedly k výběru tématu diplomové práce a stanovení několika hlavních cílů. Prvním z nich bylo provedení analýzy možných rušivých prvků v okolí komunikace a ze silničního provozu za účelem zjištění optických reakcí jednotlivých řidičů na rušivé podněty zejména z hlediska času, který jim řidič věnuje. Dále srovnání reakcí dle vybraných kritérií a porovnání s dobou věnovanou řízení vozidla a na závěr navržení využití výsledků analýzy ke zvýšení bezpečnosti provozu vozidel s případnými návrhy nápravných opatření.

¹ Ve statistické ročence z roku 2013 již nebylo rozdělení na denní a noční nehody uvedeno.

Podpůrné cíle zahrnují zpracování přehledu současného stavu dané problematiky se zaměřením na charakteristiku prvků pozemní komunikace, jejího okolí, účastníků provozu a příslušných podmínek s ohledem na vybranou konkrétní trasu, vozidlo a řidiče.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Východisko pro celou práci představuje pojem rozptýlení řidiče (driving distraction), který lze vymezit jako odklon pozornosti od činnosti důležité pro bezpečnou jízdu směrem ke konkurenční činnosti. [2] Mezi významné konkurenční činnosti vzhledem k obsahu této práce patří sledování objektů i subjektů, které se nachází v okolí komunikace, jsou její součástí nebo jsou součástí vozidla (zrcátka, ukazatel rychlosti apod.).

Teoretická část práce bude vycházet z definování pojmu **dopravní soustava**. Obecně lze dopravní soustavu vymezit jako souhrn vzájemně souvisejících prvků, sdružený do logického celku. Prvky jsou spojeny za účelem umožnění proudění objektů (materiálu, informací nebo energie) v prostoru a čase.

Dopravní soustavu lze rozdělit do několika celků, které budou v textu postupně rozebrány:

- **Člověk**, jenž hraje v soustavě ústřední roli. Jeho činnost spočívá v příjmu a zpracování informací, rozhodování, reagování a je podložena komplexní a situační kapacitou.
- **Dopravní prostředek**, tedy vozidlo a jeho charakteristiky jako konstrukce, technická úroveň, aktivní i pasivní bezpečnost.
- Významnou skupinu představuje také přírodní a uměle vytvořené **dopravní prostředí a dopravní cesta**.
- Poslední skupinu tvoří **dopravní sociální struktura**, kterou určuje zejména dopravní chování, četnost účastníků a sociální role.

Člověk je integrální součástí dopravního soustavy. Charakteristickým rysem takové soustavy je, že důsledky narušení nebo selhání její části postihnou celou soustavu. Ze statistik dopravní nehodovost jasně vyplývá, že v soustavě člověk – dopravní prostředek – dopravní prostředí má nejvyšší podíl na selhání lidský faktor. Na bezpečnost silničního provozu má zásadní vliv chování všech účastníků provozu. [3], [4]

Velká část teoretické části práce se opírá o poznatky z psychologie v dopravě, která je aplikovanou disciplínou psychologie samotné. „*Psychologie užitá v dopravě se zabývá především zkoumáním psychických procesů při různých činnostech osob řídících dopravní prostředky a jiných účastníků dopravy, zjišťováním jejich závislostí na individuálních vlastnostech člověka, na metodách výuky, výcviku a výchovy, na dopravní technice.*“ [4]

Z pohledu právních předpisů jsou pro práci podstatné základní zákony a vyhlášky z oblasti provozu na pozemních komunikacích a dále právní dokumenty vztahující se ke zdravotnímu stavu řidiče včetně jeho ovlivnění návykovými látkami:

- zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu);
- zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích a vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích;
- zákon č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích;
- zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě a vyhláška č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě;
- prováděcí vyhláška č. 30/2001 Sb. k pravidlům silničního provozu (dopravní značky);
- nařízení vlády č. 41/2014 Sb., o stanovení jiných návykových látek a jejich limitních hodnot, při jejichž dosažení v krevním vzorku řidiče se řidič považuje za ovlivněného takovou návykovou látkou;
- vyhláška č. 277/2004 Sb., o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel.

Další právní normy, které blíže souvisí s řešenou problematikou, jsou případně uvedeny přímo v jednotlivých podkapitolách.

1.1 Člověk jako prvek dopravní soustavy

Z pohledu oblasti dopravních nehod se lidský faktor podílí na vzniku silniční nehody v podobě řidiče motorového či nemotorového vozidla, chodce či vedlejšího účastníka. U řidiče jsou nejvýznamnějšími aspekty:

- zkušenosti a řidičské schopnosti,
- povahové a osobnostní vlastnosti,
- znalost prostředí,
- schopnost předvídat vznik rizikové situace,
- schopnost správně vyhodnotit způsob reakce,
- reakční doba.

Právě reakční doba souvisí s pojmy, jako je čas na rozhodování, schopnost rozpoznání nebezpečí, pozornost, s pojmy z oblasti vizuálního vnímání i s rozhodovacím časem. [5]

1.1.1 Osobnost řidiče

Osobnost v psychologickém smyslu slova lze definovat jako jedince se všemi jeho duševními a fyzickými vlastnostmi. Tento pojem představuje jednotu psychických procesů, stavů a vlastností nebo také souhrn determinant prožívání a chování.

Osobnost je tvořena stavbou těla, temperamentem, zaměřeností, schopnostmi, charakterem a životní dráhou. Pro řidiče jsou podstatné rysy osobnosti jako vyrovnanost, emocionální stabilita, přizpůsobivost, schopnost se dobře ovládat, odolnost vůči stresu, svědomitost, spolehlivost, přiměřená sebejistota, altruismus a schopnost umět dobře předvídat. Mimo tyto charakteristiky osobnosti je dále nutná zdravotní a duševní způsobilost. [6]

Důležitou roli při řízení sehraává také pozornost, vnímání, bdělost, psychomotorická koordinace, reakční čas, inteligence, sebekontrola, myšlení, paměť, koncentrace a adekvátní reakce. [7]

Jiné pojetí psychologie osobnosti považuje za základní kategorie v psychologii osobnosti strukturu a dynamiku. Strukturu lze vymezit jako vnitřní uspořádání osobnosti, které poukazuje na trvalejší stav psychické určenosti člověka a dále uvádí existenci dvou tříd psychologických charakteristik osobnosti:

- a) Charakteristiky vlastních psychických procesů, které v sobě zahrnují pojmy jako paměť, myšlení, vnímání (Více v podkapitole 1. 1. 2 o psychických stavech a procesech při řízení).
- b) Charakteristiky psychických vlastností osobnosti. Mezi psychické vlastnosti se řadí povahové vlastnosti, motivační systém a schopnosti.

Dynamika osobnosti má poté za úkol dodat jednotlivým osobnostním strukturám tzv. hybnou sílu. Určuje zaměření na dosažení cíle a motivuje chování. [8]

Charakter osobnosti je souhrnem psychických rysů, které se utvářejí při lidské činnosti, v procesu výchovy a vzdělávání. Projevují se ve způsobu života, činnosti, chování, ve vztahu k ostatním lidem, okolí, společnosti, sobě či práci. Charakter se také týká vztahu jedince k hodnotám a projevuje se i při řízení. Mezi pozitivní charakterové rysy patří například optimismus, pracovitost a nesobeckost. [7]

Temperament představuje významný faktor při řízení dopravních prostředků a lze jej charakterizovat jako komplex psychických vlastností, které jsou pro daného řidiče příznačné a relativně stálé. Temperament je podmíněn biologicky, ale je ovlivňován i výchovou a sociálním prostředím. Určuje se na základě střídání duševních a citových procesů a stavů člověka. Navenek se projevuje v jeho chování. U temperamentu se rozlišují vlastnosti, které se sdružují do tzv. temperamentových typů, které jsou společné určité skupině lidí. Existuje řada temperamentových typologií. Za jednu z nejznámějších se považuje typologie Hippokratova (sangvinik, melancholik, cholerik, flegmatik). Další velmi známou typologií je členění podle Eysencka na pojmy introverze-extroverze a psychická labilita-stabilita. [7]

Úspěšní řidiči mívají vyrovnaný a silný typ nervové soustavy, reagují přesně a pohotově. Problémoví řidiči naopak nesou rysy nezodpovědnosti, neopatrnosti, impulzivnosti, emocionální přecitlivělosti, někdy i nerozhodnosti a úzkostlivosti. [9]

Schopnosti v sobě zahrnují široké spektrum osobnostních dispozic nutných k provádění určitých činností. Základ schopností je vrozený, ale lze je rozvíjet učením a tréninkem. Dělí se na rozumové, psychomotorické a mechanické. Do kategorie rozumových schopností se řadí myšlení, poznávání, paměť, hodnocení řešení a tvoření. Do druhé kategorie schopností lze zahrnout zručnost, reagování a koordinaci očí a rukou. A mezi mechanické schopnosti patří porozumění vztahu mezi předměty a manipulací s jejich částmi.

Na schopnosti řídit vozidlo se podílejí konstituční proměnné řidiče, jimiž jsou osobnost a vlastnosti osobnosti, trénink, vzdělání a zkušenost v oblasti dopravy a kvalifikace. [7]

1.1.2 Psychické procesy a stavy

Psychické procesy a stavy jsou funkcí mozku, vzájemně se prolínají a ovlivňují. Dovedou velkou měrou ovlivnit chování řidiče v silničním provozu. Jejich význam se ještě zvyšuje v přítomnosti sekundární zátěže. Negativním vlivem je především prodloužení reakční doby řidiče.

Pozornost

Pozornost lze definovat jako kognitivní funkci umožňující vnímajícímu jedinci z okolního prostředí vybírat pouze určité podněty, resp. informace, které v daný okamžik považuje

za významné a ostatní podněty umožňuje ignorovat. Informace jsou k řidiči vysílány z okolního prostředí z 90 % vizuálně a zbylých 10 % je přijímáno ostatními smysly. Řidič se po dobu jízdy musí soustředit obzvláště na systémy dopravního značení, informační a řídicí systémy ve vozidle i na ostatní účastníky provozu. Postupný rozvoj dopravní infrastruktury a zejména pak dopravních technologií mnohdy vystavuje řidiče nadbytečné informační zátěži.

„Právě v silničním provozu není nejdůležitější vidět a vnímat co nejvíce podnětů, ale mnohem více záleží na tom, zda jsou z rozmanitých informací vybírány ty, které jsou relevantní a zda jsou dále zpracovávány.“ [4]

Pojem pozornost lze charakterizovat následujícími vlastnostmi:

- Soustředěností, kterou se chápe soustředění na vše, co souvisí s řízením vozidla a dopravní situací a s tím související potlačení ostatních rušivých informací a činností.
- Rozsahem a intenzitou. Rozsah určuje množství jevů, které dokáže řidič postřehnout v jednom okamžiku nebo ve velmi krátkém časovém úseku. Intenzita pozornosti je uváděna jako míra soustředění pozornosti.
- Při řízení je řidič často vystaven nutnosti pozornost rozdělit, jelikož sleduje obvykle více objektů současně nebo vykonává více činností současně.
- Řidič by měl být také schopen si vybrat, na jaký objekt se v danou chvíli jeho pozornost zaměří a být odolný vůči těm objektům či vlivům, které jsou pro něj v daný moment rušivé.
- Mezi důležité vlastnosti pozornosti patří také dynamika i stabilita pozornosti. Dynamika umožňuje rychle a plynule přecházet od jednoho předmětu k druhému. Zde se projevuje typ cesty. Pozornost rychle klesá při jízdě po jednotvárné cestě. Stabilita je dána časem, po který se udržuje zaměření pozornosti na jeden objekt. Touto vlastností jsou charakteristická zejména povolání jako operátoři, dispečeri apod., která souvisí s těžkými psychickými výkony.
- Vigilanci pozornosti určuje rychlost přeladění ze stavu relativního klidu do stavu okamžitého soustředění a reagování. [4]

Pozornost lze rozlišit na několik různých skupin. Jeden způsob rozdělení uvažuje pozornost **koncentrovanou** a **distributivní**. V případě koncentrované pozornosti jsou přesně rozpoznány detaily pouze mála objektů, což navíc souvisí s hranicemi fyziologického vnímání platnými v určitou dobu. Distributivní pozornost charakterizuje jeden velký přehled rozdělený

na mnoho předmětů. V dopravním procesu je obzvlášť důležité, aby tyto formy pozornosti pracovaly odděleně. Při změně z jedné formy pozornosti na druhou proběhne změna pohledu, při níž dochází k neuspořádanému vnímání.

Podle vzniku zaměření pozornosti se dělí na **neúmyslnou** a **úmyslnou**. Za prvotní formu je považována pozornost neúmyslná (také pasivní), jež je podmíněna charakteristikami a vlastnostmi podnětů, které dokážou zaujmout bez úmyslu. Mezi vlastnosti rozhodující o tom, zda se podnět stane objektem pozornosti, rozhoduje síla podnětu, kontrast mezi podněty, jejich případná změna či novost a motivační sféra, kterou tvoří lidské potřeby a zájmy. Úmyslná, také záměrná či aktivní pozornost, představuje uvědomělou duševní činnost, kterou lze spojovat se záměrem, který je předem určen, potřebou či povinností a vynaložením úsilí při její orientaci a udržování a potlačování rušivých vlivů. Tato forma pozornosti je pro řidiče velmi náročná a psychicky vyčerpávající. Hranice mezi jednotlivými formami již není tak jednoznačná jako u předchozího rozdělení. Pasivní často plynule přechází v aktivní formu a naopak.

Zvláštní místo mezi formami pozornosti patří **roztržitosti**. Tento pojem lze chápat jako nedostatečné soustředění, nestálost úmyslné pozornosti nebo naopak i hluboké soustředění pozornosti, její přílišnou intenzitu a dlouhé setrvání na určitém objektu – tedy neschopnost ji rozdělovat a pružně přenášet. [4], [7]

Procesy pozornosti jsou úzce propojeny s ostatními kognitivními funkcemi. Nejvíce však s **vědomím**. Jde jak o pocit, že si člověk něco uvědomuje, tak i obsah toho, co si uvědomuje. Část tohoto obsahu může být pod prahem pozornosti. Z toho plyne, že vědomí a pozornost jsou množiny, které se překrývají. [10]

Situace, kdy je zaměření pozornosti narušováno podněty nesouvisejícími s řízením, se označuje pojmem **distrakce**. Jedná se o negativní jev, který ohrožuje pozornost řidiče a vede k opožděnému rozpoznávání důležitých informací, což může vést k dopravní nehodě. Za nejčastější příčiny se uvádí používání mobilního telefonu či vysílačky, konzumace jídla a pití, komunikace se spolujezdcí, obsluha rádia, přehrávače či klimatizace, kouření, manipulace se zařízeními vozidla nebo s předměty ve vozidle, stejně tak jako samotné pohyby předmětů ve vozidle.

K narušení pozornosti dochází také vlivem únavy či vyčerpání. Řidič má poté sklony dopouštět se více chyb než v případě, kdy usedá za volant vozidla svěží a odpočatý. [7]

Paměť

Pojem paměť zahrnuje schopnost přijímat, zpracovávat, uskladňovat, vydávat a znovu poznávat informace. [11] Typově lze paměť rozdělit na vizuální, jenž má pro řízení zásadní význam, paměť krátkodobou a dlouhodobou. Z dosavadních výzkumů paměti řidičů vyplývá, že je vhodné provádět dopravně-psychologická vyšetření, zejména pak u starších osob. Pro úspěšnou kariéru profesionálního řidiče je ideální dobrá pracovní i dlouhodobá vizuální a vizuálně prostorová paměť. [9]

Vnímání

Při řízení vozidla jsou různou měrou využívány zrakové, sluchové a hmatové smysly, na jejichž základě vzniká vnímání. Činnosti smyslových orgánů přinášejí konkrétní počítky, jejichž slučováním se vytváří smyslový vjem. Vjem je bohatší než prostý smyslový, sítnicový obraz. Je komplexní a souvisí s osobností, koncentrovaností, pamětí, myšlením, emocionalitou, představivostí, inteligencí, motivací, potřebami, postoji, očekáváním a zkušenostmi.

V rámci studie Nagayamy z roku 1978 [12] byly sledovány reakce vybraných řidičů. V rámci provedeného měření bylo 50 % z celkového počtu dopravních nehod způsobeno zpožděním či dokonce absencí vnímání nebezpečí, 37 % zapříčinila chyba v rozhodování (často pod vlivem časového stresu) a pouze u 2 % dopravních nehod byly na vině špatné řidičské schopnosti jako sešlápnutí jiného pedálu apod. Příkladem, kdy řidič vnímá opožděně nebo vůbec, je podcenění stupně natočení zatáčky či přehlédnutí přechodu pro chodce při noční jízdě. Již tyto výsledky ukazují na zásadní vliv vnímání a poznávání na bezpečné chování na silnici.

Přibližně v této době se Enke [13] zabýval otázkou „*Co měl řidič udělat, aby zabránil srážce právě včas?*“ Výsledkem jeho studie bylo zjištění, že v 50 % případů by se dalo srážce zabránit, pokud by řidič zareagoval o 0,5 až 1 s dříve. Je však důležité poznamenat, že tento čas se nedá zkrátit snížením reakční doby, jelikož ta je dána také biologickou povahou člověka.

Zpracování informací lze rozdělit na čtyři hlavní fáze:

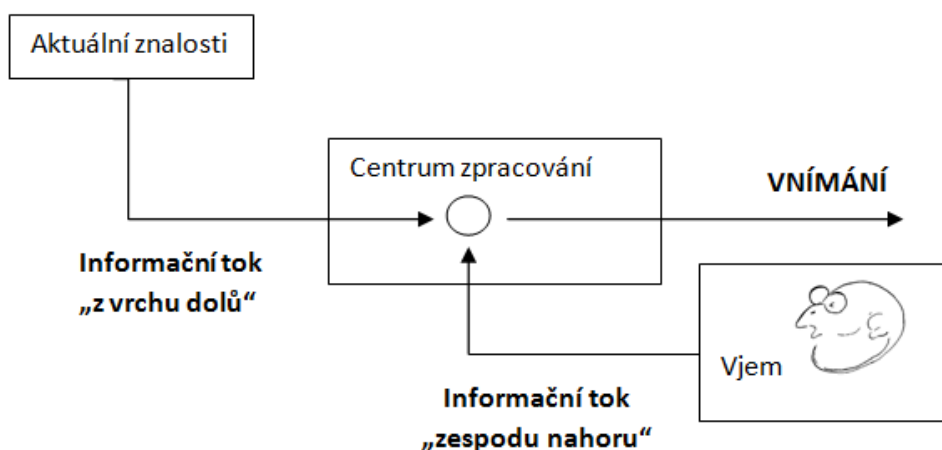
- 1) získání informace;
- 2) hodnocení informace, analýza situace;
- 3) přijetí rozhodnutí;
- 4) vykonání rozhodnutí – tzv. aktivace.

Rychlé kognitivní zpracování informací a následná aktivace činnosti je důležitá hlavně při vysokých rychlostech, kdy se časy využitelné pro jednotlivé fáze zkracují. [4]

Vnímání lze také rozložit na dva různé toky informací:

- Smyslový orgán si bere informace z prostředí a zasílá je ke kortikálnímu zpracování. Tento proud se označuje „zespodu nahoru“ (from bottom up). Vstupy putují od smyslových orgánů do centra zpracování.
- Smyslový vjem aktivuje související a relevantní znalosti řidiče. Tím dojde k vytvoření druhého proudu informací, které se pohybují z pracovní paměti do centra zpracování. Výsledné informace se označují pojmem „z vrchu dolů“ (from top to bottom). [14]

Jednotlivé toky jsou naznačeny na obrázku. Obr. 1 zobrazuje roli informačního toku „z vrchu dolů“ s využitím ambivalentního obrázku jako příkladu.



Obr. 1 Ambivalentní obrázek „muž-myš“. Přeloženo z [14].

Ambivalentní obrázek „muž-myš“ vytvořený autory Bugelski a Alampay v roce 1961 [15] ukazuje, jak je stejný vjem (informace „zespodu nahoru“) vnímán v závislosti na vstřebání informace, ale také na aktuálních znalostech (informace „z vrchu dolů“).

Obrázek také vystihuje podstatu, proč jsou starší lidé méně často přímými účastníky nehod než mladí řidiči, a než by se očekávalo vzhledem k výrazně sníženým schopnostem smyslového vnímání a řízení. Díky svým zkušenostem dovedou vnímané informace obohatit natolik, že tím efektivně kompenzují schopnosti mladých řidičů znatelně snáze a lépe vnímat informace a podávat řidičské výkony. [14]

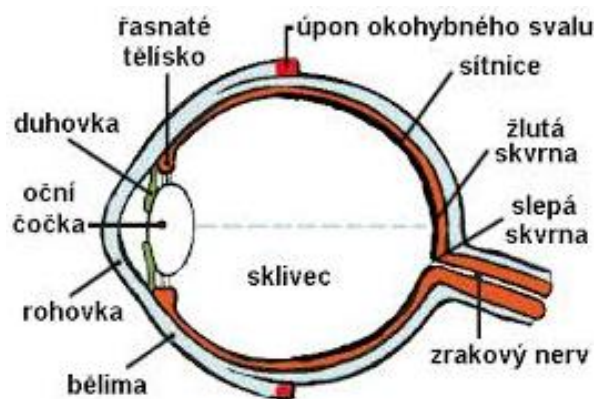
Vizuální vnímání

Jak již bylo uvedeno, nejdůležitějším smyslovým orgánem je zrak, pomocí něhož řidič získává nejvíce informací. Zrakové (vizuální) vnímání souvisí i s následnou regulací chování.

Pro řízení vozidla jsou potřebné zrakové funkce jako zraková ostrost, vidění za snížené viditelnosti, citlivost na oslnění, schopnost akomodace, barevné a prostorové vidění, pohyblivost očí a zorné pole.

Pod pojmem **zrak** se rozumí vnímání světla, barev, tvarů, kontrastu, jasu, hloubky, rozlišovací schopnost a adaptace. Zrakový orgán je složen ze tří částí, z receptoru (zevní oko), z dráhy spojující oko s centrem (oční nerv) a ze zrakového centra v mozku. Základem pro vnímání světla je sítnice oka (retina), která obsahuje světločivé buňky – tyčinky a čípky. Oblast centrálního zorného pole tvoří žlutá skvrna (úplný střed tvoří fovea), což je místo nejostřejšího vidění a pronikání barev.

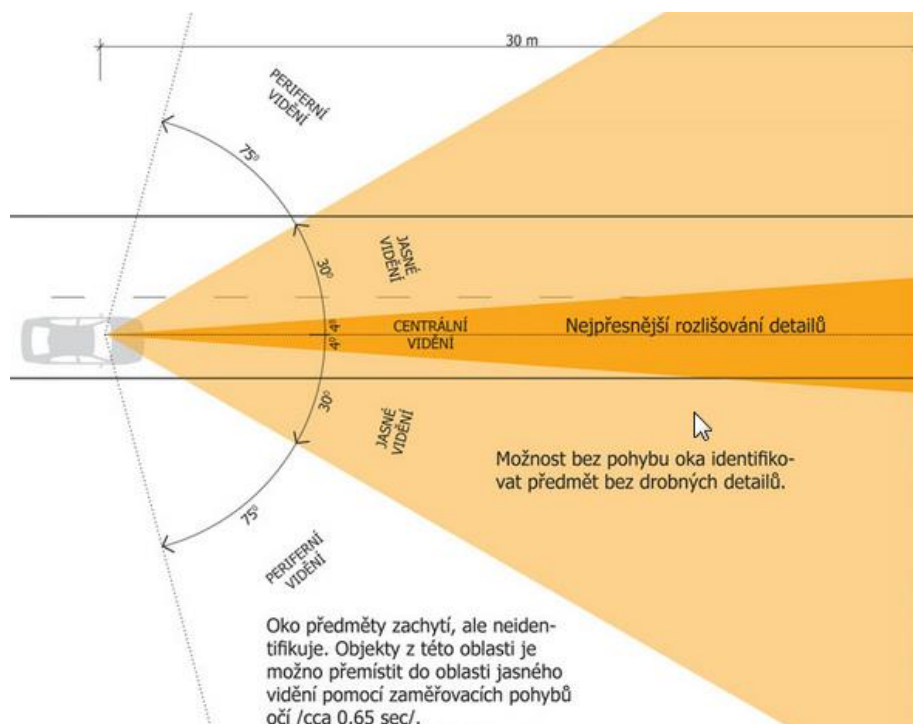
Světlo proniká optickými prostředními oka (rohovka, komorová voda, čočka, sklivec) na sítnici, kde vytváří obraz pozorovaných předmětů. Optická prostředí světelné paprsky propouštějí a navíc i lámou. V místě, kam dopadlo na sítnici světlo, dojde k podráždění a vzniklý vzruch je převeden skrze zrakový nerv do zrakového centra v mozku. Podle toho, na které místo dopadl paprsek pozorovaného předmětu, se rozlišuje centrální (paprsek dopadl na žlutou skvrnu) a periferní vidění (paprsek dopadl mimo žlutou skvrnu). Zornice jako optická clona reguluje množství světla vstupujícího do oka. Při světle se zužuje, ve tmě rozšiřuje. [9], [14], [16] Řez okem s popisem jeho základních částí je zachycen na Obr. 2.



Obr. 2 Řez okem s popisem jeho základních částí [17]

„Člověk se nerodí s dokonalým viděním. Například barvy se oko naučí rozeznávat až později. Barvy jsou vnímány žlutou skvrnou, ve které je nahromaděno nejvíce světločivných buněk – čípků. Směrem do periferie se schopnost rozeznávat barvy zmenšuje a to postupně pro barvu zelenou, červenou a modrou. Poruchy barvocitu jsou vrozené a získané. Vrozené mají dědičný charakter a postihují 8% mužů a 0,4% žen.“ [16]

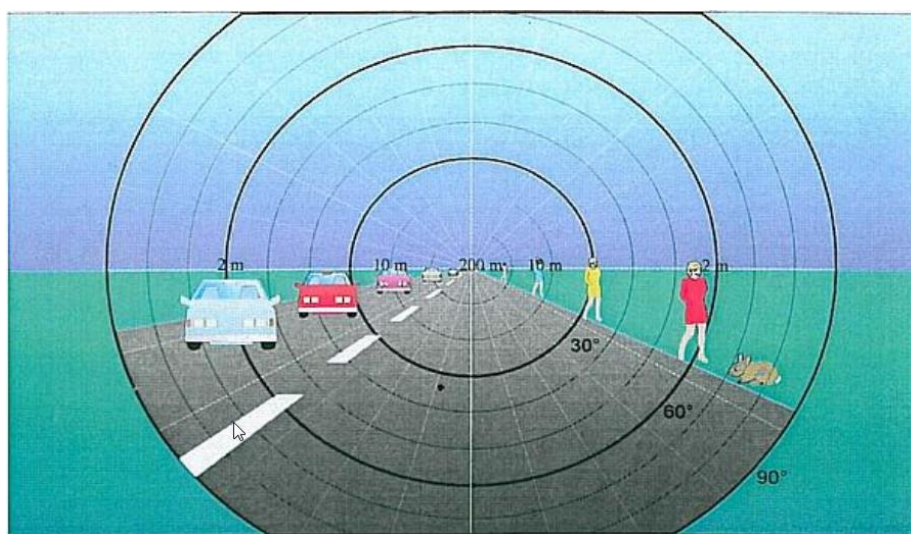
Zorné pole představuje oblast, která je zachycena pohledem člověka bez pohybů hlavy a očí. Centrální zrakové pole je uvažováno obvykle do 30 ° od fovey. Na Obr. 3 je označeno jako pole jasného vidění s tím, že centrální se zde omezuje pouze na 4 ° od fovey. Vzdálenější oblasti se označují jako periferní zorné pole.



Obr. 3 Centrální a periferní pole řidiče [18]

Centrální vidění se vyznačuje vysokou rozlišovací schopností a naopak periferní vidění hůře rozlišuje barvy a detaily předmětů. Navíc se snížením viditelnosti se dále zhoršuje. Tento fakt je důvodem, proč objekty v periférii jsou kompenzovány nápadností a velikostí. [9], [14] Spolupráce mezi centrálním a periferním viděním poskytuje základ pro vizuální orientaci v dopravním procesu.

Z pohledu psychologie sem patří také důležitý pojem **funkční zorné pole**. Lze jej zjednodušeně definovat jako část zorného pole, ve kterém je člověk schopen v daném okamžiku vnímat objekty. Jeho velikost se mění v závislosti na množství informací, které je nutné zpracovat. Pouze informace vnímané v rozsahu aktuálně funkčního zorného pole mohou ovlivnit dopravní chování. Rozsah tohoto pole je spjat s pozorností a její kapacitou, distribucí a selektivitou. Zvýšená pozornostní zátěž má negativní vliv na vnímání v oblasti periferního zorného pole. Z toho také vyplývá, že je třeba vhodně přizpůsobovat množství informací, které musí řidič zpracovat, jelikož počet prvků, které je schopen zachytit během jedné zrakové fixace je omezený. Navíc se rozsah tohoto pole omezuje se zvyšující se rychlostí (viz Obr. 4). [19]



Obr. 4 Rozhodující je funkční zorné pole asi do 20°-30°, tj. zorné pole, v jehož rozsahu může řidič na vnímané objekty ještě reagovat, se omezuje se vzrůstající rychlostí vozidla [20]

V této souvislosti je velmi podstatným faktorem věk a zkušenosti. Stárnutím dochází k zužování zorného pole z periferie, které může dosáhnout ve věku šedesáti let až 50 % ve srovnání s dvaceti lety. Tento stav může způsobovat vklesnutí oka do očníce, kdy kosti orbity² více omezují zorné pole, nebo stařecký pokles víčka. Změny na sítnici vzniklé stářím

² Pod pojmem orbita se rozumí kostěná schránka, v níž je umístěna oční koule.

vedou ke snížení citlivosti sítnice, což se projevuje obzvláště v její periférii. Jde zhruba o dvojnásobný úbytek v porovnání s centrem sítnice. K tomu dále přispívají degenerativní změny okrajových částí sítnice. To se projevuje zhoršenou prostorovou orientací u starších osob. [19], [20]

Dalším pojmem je **zraková ostrost**, pod níž se rozumí nejmenší úhlová vzdálenost dvou bodů, které lze okem rozlišit. Existuje ostrost statická a dynamická. Statická ostrost se mění s postupujícím věkem, kdy dochází ke snížení vnímání kontrastů. Ostrost je také snížena při oslňování, kdy nejen že se ztrácí detaily, ale snižuje se i vzdálenost dohledu. Dynamická ostrost je vyjádřena schopností přesně vnímat pohybující se objekt. Percepční příprava podporuje tento druh ostrosti u začínajících řidičů. Její pozvolný úpadek však začíná poměrně brzy a mezi 40 a 50 lety se tato tendence ještě zrychluje. Pravděpodobně i vyšší rychlost jízdy přispívá k rychlejší ztrátě dynamické ostrosti. Závislost mezi zrakovou ostrostí a počtem dopravních nehod je relevantní v případě dynamické ostrosti a u statické ostrosti při nočních jízdách. [14]

Další aspekty, které ohrožují bezpečnost z pohledu vizuálního vnímání řidiče, jsou citlivost na oslnění a absolutní práh vnímání.³ Oslnění nastává, když se v zorném poli objeví jeden nebo více světelných zdrojů, které mají přílišný jas ve srovnání s okolím. **Citlivost na oslnění** postupně roste, dokonce již v brzkém věku je vnímání ovlivňováno stále více. Oslnění také narušuje schopnost adaptovat se na tmou. Výsledkem je dočasný růst prahu vnímání, čímž poté dochází k rušivému efektu, který trvá delší dobu. Extrémem je oslnění dálkovými světly protijedoucího vozidla. Vztah s mírou nehodovosti však není prokázán. [14]

Absolutní práh vnímání roste dramaticky s věkem, jelikož jednotlivé vrstvy oka se stávají méně průhledné a tím pádem absorbují více světla. Starší lidé tak potřebují více světla a jejich dohledová vzdálenost se v noci zkracuje na netolerovatelnou mez. Tato skutečnost se však ve statistikách neprojevuje, jelikož starší řidiči si jsou často tohoto problému vědomi a vědomě noční jízdy omezují. [21]

Za použití potkávacích světel dochází v noci v případě osob ve věku 60 let ke snížení o 65 až 77 % v porovnání s řidiči ve věku 25 let. Mladý člověk vidí v těchto podmínkách chodce oblečeného v černém na vzdálenost 25 až 40 m. Jednoduchým výpočtem lze dojít k závěru, že pro osoby starší 60 let se tato vzdálenost dramaticky zkracuje. [14], [21]

³ Absolutní práh vnímání vyjadřuje intenzitu podnětu podněcující nervovou soustavu k vyvolání počítka. Rozdílový práh vnímání – nejmenší rozdíl v síle podnětů, který jsme schopni ještě postihnout.

Pro řidiče jsou nebezpečné **zrakové klamy**, které lze charakterizovat jako vnímání zkreslení reality vlivem nedokonalosti smyslových orgánů. V dopravním procesu dochází k výrazným klamům při vnímání velikosti a směru. Silnice na volném prostranství se zdá být širší, než když je lemována stromy. Šíře vozovky je vnímána jinak také v noci v mlze nebo za sucha a deště. V případě domněle užšího prostoru se zdá rychlost auta vyšší, nežli je ve skutečnosti, naopak tomu je v případě volného neohrazeného prostoru. Pokud mírnému stoupání předchází dlouhá klesání, vnímá řidič stoupání jako prudší. Správné vnímání prostoru je také důležité. Hloubkové vidění závisí i na barevnosti prostředí a může způsobit, že tmavě hnědé vozidlo jedoucí až na konci řady světle zbarvených aut, se jeví jako bližší. Vnímání prostorových vztahů je navíc značně ovlivněno rychlostí jízdy. Je prokázáno, že s rychlostí se mění výše zorného pole řidiče. Tato skutečnost může způsobit problémy například při předjíždění, kdy řidič nedokáže správně odhadnout vzdálenost od předjížděného vozidla. [3], [7]

Vnímání bývá negativně ovlivněno faktory jako je psychický i tělesný stav, nálada, úzkost, zlost, strach, alkohol, drogy, nemoci, ale i postojem řidiče k dopravnímu provozu. [3]

Psychická zátěž

Zátěž obecně lze popsat jako stav, ve kterém se nachází živý systém při mobilizování obranných nebo nápravných zařízení. [22] Rozlišují se tři hlavní formy psychické zátěže:

- Senzorická vyplývá z požadavků na činnost smyslových orgánů a jim odpovídajících struktur centrálního nervového systému. Tuto formu zátěže lze dále členit na zátěž vizuální, akustickou a hmatovou.
- Mentální zátěž plyne z požadavků na zpracování informací. Tato forma je náročná na psychické procesy, jako je pozornost, představivost, myšlení, paměť a rozhodování. S ní souvisí i zátěž informační, jejímž zdrojem je sledování různých dopravních značek, vlastní polohy vozidla, ale i ostatních účastníků provozu. Do této kategorie spadá i identifikace nebezpečí, náročnost rozhodování a vypořádání se s jednotvárnou činností.
- Emoční zátěž vyplývá ze situací a požadavků, které vyvolávají afektivní odezvu. Zdrojem může být pocit ohrožení, opojení, časový stres nebo interpersonální kontakty a konflikty. [4], [20]

Psychickou zátěž lze také dělit na zátěž **primární** a **sekundární**. Primární zátěž souvisí přímo s řízením vozidla, patří sem například výše uvedené sledování dopravního značení, vlastní polohy vozidla, obsluha ovladačů nutných k řízení apod. Sekundární zátěž je naopak charakteristická příjmem informací, které přímo nesouvisí s řízením vozidla. V současnosti se používají zdroje legální i nelegální. Mezi legální sekundární zdroje patří například kontrola různých sdělovačů na palubní desce, elektrické ovládání klimatizace, zrcátek či oken, ovládání radiopřehrávače, palubního počítače, sledování či manipulace s navigačním systémem, telefonování se sadou hands-free, hovor se spolujezdcem a činnosti naprosto nesouvisící s řízením jako jídlo, pití, úprava zevnějšku či kouření. Mezi nelegální patří používání mobilního telefonu bez sady hands-free (i psaní SMS), využívání internetových služeb nebo obzvlášť v případě profesionálních řidičů na dlouhých trasách sledování televize.

Ve studii [20] zabývající se ovlivněním periferního vnímání se autorka věnovala vztahu mezi pozorností a parametry vizuálního zorného pole řidiče spolu se změnami v rozsahu zorného pole v závislosti na velikosti kognitivní zátěže. Výsledky této studie poté doplnila o vliv akustické sekundární zátěže, kdy proband průběžně hlásil počet tónů v nepravidelné sekvenci. Touto zátěží byl simulován hovor se spolujezdcem či telefonování. Výsledkem bylo zjištění, že při distribuci pozornosti mezi vizuální a akustickou úlohu došlo k významnému prodloužení reakční doby na periferní podněty. Funkční zorné pole se zužuje v závislosti na objemu zpracovávaných informací, a to včetně akustických.

Zdroje psychické zátěže lze rozdělit do tří základních skupin. Zátěž může být produkována **vybavením vozidla**. Ta jsou v současnosti vybavena velkým množstvím různých technických a doplňkových funkcí, které vyžadují použití různých ukazatelů, kontrol a ovladačů. K těmto, souhrnně řečeno, sdělovačům řidič odvrací pohled na 0,5 až 1,5 s, což při rychlosti 90 km/h znamená dráhu průměrně 25 metrů. Čím k nim řidič odvrací pozornost častěji nebo čím delší dobu jim v rámci jednoho pohledu věnuje, tím roste riziko vzniku nebezpečné dopravní situace. [9], [20] Více je o této problematice pojednáno v podkapitole 1.3, která se věnuje dopravnímu prostředku jako prvku dopravní soustavy.

Druhou skupinu tvoří zátěž plynoucí **přímo z řízení vozidla**. Do ní lze zahrnout mnoho různých aspektů jako například samotný jízdní výkon, náročnost trasy či provozu, konflikty s jinými účastníky provozu, ohrožení nebo překážky v provozu. Nároky na pozornost zvyšují také faktory jako meteorologické podmínky, střídání teplot, zda je vozidlo klimatizováno

a celkově jaké je prostředí v kabině, zda jsou dodržovány rozumné doby řízení (v případě profesionálních řidičů zákonem stanovené doby řízení).

Také samotné **dopravní prostředí** vystavuje řidiče často výrazné psychické zátěži. Významným zdrojem je chaotické, nepřesné či nesrozumitelné umístění dopravního značení, navíc mnohdy nebezpečné umístění reklamních cedulí a billboardů a neadekvátní technické parametry komunikace. [20]

Problematikou zátěže a konkrétně vlivu sekundární zátěže se již zabývalo mnoho studií. Výčet vybraných studií vztahujících se k negativním vlivům informačních a komunikačních prostředků (ale i autorádií) včetně zhoršení periferního vnímání a zapamatování objektů v dopravním prostředí uvádí ve svém díle například Šucha [9] Autoři studií označují tyto aspekty za jednu z významných příčin vzniku řady dopravních nehod.

Jednou z nich je například studie [23] zabývající se rozdělením vizuální pozornosti při rozptýlení řidiče mezi primární a sekundární zátěž. Novější studie podle ní ukazovaly na skutečnost, že řidiči mají tendenci se zabývat sekundárními úkoly kdykoli bez uvážení náročnosti činnosti samotného řízení. Na druhou stranu však také uváděly, že řidiči poté alespoň přizpůsobují vzájemné působení druhotných úkolů právě náročnosti dopravní situace.

Celkově se v experimentu objevily tři na sobě nezávislé faktory:

- 1) Faktor zohledňující charakter výhledu (jasný vs. mlhavý), který odráží dlouhodobý aspekt dopravní situace s vlivem na náročnost řízení.
- 2) Faktor zohledňující charakter cesty (přímá cesta vs. do zatáčky), který odráží krátkodobý aspekt náročnosti řízení.
- 3) Faktor typu sekundárního úkolu (ladění otočným kolečkem vs. nastavení funkce v menu systému), který v sobě zahrnuje různou složitost úkolu.

Výsledky vizuálního chování řidiče podpořily předpoklad, že náročnost řízení i druhotného úkolu ovlivňuje rozdělení pozornosti při rozptýlení a předpoklad, že řidiči berou při rozptýlení na vědomí náročnost samotného řízení. V případě velmi náročných situací se tedy sekundárním úlohám celkově vyhýbají.

Sekundární úkol v podobě ovládání menu byl řidiči nejen hodnocen jako složitější, ale měl i vyšší dopad na řidičský výkon a řidiči při jeho plnění více chybovali. Věnovali tomuto úkolu více pozornosti než v případě otáčení kolečka, což souvisí s tím, že se člověk musí při práci s menu systémem na jeho obrazovku více dívat.

Výsledky také ukázaly na výraznější efekt krátkodobého aspektu náročnosti řízení (zatačky) na pozornost řidiče ve srovnání s dlouhodobým (mlha). Bylo ale také zjištěno, že právě tyto aspekty řidičovu pozornost ovlivňují mnohem více než sekundární úloha.

1.1.3 Reakční doba

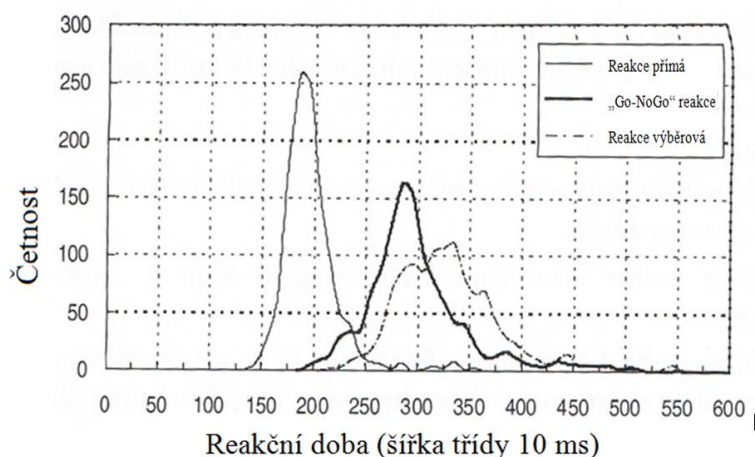
Reakční dobu lze definovat jako „čas od vjemu do uvedení (zabezpečovacího) zařízení v činnost naučeným způsobem. V neobvyklých situacích, bez naučeného způsobu, bude potřebná doba individuálně delší.“ [24] Vhodné je také uvést definici z forenzní praxe, která za reakční dobu považuje „dobu od rozpoznání nebezpečí do začátku brzdění či jiného konání k odvracení. Do reakční doby se tedy nezapočítá doba náběhu brzdného účinku, doba technické prodlevy ani doba od uvidění nebezpečí do jeho rozpoznání, která vlastní reakci předchází.“ [5]

Reakční doba se skládá ze tří složek: optické, psychické a svalové reakce. V rámci optické reakce řidič začne vnímat nebezpečný objekt. Psychickou reakcí se rozumí doba od optického zafixování kritického objektu do začátku svalové reakce, která je charakteristická dotykem brzdového pedálu.

Reakční dobu lze rozdělit do čtyř složek také z hlediska času. Prvně je kritický objekt detekován, poté identifikován, následuje proces rozhodování, kdy řidič vybírá žádoucí činnost, a na ten nakonec navazuje poslední fáze před odezvou vozidla, tj. samotná činnost.

Lze rozlišit tři základní typy reakce: reakce přímá, „Go-NoGo“, a reakce výběrová. Jednotlivé typy se liší zpracováním reakce. V případě prvního typu řidič spatří pouze jeden podnět, na který hned i reaguje. Příkladem může být situace, kdy se řidič blíží do křižovatky a vidí zároveň přijíždějící auto zprava (podnět). Zareaguje tím, že zabrzdí (reakce).

Pro reakci „Go-NoGo“ je typické, že se objeví jeden podnět, na který řidič reaguje. Stejný jako v předchozím případě, ale poté přijíždí také vozidlo zleva. To už ale řidič jede dál a na toto vozidlo zleva nijak nereaguje, pouze respektuje jeho přítomnost. Posledním typem je výběrová reakce, kdy existuje skupina nejméně dvou podnětů (nečekané překážky na komunikaci), kdy každý podnět vyžaduje jinou reakci a řidič musí vybrat tu správnou a bezpečnou (brzdění či úhybný manévr) v závislosti na vzdálenosti podnětu a své rychlosti.



Obr. 5 Vztah mezi četností a reakční dobou pro jednotlivé typy uvedených reakcí. Přeloženo z [25]

Graf na Obr. 5 zachycuje všechny tři typy reakcí pomocí vztahu mezi četností a reakční dobou. Vstupy vychází z experimentálního měření s využitím jízdního simulátoru. [25]

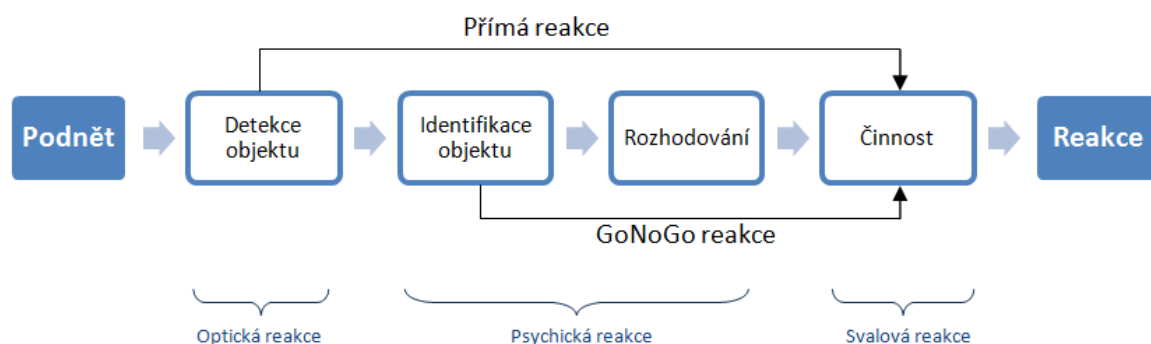
Délka reakční doby se odvíjí od mnoha různých faktorů a u každého řidiče se liší. Ovlivňuje ji zejména věk, únava řidiče, možnosti předvídání situace a připravenosti k určité činnosti, změna psychického stavu a ostražitost, typ dopravní situace i směr jízdy. Podstatný vliv má také denní doba a s tou související snížená viditelnost v závislosti na kontrastu a rovněž meteorologické podmínky obecně. Prodloužení reakční doby bývá způsobeno také požitím alkoholu nebo jiných návykových látek, používáním mobilního telefonu či konverzace se spolujezdcem.

V noci i za dne mohou být reakční doby poměrně rozdílné. V denní době se hodnoty mohou pohybovat na úrovni 0,35 až 1,4 s a v noční 0,4 až 1,8 s. [26] V případě nekontrastních překážek je čas reakcí v noci delší než ve dne. Naopak v případě, že jsou signálem brzdná světla vpředu jedoucího vozidla, hodnoty času reakcí ve dne mohou být dokonce delší než v noci. [27]

Jednotlivé fáze reakce dosahují také různých hodnot. Dobu optické reakce lze uvažovat v rozmezí 0 až 0,7 s. Na její délku má vliv velikost úhlové odchylky objektu od směru pohledu řidiče. Doba identifikace překážky a uskutečnění rozhodnutí se pohybuje v rozsahu 0,2 až 0,6 s. Doba reakce závisí na typu reakce, při brzdění může být 0,25 až 0,7 s, v případě vyhýbání se cca 0,2 s. [27]

Celkový čas reakce při centrálním vnímání může být již od 0,45 s, kdežto při periferním až 2,0 s. Hodnoty postihují 85 až 95 % řidičů a jejich reakční doby při reakci na prostý signál jsou 0,7 až 0,85 s, při očekávané 1,0 až 1,15 s a neočekávané reakci 1,3 až 1,5 s. [27]

V případě přímého pohledu na objekt se pohybuje reakční doba od 1 s. Pokud řidič uhýbá pohledem od přímého směru, uvažovaná doba se prodlužuje na hodnoty mezi 1,5 až 1,6 s. Hodnoty se vztahují na 98 % osob schopných takto reagovat. [25]



Obr. 6 Návaznost jednotlivých složek reakce. Vlastní úprava [25]

Schéma na Obr. 6 ukazuje, jak na sebe navazují jednotlivé složky reakce s implementací výše popsané přímé a „Go-NoGo“ reakce.

1.2 Dopravní prostředí a dopravní cesta

Dopravní prostředí lze charakterizovat dvěma hlavními složkami, přírodními podmínkami a uměle vytvořenými dopravně technickými opatřeními. Dopravní cestu vymezuje úroveň dopravně-technických zařízení, značení apod.

Mezi vybrané prvky okolí komunikace tedy patří složky dopravního prostředí a jiné jsou součástí dopravní cesty. Pro účely této práce jsou prvky okolí vymezeny jako prvky, pro jejichž fixaci zrakem řidiče je nutné vychýlit pohled ze směru jízdy.

Dále bylo vytvořeno vlastní rozdělení prvků okolí komunikace, které je praktické pro další části diplomové práce. Prvky se dělí na statické a dynamické.

Statické prvky jsou charakteristické trvalým umístěním na pozemní komunikaci či v jeho okolí. Do této kategorie patří:

- informační prvky, které jsou nutnou součástí provozu na pozemních komunikacích: dopravní značky; světelné, doprovodné akustické signály a výstražná světla; dopravní zařízení a zařízení pro provozní informace;
- informační prvky, které z hlediska bezpečnosti nejsou žádoucí: reklamní zařízení (reklamní cedule, billboardy);
- mostní objekty (nadjezdy), tunely, galérie, únikové zóny, protihlukové stěny, apod.;
- bezpečnostní zařízení pozemních komunikací: svodidla, tlumiče nárazů, zábradlí;
- křížení komunikací: křižovatky a železniční přejezdy;
- veřejné osvětlení;
- vegetace (stromy, keře);
- jiné okolní objekty související s funkcí dopravy (účelově se zde vyskytují dopravní prostředky): zastávky, nádraží, zaparkovaná samostatná vozidla, parkoviště, čerpací stanice;
- jiné okolní objekty nesouvisející s funkcí dopravy: domy, restaurační, sportovní, obchodní zařízení, kulturní objekty jako zámky apod.

Dynamické prvky, pro které je příznačná možnost pohybu:

- chodci (na přechodu, na chodníku, na pozemní komunikaci, přecházející) a cyklisté;
- ostatní vozidla včetně motocyklů (protijedoucí, předjíždějící, jedoucí před vozidlem, vjíždějící do křižovatky či na komunikaci z místa mimo ni);
- zvířata.

Zvláštní kategorii představují subjekty a objekty ve vozidle:

- spolujezdci, které by bylo možné zahrnout do obou kategorií;
- zařízení ve vozidle: palubní deska, navigační systémy, kontrolky, zrcátka, a další., jedná se o prvky statické;
- předměty ve vozidle, které je také možné zahrnout do obou kategorií: pohybující se předměty jsou dynamického charakteru a předměty upevněné k vozidlu jsou statické.

Poslední kategorie patří spíše do podkapitoly 1.3 s názvem Dopravní prostředek jako prvek dopravního prostředí. Ale v zájmu přehlednosti byly jmenované objekty a subjekty zařazeny k tomuto rozdělení, protože se jedná o prvky rozptylující vizuální pozornost řidiče.

1.2.1 Statické prvky

Tato podkapitola se zaměří pouze na tři vybrané skupiny, které jsou nejrelevantnější pro praktickou část práce. Jedná se o dopravní značení a zařízení, reklamní zařízení a křižovatky.

Mezi hlavní prvky okolí, kterým řidič věnuje svou pozornost, patří **dopravní značky** určené pro řízení a regulaci silničního provozu na pozemních komunikacích. Dopravní značky se rozlišují svislé a vodorovné. *Svislé dopravní značky* se ještě dále dělí na stálé, proměnné, u nichž se činná plocha může měnit a přenosné umístěné na červenobíle pruhovaném sloupku (stojánku) nebo na vozidle. Tyto značky zahrnují šest typů dopravních značek z hlediska jejich funkce: výstražné značky, které upozorňují na místa hrozícího nebezpečí s nutností zvýšené opatrnosti; značky upravující přednost v jízdě, zákazové a příkazové značky, informativní značky poskytující účastníku provozu na pozemních komunikacích nutné informace, slouží k jeho orientaci nebo mu ukládají určité povinnosti a dodatkové tabulky, které zpřesňují, doplňují nebo omezují význam dopravní značky, pod kterou jsou umístěny.

Vodorovné dopravní značky se užívají samostatně nebo ve spojení se svislými dopravními značkami, popřípadě s dopravními zařízeními, jejichž význam zdůrazňují nebo zpřesňují. Jsou vyznačeny barvou nebo jiným srozumitelným způsobem.

Pro řízení provozu na pozemních komunikacích nebo upozornění na nutnost dbát zvýšené pozornosti jsou používány *světelné, případně akustické signály*. Typickým příkladem jejich využití jsou železniční přejezdy. *Dopravní zařízení* doplňuje dopravní značky a světelné a akustické signály, usměrňuje provoz na pozemních komunikacích a ochraňuje jejich účastníky. Příkladem může být dopravní kužel, vodící tabule, směrový sloupek či dopravní zrcadlo. *Zařízení pro provozní informace* uvádí aktuální údaje, které jsou významné pro bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích, například výskyt nehody, teplota vozovky nebo vzduchu, smog, doba jízdy k určenému cíli, orientace na záchytné parkoviště. [28]

Existují obecné zásady, které je třeba dodržovat při umisťování dopravních značek. Patří mezi ně následující: značka musí být umístěna co nejbližší do středu zorného pole řidiče, nesmí být

ničím zakrytá, musí být dostatečně viditelná, osvětlená či reflexivní, musí být dodrženy stanovené maximální počty značek na sloupek, musí být také dostatečně vzdálené od místa, na které upozorňuje, aby řidič stihl značku rozlišit a zareagovat apod. [29]

Na pozemních komunikacích je důležité vytvářet optické vedení, které působí proti kolísání pozornosti řidiče a informuje jej o směru komunikace na velkou vzdálenost dopředu. Zásadní význam má obzvláště v nebezpečných úsecích vozovky jako jsou ostré zatáčky či zúžení. Při noční jízdě je prokázán význam středových a okrajových čar, které odrazují řidiče od vyjetí do protisměru. Žádoucí je také použití směrových sloupků, obrubníků, svodidel nebo akustického signálu, jehož cílem je zajistit varování řidiče. Používá se jich zejména v úsecích, kde je jízda monotónní a řidič tak ztrácí pozornost nebo se na něm více projevuje únava.

Důležitý vliv na vnímání řidiče má také počet dopravních značek, které musí řidič najednou zaregistrovat. Vybrané experimenty ukázaly, že spolehlivě mohou být vnímány dvě různé značky současně, pokud má řidič na jejich vnímání alespoň 0,5 s. Více než tři značky současně již nejsou řidiči schopni spolehlivě vnímat. Vnímání dopravních značek je selektivní, tzn. vnímání těch, které nemají význam pro určitou situaci, bývá potlačeno. [4]

Nebezpečný prvek okolí, kvůli kterému se v současnosti vedou velké spory, představují **reklamní zařízení**. Reklamní zařízení je v zákoně č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích definováno jako písemná, obrazová, světelná nebo jiným způsobem prováděná reklama nebo propagace. Zákon také stanovuje podmínky pro jejich umístění a provozování. Nesmí být možné je zaměnit s dopravními značkami ani dopravními zařízeními, nesmí oslňovat uživatele dotčené pozemní komunikace nebo jinak narušovat silniční provoz. [28]

Zřejmě nejvýznamnějším typem reklamního zařízení jsou pro řešenou problematiku billboardy. Nejčastěji řidiče obklopují v okolí pozemních komunikací. Existují čtyři základní typy billboardů: statický, s proměnlivou plochou, digitální a mobilní. Billboardy jsou často i osvětleny, aby upoutaly pozornost i v noci. Stejně tak pozornost odvádějí i světelné neonové nápisy. Výrazným vývojem dnes prochází digitální billboardy, které prezentují reklamní sdělení dynamicky za použití různých úrovní svítivosti, barev, časových sekvencí změn, nebo přímo spuštěním krátkých videosekvencí. Pozornost tak dovedou upoutat i z velkých vzdáleností.



Obr. 7 Matoucí směs dopravních značek, ukázka ze zahraničí; množství billboardů u dálnice D1 v Praze [30], [31]

Reklamní zařízení nejen odvádějí řidičovu pozornost a tím zvyšují riziko vzniku dopravní nehody, ale jsou také pevnou překážkou, která může způsobit tragické následky. A to ať už do ní řidič narazí vlivem jejího sledování nebo z jiného důvodu. Proto je zde vhodné uvést i zákonnou úpravu **pevných překážek** na pozemních komunikacích. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích uvádí, že na vozovkách, dopravních ostrůvcích a krajnicích dálnice, silnice a místní komunikace mohou být umístěny pouze dopravní značky a zařízení kromě zábradlí, zrcadel a hlásek; ostatní předměty tvoří pevnou překážku. Povolení pro umístění pevné překážky lze vydat pouze za předpokladu, že nebude ohrožena bezpečnost a plynulost silničního provozu a že žadatel o vydání povolení zajistí na svůj náklad všechna potřebná opatření, aby bezpečnost a plynulost provozu nenarušil. Stejně tak i mohutné konstrukce svislých dopravních značek podél hlavních silnic představují nebezpečnou překážku, která může výrazně zhoršit následky dopravní nehody při vyjetí mimo vozovku. [28]

Dlouhé roky odborníci na dopravní bezpečnost usilují o regulaci umístování reklamních zařízení nejen s ohledem na znehodnocování krajiny, ale i s ohledem na bezpečnost silničního provozu. Velká reklamní zařízení jsou navrhována tak, aby řidiče zaujala a tím rozptýlila jeho pozornost od řízení vozidla. Velmi nebezpečná jsou například reklamní zařízení umístěná na soukromém pozemku mimo ochranné pásmo příslušné komunikace. Na tento případ se nevztahuje právní úprava a tato zařízení tedy není možné regulovat či omezovat. Jejich nebezpečnost spočívá zejména ve větší vzdálenosti od vozovky a tím dochází i k výraznějšímu rozptýlení řidiče.

Některé druhy reklamy umístěvané u pozemních komunikací mohou být příčinou vážné dopravní nehody, ale bohužel policejní statistiky neobsahují kategorie nevěnování se řízení v důsledku sledování reklamního zařízení. Otázkou také je, kolik řidičů by opravdu potvrdilo, že hlavním důvodem jejich selhání byla „příliš přitažlivá reklama“. Tyto nehody jsou často doprovázeny i vysokou rychlostí, proto se dá usuzovat, že jsou nejčastěji zahrnuty v kategoriích nevěnování se řízení a nepřiměřená rychlost. Dobrou zprávou je, že nové reklamy u dálnic a rychlostních silnic již povoleny nebudou a na odstraňování těch stávajících Ředitelství silnic a dálnic intenzivně pracuje. Problém však zůstává a dokonce se rozšiřuje ve městech. [31] Z pohledu vlivu na bezpečnost silničního provozu ovlivňuje pozornost řidiče také reklama umístěná na zadní části autobusů nebo nákladních vozidel.

Dále je tato problematika upravena v Nařízení Ministerstva vnitra ze dne 28. července 2008, kterým se definují jevy a okolnosti, které mohou jinak narušit provoz na pozemních komunikacích, v zákoně č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a ve vyhlášce č. 26/1999 Sb., hl. m. Prahy o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze. [32] Pro úplnost je zde vhodné uvést také zákon č. 40/1995 Sb., o regulaci reklamy v platném znění, který zákon stanovuje obecná omezení Kodex reklamy Rady pro reklamu.⁴

Součástí pozemní komunikace jsou také **křižovatky**, ať už úrovněvé či mimoúrovňové. Při návrhu křižovatky je, jak uvádí také vyhláška č. 104/1997, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, důležité zabezpečit co nejlepší rozhledové poměry a zajistit, aby geometrie křižovatky byla v souladu s její funkcí řešena co nejjednodušeji. Je třeba, aby byla pro uživatele přehledná a snadno a rychle pochopitelná. Zásadní je zejména snadné rozlišení, která ze silnic je hlavní, a která vedlejší. Křižovatky v sobě zahrnují hned několik jiných prvků, které pro účely této práce řadíme do okolí pozemní komunikace. Jde o dopravní značky svislé i vodorovné, světelné signalizační zařízení a často i přechod pro chodce se všemi náležitostmi. V případě křižovatek bývá rizikem například její náročnost na orientaci a problematické technické řešení z hlediska dostatečného rozhledu.

⁴ Zákon přesně formou definice vymezuje a specifikuje dva druhy nosičů: zařízení a stavbu pro reklamu. Za zařízení považuje informační a reklamní panel, tabuli, desku či jinou konstrukci a technické zařízení, pokud nejde o stavbu. O stavbu, resp. o stavbu pro reklamu se jedná, pokud plocha zařízení přesahuje 8 m². Stavbou se rozumí veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně-technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání. [33]

1.2.2 Dynamické prvky

Ze skupiny dynamických prvků budou podrobněji popsány rovněž prvky, které mají vztah k praktické části této práce. Jsou to chodci, ostatní vozidla v silničním provozu a okrajově také cyklisté a zvířata.

Ze skupiny dynamických prvků jsou nejvýznamnějšími **chodci**, kteří jsou také nejzranitelnějšími účastníky silničního provozu. Právě chodci často rozptylují řidiče od řízení a situace před vozidlem. Chodce je třeba sledovat nejen před a na přechodu i mimo ně. Protože často přecházejí v místech, která k tomu nejsou určena a někdy v místech, která jsou dokonce nevhodná. Rizikový je i pohyb chodce po vozovce a to zejména mimo obec a v noci.

Velkou roli zde, ale i celkově hraje viditelnost chodce a s tím spojené osvětlení vozovky a barvy oblečení chodce. Dle statistik Policie České republiky za roky 2011 – 2013 bylo usmrceno 59 až 60 % chodců právě v noci. Po uvážení počtu chodců vyskytujících se v okolí pozemních komunikací ve dne a v noci představuje noc pro chodce znatelně větší nebezpečí. Zde je také na místě zmínit rizikový vliv alkoholu či jiných návykových látek u chodců (ale i řidičů) v těchto nočních hodinách, který jejich pohyb činí ještě méně předvídatelným. [1]

Následující tabulka ukazuje možné dohledové vzdálenosti řidičů v závislosti na barvách oblečení chodců. Výsledky vypovídající o skutečnosti, že řidič je schopný spatřit chodce v bílém oblečení z jednoznačně větší vzdálenosti než chodce v černém. Dohlednost se navíc snižuje s rostoucím věkem. [34]

Tab. 1 Vzdálenost dohlednosti chodce řidičem podle barev oblečení [34]

Barva figuríny	Pravá krajnice [m]	Střed [m]	Levá krajnice [m]
Černá	18,99	27,13	19,59
Tmavěmodrá	22,03	31,02	21,33
Hnědá	26,57	33,36	23,80
Zelená	36,00	33,67	25,77
Červená	56,99	39,36	33,13
Modrá	55,88	37,36	31,89
Bílá	107,99	80,49	78,28

V dnešní době je však z hlediska viditelnosti ideální použití reflexních materiálů, které prodlužují dohledovou vzdálenost řidiče skoro čtyřikrát, viz Obr. 8. Například na Slovensku

je povinnost být vybaven reflexním prvkem obsažena v silničním zákoně [35]. Pokud jde chodec za snížené viditelnosti mimo obec po krajnici nebo okraji vozovky má povinnost mít na sobě viditelně umístěné reflexní prvky nebo oblečený reflexní bezpečnostní oděv. To stejné platí i pro cyklisty. V České republice se na takovém návrhu zákona teprve pracuje.



Obr. 8 Vzdálenost dohlednosti chodce řidičem podle barev oblečení se zahrnutím reflexního oblečení [36]

Především jaro a léto je také typické rozptylováním mužské populace změnou stylu oblečení opačného pohlaví. Toto riziko je vyšší ve dne, kdy je více světla a vyšší teplota. Do jaké míry je tento faktor schopný ovlivnit řidičovu pozornost, závisí především na osobnosti řidiče.

Cyklisté se vyznačují podobnými vlastnostmi jako chodci ve smyslu viditelnosti a případné nepředvídatelnosti. Jsou však povětšinou součástí provozu přímo na pozemních komunikacích, čímž se vystavují vyššímu riziku a zároveň často zaujímají pozornost řidiče po delší dobu, jelikož jejich předjetí je často obtížnější než předjetí chodce. Na druhou stranu se jich v provozu vyskytuje mnohem méně.

Mezi dynamické prvky dále patří **ostatní vozidla** (také motocykly), která se účastní silničního provozu. Mohou nastat různé situace, které si vyžádají zvýšenou pozornost řidiče:

- v případě předjíždění druhého vozidla, kdy řidič musí po celý předjížděcí manévr věnovat předjížděnému vozidlu zvýšenou pozornost;
- v případě, kdy on sám je předjížděn;

- v případě příjezdu do křižovatky, kdy řidič sleduje, zda z hlavní, případně i pod vlivem chyby druhého řidiče z vedlejší silnice, nevyjíždí jiné vozidlo (to stejné platí pro výjezdy od míst mimo pozemní komunikaci jako jsou domy, obchody apod.);
- i v případě, kdy před ním delší dobu jede vozidlo přibližně stejnou rychlostí.

Rizikovým faktorem při výskytu více vozidel v nočním provozu je oslnění. Je třeba klást důraz na rozumné a ohleduplné změny potkávacích a dálkových světel. Bezprostředně poté, kdy se řidič podívá do světel protijedoucího auta a i přesto, že toto auto již projelo, vyžaduje sítnice oka určitou dobu na přizpůsobení se stavu současného osvětlení. Je nutno počítat i s několika sekundami přizpůsobování. U starších řidičů může být tato doba až dvakrát delší. Riziko účasti v dopravní nehodě v závislosti na barvě vozidla je řešeno v podkapitole 1.3.2.

Pokud jde o **zvířata** v okolí pozemní komunikace, je rizikovým aspektem možný úlek či zkratová reakce řidiče, ale také případná srážka (například s divokou zvěří), která může mít i fatální následky. Stejně tak ale může „pouze“ odvést pozornost při pohybu v okolí, kdy prozatím nejeví známky možného pohybu směrem k silnici. Zvířata jsou charakteristická naprostou nepředvídatelností pohybu, i ona sama se mohou leknout, splášit, znenadání změnit směr a vběhnout do vozovky. Proto je více než vhodné jim určitou pozornost věnovat a být připraven případně rychle reagovat.

Na závěr nelze opomenout **netradiční situace**, které dovedou řidiče rozptýlit velkou měrou. Dopravní nehody, zásah policie mimo pozemní komunikaci, přelet vrtulníku nízko nad komunikací, technické nehody, apod. situace významně odvádějí řidičovu pozornost.

Osvětlení

Kromě barvy lze viditelnost chodce, vozidla či jiného účastníka silničního provozu ovlivnit také veřejným osvětlením i osvětlením samotného účastníka (v případě vozidel, motocyklů a cyklistů). Následující část představuje stručný úvod k dopravnímu prostředí z pozice veřejného osvětlení i osvětlení vozidla (motocyklu) zaměřený na vymezení **základních světelných veličin**.

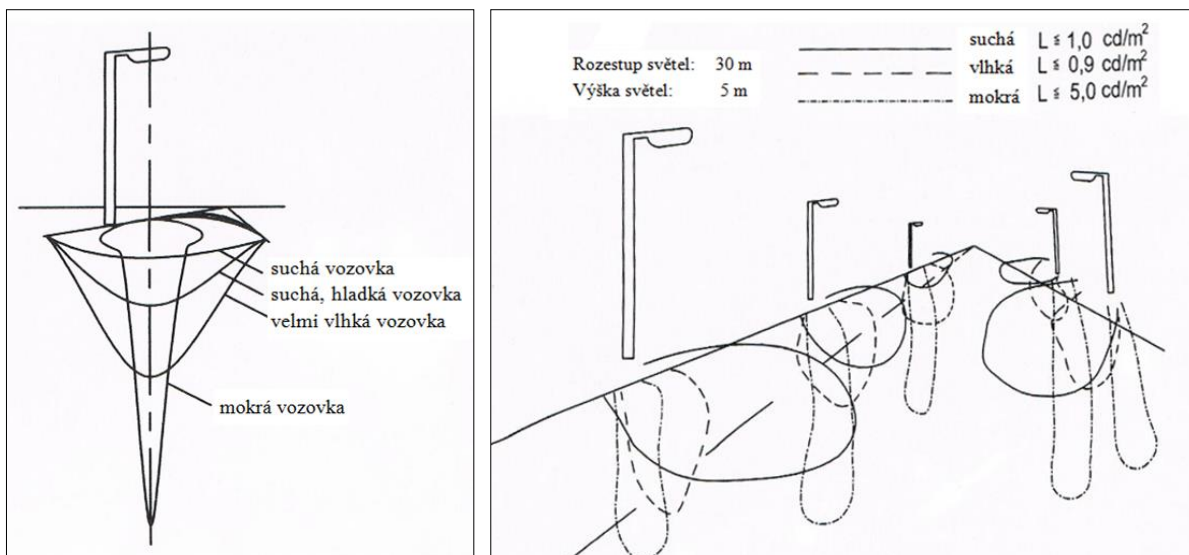
Světlo představuje jedno z mnoha druhů elektromagnetického záření. Jednotlivé druhy tohoto záření se od sebe liší vlnovou délkou a svými účinky. *Světelným tokem* se rozumí světelně technická veličina odpovídající zářivému toku, která vyjadřuje schopnost způsobit zrakový vjem. *Svítivost (I)* v daném směru je podíl části světelného toku, který vychází ze zdroje

do malého prostorového úhlu v tomto směru, a tohoto prostorového úhlu. Jednotkou je kandela (cd). *Osvětlenost* neboli *intenzita osvětlení* (E) je podíl té části světelného toku, která dopadá na plošku povrchu tělesa, a této plošky. Jednotkou je lux (lx). Pod pojmem *jas* (L) se rozumí podíl svítivosti plošky zdroje v daném směru a průměru této plošky do roviny kolmé k danému směru. Je to veličina, na kterou bezprostředně reaguje zrakový orgán. Jednotkou jasu v soustavě SI je cd/m^2 . Jas by měl být alespoň $2 \text{ cd}/\text{m}^2$. [4] *Kontrast* jasů je podíl jasu pozorovaného předmětu a jasu bezprostředního okolí nebo podíl rozdílů obou jasů k jasu okolí. [37]

„Oko má konečné schopnosti detekce a po celou dobu vývoje člověka se genetika zraku přizpůsobovala okolnímu prostředí, ve kterém zrak pracoval. Je schopné vidět při osvětlenostech 100.000 luxů, ale také při osvětlenostech menších než 0,1 lx. Rozdíl v řádu milionů je však vykoupen nutností existence určité rovnoměrnosti, což znamená, protože oko vnímá jasy, že není možné zároveň dobře vidět předměty s jasem 1 a $100 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ v jediné scéně. Poměr jasů 1:100 již způsobuje oslnění. Ještě přijatelný poměr je 1:10.“[37]

Účelem **veřejného osvětlení** v okolí pozemních komunikací je především zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu. Světelné veličiny se vyznačují jistými specifiky při různých meteorologických podmínkách, jako je např. déšť.

Zajímavým, ale negativním jevem v průběhu nočních jízd, kdy je vozovka mokrá, je tvorba tzv. lesknoucích se pruhů pod veřejným osvětlením. Na tvar těchto pruhů má vliv především míra vlhkosti vozovky (suchá, vlhká, mokrá), dále povrch vozovky (hladká, tzv. „kočičí hlavy“) a umístění osvětlení (na okraji vozovky, nad středem vozovky). Obrázky níže ukazují tvary těchto pruhů v závislosti na vlhkosti vozovky. [25]



Obr. 9 Tvary lesknoucích se pruhů v závislosti na vlhkosti vozovky (vlevo) a navíc s uvedením úrovní jasu (vpravo). Přeloženo z [25].

V případě značně mokré vozovky je v důsledku tohoto jevu výrazně osvětlen úzký pruh silnice a je snížena viditelnost ostatních objektů. Nastává větší tma a je snížena viditelnost. Tento jev je dobře zachycen na Obr. 10.



Obr. 10 Srovnání vzniklého efektu lesknoucích se pruhů na suché (vlevo) a mokré vozovce (vpravo) [25]

1.3 Dopravní prostředek jako prvek dopravní soustavy

Současná motorová vozidla (osobní i nákladní vozidla a motocykly) jsou konstruována podle nejnovějších poznatků vědy a techniky. Je kladen důraz na vývoj, efektivní výrobu a užití, ale také na maximální zajištění prvků aktivní a pasivní bezpečnosti.

1.3.1 Prvky bezpečnosti

Pod pojmem prvky neboli systémy **aktivní bezpečnosti** se rozumí opatření u silničního vozidla, která mají zabránit dopravní nehodě. Tyto systémy působí preventivně stabilizací vozidla v kritických situacích a udržují jeho řiditelnost. Mezi nejčastější systémy patří protiblokovací systém brzd. K aktivní bezpečnosti přispívá také vhodná ergonomie ovládacích prvků, optimální výhled z vozidla a adekvátní jízdní vlastnosti vozidla.

Uvedené systémy fungují bez nutnosti zásahu řidiče, takže neodvádí jeho pozornost. Do této kategorie se řadí i klimatizace, která zajišťuje příjemné vnitřní klima ve voze a má vliv na dobrý pocit při jízdě a zvyšuje tak pozornost řidiče. Na druhou stranu je však vyžadována obsluha řidičem, čímž je pozornost naopak narušována. Doba odvedení pozornosti závisí z velké míry na znalosti obsluhy klimatizace.

Pod pojmem **pasivní bezpečnost** se skrývají opatření, která mají za úkol snížit následky dopravních nehod. Významnými prvky jsou strukturální vlastnosti karoserie vozidla, které mají posádku zajistit mimo jiné prostor pro přežití, v průběhu srážky ji udržet ve vozidle a ochránit před sekundárními poraněními, např. požárem. Pasivní bezpečnost dále zajišťují doplňkové prvky jako airbagy a bezpečnostní pásy. Neméně důležité jsou deformační zóny. Karoserie v těchto zónách při nárazu pohlcuje energii, aby bylo dosaženo z hlediska cestujících snesitelné zrychlení. Zlepšení pasivní bezpečnosti má za cíl ochránit nejen cestující ve vozidle, ale také ostatní účastníky provozu. To u osobních automobilů znamená například větší zaoblení nárazových ploch či plynulý přechod karoserie na přední okno. [5], [38]

1.3.2 Vývoj vozidel na základě inženýrské psychologie

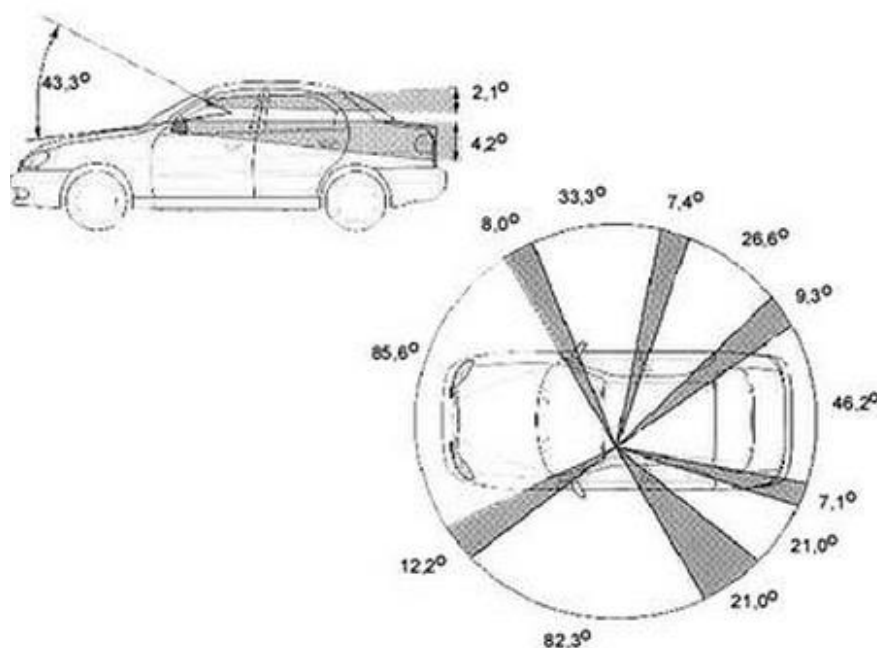
Technologové, konstruktéři a projektanti musí při technickém vývoji a výrobě nových vozidel přihlížet nejen k poznatkům technických věd, ale také k poznatkům z vědních disciplín, kdy je předmětem zkoumání člověk v pracovním procesu. Jde o inženýrskou psychologii. [4] Dále bude v textu vozidlo popsáno z hlediska konstrukce, výhledu z vozidla, interiéru, světla a barev.

Studie **konstrukce dopravních prostředků** lze s přihlédnutím k inženýrsko-psychologickým hlediskům bezpečnosti řidiče a jeho pohodlí rozdělit do tří hlavních částí:

- konstrukční dispozice, jež ovlivňuje využití vnímání a vjemové rozlišování;
- konstrukční dispozice, která usnadňuje reakční výkon a reakční diferenciaci;
- konstrukční dispozice, která modifikuje základní fyziologický stav osoby řídící dopravní prostředek. [4]

Negativní vliv na řidiče může způsobovat i špatný technický stav vozidla. Nervozita plynoucí z vědomí technických nedostatků dokáže značně ovlivnit soustředěnost řidiče na vlastní řízení.

Optimální výhled z vozidla je dalším aspektem nutným pro zajištění správného vnímání okolních prvků. Viditelnost se odvíjí jak od **výhledu z vozidla**, tak hlavně od venkovních podmínek. Nepříznivé meteorologické podmínky jako je mlha, sníh, déšť či mráz v kombinaci například s tmou mohou vést ke snížení viditelnosti až za hranici vzdálenosti, dokdy je ještě řidič schopen bezpečně zastavit. Aby výhled z vozidla vytvářel optimální pozorované pole (sahající za hranici vzdálenosti dostačující k bezpečnému zastavení) je třeba vycházet z fyziologických předpokladů člověka a vhodně přizpůsobit například i konstrukci sedadla.



Obr. 11 Výhled řidiče s minimem mrtvých úhlů [39]

Neprůhledné součásti konstrukce by neměly být širší než je vzdálenost mezi očima. [4] Při konstrukci vozidla by měl být maximálně eliminován mrtvý úhel, jímž se rozumí prostor, který není vidět žádným zpětným zrcátkem ani přímým pohledem řidiče.

Důležitý je sklon a stav povrchu čelního skla. Za tmy může mít poškrábání skla silný vliv na viditelnost situace před vozidlem. Stav čelního skla tak může značně ovlivnit reakční dobu. Ta se snižuje zejména při nízkých úrovních kontrastu a se zvyšujícím se rozptýleným světlem. Významný rozdíl mezi tónovanými a čirými skly nebyl prokázán. Při zvýšení rozptylu světla z 1,5 % na 4,9 % dochází ke zhoršení reakční doby až o 0,4 s. [25]

Rozptýlené světlo může být způsobeno odřením čelního skla. Čím více je sklo poškozené například nárazy kamínků či utíráním čelního skla s přítomností hrubých nečistot poškozujících povrch, tím dochází k vyššímu rozptýlení světla a tím i k tzv. rozmazání obrazu. Jedná se tak o velmi nebezpečný jev, který si mnoho řidičů zpočátku vůbec neuvědomuje. Obr. 12 zachycuje různé stupně poškrábání čelního skla a výsledné rozostření obrazu před řidičem. Vlevo je sklo nejméně a vpravo nejvíce poškozené. [25]



Obr. 12 Míra rozostření obrazu v závislosti na poškrábání čelního skla [25]

Zrcátka jsou zároveň dalším prvkem, který řidiči využívají pro kontrolu stavu dopravní situace za vozidlem a vedle něj. Dochází tedy k vychýlení jejich pohledu ve směru jednotlivých zrcátek a tím ztrácejí na okamžik přehled o situaci před sebou. Zadní zrcátko je součástí interiéru, ale tematicky bylo zařazeno sem společně s levým a pravým.

Další částí je **interiér vozidla**. Jak již bylo uvedeno, řízení vozidla je spojeno s neustálým vnímáním množství především vizuálních podnětů. Probíhá trvalá snaha o obnovování dynamické rovnováhy mezi řidičem, vozidlem, dopravní situací a všemi účastníky silničního provozu. [3] Za účelem tohoto obnovování rovnováhy se stále vyvíjí a zavádí různé asistenční

systémy, které mají za cíl maximálně kompenzovat možné rušivé faktory a které se snaží zajistit minimální chybovost a tím i nehodovost. [40] Mimo nich existuje a dále se vyvíjí i mnoho různých informačních a komunikačních dopravních systémů. Kromě jejich pozitivních vlivů však mohou znamenat rizika spojená s jejich umístěním ve vozidle nebo s jejich obsluhou či používáním. Zpracovává se množství studií, které řeší problematiku inteligentních dopravních systémů zejména v následujících třech oblastech:

- problém rozhraní člověk – stroj,
- oblast informační zátěže řidiče,
- oblast rizika pozornostního rozptýlení řidiče. [9]

Například systémy varující před kolizí mohou mít, v případě vhodného umístění displeje, zpočátku na řidiče pozitivní efekt. Z dlouhodobého hlediska však dochází k tomu, že se řidič „učí“ najíždět těsněji k překážce či udržovat menší rozestupy. Mezi další nežádoucí ulehčení patří ztráta potřebných dovedností řidiče, snížení kognitivních aktivit, zaměření pozornosti k vnitřku vozidla, čímž hrozí přehlédnutí dopravního značení či kritického děje mimo vozidlo.

V této souvislosti je vhodné zmínit existenci nejčastějších systémů pro podporu řízení vozidla ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) a IVIS (In Vehicle Information Systems). Právě u těchto systémů vyvstává otázka, zda pozitivní efekt ulehčení řízení a podpory bezpečnosti převažuje nejen nad výše uvedenými negativními důsledky. Možné funkce systému jsou monitorování stavu vozovky, detekce překážek, sledování délkového odstupu, noční vidění, vedení vozidla ve stopě, automatické brzdění před překážkou apod.

Rozhraní člověk – stroj představuje palubní deska. Aby informační a komunikační systémy podporovaly bezpečnost provozu, je podstatné, aby řidič mohl věnovat maximum času pohledu před vozidlo a jeho primárním úkolem bylo bezpečné řízení vozidla. Při návrhu interiéru vozidel probíhá snaha o minimalizaci zrakové pozornosti, která je potřeba k provedení sekundární činnosti uvnitř vozidla. V případě nesprávného ergonomického řešení může dojít k prodloužení reakční doby, což zvyšuje riziko vzniku dopravní nehody. Naopak vhodné řešení snižuje riziko vzniku informační zátěže a stresu, vlivem kterého dochází ke snížení řidičovy schopnosti vnímat podněty. To může vést k chybě v řízení způsobené nezpracováním důležité informace. Z hlediska věku je kontrola ukazatelů na palubní desce častějším jevem u mladších nezkušených řidičů. [9], [41], [42]

Významným aspektem viditelnosti řidiče jsou **světla (světlomety)** vozidla. V souvislosti s nepříznivými meteorologickými podmínkami jako je déšť a sníh nebo také velké sucho

podporující prašnost je třeba hlídat stupeň zašpinění skel světlometů blátem, špinavým sněhem, prachem či smogem.

Mnoho lidí si neuvědomuje, že při noční jízdě dokáže opotřebení a znečištění světlometů redukovat světelný výstup až o 95 %. Jedná se tedy o značný rozdíl v tom, jak řidič vidí situaci před sebou, ale také jak je sám viděn. Tento aspekt se nezřídka podílí na příčině dopravních nehod, které mají často závažnější následky. [43] Dle jiných zdrojů není toto snížení tak závažné. Uvádí se, že při jízdě na suchých silnicích klesá intenzita světla o 10 až 20 % a na špatných blátivých silnicích až o 60 %. Poté si již řidič obvykle skla světlometu očistí. [4] Stejně jako světlomety je nutné udržovat čistá skla i u postranních zrcátek.

V dnešní době existuje mnoho různých druhů světlometů, které mají rozličný dosah, rozsah a vlastnosti. U současných vozidel se lze setkat se čtyřmi typy klasických světlometů: parabolické, elipsoidní, se světlomety s volnou plochou nebo s kombinací posledních dvou typů. Při moderní konstrukci světlometů se jako světelný zdroj využívají například xenonové výbojky nebo LED diody. Světlomety nesou názvy dle světelného zdroje. Mezi nejmodernější dnes patří adaptivní světlomety, které jsou schopny se natáčet až o 15 ° v zatáčkách, systémy pro noční vidění a další nové a dokonalejší zdroje osvětlení se stále vyvíjejí. [44], [45]

Pro účely práce je vhodné zmínit rozdíl mezi světlomety halogenovými a xenonovými. Výhodou xenonových světlometů ve srovnání s halogenovými je mnohem větší osvětlující plocha, větší výkon, nižší příkon, malé rozměry a na rozdíl od halogenů H7 stačí jeden světelný zdroj.

Barevnost vozidla hraje z hlediska bezpečnosti také svoji roli, jelikož ovlivňuje odhad ostatních řidičů a to co do velikosti, vzdálenosti, tak i rychlosti. Například žlutá barva předměty zdánlivě přibližuje. Tento efekt působí ve dne i v noci. Naopak odstíny šedé barvy předměty zdánlivě oddalují. Jedná se tedy o zrakové klamy. V této souvislosti závisí také na typu venkovního osvětlení. Pokud je k dispozici dostatečné pouliční osvětlení, jsou lépe vidět tmavá vozidla v důsledku častého vidění objektů tzv. v siluetách. Naopak při nedostatečném pouličním osvětlení či při jeho úplné absenci jsou bezpečnější vozidla světlá. [4]

Vztahem mezi barvou a rizikem účasti při dopravní nehodě se zraněním se zabývalo také australské výzkumné centrum Monash University Accident Research Centre (MUARC). [46]

Výsledkem byl jasný statistický vztah mezi barvou vozidla a rizikem účasti na dopravní nehodě. Ve srovnání s bílou barvou se za dne prokázalo u barev jako je černá, modrá, šedá a ostatních dosahujících nižších hodnot indexu viditelnosti vyšší riziko nehody. Tento výzkum také naznačuje, že i závažnost nehody souvisí s barvou vozidla. Vozidla méně viditelné barvy mají vyšší riziko vzniku závažnější nehody.

Zajímavé je, že dřívější studie dospěly k poměrně odlišným výsledkům. Například ze studie v periodiku *Epidemiology* z roku 2002 [47] vyplynulo, že bílá a žlutá auta dosahují mírně nižšího rizika pasivní účasti na nehodě. Toto zjištění následovala studie publikovaná v *British Medical Journal* v roce 2003 [48], která dospěla k závěru, že stříbrná auta dosahují o 50 % nižší pravděpodobnost účasti na nehodě s těžkým zraněním než auta bílá. Obě tyto studie byly dle australského výzkumného centra neprůkazné, což vědce z tohoto výzkumného centra jen podpořilo v provedení komplexního výzkumu se zahrnutím všech relevantních vedlejších podmínek jako je demografie, světlo v době nehody, typ vozidla, závažnost nehody a stav. Studie srovnávala bílá vozidla s vozidly všech ostatních barev (17 kategorií). Vyššího rizika dosáhly barvy: černá, modrá, šedá, zelená, červené, šedá. Žádná barva se neprokázala jako bezpečnější než bílá. Souvislost mezi barvou a rizikem nehody byla vyšší přes den, u výše uvedených barev se zvyšovalo až o 10 %. Při noční jízdě se snižují barevné rozdíly vlivem tmy i světlometů. Výsledky také ukazují, že faktory prostředí mají vliv na vztah mezi barvou aut a účastí na nehodě. Zde je však vhodné dodat poznámku autora studie, že i přesto, že tmavší vozidlo zvyšuje riziko nehody, stále jde o nesrovnatelně nižší zvýšení v poměru například k požití alkoholu před jízdou, únavě apod. [46]

1.4 Dopravní sociální struktura

Oblast sociální struktury v dopravě zahrnuje především chování řidiče, které je ovlivněno jak osobností, tak i psychickými stavy a procesy řidiče. Negativními projevy jsou například projevy agrese, stres, bezohledné chování, nesoustředěnost, negativní ale stejně tak intenzivní pozitivní emoce.

„Za základ jednání řidiče jsou považovány čtyři hypotetické procesy:

- 1) proces zachycující změny, které zahrnují narušení při dosahování cílů činnosti;*
- 2) proces hodnotící ohrožení;*
- 3) proces vybírající a vytvářející nejvhodnější formu činnosti v daných podmínkách;*
- 4) proces odpovědný za uskutečnění každé změny v probíhající činnosti, která může být vyžadována.*

Každý z těchto procesů je spoluurčován řadou činitelů, především osobnostních. “ [4]

Chování lze definovat jako vnitřní projev psychiky. Pro rozdělení typů chování řidiče existuje mnoho kritérií. Lze se setkat s dělením řidičů na předvídatelné vs. nepředvídatelné, bezpečné vs. nebezpečné, zda je jeho jízda stabilní či labilní, kdy dochází k různým trhaným pohybům, střídání rychlé a velmi pomalé jízdy apod. [7]

Jednání řidiče lze také posuzovat z pohledu **přizpůsobenosti**. Dále pak přizpůsobené jednání je charakteristické pro řidiče, kteří díky vnímání, myšlení a reagování splňují požadavky kladené na bezpečnost v dopravní situaci. Tyto situace řeší promyšleně, předvídavě a jsou také schopni adekvátně zhodnotit své schopnosti stejně jako technický stav vozidla. Protipólem jsou řidiči, kteří jednají nepřizpůsobivě. To znamená, že se u nich objevuje většinou jedna z následujících reakcí: zkratová reakce, prodloužená reakce nebo se nejsou schopni v neočekávané situaci zachovat podle naučeného vzorce.

Zkratové chování je typické zejména pro začátečníky a často ústí v závažné dopravní nehody. Souvisí s ním také úlek a strach. Všechny tyto projevy převážně negativně ovlivňují výkon řidiče. Strach však existuje i „aktivní“, který naopak pobízí řidiče k výkonu lepšímu s rychlejšími reakcemi. [49]

Chování řidiče se liší i s věkem. Starší skupiny řidičů bývají obecně opatrnější, s menší tendencí k riziku. Jednají rozvážněji, ukázněněji, jsou zkušenější a sebekritičtější. Díky sebereflexi a vědomí menší sebejistoty v určitých oblastech, zejména vlivem úbytku schopností popsanych v předchozím textu a fyziologickým procesem stárnutí, většinou kompenzují své nedostatky a vyhýbají se náročným situacím. [4] Mladí řidiči se naopak vyznačují impulzivností, netrpělivostí, soutěživostí, vzdorem proti pravidlům, omezením a autoritám, rádi experimentují a často jsou otevřenější riziku i nebezpečnějším situacím, přičemž disponují menší schopností vnímání rizika než starší, zkušenější řidiči. [9]

2 METODY MĚŘENÍ, ZPRACOVÁNÍ A ZÍSKÁNÍ VÝSLEDNÝCH DAT

Praktická část diplomové práce vychází z výsledků obsáhlých jízdních zkoušek realizovaných v roce 2010. Těchto jízd se účastnilo osm dobrovolných řidičů, kteří projížděli stejnou předem zvolenou cca 29 km dlouhou trasu za běžného provozu. Tato měření byla realizována ve spolupráci Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně a výzkumného institutu EPIGUS – Institut für ganzheitliche Unfall – und Sicherheitforschung z Rakouska v rámci řešení projektu „Sdílení zkušeností a dobrých praxí při analýze a prevenci silničních dopravních nehod“, CZ0069, 2010 – 2011.

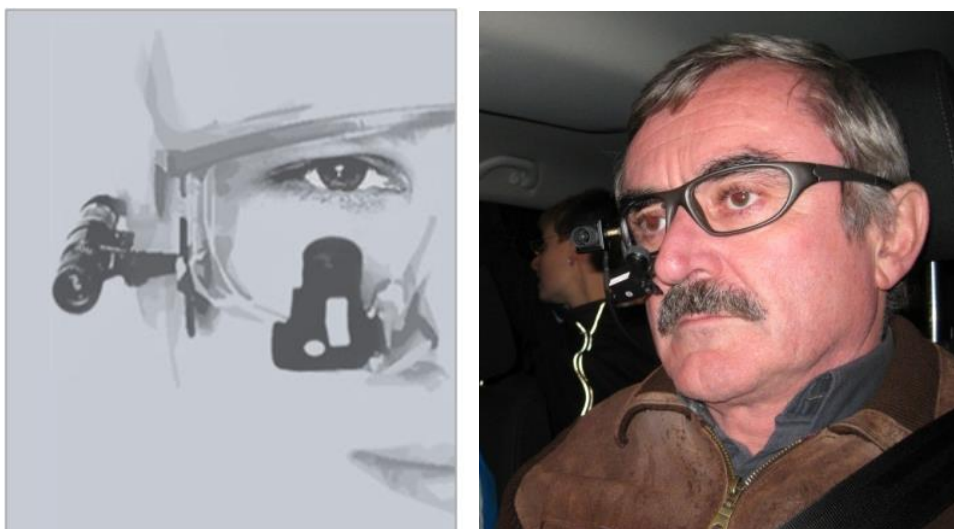
Primárním objektem měření byli chodci. Byly simulovány dva typy jízdních situací. První situace se týkaly průjezdu vozidla kolem chodce, pohybujícího se po okraji vozovky za tmy, zpravidla v extravilánu obcí. V druhém případě vozidla projížděla místem, kde chodec přechází přes silnici, zpravidla na uměle osvětlených úsecích vozovky, převážně v intravilánu obcí. První skupina měření byla zpracována a publikována mj. v práci „Porovnávání odlišností při rozpoznávání objektů řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu“. Úvodní vyhodnocení druhé skupiny měření bylo publikováno v práci „Analýza chování řidiče při jízdě přes přechod pro chodce“. [50], [51]

Měření však ukázala potenciál i pro širší rozsah zpracování a byla tak v této práci využita pro analýzu vlivu okolních prvků komunikace na bezpečnost provozu vozidel. Řidiči nebyli dopředu informováni o skutečném cíli měření a tak lze předpokládat, že data nejsou v tomto smyslu zkreslena a jsou tedy i pro účely této práce vhodná. Jejich úkolem bylo s nasazenými brýlemi pro měření pohybu oční čočky projet běžným způsobem stanovenou trasu. Běžným způsobem se zde rozumí především podmínka dodržování pravidel silničního provozu. Řidičům bylo pouze sděleno, že bude sledována jejich únava. Všichni řidiči shodně uvedli, že nasazené brýle určené pro měření pro ně nepředstavují omezení při řízení motorového vozidla. [50]

2.1 Metody měření

Pro měření směru pohledu řidiče bylo použito zařízení německé společnosti Viewpointssystem GmbH. Zařízení se skládá ze speciálních obrouček ve tvaru brýlí, které jsou vybaveny CCD kamerou⁵ a infrakamerou. CCD kamera disponuje speciální optikou a filtrem. Slouží ke snímání pohybu čočky pravého oka řidiče. Infrakamera s úhlem záběru cca 120° má vysokou světelnou citlivost (0,0003 Lux) a s její pomocí byl snímán obraz před řidičem. Obě kamery zaznamenávají obraz s frekvencí 25 snímků za sekundu. [51]

Na Obr. 13 (vlevo) jsou zachyceny brýle určené pro měření s přesným umístěním jednotlivých kamer a jejich použití v praxi (vpravo).



Obr. 13 Měřicí zařízení [51], [52]

Výsledky měření mají podobu žluté kružnice a zeleného paprsku. Žlutá kružnice zobrazuje pohled řidiče a zelený paprsek zachycuje stopu, která odpovídá 1 s vizuální paměti (tedy krátkodobé paměti). [50] Žlutá kružnice a zelený paprsek jako obrazový výstup měření jsou znázorněny na Obr. 14.

⁵ CCD je elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace. Zkratka CCD pochází z anglického Charge-Coupled Device, což v překladu znamená zařízení s vázanými náboji.



Obr. 14 Ukázka obrazového výstupu měření [52]

Díky poskytnutí dat bylo stěžejní částí práce zpracování naměřených videozáznamů a jejich vyhodnocení. Ke zpracování dat byl využit software VirtualDub, který představuje komplexní software pro úpravu videa. Z vlastností programu bylo pro účely této práce využito především možnosti sledovat záznam po jednotlivých sekvencích. Díky tomu byly zaznamenány všechny pohledy, které se odchýlily od směru jízdy vozidla. Pro každý pohled byla ze záznamu odečtena doba jeho trvání od okamžiku vychýlení z přímého směru do jeho vrácení. Nejedná se tedy o dobu zrakové fixace objektu, ale o celkovou dobu, po kterou trvá vizuální rozptýlení řidiče prvkem okolí.⁶

Délka pohledu byla určena podle vzorce:

$$t = t_B - t_A, \quad (1)$$

přičemž t_A označuje časový okamžik, kdy došlo k vychýlení pohledu řidiče směrem k objektu okolí a časem t_B se rozumí časový okamžik, kdy byl pohled vrácen do původního směru. Délka pohledu byla vzhledem k počtu 25 sekvencí videozáznamu za jednu sekundu zjišťována s přesností 0,04 s.

Pro získání konkrétní představu jsou níže na jednotlivých Obr. 15, 16, 17 a 18 zachyceny čtyři vybrané situace, při kterých byl proveden odečet doby zaměření vizuální pozornosti na objekt z okolí komunikace, případně uvnitř vozidla.

⁶ Pojem „délka pohledu“ bude dále v práci chápán zde uvedeným způsobem. Toto zjednodušení bylo přijato zejména z důvodu častého výskytu v různých tabulkách, kde by použití výstižnějšího popisku „doba odchýlení pohledu od přímého směru do jeho vrácení“ bylo nepraktické. V případě, kdy se jedná o pohled ve směru jízdy, je tato skutečnost vždy uvedena.



Obr. 15 Průběh pohledu na panel s cenami u čerpací stanice [53]



Obr. 16 Průběh pohledu na reklamní ceduli [53]



Obr. 17 Průběh pohledu na rychloměr [53]



Obr. 18 Průběh pohledu na dopravní značku [53]

Každá situace byla vybrána od jiného řidiče. Z obrázku si tak lze vytvořit i představu, jak vypadá výhled z vozidla jednotlivých řidičů v závislosti na jeho tělesných dispozicích (výška). U většiny řidičů je část palubní desky se základními ukazateli při pohledu v přímém směru mimo záběr, kromě řidiče z Obr. 17.

Data byla tříděna celkem do 16 kategorií dle sledovaného prvku. Pro data, jež byla vyloučena z jednotlivých skupin (důvody pro vyloučení jsou uvedeny dále v textu), byla vytvořena navíc zvláštní kategorie. Data byla také rozdělena podle jednotlivých řidičů. Do vyhodnocení byla nakonec začleněna pouze data od sedmi řidičů z osmi. Jedna jízdní zkouška byla vyřazena z důvodu podstatně odlišných podmínek (provedena za soumraku, všechny ostatní za tmy) a neúplnosti poskytnutého záznamu.

2.2 Metody zpracování a získání výsledných dat

Data odečtená z videozáznamů byla za účelem jejich vyhodnocení dále zpracována v prostředí softwaru Microsoft Office Excel. V závislosti na předpokládané věrohodnosti vyhodnocení byla data zpracována buď zjednodušeným způsobem, nebo podrobnější statistickou analýzou dat. Zjednodušené zpracování zahrnuje celkovou a průměrnou délku pohledů, jejich počet a podíl na celkové době jízdy.

Uvedené statistické zpracování dat představuje první práci s naměřenými daty, která směřuje k poznání nejdůležitějších vlastností sledovaného znaku prostřednictvím jednoduchých tabulek, grafů a numerických výpočtů. Na základě počtu a zejména charakteru měřených dat byla vybrána možnost jejich zpracování s intervalovým rozdělením četností, které je vhodné velký rozsah souboru, spojitý znak nebo nespojitý znak s velkým počtem obměn. Na začátek bylo třeba vhodně konstruovat intervaly (jejich počet, šířku a počátek) a následně provést tabulkové vyjádření četností s možností jejich grafického zobrazení pomocí histogramu (možnost součtového histogramu nebyla v práci využita). Posledním krokem byl samotný výpočet jednotlivých charakteristik.

Byly použity vybrané charakteristiky popisné statistiky, které zahrnují charakteristiky polohy, variability a šikmosti a špičatosti. [38]

2.2.1 Charakteristiky polohy

Aritmetický průměr ($\bar{x}$) je nejužívanější druh průměru a je vyjádřen součtem všech hodnot vyděleným jejich počtem.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Modus ($\hat{x}$) je hodnota znaku s největší četností.⁷

Kvantil (x_p) (označovaný někdy jako p -procentní kvantil) je hodnota znaku, pro který platí, že nejméně 100 p procent prvků má hodnotu menší nebo rovno x_p a 100(1- p) procent je větších nebo rovno x_p .

- **Medián** ($\tilde{x}$) = kvantil $x_{0,50}$ je prostřední hodnota výběrového souboru.

$$nP < i_p < nP + 1 \quad (3)$$

$$x_p = \frac{x_{(nP)} + x_{(nP+1)}}{2} \quad (4)$$

- **Dolní kvartil** = kvantil $x_{0,25}$ je hodnota, pro kterou platí, že 25 % naměřených hodnot ji nepřekročí.
- **Horní kvartil** = kvantil $x_{0,75}$ je hodnota, pro kterou platí, že 75 % naměřených hodnot ji nepřekročí.
- **Dolní decil** = kvantil $x_{0,10}$ je hodnota pro kterou platí, že 10 % naměřených hodnot ji nepřekročí.
- **Horní decil** = kvantil $x_{0,90}$ je hodnota, pro kterou platí, že 90 % naměřených hodnot ji nepřekročí.

2.2.2 Charakteristiky variability

Výběrový rozptyl (s^2) je definován jako součet kvadratických odchylek od průměru děleným rozsahem výběru zmenšeným o 1. Vyjadřuje míru variability znaků.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (5)$$

Výběrová směrodatná odchylka (s) je definována jako odmocnina z výběrového rozptylu. Vyjadřuje míru variability znaků.

$$s = \sqrt{s^2} \quad (6)$$

⁷ V této práci bude místo hodnoty znaku s největší četností uváděn pod pojmem modus **modální interval**, tzn. interval s největší četností. Ten bude označován hodnotou středu jeho třídy.

2.2.3 Charakteristiky šikmosti a špičatosti

Koeficient šikmosti (a_3) je míra šikmosti založená na srovnání stupně koncentrace malých hodnot sledovaného znaku se stupněm koncentrace velkých hodnot tohoto znaku. Podávají tedy informace o tvaru rozdělení četností co do souměrnosti.

$a_3 = 0$...souměrné rozdělení

$a_3 < 0$...záporně zešikmené (doprava)

$a_3 > 0$...kladně zešikmené (doleva)

$$a_3 = \frac{1}{n \cdot s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (7)$$

Koeficient špičatosti (a_4) je míra špičatosti založená na srovnání stupně koncentrace ostatních hodnot, resp. všech hodnot sledovaného znaku. Poskytují informaci o rozdělení četností co do špičatosti.

$a_4 = 0$...stejně jako u normovaného normálního rozdělení

$a_4 < 0$...plošší

$a_4 > 0$...špičatější

$$a_4 = \frac{1}{n \cdot s_n^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - 3 \quad (8)$$

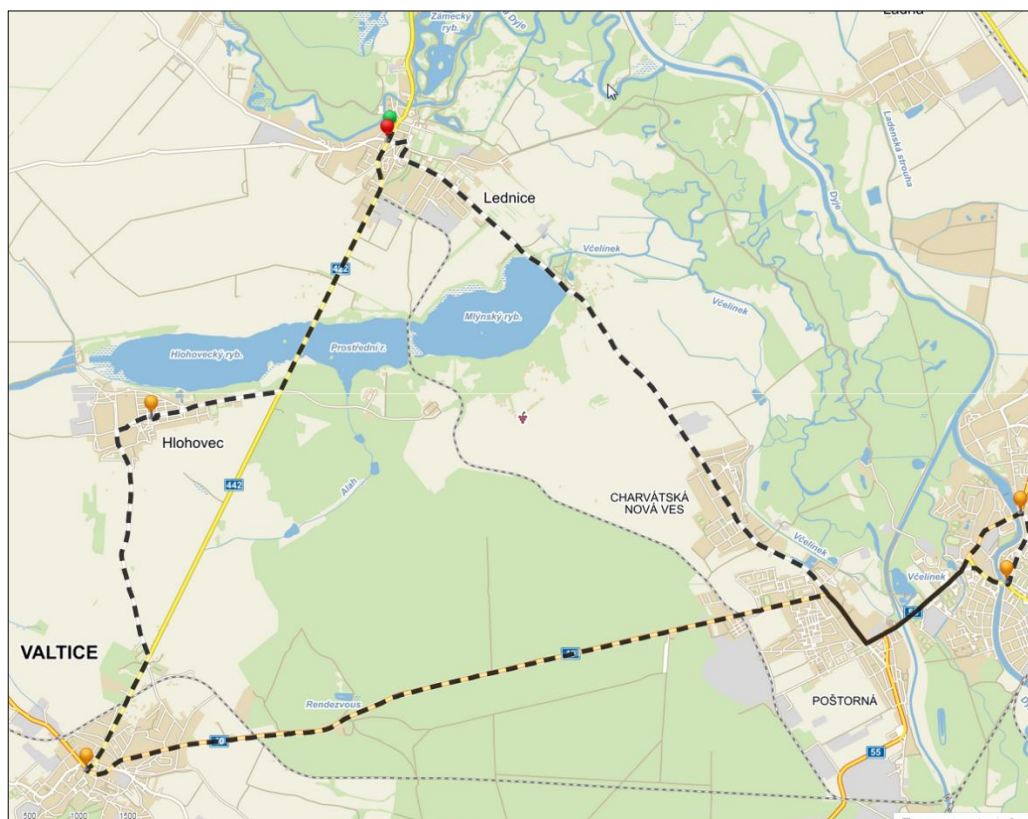
V diplomové práci bude použit pouze koeficient šikmosti. Existují i další popisné charakteristiky. Ty však nebudou v práci aplikovány a tak nejsou ani výše uvedeny a popsány.

3 ANALYTICKÁ ČÁST

Základem kapitoly jsou výsledky měření jízdních zkoušek poskytnuté v podobě videozáznamů za účelem sledování optických reakcí řidičů na prvky okolí komunikace. Postupně jsou uvedeny charakteristiky konkrétní trasy, vozidel, řidičů, jednotlivých jízd a získaných dat. Následují výsledky vyhodnocení dat rozdělené podle jednotlivých prvků a poté jejich souhrn. Závěr analytické části je určen výsledkům studií reklamních zařízení v okolí komunikace jako prvků s významným vlivem na pozornost řidiče.

3.1 Charakteristika trasy

Pro jízdní zkoušky byla zvolena trasa v délce 29 km (viz Obr. 19). Trasa začínala v obci Lednice, dále vedla obcí Břeclav (zpočátku jejími místními částmi Charvátskou Novou Vsí a Poštornou a po menším okruhu centrem Břeclavi znovu místní částí Poštorná), obcemi Valtice, Hlohovec a skončila opět v obci Lednice. Mezi Poštornou a Břeclaví šlo o cca 1,9 km dlouhý stejný úsek, pouze v opačném směru, jinak byl vytvořen uzavřený okruh.



Obr. 19 Trasa jízdní zkoušky[54]

Konkrétní trasa byla vybrána tak, aby umožňovala jízdu v širokém rozmezí rychlosti (40 až 90 km/h) a kombinovala jízdu mimo obec i v obci a rovněž i po silnicích různých tříd. Celkem se v průběhu jízdy vyskytly čtyři delší úseky, kde byla povolená rychlost maximálně 90 km/h. Tyto úseky byly přerušeny obcemi s rychlostním limitem 50 km/hod, případně s místní úpravou na 40 km/hod. [50]

Jak již bylo uvedeno v druhé analytické části, primárním cílem měření bylo použití získaných videozáznamů pro analýzu vlivu rychlosti vozidla na vzdálenost umožňující rozpoznat chodce pohybujícího se po vozovce. Z tohoto důvodu bylo na trase vybráno celkem 27 stanovišť s naplánovaným výskytem chodců. Z tohoto počtu se 15 stanovišť nacházelo převážně v extravilánu obcí bez přítomnosti umělého osvětlení a zbylých 12 stanovišť v intravilánu obcí s umělým osvětlením. V okolí se samozřejmě pohybovali i chodci, kteří nebyli součástí měření.

Dále se v okolí komunikace v průběhu jízdy nacházelo velké množství dopravních značek včetně dopravní značky ležící na komunikaci, celkem 27 autobusových zastávek (počet zahrnuje zvlášť zastávky na pravé i levé straně komunikace), čtyři čerpací stanice, z nichž jednu míjeli řidiči v obou směrech, tři železniční přejezdy vybavené dopravními značkami a světelnou i zvukovou signalizací, reklamní cedule upozorňující na akce obchodních řetězců a jiné obchodní a kulturní aktivity, domy, obchodní a restaurační zařízení, osvětlené památky obcí, vozidla parkující na i mimo pozemní komunikaci a jiné další objekty obsažené v rozdělení prvků okolí v podkapitole 3.5 Charakteristika získaných dat.

3.2 Charakteristika vozidel

Pro měření byla použita dvě srovnatelná motorová vozidla značky Škoda Octavia Combi 4x4, 2.0 TDi. Z hlediska tohoto měření je rozdíl zejména v typech světlometů. Vozidlo 1 disponovalo halogenovými světlomety typu H7 (dále označení vozidla jen F_H7), kdežto vozidlo 2 světlomety s výbojkami typu Xenon (dále jen F_XE).

S tím souvisí odlišné pokyny pro použití potkávacích/dálkových světel, které byly jednotlivým řidičům uloženy. Řidiči P1, P3, P4 a P7 směli použít dálková a potkávací světla dle vlastního rozhodnutí. Naopak řidiči P2, P5, P6 a P8 měli povoleno použití pouze světel potkávacích. K tomuto rozdělení vedla skutečnost, že v noční době dochází ke střetům vozidel s chodci nejčastěji při použití potkávacích světel.



Obr. 20 Rozdíl ve viditelnosti při použití světel dálkových (vlevo) a světel potkávacích (vpravo) v místě bez umělého osvětlení [53]

Vybrané technické údaje vozidel jsou uvedeny v tabulce 2. Vozidlo F_H7 bylo použito pro měření provedená řidiči P1, P2, P3, P7, P8 a vozidlo F_XE bylo využito při jízdách řidičů P4, P5, P6.

Tab. 2 Vybrané technické údaje vozidel použitých při jízdních zkouškách [50]

	Vozidlo 1 (ozn. F_H7)	Vozidlo 2 (ozn. F_XE)
Značka, označení	Škoda Octavia Combi 4x4 2.0 TDi	Škoda Octavia Combi 4x4 2.0 TDi
Modelový rok	2008	2008
Motor typ, palivo, max výkon [kW]/ot [min⁻¹]	BMM, NM 103 kW/4 000	BMM, NM 103 kW/4 000
Převodovka	manuální	manuální
Barva	béžová ccappucino	černá perleť
Podvozek	Standard	Paket pro špatné cesty
Typ světlometů	halogen (neaktivní)	xenon (neaktivní)
Žárovky	GE H7 12V/55W 58520V (Hungary)	Osram xenarc electronic D1S 12V/35W 6144 (Germany)
Světlá výška obou vozidel byla shodná.		

3.3 Charakteristika řidičů

Jízdních zkoušek se zúčastnilo 8 dobrovolných řidičů (označení P1 až P8), z toho 7 mužů a 1 žena. I přesto, že jízdní zkouška vykonaná řidičem P5 byla z vyhodnocení vyřazena, je v této podkapitole také uvažována, aby bylo dosaženo ucelenosti informací o řidičích účastnících se měření. Všichni řidiči z očního hlediska splňovali podmínky pro řízení motorových vozidel skupiny B podle Vyhlášky č. 277/2004 Sb., o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel.

Dle věku a jeho vlivu na oční kontrastní citlivost byli řidiči rozděleni do dvou skupin:

- Mladší řidiči s průměrným věkem 35 let, kteří dosahovali hodnot parametrů kontrastní citlivosti na horní hranici normy. V této skupině se nacházeli řidiči P1, P2, P6 a P8. Patřil sem i řidič P7, který se nedostavil k podrobnému očnímu vyšetření. Spadal však do mladší věkové kategorie a podle jeho sdělení jeho zraková ostrost nevyžadovala korekci.
- Starší řidiči s průměrným věkem 52 roků. S ohledem na věk při očním vyšetření již nedosahovali horní hranice kontrastní citlivosti ve vyšších testovaných frekvencích v rámci normy. Do této skupiny spadali řidiči P3, P4 a P5. U této skupiny lze předpokládat horší schopnost rozlišení předmětů s velmi malým rozdílem kontrastu. Navíc u řidičky P3 hodnoty zrakové ostrosti bez korekce vyžadovaly pro řízení motorového vozidla korekci brýlemi nebo kontaktními čočkami. Řidička při měření použila kontaktní čočky. [50]

Jak je patrné již z obrázků, které zachycují průběh získávání dat z videozáznamů (Obr. 15 až 18), určitý vliv na řidiče a kvalitu jeho výhledu z vozidla má i jeho výška nebo seřízení sedadla do správné výšky. Do kategorie vyšších nebo výše posazených řidičů spadali řidiči P2, P4, P5 a ostatní patřili mezi řidiče s níže položeným výhledem. Například u vyšších řidičů několikrát zpětné zrcátko bránilo v jednoznačném určení objektu, na který řidič odvedl svůj pohled.

3.4 Charakteristika jednotlivých jízd

Všechny jízdy byly uskutečněny v nočních hodinách za tmy, s výjimkou jízdy P5, která byla pro možnost dalšího výzkumu uskutečněna za soumraku. Řidiči P1, P3, P4 provedli jízdní zkoušku na mokré vozovce, přičemž řidič P1 dokonce za deště. Při jízdě řidiče P4 se ojediněle

tvorila mlha. Jízdy řidičů P5, P6, P7, P8 proběhly na suché vozovce. Podmínky jízdních zkoušek jsou souhrnně uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3 Souhrn podmínek jízdních zkoušek [50]

Označení jízdní zkoušky (řidiče)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Denní doba	Noc	Noc	Noc	Noc	Soumrak	Noc	Noc	Noc
Počasí	Děšť	Bez deště	Bez deště	Místy mlha	Sucho	Sucho	Sucho	Sucho
Stav vozovky	Mokrá	Mokrá	Mokrá	Mokrá	Suchá	Suchá	Suchá	Suchá
Vozidlo / typ světel	F_H7	F_H7	F_H7	F_XE	F_XE	F_XE	F_H7	F_H7
Použití světel ⁸	LB/HB	LB	LB/HB	LB/HB	LB	LB	LB/HB	LB

Dále budou rozepsány poznatky zjištěné v průběhu získávání dat pro konkrétní vyhodnocení jednotlivých jízd. I zde je jízda P5 i přes její vyřazení z konečného hodnocení uvedena, protože analýze byla podrobena.

Jízdní zkouška P1 se vyznačovala poměrně hustým provozem v protisměrném pruhu. Navíc podmínky jízdy byly nejhorší ze všech ze všech sledovaných měření. Jízda se uskutečnila v noci, za deště, tzn. na mokré vozovce. Lze tak předpokládat, že výsledky mohou být těmito skutečnostmi ovlivněny. Pro účely vyhodnocení dat získaných z měření byly vyloučeny hodnoty, které souvisí s následujícími poznámkami:

- Při vracení pohledu do přímého směru často zmizela žlutá kružnice, což mohlo být způsobeno přivřenými víčky či mrknutím. Na základě měření délky pohledů, u kterých nedocházelo k tomuto jevu, byly upraveny hodnoty, kde se jev vyskytoval.
- V jednom úseku jízdy došlo k zatmění obrazu na 3,8 s.
- V jednom úseku jízdní zkoušky se vozidlo pohybovalo za kamionem, který ovlivnil sledování dopravní situace, byly pouze střídání pohledy mezi kamionem a okolím. Hodnoty zjevně ovlivněné touto situací byly zařazeny do skupiny tzv. vyloučených dat.
- Videozáznamy z této jízdní zkoušky byly poskytnuty celkem čtyři. V druhém záznamu několikrát došlo k odchýlení úhlu pohledu výrazně doprava. Toto odchýlení však nebylo

⁸ LB (low beam) = potkávací světla, HB (high beam) = dálková světla

v dostatečné míře provázeno kamerou zachycující obraz před řidičem. Nebylo tak možné určit cíl pohledu. Takto omezená data byla taktéž zařazena do skupiny tzv. vyloučených dat.

Mezi ostatní relevantní poznámky k jízdě patří skutečnost, že řidič se například při jízdě po hlavní silnici, kdy na semaforu blikala oranžová, vůbec nerozhlédl, zda nepřijíždí vozidlo z vedlejší silnice.

Jízdní zkoušku P2 neprovázely žádné zvláštní okolnosti. Jízda se uskutečnila v noci, po dešti, tzn. na mokré vozovce. Tato jízda je doplněna pouze málo komentáři souvisejícími s vyloučením vybraných hodnot. Při pohledu na palubní desku na několik sekvencí žlutá kružnice mizela, ale znovu se objevovala již před návratem směru pohledu na komunikaci. Šlo tedy pravděpodobně o mrknutí či přivření víček řidiče a tato doba byla započítána do celkové doby pohledu na vybraný objekt. Jediným, ale poměrně četným problémem, byla opět nemožnost určení objektů při pohledu vpravo.

Ani **jízdní zkoušku P3** neprovázely žádné zvláštní okolnosti. Jízda se uskutečnila v noci, po dešti, tzn. na mokré vozovce. Poznámky ovlivňující vyloučení získaných hodnot:

- Velmi často nebylo možné určit pohledy vpravo, obzvlášť v druhé polovině trasy. A ke konci dokonce došlo ke stejnému jevu výjimečně i u pohledů vlevo.
- Při vracení pohledu do přímého směru často zmizela žlutá kružnice, což může být způsobeno přivřenými víčky či mrknutím. Na základě měření délky pohledů, u kterých nedocházelo k tomuto jevu, byly upraveny hodnoty, kde se jev vyskytoval.

Chodce, kteří se nacházeli na periférii, řidič centrálním viděním vůbec nesledoval. Řidič se v případě jízdy po hlavní komunikaci ani viditelně nerozhlížel, zda z vedlejší komunikace nepřijíždí jiný účastník silničního provozu.

Jízdní zkoušku P4 taktéž neprovázely zvláštní okolnosti. Jízda se uskutečnila v noci, po dešti, tzn. na mokré vozovce. Tuto jízdu není třeba výrazně komentovat. Pouze byl jediným řidičem, který musel na železničním přejezdu vyčkat do průjezdu vlaku. Tak jako v případě ostatních jízd, ani zde nebylo možné určit všechny pohledy mířené vpravo.

Jízdní zkouška P5 patří z hlediska podmínek jízdy ke zvláštním případům, což mimo jiné vedlo k jejímu vyloučení z vyhodnocení. Jízda byla provedena za nejlepších světelných podmínek, tzn. za soumraku, a za sucha. Vybrané hodnoty by byly zařazeny do skupiny

tzv. vyloučených dat opět především v důsledku nemožnosti určení cíle mnoha pohledů pravým směrem. Z relevantních poznatků ukazujících na styl jízdy řidiče je vhodné uvést pouze poznámku, že řidič projel železniční přejezd zcela bez rozhlédnutí a jednou vůbec nezareagoval na chodce jdoucího po levé straně vozovky.

Jízdní zkouška P6 se uskutečnila za optimálních podmínek, byla noc a suchá vozovka. Poznámky k vyloučení získaných hodnot:

- Celkem 1 376 sekvencí (cca 55 s) stálo vozidlo na křižovatce za autobusem a řidič sledoval situaci v křižovatce střídavě s pohledy na zadní část autobusu. Celá uvedená doba byla úplně vyřazena ze zpracování dat a stejně tak i data, která byla v jejím průběhu získána z videozáznamů. Poté řidič autobus určitou dobu následoval, což také mohlo mít vliv na naměřené hodnoty. Hodnoty zjevně ovlivněné touto situací byly zařazeny do skupiny tzv. vyloučených dat.
- Mimo nemožnost určení pohledů vpravo byl dvakrát zaznamenán i pohled vlevo mimo záběr videokamery.
- Ve třetí části měření (třetí videozáznam) byly registrovány pohledy do neobvyklých míst směrem vpravo dolů uvnitř vozidla. Pravděpodobně se však jednalo o pohledy na ukazatele na palubní desce. V opačném případě by to totiž znamenalo, že se v této části měření na palubní desku řidič nepodíval vůbec, což se zdá být vzhledem k předchozím částem záznamu vysoce nepravděpodobné.
- Dále došlo v průběhu celkem 79 sekvencí k „zamrznutí“ směru kamery v přímém směru bez jakékoli náznaku natočení a zrak mezitím uhýbá ostře doprava mimo záběr. Takto omezená data byla taktéž zařazena do skupiny tzv. vyloučených dat.

Co se týká jiných poznatků, které nemají zásadní vliv na hodnoty měření, stojí za zmínku situace, kdy na přechodu vlevo stojí chodec a řidič se na něj ani nepodívá centrálním viděním a ani mu nezastaví.

Jízdní zkouška P7 se uskutečnila za optimálních podmínek, byla noc a suchá vozovka. Poznámky ovlivňující vyloučení získaných hodnot:

- Pohledy, které vedly s největší pravděpodobností na palubní desku, byly zastaveny kousek nad ní. Na palubní desku se tak pravděpodobně nedíval centrálním viděním, ale pouze periferním nebo šlo o technickou chybu měřicího zařízení.
- Pohledy vpravo i při této jízdě často mířily mimo záběr.

- Při vracení pohledu do přímého směru často zmizela žlutá kružnice, což může být způsobeno přivřenými víčky či mrknutím. Na základě měření délky pohledů, u kterých nedocházelo k tomuto jevu, byly upraveny hodnoty, kde se jev vyskytoval. V případě tohoto řidiče „prázdný“ úsek trval i déle než 10 sekvencí a s pokračující jízdou se tato doba mírně prodlužovala.

Jízdní zkouška P8 se uskutečnila za optimálních podmínek, byla noc a suchá vozovka. V případě této jízdy došlo k nemožnosti určení objektu vpravo pouze výjimečně. Důvodem však byla spíše skutečnost, že se řidič ostře doprava skoro nedíval. Dále šlo místy obtížněji rozpoznat, na jaký prvek řidič odvádí svou pozornost kvůli nižší intenzitě světla (větší tma) a výraznějšímu tzv. houpání vozidla.

Naopak ostatních poznámek bylo zachyceno vícero. Co se týká železničních přejezdů, na prvním se nerozhlédl vůbec, na druhém se podíval pouze doleva a na třetím už se rozhlédl i vpravo i vlevo, i když doprava šlo pouze o omezený pohled. Dále si řidič při odbočení doleva centrálním viděním nezkontroloval situaci vpravo. Poslední poznámka se týká chodce, který poměrně krátce před průjezdem vozidla proběhl na přechodu pro chodce, ale řidič mu nevěnoval žádnou vizuální pozornost.

U všech dat byly vyloučeny hodnoty sekvencí 1-4 z důvodu možného zkreslení výsledků v případě ponechání takto extrémně krátkých délek pohledů. Na druhou stranu byly také ze stejného důvodu s pečlivým uvážením vyloučeny extrémně vysoké hodnoty, které byly povětšinou vyvolány neobvyklou či nejasnou situací. Příkladem je například pozorování dopravní značky na dlouhé rovině z velké dálky. Začlenění takové hodnoty by mohlo výsledky výrazně zkreslit.

3.5 Charakteristika získaných dat

Tato podkapitola se věnuje zhodnocení dostatečnosti a věrohodnosti dat jednotlivých prvků či skupin prvků s výsledným rozhodnutím, zda budou data analyzována a v jakém rozsahu.

3.5.1 Statické prvky

Pohledům do levého zrcátka je v důsledku ojedinělé nemožnosti určení cíle pohledů přisouzena nižší věrohodnost. Jde ale o minimální množství vyloučených dat, proto by se zde dalo uvažovat i o vyšší věrohodnosti. Zpětné zrcátko je zařazeno s vyšší věrohodností.

Nedostatky v jeho určení se objevily pouze ojediněle v jízdní zkoušce P5. Právě zrcátko nelze zařadit do analýzy kvůli vysokému procentu nepoužitelných dat vůbec. Z tohoto důvodu byla vyloučena celá tato kategorie. Popis konkrétního problému byl uveden v předchozí podkapitole. Lze jen shrnout, že se týkal všech řidičů bez výjimky.

Tímto problémem se však snížila věrohodnost i všech ostatních prvků, na které musí řidič odchýlit svůj zrak směrem doprava. Problém se tak dotknul zejména skupin: výjezd zprava, ostatní objekty vpravo apod. Jde však o pouze o pohledy odchylující se o více než cca 50° od přímého směru.

Z videozáznamů byly odečítány délky pohledů na **přechod pro chodce** s rozdělením na pravý a levý vstup na přechod. Tento prvek byl však hodnocen pouze zjednodušeně a vyznačuje se tedy nízkou věrohodností. Nízká věrohodnost je způsobena hned několika faktory. Nebylo možné s jistotou určit, zda žádný z nedostupných pohledů vpravo nebyl směřován právě na pravý vstup na přechod pro chodce. Dále byla vyřazena z vyhodnocení této skupiny data, u kterých jsou na místě pochyby, zda cílem řidičova pohledu byl právě vstup na přechod nebo pohled s cílem kontroly, zda nějaké vozidlo nepřijíždí z vedlejší/hlavní silnice (skupina „výjezd – vpravo“). Dále bylo vyhodnocení ovlivněno případnou přítomností chodce na či u přechodu. Tato problematika si zaslouží podrobnější zkoumání nad rozsah této práce, a proto je zde vyhodnocení uvedeno pouze v základním rozsahu.

Výjezdy z komunikace jsou zde chápány jako místa potenciálního výjezdu vozidla (či cyklisty nebo jiného účastníka silničního provozu) z jakékoli komunikace, která křižuje komunikaci, po níž přijíždí řidič, nebo se na ni napojuje. V této kategorii jsou zahrnuty také výjezdy z míst mimo pozemní komunikaci. Tyto prvky se ve vyhodnocení označují nižší věrohodností z důvodu obdobných jako u přechodů pro chodce, kvůli kterým muselo být určité množství dat vyloučeno. V tomto případě mohou být data ovlivněna také pohybem chodců, ale zejména skutečností, zda po komunikaci opravdu přijíždělo jiné vozidlo či ne. Hustota provozu totiž ovlivňuje délku pohledu i jeho četnost. Výše byly v případě jednotlivých jízd popsány vybrané případy vyloučení dat.

Analýza se zaměřovala pouze na svislé **dopravní značky** včetně světelné signalizace. Vodorovné značení nebylo v této práci bráno v úvahu. Zpracování délek pohledů na dopravní značky se vyznačuje největší věrohodností ze všech prvků. Ani to však není stoprocentní vzhledem k nedostatkům, které způsobily nemožnost zpracování všech pohledů vpravo, a nelze tedy vyloučit, že některý z těchto pohledů nesměřoval právě na dopravní značení.

Z měření byly vyřazeny také hodnoty, kdy je řidičův pohled směřován k dopravní značce již z velké dálky a je téměř shodný s pohledem ve směru jízdy. Do této kategorie byly z důvodu mírného zjednodušení zahrnuty také světelné signály. Například u železničních přejezdů a semaforů na křižovatce často s pohledem na dopravní značku splývají v důsledku těsné blízkosti objektů a jejich sloučením je zároveň vyřešen problém jednoznačnosti jejich určení.

Skupina získaných dat obsahující pohledy mířené na **reklamní zařízení** odvádějící řidičovu pozornost převážně za účelem zvýšení zisku inzerentů je v této práci rovněž vyhodnocena pouze zjednodušeně. Důvodem je menší množství dat a skutečnost, že v důsledku tmy nebylo možné s naprostou přesností určit, pokud šlo o objekt vyskytující se ve větší vzdálenosti od komunikace, zda se opravdu jednalo o reklamní zařízení.

Navíc vybraná trasa nedisponuje velkým množstvím těchto zařízení. Šlo spíše o reklamní cedule menšího rozsahu a lokálního významu. Povětšinou reklamní cedule nebyly osvětleny, často ani nijak zvlášť zvýrazněny. S velkoplošnou reklamou se bylo možné po cestě setkat jen výjimečně. Tato problematika je rovněž předurčena pro detailnější rozpracování mimo rozsah této práce a ideálně s výběrem trasy zahrnující místa s vysokou frekvencí reklamních zařízení, například při příjezdu do velkých měst, případně v obchodních zónách, které se většinou nachází právě na okraji měst. Vzhledem k jejich důležitosti v rámci problematiky jim je však věnována samostatná podkapitola na závěr analytické části, kde jsou uvedeny významné výsledky z dostupných studií.

Palubní deska a především ukazatele rychlosti a otáček představují další skupinu podrobenou analýze. Nejedná se sice přímo o prvek okolí komunikace, ale o interiér vozidla, v této práci má však své důležité místo stejně jako ostatní skupiny, protože je jedním z hlavních objektů odvádějícím pozornost řidiče.

Ze záznamů často nelze přesně určit, zda řidič kontroluje rychlost či otáčky, případně co přesně je bodem jeho zájmu při pohledu mimo tato dvě místa. Dále vyhodnocení tohoto prvku provázal problém, kdy doba věnování pozornosti kontrole ukazatelů na palubní desce byla ovlivněna dočasnou ztrátou žluté kružnice vyjadřující místo ostrého vidění. Jak již bylo uvedeno výše, šlo pravděpodobně o mrknutí či pokles vrchních víček. Z tohoto důvodu nelze považovat data za plně věrohodná. Pohled se totiž opět vrátil po 2 až 15 (v extrémních případech 20) sekvencích. Nebylo však možné zcela přesně určit, kdy by byl pohled navrácen do původního směru, kdyby k tomuto jevu nedošlo. Jelikož v rámci dat zpracovaných k jednotlivému řidiči vždy existují i data, která tímto jevem poznamenána nejsou, je na jejich

základě odvozena přibližná doba navrácení pohledu do přímého směru. Podle této doby byla upravena data původně znehodnocená tímto jevem. Ve vyhodnocení je tak tento prvek sice uveden s nižší věrohodností, ale vzhledem k tomu, že se jedná o jeden z nejpodstatnějších prvků z pohledu celkové doby nevěnované přímo řízení a pohledu ve směru jízdy, je podroben podrobnější statistické analýze. I přes nižší míru věrohodnosti lze předpokládat, že výsledky mohou dobře posloužit pro srovnání jednotlivých řidičů z pohledu doby vizuální pozornosti věnované této významné části interiéru vozidla. Data zahrnují pouze pohledy do oblasti otáček rychloměru. Ostatní byla zařazena do tzv. vyloučených dat.

Další skupinu tvoří okolní objekty související s funkcí dopravy jako autobusové zastávky, čerpací stanice, parkoviště či vozidla parkující na pozemní komunikaci nebo v jejím blízkém okolí. Zastávky, čerpací stanice a vozidla parkující na pozemní komunikaci byly vždy předmětem samostatné analýzy.

Pozornost věnovaná **zastávkám** byla výrazně ovlivněna přítomností chodců na zastávce. Pokud jsou přítomni, je vyšší pravděpodobnost odvedení řidičovy pozornosti nebo prodloužení doby věnované tomuto objektu. Dalším problémem je viditelnost v nočních hodinách. Nebylo vždy zřejmé, zda se na zastávce chodci opravdu nacházeli či nikoliv. Tato část by si taktéž zasloužila důkladnější analýzu s modernějším technickým vybavením umožňujícím přesnější rozlišení objektů za tmy, kterou nelze uskutečnit v rozsahu této práce. V zjednodušeném rozsahu jsou však naměřená data ve výsledcích uvedena.

Data pojímající pohledy na **vozidla parkující na pozemní komunikaci** se vyznačovala vyšší věrohodností. Vzhledem k horší viditelnosti za tmy byla data související s **vozidly parkujícími mimo komunikaci** méně věrohodná a nebyla tak do analýzy zahrnuta, resp. byla začleněna pouze do vyloučených hodnot.

V průběhu trasy se vyskytují čtyři **čerpací stanice** a okolo jedné z nich řidiči projížděli dokonce dvakrát, pokaždé v jiném směru. Při sedmi řidičích nebylo k dispozici dostatek dat, aby bylo možné provést podrobnější analýzu. Proto je i tento prvek vyhodnocen zjednodušeně.

Skupina okolních objektů nesouvisející s funkcí dopravy, jako jsou domy, restaurační a obchodní zařízení, památky apod. je ve výsledcích zachycena čistě orientačně. V důsledku slabé viditelnosti nelze často najisto přisoudit pohledu povahu konkrétního objektu. Vzniká

tak souhrnný prvek pojímající všechny tyto různé pohledy okolo, které nespádají do žádné ostatní kategorie, ale zároveň se nejedná o z určitého důvodu vyřazená data.

Z této skupiny byl k samostatnému stručnému rozboru vyjmut pomníček (viz Obr. 21 vlevo) nacházející se vpravo u cesty mimo obec. Z důvodu velmi malého množství dat je tento prvek pouze slovně okomentován. Z pohledu zaměření této práce má však potenciál pro podrobnější analýzu v případě získání dostatečného množství dat.



Obr. 21 Značka ležící na pozemní komunikaci (vlevo) a pomníček (vpravo) [53]

K další analýze byl také vybrán prvek ze skupiny dopravních značek, který má však odlišný charakter související s nestandardní situací na komunikaci. Jedná se o přenosnou svíslou dopravní značku, která pravděpodobně vlivem nepříznivých meteorologických podmínek nebo lidského faktoru ležela na komunikaci (viz Obr. 21 vpravo). Místo informativního charakteru tak vytvořila pevnou překážku a neobvyklý prvek okolí komunikace.

3.5.2 Dynamické prvky

Počet statických prvků vyskytujících se v okolí komunikace včetně interiéru vozidla se v případě jednotlivých jízd zásadně nemění a je tedy možné data srovnávat. Naopak tomu je v případě dynamických prvků, což je hlavním důvodem, proč se tato práce nebude vyhodnocením žádným z těchto prvků podrobně zabývat.

Chodci a jejich pohyb představují bezpochyby podstatnou součást okolí komunikace, která významně odvádí řidičovu pozornost. Jde však o složitý problém zahrnující několik aspektů od osvětlenosti chodců, jejich chování, množství, aktuální pozici vzhledem k vozovce

a mnoho dalších. Chováním chodců na přechodu pro chodce a reakcí řidičů se zabývaly například studie Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v čele s doc. Kledusem. [50], [51] Aby bylo zajištěno opravdu věrohodné vyhodnocení dat, vyžaduje tato problematika obsáhlou analýzu, která leží mimo rozsah této práce. Z důvodu vysokého procenta věnování pozornosti chodcům v poměru k jiným skupinám prvků je však skupina alespoň zjednodušeně uvedena ve vyhodnocení.

Ostatní vozidla jako dynamicky pohybující se účastníci silničního provozu nebyla analýze podrobena, jelikož dobu a četnost pohledu řidiče na tato vozidla opět výrazně ovlivňuje mnoho různých faktorů. Patří mezi ně hustota provozu, osvětlení, případné oslnění protijedoucím vozidlem, jejich pozice vůči vozidlu, vzájemná rychlost vozidel. V souvislosti s ostatními vozidly byla vybrána pouze určitá data. Jednalo se o data zachycující situaci, kdy byla například v důsledku předjíždějícího vozidla (k této situaci došlo zcela výjimečně) odvedena pozornost řidiče ztatečně mimo směr jízdy. Tato data byla zařazena do tzv. vyloučených dat, aby byl co nejlépe vystižen poměr doby sledování směru jízdy a sledování okolních objektů.

Délky pohledů řidičů na cyklisty v protisměru i ve stejném směru byla také zařazena do tzv. vyloučených dat z výše uvedeného důvodu. Naměřená data související s odvedením pozornosti na chodce, cyklisty a zvířata jsou tak využita zejména pro přibližné určení poměru doby věnované řízení k době věnované okolním prvkům komunikace.

3.5.3 Přehled statických a dynamických prvků

Souhrn dostupnosti dat a míry věrohodnosti jejich vyhodnocení je přehledně uveden v tabulkách 4 a 5. Dostupnost dat je vyjádřena pouze možnostmi ANO/NE. V případě uvedení ANO lze předpokládat, že bylo získáno dostatečné množství dat k provedení podrobnější analýzy u všech řidičů. V případě, že je u možnosti ANO uveden symbol hvězdičky (*) znamená to, že data jsou dostupná s výjimkou některých řidičů. Podrobnější analýza tak možná je, ale s jejich vyloučením. V případě možnosti NE není k dispozici dostatek dat u více než tří řidičů.

Stupnice hodnocení věrohodnosti dat obsahuje možnosti ANO, SPÍŠE ANO, SPÍŠE NE a NE. Přiřazení stupně věrohodnosti je v souladu s komentáři výše ke každé skupině prvků. Možnosti uvedené ve sloupci analýza vyjadřují, zda byla analýza dat provedena, případně zda se jednalo o zjednodušenou verzi (B) nebo o podrobnější verzi (A).

Tab. 4 Souhrn dostupnosti dat, jejich věrohodnosti a zvoleného typu analýzy - statické prvky (skupiny prvků)

Skupiny (prvky) okolí komunikace - statické	Dostupnost dat	Věrohodnost dat	Analýza
<i>Levé, pravé a zpětné zrcátko</i>			
levé zrcátko	ANO	SPÍŠE ANO	ANO - A
pravé zrcátko	NE	-	NE
zpětné zrcátko	ANO*	ANO	ANO - B
<i>Přechod pro chodce</i>			
levý vstup do vozovky	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
pravý vstup do vozovky	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
<i>Výjezd</i>			
zleva	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
zprava	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
<i>Dopravní značky</i>			
svislé + světelná signalizace	ANO	ANO	ANO - A
vodorovné	NE	-	NE
<i>Reklamní zařízení</i>	ANO*	SPÍŠE NE	ANO - B
<i>Palubní deska</i>			
rychloměr + otáčkoměr	ANO	SPÍŠE NE	ANO - A
středový panel, ostatní	NE	-	NE
<i>Jiné okolní objekty související s funkcí dopravy</i>			
zastávky	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
čerpací stanice	ANO*	SPÍŠE ANO	ANO - B
parkoviště	NE	-	NE
vozidlo parkující vlevo na PK	ANO	SPÍŠE ANO	ANO - A
vozidlo parkující vpravo na PK	ANO	SPÍŠE ANO	ANO - A
vozidlo parkující vlevo mimo PK	NE	-	NE
vozidlo parkující vpravo mimo PK	NE	-	NE
<i>Jiné okolní objekty nesouvisející s funkcí dopravy:</i>			
domy, restaurační a obchodní zařízení	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
kulturní objekty (zámek apod.)	ANO*	SPÍŠE ANO	

Tab. 5 Souhrn dostupnosti dat, jejich věrohodnosti a zvoleného typu analýzy - dynamické prvky (skupiny prvků)

Skupiny (prvky) okolí komunikace - dynamické	Dostupná data	Věrohodnost dat	Analýza
Chodci			
vlevo/vpravo	ANO	SPÍŠE NE	ANO - B
na/před přechodem pro chodce			
na chodníku vedle pozemní komunikace			
na pozemní komunikaci			
Cyklisté			
vlevo (v protisměru)	ANO*	SPÍŠE NE	NE
vpravo (po směru)			
Vozidla			
protijedoucí	NE	-	NE
předjíždějící			
jedoucí před vozidlem			
vjíždějící do křižovatky/na PK z místa mimo PK			
Ostatní dynamické prvky			
zvířata	NE	-	NE
spolujezdec			

Z tabulek vyplývá, že k podrobnější analýze bylo vybráno 5 prvků (skupin prvků) a ke zjednodušené dalších devět.

3.6 Vyhodnocení získaných dat

Z obsahu výše uvedených tabulek se bude odvíjet tato podkapitola zaměřená na analýzu dat, tzn. jejich statistické zpracování a vyhodnocení.

3.6.1 Levé zrcátko

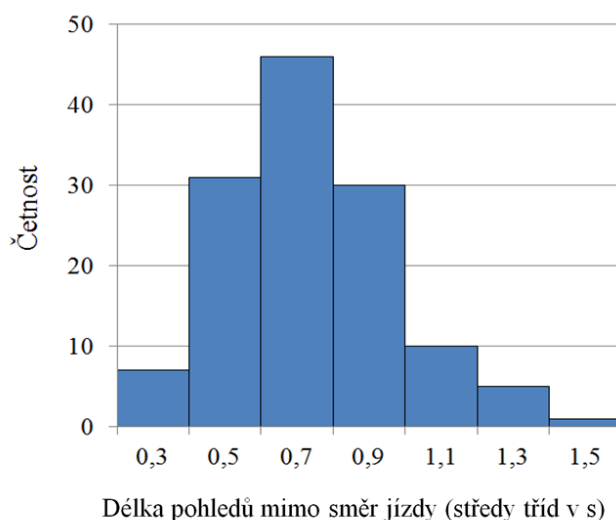
Levé zrcátko nejvíce využíval řidič P7, který se do něj za cestu podíval 43 krát. Naopak řidiči P3 a P6 jej využili jen zřídka (6 až 7 pohledů). Průměrná délka pohledu do levého zrcátka se u řidičů pohybovala na úrovni 0,8 s. Z hlediska podílu z celkové doby jízdní zkoušky nejméně pozornosti v rámci své jízdy věnoval objektům na komunikaci prostřednictvím levého zrcátka řidič P3 (0,2 %) a nejvíce řidič P8 (1,1 %).

Tab. 6 Základní vyhodnocení dat – levé zrcátko

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	14,1	8,6	3,6	11,9	6,4	30,4	20,4	13,7	
Počet pohledů	17	11	6	15	7	43	25	18	124
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	
Podíl na celkové době jízdy	0,6%	0,4%	0,2%	0,6%	0,3%	1,5%	1,1%	0,7%	

Tab. 7 Statistické vyhodnocení dat a histogram – levé zrcátko

Charakteristiky		Hodnota
Rozsah	n	124
Aritmetický průměr	$\bar{x}$	0,77
Modus	$\hat{x}$	0,70
Medián	$\tilde{x}$	0,76
Dolní kvartil	$x_{0,25}$	0,60
Horní kvartil	$x_{0,75}$	0,92
Dolní decil	$x_{0,10}$	0,49
Horní decil	$x_{0,90}$	1,08
Rozptyl	s_n^2	0,05
Směrodatná odchylka	s_n	0,23
Koeficient šikmosti	a^3	0,41



V této skupině dosahuje největší četnosti interval hodnot se střední hodnotou 0,7 s a prostřední hodnota výběru činí průměrně 0,8 s. Prostředních 50 % hodnot spadá do intervalu od 0,6 do 0,9 s a prostředních 80 % do intervalu 0,5 až 1,1 s.

3.6.2 Zpětné zrcátko

Počet pohledů do zpětného zrcátka je mezi řidiči ještě více rozdílný. Zatímco u řidičů P2, P3 a P8 byl zaznamenán pouze jeden pohled a u řidiče P4 pohledů pět, ostatní věnovali zpětným zrcátkům více než 20 pohledů (v případě řidiče P7 dokonce více než 30).

Tab. 8 Základní vyhodnocení dat – zpětné zrcátko

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	15,7	0,8	1,1	4,4	13,7	17,6	0,9	7,7	
Počet pohledů	24	1	1	5	20	34	1	12	86
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,7	0,8	1,1	0,9	0,7	0,5	0,9	0,6	
Podíl na celkové době jízdy	0,7%	0,0%	0,1%	0,2%	0,7%	0,9%	0,0%	0,4%	

Řidiči souhrnně využívali zpětné zrcátko pro sledování pozemní komunikace za vozidlem pouze 0,4 % z celkové doby jízdy.

3.6.3 Přejechod pro chodce

Aby se řidič ujistil, zda se na vozovku nechystá vkročit chodec, obvykle monitoruje z určité vzdálenosti levý a pravý vstup na přechod. Z uvedeného základního vyhodnocení lze zvýraznit průměrnou délku jednoho pohledu, která se jak pro pravou, tak i pro levou stranu pohybuje průměrně na úrovni 0,5 s.

Tab. 9 Základní vyhodnocení dat – přechod pro chodce vlevo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	12,0	30,9	8,7	3,6	4,4	15,6	13,9	12,74	
Počet pohledů	23	56	18	8	15	37	30	27	187
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,5%	1,5%	0,4%	0,2%	0,2%	0,8%	0,7%	0,6%	

Dále Tab. 9 a Tab. 10 ukazují, že z celkové doby jízdy věnovali kontrole přechodů pro chodce nejvíce pozornosti řidič P2 a všichni strávili kontrolou přechodů průměrně minimálně 1,5 % celkové doby jízdy.

Tab. 10 Základní vyhodnocení dat – přechod pro chodce vpravo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	14,9	32,0	17,0	10,8	9,6	20,0	18,2	17,5	
Počet pohledů	25	60	32	28	23	44	40	36	252
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,7%	1,5%	0,8%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%	0,9%	

3.6.4 Výjezdy

Další prvky analýzy, které vychází z křížení komunikací, představují místa možného výjezdu vozidel z komunikace či místa mimo ni. Nejasnost v určení objektu pohledu řidiče, hustota provozu a s ním související pohyb ostatních vozidel ovlivnili jejich vyhodnocení. V těchto dvou kategoriích bylo nutno vyloučit poměrně velké množství dat. To vše mělo negativní vliv na věrohodnost vyhodnocení. Stále však zůstal dostatek kvalitních dat na provedení alespoň základního zhodnocení s tím, že průměrná délka jednoho pohledu je údajem při celkovém počtu skoro 400 dat poměrně věrohodným.

Tab. 11 Základní vyhodnocení dat – výjezdy vlevo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	30,3	49,5	46,2	45,0	48,2	46,5	28,8	42,1	
Počet pohledů	40	53	61	69	67	76	33	57	399
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,9	0,7	
Podíl na celkové době jízdy	1,3%	2,3%	2,1%	2,2%	2,5%	2,3%	1,5%	2,0%	

Tab. 12 Základní vyhodnocení dat – výjezdy vpravo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	26,5	41,8	29,8	33,0	40,8	47,1	18,4	33,9	
Počet pohledů	34	52	43	54	76	86	30	54	375
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	
Podíl na celkové době jízdy	1,2%	2,0%	1,4%	1,6%	2,1%	2,3%	1,0%	1,6%	

Ze zpracování naměřených dat vyplývá, že délka odvedení pozornosti řidiče ze směru jízdy se pohybovala mezi 0,7 (pro levou stranu) a 0,6 s (pro pravou stranu) a také, že nejvíce pozornosti tomuto prvku věnoval řidič P7 a nejméně P8.

3.6.5 Dopravní značky

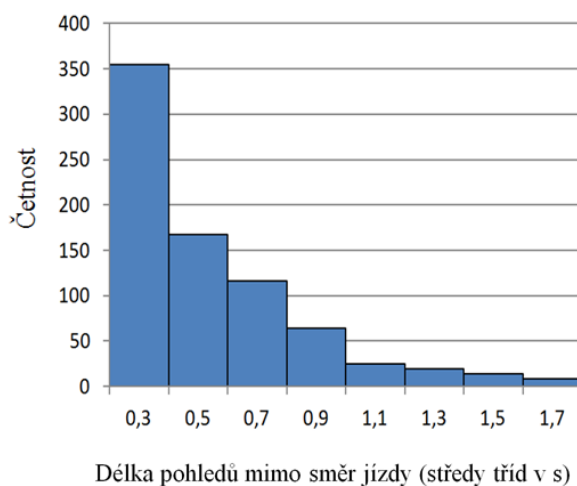
Skupina obsahující dopravní značky a svícené signály na křižovatkách a přejezdech je podrobena obsáhlejší analýze z důvodu nejvyšší věrohodnosti dat ze všech skupin. Jde také o prvky, které se vyskytují v hojném množství v okolí komunikace, a upoutání pozornosti řidičem je do značné míry žádoucí. Na základě pohledu na dopravní značku řidič zpracovává informaci o jejím obsahu a následně na ni reaguje, pokud je reakce vyžadována.

Tab. 13 Základní vyhodnocení dat – dopravní značky

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	84,2	96,3	101,4	80,1	30,5	36,3	22,0	64,4	
Počet pohledů	134	146	159	148	68	77	49	112	781
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	
Podíl na celkové době jízdy	3,7%	4,5%	4,7%	4,0%	1,6%	1,8%	1,2%	3,1%	

Tab. 14 Statistické vyhodnocení dat a histogram – dopravní značky

Charakteristiky		Hodnota
Rozsah	n	781
Aritmetický průměr	$\bar{x}$	0,58
Modus	$\hat{x}$	0,30
Medián	$\tilde{x}$	0,44
Dolní kvartil	$x_{0,25}$	0,32
Horní kvartil	$x_{0,75}$	0,72
Dolní decil	$x_{0,10}$	0,24
Horní decil	$x_{0,90}$	1,04
Rozptyl	s_n^2	0,14
Směrodatná odchylka	s_n	0,37
Koeficient šikmosti	a^3	1,85



Největší četnosti dosáhl modální interval hodnot se střední hodnotou 0,3 s a prostřední hodnota výběru je průměrně 0,4 s. Prostředních 50 % hodnot spadá do intervalu od 0,3 do 0,7 s a prostředních 80 % do intervalu 0,2 až 1 s.

Nejméně dopravní značení sledovali řidiči P6 až P8, kteří patří mladší věkové kategorie a všichni jeli v noci za sucha. Ostatní řidiči věnovali dopravnímu značení více než dvakrát tolik času. Řidiči, kteří sledovali dopravní značení z více než 4 % celkové jízdní zkoušky, jeli všichni v noci po mokré vozovce.

Nelze zde usuzovat na souvislost s věkem, jelikož řidič, který věnoval dopravnímu značení vůbec nejvíce času a jehož průměrný pohled byl nejdelší, patřil do mladší věkové kategorie.

3.6.6 Reklamní zařízení

Sledování reklamních zařízení pro řidiče není nijakým způsobem nutné, ani z hlediska řešení dopravní situace přínosné. Jedná se o negativní prvek, který pouze odvádí pozornost řidičů od hlavní funkce řízení.

Tab. 15 Základní vyhodnocení dat – reklamní zařízení

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	12,9	8,6	9,3	12,5	6,2	0,6	1,6	7,4	
Počet pohledů	17	10	17	20	14	2	3	12	83
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	0,9	0,5	0,6	0,4	0,3	0,5	0,6	
Podíl na celkové době jízdy	0,6%	0,4%	0,4%	0,6%	0,3%	0,0%	0,1%	0,4%	

Z výsledků vyplývá, že pozornost řidičů P7 a P8 není reklamou skoro vůbec upoutávána. Naopak řidiči P1, P3 a P4 jí věnovali 17-20 pohledů, které v případě řidiče P1 dosáhly hodnoty průměrně 0,8 s za jeden pohled a to tato jízda probíhala dokonce za deště.

3.6.7 Palubní deska

Palubní deska a konkrétně oblast ukazatelů rychlosti a otáček, které jsou její součástí, představuje prvek, který rozptyloval pozornost řidiče nejvíce. Nejedná se sice přímo o prvek okolí komunikace, ale pro určení doby věnované řízení v poměru k době, po kterou se řidičův pohled odchyluje od směru jízdy, je prvkem zásadním.

Do popředí z hlediska doby odvedení pozornosti dostávají tento prvek velkou měrou řidiči P6 a P8. V obou případech jde o muže z mladší věkové kategorie, kteří vykonali svou jízdní zkoušku za sucha. Nejméně sledují ukazatele na palubní desce řidiči P3 a P4, kteří spadají do starší věkové kategorie a oba provedli jízdní zkoušku po dešti, kdy byla vozovka mokrá. Za předpokladu, že starší řidiči jsou i zkušenější, lze souhlasit s tvrzením uvedeným v teoretické části, které ukazuje vliv praxe na sledování ukazatelů ve vozidle.

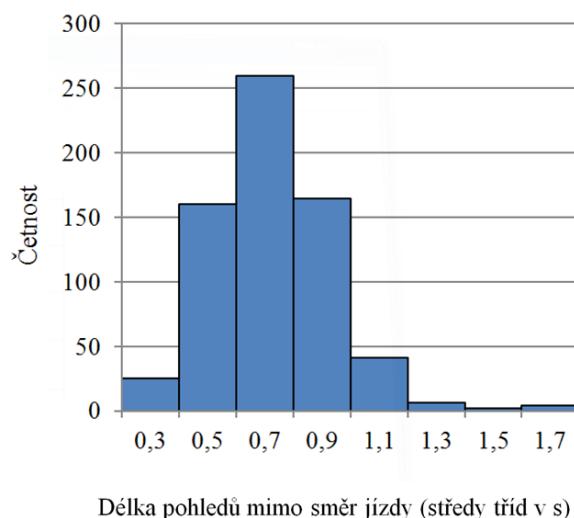
Tab. 16 Základní vyhodnocení dat – palubní deska

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	86,3	76,4	21,9	35,7	119,5	48,9	104,2	70,4	
Počet pohledů	112	107	26	38	156	69	153	94	661
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	
Podíl na celkové době jízdy	3,8%	3,6%	1,0%	1,8%	6,2%	2,4%	5,5%	3,4%	

Jízda řidiče P6 představuje zvláštní případ i kvůli nutnosti vyřadit z analýzy data z jednoho z pěti videozáznamů (cca 6 min a 20 s) pravděpodobně kvůli technické chybě. V rámci tohoto záznamu totiž řidič ani jednou nenamířil svůj pohled na palubní desku, což je vzhledem k četnosti v ostatních záznamech, velmi nepravděpodobné. Na druhou stranu se však v této části vyskytuje celkem 27 pohledů v souhrnné délce 24,8 s mířících mírně dolů před spolujezdce uvnitř vozidla. Lze tedy předpokládat, že jde o pohledy na ukazatele na palubní desce ovlivněné neznámým technickým nedostatkem. V případě zahrnutí těchto dat do níže uvedené tabulky by sice zůstala zachována průměrná délka jednoho pohledu, ale podíl na celkové době jízdy by se rázem zvýšil z původních 6,2 % na 7,4 % a tím by se i průměrný podíl celé skupiny řidičů na jejich celkové době jízdy zvýšil z 3,4 % na 3,6 %. Došlo by ale zároveň i ke snížení podílu vyloučených a nezařazených dat na celkové délce jízdy, díky čemu by hodnoty souhrnných výsledků zůstaly zachovány.

Tab. 17 Statistické vyhodnocení dat a histogram – palubní deska

Charakteristiky		Hodnota
Rozsah	n	661
Aritmetický průměr	$\bar{x}$	0,75
Modus	$\hat{x}$	0,70
Medián	$\tilde{x}$	0,76
Dolní kvartil	$x_{0,25}$	0,60
Horní kvartil	$x_{0,75}$	0,88
Dolní decil	$x_{0,10}$	0,52
Horní decil	$x_{0,90}$	0,96
Rozptyl	s_n^2	0,04
Směrodatná odchylka	s_n	0,20
Koeficient šikmosti	a^3	0,79



V této skupině dosahuje největší četnosti interval hodnot se střední hodnotou 0,7 s a prostřední hodnota výběru činí průměrně 0,8 s. Prostředních 50 % hodnot spadá do intervalu od 0,6 do 0,9 s a prostředních 80 % do intervalu 0,5 až 1 s.

3.6.8 Autobusové zastávky

Z okolních objektů, které mají souvislost s funkcí dopravy, byly vybrány k hodnocení zastávky, čerpací stanice a vozidla parkující na komunikaci.

Tab. 18 Základní vyhodnocení dat – autobusové zastávky

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	2,6	3,8	1,4	6,6	2,4	1,2	2,8	3,0	
Počet pohledů	5	6	3	15	6	4	6	6	45
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,1%	0,2%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	

Lze předpokládat, že pozornost věnovaná autobusovým zastávkám se bude značně lišit s denní dobou a přítomností chodců. V době jízdních zkoušek upoutaly nejvíce pozornosti řidiče P4 co do počtu pohledů. Z hlediska průměrné délky jednoho pohledu, jde o dobu kratší než je průměr celé skupiny řidičů. U většiny řidičů se podíl doby strávené pohledy na zastávky na celkové době jízdy pohyboval pouze na úrovni 1 %.

3.6.9 Čerpací stanice

Pro podrobnější statistické zpracování pohledů na čerpací stanice, které se v průběhu trasy nacházely celkem čtyři (jednu řidiči míjeli v obou směrech), nebylo k dispozici dostatek dat. Lze však popsat alespoň některé zjištěné skutečnosti.

Nejdříve je třeba poznamenat, že vzhledem k noční době jízdních zkoušek byly tři ze čtyř čerpacích stanic zavřené v průběhu jízd řidičů P3, P4 a P8. Řidič P3 i přes tuto skutečnost věnoval dvěma stanicím dva pohledy a pouze jednu z nich přejel bez povšimnutí. Vizualní pozornost řidiče P4 odvedly všechny tyto čerpací stanice jednou až dvakrát. A řidič P8 věnoval pozornost dvěma stanicím, každé jedním pohledem. Průměrná délka pohledu byla 0,4 s.

Tab. 19 Základní vyhodnocení dat – čerpací stanice

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	4,7	7,2	1,9	1,7	4,4	1,6	2,3	3,4	
Počet pohledů	10	11	6	5	12	8	5	7	57
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,5	16,3	7,8	8,4	9,3	5,1	11,4	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,2%	0,3%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	

Pouze dvě ze čtyř čerpacích stanic odvedly pozornost všech řidičů. První z nich věnovali řidiči průměrně zhruba 2 pohledy a druhé zhruba 6 pohledů. Průměrná délka jednoho pohledu činila 0,6 s a byla ovlivněna zejména délkou pohledu na ceny čerpací stanice.

3.6.10 Vozidla parkující na komunikaci

V průběhu jízdní zkoušky se každý řidič setkal s obdobným počtem vozidel parkujících na okraji pozemní komunikace. Tato vozidla se vyskytovala zejména na začátku a konci obcí, kde se v okolí komunikace nacházejí rodinné domy a kraje komunikace jsou určeny pro parkování jejich obyvatel.

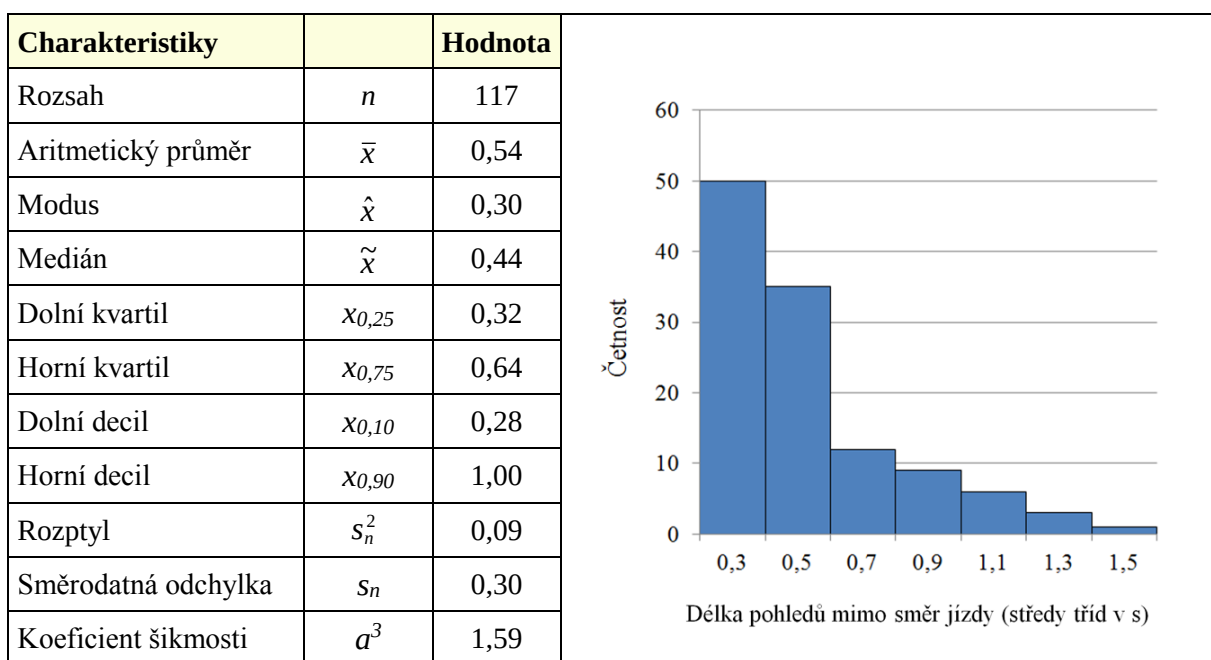
Tab. 20 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vpravo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	7,5	15,7	6,9	5,3	8,6	9,7	9,9	9,1	
Počet pohledů	10	25	14	8	20	22	18	17	117
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,7	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,3%	0,7%	0,3%	0,3%	0,4%	0,5%	0,5%	0,4%	

Tab. 21 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vlevo

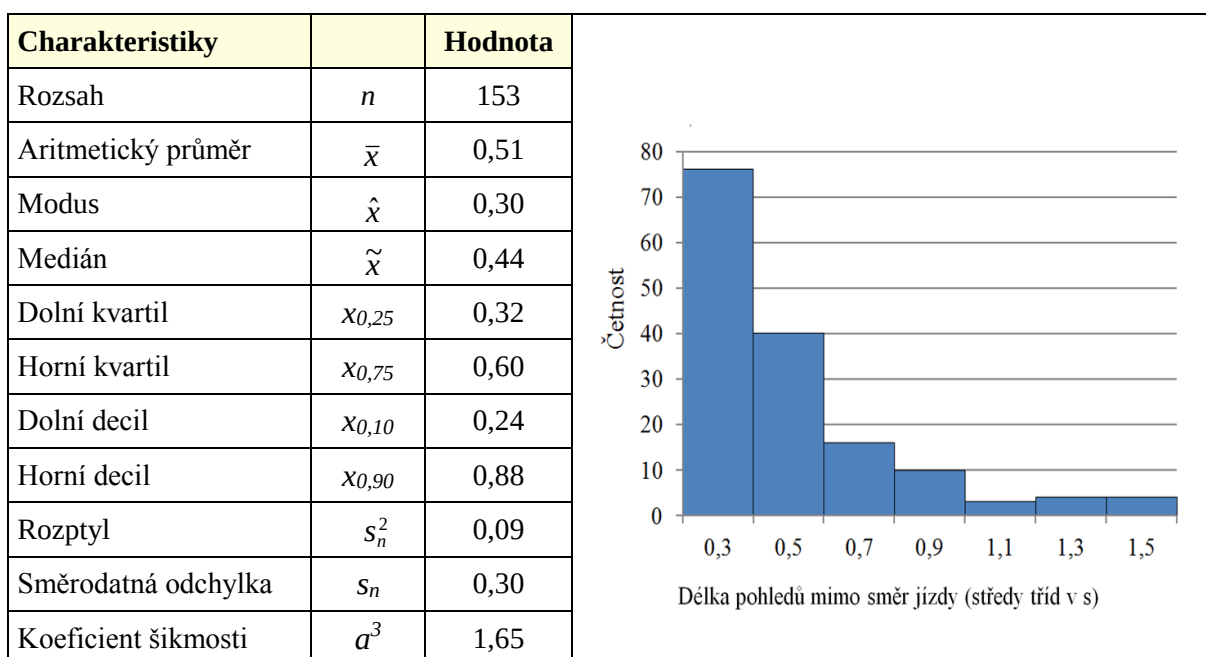
Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	4,8	8,0	12,3	16,5	7,7	17,1	12,2	11,2	
Počet pohledů	10	14	22	27	16	40	24	22	153
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	0,4%	0,9%	0,6%	0,5%	

Tab. 22 Statistické vyhodnocení dat a histogram – vozidla parkující na komunikaci vlevo



Jak bylo možné očekávat, většina řidičů více sledovala vozidla parkující vpravo než vlevo, u řidičů P4 a P7 byl tento rozdíl poměrně výrazný, a průměrná délka jednoho pohledu byla u všech řidičů 0,5 s v případě obou stran. Za zmínku stojí i rozdíl mezi řidiči P1 a P7, kdy podíl vizuální pozornosti věnované parkujícím vozidlům k celkové době řízení představoval u řidiče P1 pouze 0,5 % celkem a u řidiče P7 celkem 1,4 %, což je skoro trojnásobek.

Tab. 23 Statistické vyhodnocení dat a histogram – vozidla parkující na komunikaci vpravo



V obou skupinách dosahuje největší četnosti interval hodnot se střední hodnotou 0,3 s a prostřední hodnota výběru činí průměrně 0,4 s. Prostředních 50 % hodnot spadá do intervalu od 0,3 do 0,6 s a liší se prostředních 80 % hodnot, jenž v případě levé strany spadají do intervalu 0,3 až 1 s a pravé strany 0,2 až 0,9 s.

3.6.11 Ostatní okolní objekty

Další skupina zahrnuje pohledy řidičů na jiné objekty v okolí komunikace přímo nesouvisející s funkcí dopravy: domy, restaurační, sportovní, obchodní zařízení, kulturní objekty jako zámky apod.

Tab. 24 Základní vyhodnocení dat – ostatní okolní objekty vpravo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	19,8	21,5	9,0	14,7	50,6	16,9	15,4	21,1	
Počet pohledů	41	48	23	35	114	44	35	49	340
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	
Podíl na celkové době jízdy	0,9%	1,0%	0,4%	0,7%	2,6%	0,8%	0,8%	1,0%	

V případě této skupiny prvků řidič P6 znovu výrazně zvyšuje průměr počtu pohledů, tentokrát z 38 (hodnota vztahující se na zbývajících šest řidičů) na 49. Zvyšuje tak rovněž i celkovou délku pohledů, a to z 16,2 s na 21,1 s. V jeho případě tyto objekty také tvoří poměrně velký podíl na celkové době jízdy (2,6 %).

Tab. 25 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vlevo

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	37,1	10,3	5,2	14,9	23,6	17,8	11,4	17,2	
Počet pohledů	68	14	14	39	46	48	22	36	251
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,5	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	
Podíl na celkové době jízdy	1,7%	0,5%	0,2%	0,7%	1,2%	0,9%	0,6%	0,8%	

Z výsledků vyplývá, že více pozornosti řidiči opět věnují objektům na pravé straně komunikace (0,5 s). Poměrně krátkou průměrnou délku pohledu vlevo si lze vysvětlit skutečností, že tyto objekty většinou nejsou pro řešení dopravní situace z pohledu řidiče nikterak přínosné. Lze předpokládat, že se často jedná pouze o letmé pohledy,

tzv. ze zajímavosti. Tyto různé objekty odvádí vizuální pozornost řidiče od směru jízdy minimálně 1,8 % doby z celkové jízdy doby.

3.6.12 Chodci

Dále je uvedeno jediné vyhodnocení rozptýlení dynamickým prvkem a to chodci. Výsledky jsou pouze orientační vzhledem k tomu, že jsou zde zahrnuti jak chodci přecházející přes silnici (s vyloučením pohledů, které dosahovaly extrémních délek, jelikož někteří řidiči sledovali přecházení vozovky chodcem v kuse), tak i chodci jdoucí přímo po komunikaci či po chodníku u komunikace. Tato problematika vyžaduje podrobnou analýzu, ve které by byly tyto situace rozlišeny a samostatně analyzovány. K zajištění vyšší míry věrohodnosti dat jsou získaná data v tomto zpracování nedostačující. Je však nad rámec rozsahu práce se tímto dále zabývat.

Odchýlení pohledů ze směru jízdy za účelem sledování chodců se však dle těchto orientačních výsledků mezi ostatními řešenými prvky dostalo do popředí. U řidiče P7 dokonce představovalo největší podíl na celkové době jízdy ze všech řešených prvků. U ostatních řidičů je na druhém až třetím místě.

Tab. 26 Základní vyhodnocení dat – chodci

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	42,1	57,3	51,3	57,2	53,0	71,3	57,5	55,7	
Počet pohledů	40	59	57	45	57	97	52	58	407
Průměrná délka 1 pohledu [s]	1,1	1,0	0,9	1,3	0,9	0,7	1,1	1,0	
Podíl na celkové době jízdy	1,9%	2,7%	2,4%	2,8%	2,7%	3,5%	3,0%	2,7%	

3.6.13 Tzv. vyloučené hodnoty

Následující Tab. obsahuje souhrn hodnot, které byly z různých výše uvedených důvodů vyloučeny z analýzy jednotlivých prvků. Poslouží však při závěrečném získání poměru doby, který řidič věnoval dopravní situaci před sebou a celkové doby rozptýlení okolními prvky.

Tab. 27 Základní vyhodnocení dat – tzv. vyloučené hodnoty

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	95,7	107,0	88,4	139,2	105,3	67,6	50,8	93,4	
Počet pohledů	100	77	148	143	186	143	84	126	881
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,8	1,2	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	
Podíl na celkové době jízdy	4,3%	5,0%	4,1%	6,9%	5,4%	3,4%	2,7%	4,5%	

Na vyloučených hodnotách mají celkově velký podíl pohledy vpravo mimo záběr kamery, kdy nelze určit objekt zájmu řidiče.

3.6.14 Výjimečné objekty

Ze zajímavosti byly vybrány dva výjimečné objekty a bylo pozorováno, zda upoutaly vizuální pozornost řidičů či nikoliv a případně na jak dlouho. Data vztahující se k těmto prvkům jsou zahrnuta ve skupině ostatních objektů na pravé straně komunikace.

V první části trasy mezi obcemi Lednice a Břeclav se na komunikaci nacházela přenosná značka, která ležela pravděpodobně v důsledku povětrnostních vlivů či lidské nedbalosti na kraji komunikace (viz Obr. 21 vlevo v předchozí podkapitole). Měření probíhalo opět až v momentě, kdy bylo možné jasně odlišit pohled řidiče do směru jízdy od pohledu na tuto značku. Řidiči P6 a P7 projeli kolem značky bez cíleného pohledu na značku a ostatní jí věnovali průměrně 0,6 s.

Druhým objektem zájmu byl pomníček u silnice (viz Obr. 21 vpravo) připomínající oběti dopravní nehody. Pomníček na rozdíl od ležící značky jasně odvedl vizuální pozornost všech řidičů průměrně na 0,7 s. Oba tyto objekty, zvláště pak pomníčky nacházející na silnicích v České republice v hojném množství, by bylo vhodné podrobit podrobnější analýze.

3.6.15 Souhrnné vyhodnocení

Cílem souhrnného vyhodnocení je zejména určení doby, kterou řidič věnuje řízení neboli doby, po kterou svou vizuální pozornost zaměřuje ve směru jízdy a doby, po kterou je rozptylován různými prvky okolí komunikace včetně prvků umístěných na vozidle a ve vozidle (palubní deska, zrcátka).

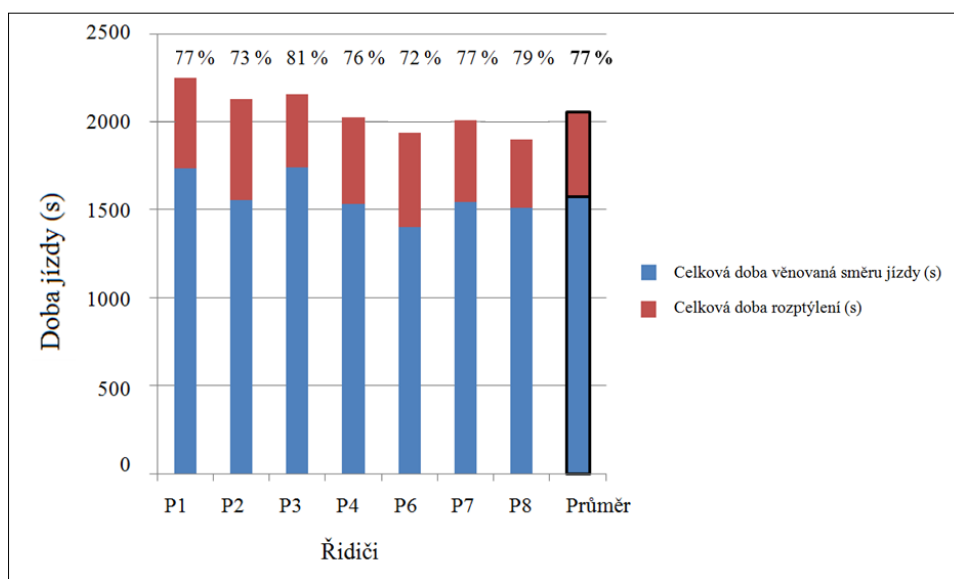
K tomu bylo nejdříve třeba určit podíl doby věnované všem prvkům, kvůli kterým řidiči odchylní svůj zrak od směru jízdy, na celkové době jízdy. Potřebné údaje jsou obsaženy v Tab. 28.

Tab. 28 Základní vyhodnocení dat – souhrn

Jízdní zkouška	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P8	Průměr	Součet
Délka pohledů celkem [s]	415,6	468,8	327,0	353,9	429,8	398,6	340,0	390,5	
Počet pohledů	610	673	502	559	717	731	526	617	4 318
Průměrná délka 1 pohledu [s]	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	
Podíl na celkové době jízdy	18,5%	22,0%	15,2%	17,5%	22,2%	19,8%	17,9%	19,0%	

Zde však ještě nejsou zahrnuty tzv. vyloučené hodnoty. Ty je pro splnění výše uvedeného cíle třeba také zohlednit. Jejich zahrnutím se podíl doby pohledů na prvky narušující pozornost řidiče na celkové době jízdy zvýšil z **19** na **23,5 %** (a průměrná délka pohledu by se prodloužila na 0,7 s).

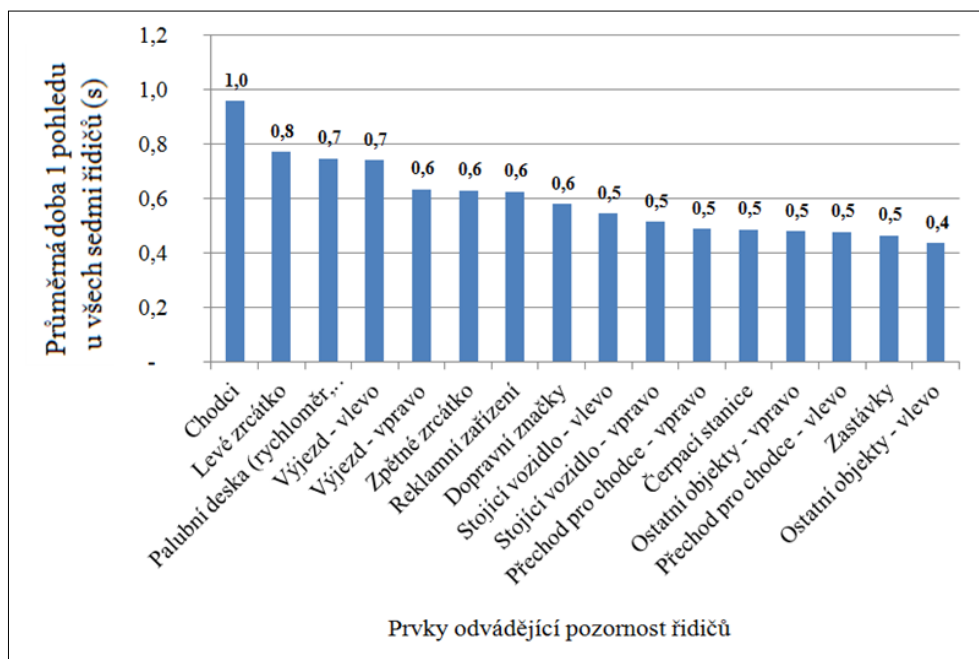
Výsledné poměry součtu délek všech pohledů věnovaných směru jízdy (celková doba věnovaná směru jízdy, v grafu označena modře) k součtu délek všech pohledů určených prvkům v okolí komunikace (celková doba rozptýlení, v grafu označena červeně) jsou pro jednotlivé řidiče zobrazeny na Obr. 22. Poslední sloupec tvoří průměrná hodnota výsledných poměrů jednotlivých řidičů, která dosáhla **77 %**.



Obr. 22 Srovnání celkové doby věnované směru jízdy a celkové doby rozptýlení

Již výsledky průběžného vyhodnocování jednotlivých skupin prvků narušujících pozornost řidiče napověděly, že nejvíce byl okolními prvky rozptylován řidič P6. Jedná se o muže mladší věkové kategorie, který svou jízdu vykonal bez deště, ale na mokré vozovce. Tento řidič se pohyboval druhou nejvyšší průměrnou rychlostí v rámci celé skupiny řidičů. Vyšší průměrnou rychlost dosáhl pouze řidič P8, který naopak věnoval řízení více času než je průměr skupiny. Poměry mezi průměrnými rychlostmi jednotlivých řidičů lze také odvodit z grafu na Obr. 22, jelikož všichni urazili stejný počet kilometrů. To znamená, že čím delší je celková doba jízdy (součet červené a modré oblasti), tím nižší byla rychlost vozidla.

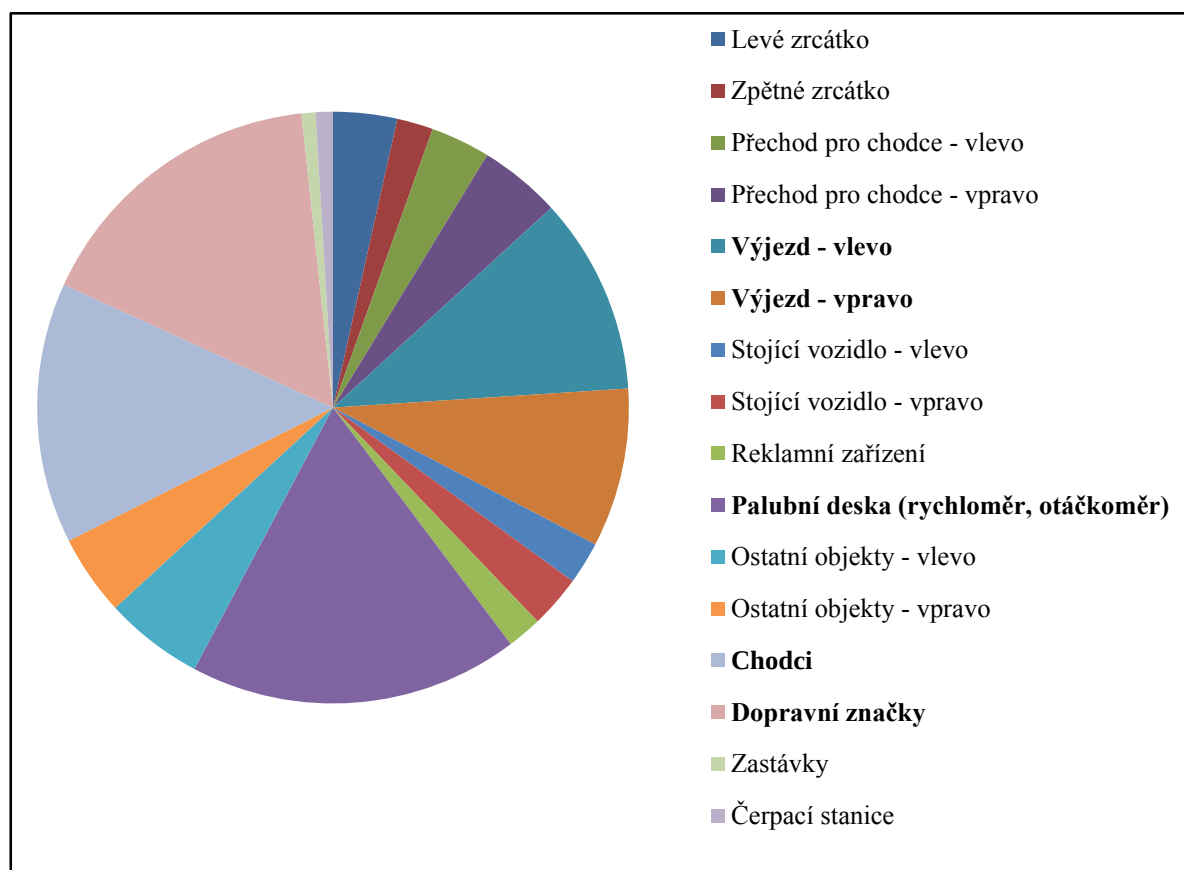
Dalším neméně význačným souhrnným výsledkem analýzy je přehled průměrné délky pohledu věnovaného jednotlivým prvkům okolí pozemní komunikace. Délku pohledu ovlivňuje z velké míry lokalizace prvku. Například v případě dopravních značek lze většinu z nich sledovat před vozidlem, není tedy třeba otáčet hlavu ani odvádět směr zraku příliš do strany. Naopak kupříkladu v případě levého zrcátka je většinou třeba natočení nejen zraku, ale i hlavy, čímž se zvyšuje potřebný čas. Krátké trvání jednotlivých pohledů vlevo lze přisuzovat menší důležitosti těchto objektů pro proces řízení a tak řidič jen letmo monitoruje, co se v daném místě nachází.



Obr. 23 Průměrná délka pohledu na jednotlivé prvky okolí komunikace

Jak bylo uvedeno v Tab. 26, průměrná délka pohledu napříč všemi kategoriemi byla **0,6 s**. Nejdelší pohledy řidiči věnovali z pochopitelných důvodů chodcům. Lze předpokládat, že tuto dobu ovlivnili zejména chodci vyskytující se v extravilánu obcí. Řidič často sledoval chodce po delší dobu, aby zajistil jeho bezpečnost při průjezdu vozidla. Stejně tak přítomnost chodce v blízkosti přechodu pro chodce zaujme v ideálním případě řidičovu pozornost v takové míře, aby byl schopen bezpečně reagovat na jeho případný pohyb směrem do vozovky.

Orientačně lze uvést i zjištění, v jakém poměru jednotlivé prvky okolí komunikace (včetně palubní desky a prostřednictvím zrcátek) odpoutávaly pozornost řidičů. Graf na Obr. 24 ukazuje na největší podíl palubní desky, dopravních značek a chodců.



Obr. 24 Míra odpoutání pozornosti řidiče jednotlivými prvky okolí komunikace

Z výsledků obsažených v grafu na Obr. 24 však nelze vyvozovat zásadní závěry, jelikož se vztahují pouze na uvedenou konkrétní trasu a jsou tak významnou měrou ovlivněny množstvím přítomných objektů jednotlivých skupin v průběhu jízdní zkoušky. Není pochyb, že v případě trasy, která by vedla kolem mnoha osvětlených reklamních zařízení nebo místy s velkou koncentrací chodců, mohl by takový graf vypadat podstatně jinak.

3.7 Výsledky studií z oblasti reklamních zařízení

Reklamní zařízení vyskytující se v okolí pozemních komunikací hrají velmi důležitou roli v oblasti narušení pozornosti řidiče během řízení. Nedostatek dat z jízdních zkoušek, které jsou jinak hlavním obsahem praktické části práce, a tím způsobená nemožnost podrobení těchto zařízení podrobnější analýze, vyvolala potřebu zde uvést alespoň významné výsledky zpracovaných studií z této problematiky.

Z dostupných informací ale i z vlastních zkušeností lze dovodit, že nejvíce řidiče rozptyluje velkoplošná reklama, tedy billboardy. Proto se dále uvedená zjištění budou zabývat výhradně tímto prvkem okolí komunikace.

Tomu, že billboardy mají významný vliv na chování řidičů, nasvědčují následující výsledky vybraných studií na simulátorech:

- Billboardy ovlivňují schopnost řidiče k dodržení pokynů dopravních značek navádějící ke změně jízdních pruhů. V přítomnosti billboardů trvalo řidičům o 0,6 s déle, než se zařadily do jiného pruhu. Řidiči také dvakrát více chybovali při změně jízdního pruhu.
- Řidiči jeli průměrně o 2 km/h pomaleji, když byl přítomen billboard u cesty, než když tam nebyl a byla snížena jejich schopnost dodržet zadanou rychlost po celou dobu jízdy. Toto zjištění si lze vysvětlit dvěma důvody. Buď řidiči schválně zpomalili, aby tak kompenzovali zvýšenou vizuální náročnost situace, protože si jí byli vědomi. Nebo pouze věnovali méně pozornosti své rychlosti. V obou případech může nečekané snížení rychlosti způsobit problémy řidičům jedoucím za daným vozidlem.
- Sledování billboardů probíhá na úkor sledování cesty a případných vpředu jedoucích vozidel. Z doby, kdy se řidič blíží k billboardu, zabere jeho sledování přibližně 10 %, čímž se o 10 % zkracuje doba věnovaná řízení. Lze tak předpokládat opožděnou reakci na případné brzdění vpředu jedoucího vozidla. Takové billboardy mohou být nebezpečné zejména, pokud se nacházejí ve větším úhlu od směru jízdy.
- Větší vliv má výskyt billboardů na starší řidiče. Ve vyšší věkové kategorii došlo k větší chybovosti při změně jízdních pruhů celkově, ale v době přítomnosti billboardů obzvlášť.
- Billboard může odvést pozornost řidiče v nežádoucí chvíli (například v křižovatce) a může tak dojít k srážce, které řidič vlivem nepozornosti již nestihne zabránit. [55]

Dále jsou uvedeny poznatky z reálných jízdních zkoušek:

- Studie vedená Klauerem v roce 2006 [56] vychází ze zkoumání vizuální pozornosti celkem 100 řidičů po dobu 18 měsíců. Výsledkem bylo zjištění, že narušení pozornosti z prostředí mimo vozidlo bylo na vině 23 % z celkového počtu nehod a skoro nehod, jež se staly účastníkům výzkumu. V 78 % přispělo k výskytu nebezpečné situace. Také bylo zjištěno, že odchýlení pohledu od přímého směru na 2 a více sekund zvyšuje riziko srážky 3,7 krát.
- Lee [57] dospěl v roce 2007 k poměrně předpokládanému závěru, že digitální billboardy přitahují více pozornosti než ty statické a to jak za dne, tak i v noci. Na tomto poznatku staví další studie a zabývají se tak často především digitálními billboardy. I zde na ně bude od tohoto místa dále kladen důraz.
- Beijer [58] v roce 2004 analyzoval pohledy řidičů na reklamní zařízení na Kanadské expressway. Pohyblivé displeje nebo součásti tvořily 50 % z celkového počtu reklamních zařízení, ale bylo jim věnováno 69 % času a více než 75 % pohledů trvalo déle než 0,75 s. Tato doba bývá někdy uváděna jako doba potřebná pro reakci na nečekané brzdění vozidla před ním. Z toho lze vyvodit, že pokud je zrak odveden od dopravní situace před řidičem na déle než 0,75 s, výrazně stoupá riziko, že nebude včas detekován začátek nepředpokládaného nebezpečí na silnici.
- V USA byl z devíti studií učiněn závěr Farbrý 2001 [59], že elektronické billboardy mají souvislost s vyšší mírou nehodovosti. Skotská studie Wallace z roku 2003 [60] upozorňuje na vyšší míru nehodovosti ve dvou případech: v křižovatce, kde v důsledku změn dopravních značek a reklamních cedulí může dojít k přehlédnutí důležité značky a na dlouhých monotónních úsecích cesty, kdy billboard buď překvapí anebo kvůli dlouhé fixaci v důsledku přítomnosti billboardu jako jediného výrazného prvku v okolí.

Nepříznivý dopad tohoto rušivého prvku bezvýznamného pro činnost řízení se ukazuje nezávisle na tom, zda řidiče obsah zajímá či nikoliv. Řidiče ovlivňuje rozdílná svítivost v zakovém poli a k narušení pozornosti dochází i při plném zaujetí řízením.

Jak už bylo zmíněno, míra vlivu billboardů na řidiče souvisí také s věkem a řidičskými zkušenostmi. Mladí nezkušení řidiči mají větší problém s odhadem rizika a s rozlišením důležitosti sledovaných objektů. Výrazně starší řidiči mají naopak handicap v omezené

kapacitě vnímání. Někteří řidiči obecně navíc nedovedou snadno svou pozornost odvést od rušivého prvku zpět i přesto, že si uvědomují nebezpečnost jeho sledování.

Podrobnou studii zabývající se digitálními billboardy zpracoval v roce 2009 Wachtel [61]. Jedním z cílů této studie bylo vytvoření literární rešerše, která obsahuje všechny relevantní dostupné zdroje od roku 2001 se zahrnutím vybraných zdrojů z předchozích let z důvodu jejich zásadního významu pro tuto problematiku. Zároveň také obsahuje zvlášť přehled výzkumů, které byly uskutečněny jménem společností z oboru venkovní reklamy.

V této studii popisuje těžkosti ovlivňující výzkum v této oblasti. Uvádí, že toto téma je co do náročnosti zpracování extrémně komplikované. Důvodem je především různorodost jednotlivých billboardů, pozemních komunikací i řidičů. Navíc jsou studie významně ovlivněny podmínkami, za kterých jsou jejich vstupy získávány a zpracovány. Mezi tyto podmínky patří například denní doba, časový interval změny obrazu billboardy, hustota provozu, meteorologické a mnoho dalších (celkem je specifikováno 19 podmínek, které by měly být zohledněny). Problémem těchto studií obecně je také skutečnost, že billboardy prochází velmi rychlým vývojem a tak v době, kdy je dokončena studie vztahující se ke stavu této oblasti v určité době, už výsledky nejsou dostatečně aktuální, protože se využívají nové, modernější technologie, na které mnohdy nelze uskutečněné výsledky výzkumů aplikovat. Potenciální výzkum je několik let pozadu v porovnání s implementací nových typů digitálních billboardů (do budoucna pravděpodobně i jiných a účinnějších).

Z pohledu metodologie, statistické síly a kontroly rušivých proměnných studie za poslední roky výrazně pokročily, díky čemu jsou spolehlivější a vykazují vyšší validitu. Výsledky většiny z nich se navíc v zásadě shodují.

Studie sponzorované společnostmi z oboru venkovní reklamy však většinou produkují výsledky, které souvislost mezi mírou nehodovosti a narušením pozornosti vlivem sledování billboardů nepotvrzují.

Například Chan 2008 [62] ve své studii zkoumal rozptýlení řidiče měřené na 5 km dlouhé trase na simulátoru. Cílem měření byly průměrné maximální hodnoty délky odvedení pozornosti řidičů od řízení zátěží plynoucích z interiéru vozidla a zátěží plynoucích z prostředí mimo vozidla. Hlavním výsledkem bylo tvrzení, že pozornost mladších řidičů ovlivňuje zátěž z prostředí uvnitř vozidla mnohem více než starších řidičů. Dále autoři zjistili, že zátěž z prostředí mimo vozidla odváděla pozornost obou skupin řidičů na mnohem delší dobu než

z interiéru vozidla a že rozdíl v souvislosti s věkem řidiče je u tohoto typu zátěže malý. U všech řidičů činila průměrná maximální délka distrakce 3,54 s v porovnání s distrakcí plynoucí z interiéru vozidla v délce 1,35 s. [55]

4 DISKUSE A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Jedním z hlavních cílů diplomové práce bylo provedení analýzy možných rušivých prvků okolí komunikace z dostupných audiovizuálních záznamů. Účelem analýzy bylo zjištění optických reakcí jednotlivých řidičů na rušivé podněty zejména z hlediska času, který řidič okolním elementům věnoval. Dále jejich srovnání na základě vybraných statistických veličin a porovnání i s celkovou dobou věnovanou řízení vozidla. A závěrem také navrzení využití výsledků analýzy ke zvýšení bezpečnosti provozu s případným návrhem nápravných opatření v této oblasti. Většiny cílů bylo dosaženo v předchozích kapitolách a zde budou jen stručně shrnuty. Splnění posledního cíle zaměřeného na návrhy proběhne v této kapitole.

Stěžejní část práce tedy představovalo zpracování dat z měření poskytnutých z jízdních zkoušek se zaměřením na dobu odvedení vizuální pozornosti řidiče od přímého směru. Důsledkem odchýlení pohledu řidiče od situace před vozidlem je riziko opoždění reakce na případnou nebezpečnou situaci a tím i zvýšení rizika, že dojde k dopravní nehodě.

Z poskytnutých výsledků měření byly odečteny délky jednotlivých pohledů jednotlivých řidičů při jízdě na stejném vymezeném úseku. Poté byla tato data v závislosti na kvalitě, kvantitě a věrohodnosti dat podrobena zjednodušenému nebo podrobnějšímu statistickému zpracování.

Detailnější analýze tak byly podrobeny prvky: levé zrcátko, dopravní značky, palubní deska a vozidla parkující na pozemní komunikaci vpravo i vlevo. Může zde vyvstat otázka, z jakého důvodu jsou obsaženy i prvky jako zrcátko a palubní deska, které zdánlivě nepatří do okolí komunikace. Co se týká palubní desky, jde o prvek, který významným způsobem odvádí řidičovu pozornost a i ve výsledcích se dostal do popředí. Levé zrcátko (stejně tak i pravé) je sice součástí vozidla, ale jeho hlavní funkcí je právě umožnění řidiči sledovat skrze něj okolí komunikace v jinak obtížně přístupném směru bezpečným způsobem.

Průměrná délka pohledu do tohoto zrcátka činila **0,8 s**, což je v souladu například s hodnotami uvedenými v práci Sedláka [63], který uvádí rozsah **0,6 až 1,1 s** (průměr 0,85 s). U tohoto prvku jsou poměrně značné rozdíly v jeho využívání mezi jednotlivými řidiči (od 6 do 43 pohledů za dobu jízdní zkoušky). Zdroj uvádí také průměrnou délku pohledu do zpětného zrcátka v hodnotě **0,6 s**. Ta plně koresponduje se zde zjištěnou délkou v hodnotě taktéž **0,6 s**.

Další podrobněji řešenou skupinou prvků byly dopravní značky. V této skupině nasbíraný počet dat dosáhl hodnoty 781 a poměr rozptýlení mezi jednotlivými řidiči se také výrazně liší. Nejvíce času strávili sledováním dopravních značek řidiči P2 až P5, jejichž společným rysem je podmínka, za kterou jízdní zkoušku vykonávali. Bylo po dešti, takže vozovka byla ještě mokrá a stejně jako všichni ostatní řidiči, absolvovali jízdu v noci za tmy.

Sledování palubní desky, konkrétně části s rychloměrem a otáčkoměrem, tvořilo největší podíl na celkové době jízdy ze všech sledovaných prvků (**3,4 %**). Tuto hodnotu ovlivnili velkou měrou řidiči P6 a P8, u kterých zmíněný podíl představoval dokonce **6,2 %** a **5,5 %**. Naopak řidiči P3 a P4 tento průměr výrazně snižovali. Jedná se o jediné dva starší řidiče (resp. řidičku a řidiče). Pokud lze předpokládat, že disponují i největšími řidičskými zkušenostmi, potvrzuje se tvrzení z výzkumu Lansdowna z roku 2002 [64], který na souboru 11 profesionálních řidičů a 10 řidičů začátečníků za využití simulátoru automobilu zjistil, že začínající řidiči se výrazně odchylovali z jízdní dráhy a trávili signifikantně více času pohledem na palubní desku. Průměrná doba jednoho pohledu věnovaného kontrole rychlosti (nebo otáček) byla **0,7 s**. Výsledek je v souladu s tvrzením uvedeným v podkapitole věnované psychické zátěži „k těmto, souhrnně řečeno, sdělovačům řidič odvrací pohled na **0,5 až 1,5 s**“. Mezi sdělovače však patří i různé ovladače a proto lze usoudit, že ukazatele rychlosti či otáček nevyžadující obsluhu řidiče, správně leží v dolní části intervalu.

Z hodnocení délek pohledů na vozidla parkující na okraji pozemní komunikace vyplynulo, že průměrná délka jednoho pohledu byla po zaokrouhlení stejná pro pravou i levou stranu komunikace a to **0,5 s**. Nejčastěji se však objevovaly hodnoty z intervalu **0,2 až 0,4 s**.

Ze souhrnného vyhodnocení vyplynulo, že průměrná délka pohledu mimo směr jízdy byla **0,6 s**. Řidiči dále věnovali řízení neboli sledování směru jízdy **77 %** z celkové jízdní doby. Průměrně zhruba 8 ze 34 min jízdy tak věnovali pozornost různým objektům v okolí komunikace či uvnitř vozidla. Většina z těchto pohledů (zhruba dvě třetiny) probíhala v souvislosti se samotným řízením jako sledování dopravních značek, zda nepřijíždí vozidla z vedlejší komunikace nebo zda nevchází chodec do vozovky. Tyto pohledy jsou tedy důležité pro bezpečnost silničního provozu. Otázkou je, zda řidič v některých případech tyto objekty nesleduje moc často či moc dlouho. To je ovlivněno více faktory, mezi které patří zkušenosti, věk i osobnost a zejména pak vlastnosti komunikace samotné. V křižovatce s matoucím dopravním značením je předpoklad, že řidič bude věnovat značkám více času než v případě, že bude vše znázorněno jasně a jednoduše. Další výzkum by se tak měl zaměřit nejen

na dobu, po kterou je řidič rozptylován prvky, které k výkonu řízení nepotřebuje, ale také zda by se dala bez újmy z hlediska bezpečnosti zkrátit doba, kterou řidič věnuje prvkům žádoucím pro řízení. Zde lze uvést konkrétní příklad řidiče P6, který věnuje kontrole ukazatelů na palubní desce výrazně nejvíce času. Jde o řidiče z mladší věkové kategorie, který jel po suché vozovce a jel nejvyšší průměrnou rychlostí. To mohlo k nutnosti kontrolovat rychlost také přispět.

V průběhu práce bylo uvedeno několik tvrzení související s reakční dobou a pravděpodobností vzniku nebezpečné situace, které lze dát do souvislosti se zjištěnou délkou pohledu mimo směr řízení. Odchýlení vizuální pozornosti od směru výskytu nebezpečí prodlužuje dobu, za kterou je řidič schopný zareagovat. Dochází tak k součtu doby odvedení pozornosti mimo řízení a reakční doby (obvykle se uvádí 1 s), což ve výsledku reakční dobu může prodloužit na hodnotu **1,6 s**. Když se vezme v úvahu tvrzení uvedené v podkapitole o reakční době *„pokud řidič pohledem uhýbá od přímého směru, uvažovaná doba se prodlužuje na hodnoty mezi 1,5 až 1,6 s“*, dochází i v tomto případě k souladu s výsledky vyvozenými v této práci.

Z celkové jízdní doby získané z analýzy neplyne velký podíl odvedení vizuální pozornosti řidiče na reklamní zařízení. Z charakteru okolí trasy však lze usuzovat, že tato skutečnost je způsobena pouze nízkým výskytem těchto zařízení v jejím okolí s tím, že většinou šlo spíše o reklamní cedule menšího charakteru. Velkoplošná reklama nebo přímo billboardy se po trase vyskytly pouze výjimečně. Aby však byla zajištěna ucelenost problematiky, nešlo se s tímto výsledkem spokojit a byl alespoň zpracován přehled významných poznatků z dostupných studií.

Poznátky získané ze zpracování diplomové práce vedly k návrhu realizace projektu, který vychází z kombinace podstatných částí této práce. Cílem by bylo zjištění doby odvedení pozornosti billboardy v okolí pozemní komunikace prostřednictvím realizace nového projektu. Za účelem získání relevantních výsledků by byly provedeny opět jízdní zkoušky s pečlivě vybranými řidiči, u kterých by byla dostupná data k zrakové dispozici, věku, zkušenostem, apod. Předmětem zkoumání by byly jak billboardy statické, tak i s proměnlivou plochou (osvětlené i neosvětlené vlastním světelným zařízením) a billboardy digitální. Při výběru trasy by se důsledně dbalo na splnění přítomnosti všech těchto typů a to v přibližně stejné vzdálenosti od komunikace. Celkově by bylo nutné podmínky jízdy precizně naplánovat, aby se předešlo snížení věrohodnosti výsledků v důsledku zanedbání některých

z nich. Zkoušky by se odehrály opět v noci, kdy je vyšší míra nehodovosti a prvky osvětlených či digitálních billboardů odvádějí více pozornosti. Následně by byly výsledky zpracovány ve stejném duchu, jako v případě podrobného zpracování jednotlivých prvků okolí komunikace v této práci. Výsledkem analýzy by bylo zhodnocení vlivu billboardů na bezpečnost silničního provozu. A také srovnání, do jaké míry jsou v noci digitální billboardy nebezpečnější. Lze věřit, že tyto výsledky by v případě prokázání jejich negativního vlivu mohly pomoci jak policii, tak i dotčeným úřadům v boji proti jejich umístování na nyní povolených místech, v případě kterých však existují důvodné pochybnosti o jejich vlivu na bezpečnost provozu. Vidina realizace takového projektu je však pro finanční náročnost zabezpečení a značnou náročnost zpracování poměrně nepravděpodobná.

Při vztažení problematiky na Českou republiku by se však návrh mohl omezit na výběr sporných úseků komunikace, kde lze předpokládat možný negativní vliv velkoplošných reklam na bezpečnost provozu. Tím by se částečně snížily požadavky na náročnost zpracování a tím i na potřebné finance. Výsledky by tak měly charakter konkrétního doporučení pro zachování bezpečnosti silničního provozu v daných místech a lze věřit, že by byly Policií České republiky a dotčenými úřady využívány. Výsledky by patrně do jisté míry mohly být využity při rozhodování i o jiných podmínkách obdobných místech umístění billboardů.

Výsledky práce lze také doporučit jako východisko pro další podrobné analýzy jednotlivých prvků. Z nefrekventovaných prvků za zmínku stojí například pomníčky u cesty, kterých je v České republice hojné množství, a jsou také rušivým elementem okolí komunikace. Tento prvek má však i druhý rozměr. Může působit preventivně k varování řidičů, aby si uvědomili možné důsledky nebezpečného chování na silnici.

Pro další měření jízdních zkoušek se předpokládá využití pokročilejší techniky, která bude disponovat modernějšími technologiemi pro zachycení směru pohledu i obrazu před vozidlem. Díky tomu by bylo umožněno zpracovat věrohodnější analýzu. Dále se předpokládá zohlednění dat získaných z měřících systémů ve vozidle monitorujících fyzické reakce řidiče (sešlápnutí brzdového pedálu), rychlost vozidla a další.

ZÁVĚR

Řidič představuje základní prvek dopravní soustavy, který má však také nejvyšší podíl na jejím selhání. Na bezpečnost silničního provozu má zásadní vliv chování všech účastníků provozu. Člověka v pozici řidiče významně ovlivňují aspekty jeho osobnosti jako charakter, temperament, povahové vlastnosti a jeho schopnosti, dále jeho psychické stavy a procesy jako je pozornost, vnímání, paměť a v neposlední řadě řidičské zkušenosti, znalosti prostředí a reakční doba. Nemalou roli také hraje sekundární zátěž řidiče, která způsobuje prodloužení reakční doby.

Odvádění vizuální pozornosti řidiče od směru jízdy je proces, ke kterému dochází u všech řidičů při každé jednotlivé jízdě. Tomu se nelze vyvarovat, jelikož jsou předmětem pozornosti z velké části objekty, které vychází ze samotné podstaty řízení a zachování bezpečnosti silničního provozu. Je třeba sledovat dopravní značení i ostatní účastníky provozu jako jsou ostatní vozidla, chodci i cyklisté.

Řidiče však rozptylují i objekty, které nemají pro proces řízení žádný význam a z hlediska bezpečnosti jsou dokonce považovány za zdroje negativního odchýlení nejen vizuální pozornosti. Jedná se především o reklamní zařízení vyskytující se v okolí komunikací. Jejich cílem z marketingového hlediska je upoutání pozornosti. K tomu se vlivem technologického pokroku stále zdokonalují a pozornost tak přitahují čím dál efektivněji. V dnešní době se využívají například pohyblivé displeje, které si získávají více pozornosti než ty statické a to skoro o 30 %.

Ze zpracování obsáhlých výsledků jízdních zkoušek z reálného provozu vykonaných v noci a částečně ovlivněných nepřízní počasí v podobě deště lze podtrhnout několik výsledků. Průměrná doba odchýlení zraku řidiče od směru jízdy v důsledku pohledu na prvek z okolí pozemní komunikace (se zahrnutím palubní desky vozidla a zrcátek) se pohybovala na úrovni 0,6 s. Pro zachování bezpečnosti na silnici má zásadní význam reakční doba řidiče. Ta se běžně udává v hodnotě 1 s. Uvedených 0,6 s znamená podstatné prodloužení doby, než dojde k samotné reakci řidiče. Tím se zvyšuje i pravděpodobnost vzniku dopravní nehody. Uvádí se, že pokud by řidič reagoval o 0,5 až 1 s dříve, mohl by srážce zabránit. Pokud však v době, kdy by jinak již mohl začít reagovat, vede svou vizuální pozornost mimo vzniklou nebezpečnou situaci před vozidlem, tuto možnost ztrácí.

Největší podíl z pohledu času věnovaného prvkům nesouvisejícím přímo s řízením vozidla na celkové době jízdy dosáhlo sledování ukazatelů na palubní desce, dopravního značení a sledování pohybu chodců v okolí komunikace. Řidiči věnovali řízení neboli sledování směru jízdy 77 % z celkové jízdní doby.

Obsahem poslední kapitoly práce bylo mj. navržení využití výsledků analýzy ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Stěžejním návrhem bylo vytvoření projektu, který by v sobě zahrnoval vykonání jízdních zkoušek se zaměřením na výskyt velkoplošné reklamy v okolí komunikace a zpracování podrobné analýzy dat, z kterých by vyplynulo, zda tato zařízení opravdu negativně ovlivňují pozornost řidiče a tím i bezpečnosti silničního provozu či nikoliv. Výstupy by byly přínosem pro Policii České republiky a další orgány, které se podílí na schvalování venkovní reklamy.

Mezi další návrhy patří využití výsledků uvedené analýzy jako přínosného podkladu pro další podrobnější analýzy. Dále bylo doporučeno zaměřením pozornosti budoucích výzkumů také na prvky, které sice souvisejí se řízením (dopravní značky, palubní deska), ale někteří řidiči jejich sledování věnují daleko delší než nezbytně nutnou dobu a tím zvyšují riziko vzniku potenciálně nebezpečné situace v důsledku jejich nepozornosti.

Výsledky práce mají také upozornit na nutnost dodržovat takové zásady při konstrukci prvků dopravní infrastruktury, které budou řidiče zatěžovat z pohledu odvádění jeho pozornosti, co nejméně.

K přínosům diplomové práce patří přínosy teoretické zejména v podobě zpracování souhrnného přehledu problematiky a praktické v podobě zpracování analýzy prvků odvádějících vizuální pozornost řidiče, její vyhodnocení a navržení možností využití daných výsledků.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Rozsah	n
Aritmetický průměr	$\bar{x}$
Modus	$\hat{x}$
Medián	$\tilde{x}$
Dolní kvartil	$x_{0,25}$
Horní kvartil	$x_{0,75}$
Dolní decil	$x_{0,10}$
Horní decil	$x_{0,90}$
Rozptyl	s_n^2
Směrodatná odchylka	s_n
Koeficient šikmosti	a^3
Koeficient špičatosti	a^4

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Ambivalentní obrázek „muž-myš“. Přeloženo z [14].	21
Obr. 2 Řez okem s popisem jeho základních částí [17]	23
Obr. 3 Centrální a periferní pole řidiče [18]	23
Obr. 4 Rozhodující je funkční zorné pole asi do 20° - 30° , tj. zorné pole, v jehož rozsahu může řidič na vnímané objekty ještě reagovat, se omezuje se vzrůstající rychlostí vozidla [20]	24
Obr. 5 Vztah mezi četností a reakční dobou pro jednotlivé typy uvedených reakcí. Přeloženo z [25]	30
Obr. 6 Návaznost jednotlivých složek reakce. Vlastní úprava [25]	31
Obr. 7 Matoucí směs dopravních značek, ukázka ze zahraničí; množství billboardů u dálnice D1 v Praze [30], [31]	35
Obr. 8 Vzdálenost dohlednosti chodce řidičem podle barev oblečení se zahrnutím reflexního oblečení [36]	38
Obr. 9 Tvary lesknoucích se pruhů v závislosti na vlhkosti vozovky (vlevo) a navíc s uvedením úrovní	41
Obr. 10 Srovnání vzniklého efektu lesknoucích se pruhů na suché (vlevo) a mokré vozovce (vpravo) [25]	41
Obr. 11 Výhled řidiče s minimem mrtvých úhlů [39]	43
Obr. 12 Míra rozostření obrazu v závislosti na poškrábání čelního skla [25]	44
Obr. 13 Měřicí zařízení [51], [52]	50
Obr. 14 Ukázka obrazového výstupu měření [52]	51
Obr. 15 Průběh pohledu na panel s cenami u čerpací stanice [53]	52
Obr. 16 Průběh pohledu na reklamní ceduli [53]	52
Obr. 17 Průběh pohledu na rychloměr [53]	52
Obr. 18 Průběh pohledu na dopravní značku [53]	52
Obr. 19 Trasa jízdní zkoušky [54]	56
Obr. 20 Rozdíl ve viditelnosti při použití světel dálkových (vlevo) a světel potkávacích (vpravo) v místě bez umělého osvětlení [53]	58
Obr. 21 Značka ležící na pozemní komunikaci (vlevo) a pomníček (vpravo) [53]	67
Obr. 22 Srovnání celkové doby věnované směru jízdy a celkové doby rozptýlení	83
Obr. 23 Průměrná délka pohledu na jednotlivé objekty okolí komunikace	84
Obr. 24 Míra odpoutání pozornosti řidiče jednotlivými prvky okolí komunikace	85

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vzdálenost dohlednosti chodce řidičem podle barev oblečení [34].....	37
Tab. 2 Vybrané technické údaje vozidel použitých při jízdách zkouškách [50].....	58
Tab. 3 Souhrn podmínek jízd zkoušek [50].....	60
Tab. 4 Souhrn dostupnosti dat, jejich věrohodnosti a zvoleného typu analýzy - statické prvky (skupiny prvků)	69
Tab. 5 Souhrn dostupnosti dat, jejich věrohodnosti a zvoleného typu analýzy - dynamické prvky (skupiny prvků)	70
Tab. 6 Základní vyhodnocení dat – levé zrcátko.....	71
Tab. 7 Statistické vyhodnocení dat a histogram – levé zrcátko.....	71
Tab. 8 Základní vyhodnocení dat – zpětné zrcátko	72
Tab. 9 Základní vyhodnocení dat – přechod pro chodce vlevo.....	72
Tab. 10 Základní vyhodnocení dat – přechod pro chodce vpravo.....	72
Tab. 11 Základní vyhodnocení dat – výjezdy vlevo.....	73
Tab. 12 Základní vyhodnocení dat – výjezdy vpravo	73
Tab. 13 Základní vyhodnocení dat – dopravní značky.....	74
Tab. 14 Statistické vyhodnocení dat a histogram – dopravní značky	74
Tab. 15 Základní vyhodnocení dat – reklamní zařízení	75
Tab. 16 Základní vyhodnocení dat – palubní deska	76
Tab. 17 Statistické vyhodnocení dat a histogram – palubní deska.....	76
Tab. 18 Základní vyhodnocení dat – autobusové zastávky	77
Tab. 19 Základní vyhodnocení dat – čerpací stanice.....	78
Tab. 20 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vpravo	78
Tab. 22 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vlevo.....	78
Tab. 21 Statistické vyhodnocení dat a histogram – vozidla parkující na komunikaci vlevo ...	79
Tab. 23 Statistické vyhodnocení dat a histogram – vozidla parkující na komunikaci vpravo .	79
Tab. 24 Základní vyhodnocení dat – ostatní okolní objekty vpravo	80
Tab. 25 Základní vyhodnocení dat – vozidla parkující na komunikaci vlevo.....	80
Tab. 26 Základní vyhodnocení dat – chodci.....	81
Tab. 27 Základní vyhodnocení dat – tzv. vyloučené hodnoty.....	82
Tab. 28 Základní vyhodnocení dat – souhrn	83

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Statistika nehodovosti. *Policie České republiky* [online]. [cit. 2014-08-08]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>.
- [2] REGAN, M A., LEE, J. D. a YOUNG, K. L. *Driver distraction: theory, effects, and mitigation*. Boca Raton: CRC Press/Taylor, 2008, 654 s. ISBN 08-493-7426-5. Dostupné z: <http://books.google.cz>.
- [3] HAVLÍK, K. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, 223 s. ISBN 80-717-8542-3.
- [4] ŠTIKAR, J, ŠMOLÍKOVÁ, J. a HOSKOVEC, J. *Psychologie v dopravě*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 275 s. Učební texty (Univerzita Karlova. Filozofická fakulta). ISBN 80-246-0606-2.
- [5] SEMELA, M. *Analýza silničních nehod I*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4548-2.
- [6] SMÉKAL, V. *Přehled psychologie osobnosti*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 248 s.
- [7] HAMERNÍKOVÁ, V. *Základy dopravní psychologie nejen pro profesionální řidiče*. Vyd.1. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010, 116 s. ISBN 978-80-7013-517-4.
- [8] ČERNOCHOVÁ, D. Vizuální orientace v dopravě a psychická zátěž řidiče. *Mezinárodní odborná konference „Prevence dopravní nehodovosti v resortu Ministerstva obrany“*. Vyškov, 2009.
- [9] ŠUCHA, M. et kol. *Dopravní psychologie pro praxi: výběr, výcvik a rehabilitace řidičů*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013, 216 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4113-0.
- [10] PREISS, M. *Klinická neuropsychologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 406 s. ISBN 80-716-9443-6.
- [11] KŘIVOHLAVÝ, J. *Úvod do psychologie paměti (metodický manuál kurzu Trénování paměti pro seniory)*. Praha: ČSTPMJ, 2005.
- [12] NAGAYAMA, Y. *Role of visual perception in driving*. IATSS Research. 1978.
- [13] ENKE, K. *Möglichkeiten zur Verbesserung der aktiven Sicherheit innerhalb des Regelkreises Fahrer-Fahrzeug-Umgebung*. 1979.

- [14] BURG, H.. *Handbook of Accident Reconstruction: accident investigation - vehicle dynamics - simulation*. Vyd. 1. Editor Heinz Burg, Andreas Moser. Washington: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013, 475 s. ISBN 978-149-2328-421.
- [15] BUGELSKI, B. R., ALAMPAY, D. A. The role of frequency in developing perceptual sets. *Canadian Journal of Psychology Revue Canadienne de Psychologie* [online]. 1961, vol. 15, issue 4, s. 205-211 [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/h0083443>
- [16] Anatomie a fyziologie zraku: Anatomie zraku. *Ortoptika HK* [online]. 2000 [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://www.ortoptikahk.wbs.cz/Anatomie-a-fyziologie-zraku.html>.
- [17] Iridologie. HŮLKOVÁ, E.. *Celostní medicína* [online]. [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://www.celostnimedicina-mudrhulkova.eu/sluzby/iridologie/>.
- [18] Je Vaše reklama skutečně funkční?. *Směrové tabule* [online]. [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://www.smerovetabule.cz/je-vase-navigacni-reklama-skutecne-funkcni>.
- [19] PROCHÁZKOVÁ, Z., ČERNOCHOVÁ, D., VESELÁ, K.. Vizuální vnímání řidiče z hlediska psychologie. *Sestra*, 2010, roč. 20, č. 12, s. 28-29. ISSN: 1210-0404. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/vizualni-vnimani-ridice-z-hlediska-psychologie-456627>.
- [20] Zrakové vnímání a informační zátěž řidiče. *IFleet.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-08-15]. Dostupné z: <http://www.ifleet.cz/files/ifleet/events/prezentace/136300724748.pdf>.
- [21] Senzorické procesy a vnímání: Senzorické procesy. *Studium psychologie* [online]. [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.studium-psychologie.cz/obecna-psychologie/6-senzoricke-procesy-a-vnimani.html>.
- [22] CHARVÁT, J. *Život, adaptace a stress*. 3. vyd. Praha: Avicenum, 1973, 153 s.
- [23] METZ, B. a KRÜGER, H-P. Distribution of visual attention during distraction: Influence of demands of the driving task and of the secondary task. In: *Institut für Psychologie* [online]. 2011 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/izvw/texte/2011_Metz_Krueger_DDI2011.pdf.
- [24] BRADÁČ, A.. *Soudní inženýrství*. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- [25] HUGEMANN, W.. *Unfallrekonstruktion*. 1. Aufl. Münster: Autorenteam, 2007, s. 649-1254. ISBN 30-001-9419-3.
- [26] HARTMANN, E. *Die Reaktionszeit im Straßenverkehr*. 1979.

- [27] PROCHOVSKI, L. et. al. *Pojazdy samochodowe – Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych*. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2008. ISBN 978-83-206-1688-0.
- [28] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích.
- [29] LACHO, Ľ., KOKAVEC, M. a SOCHOR, J. *Umiestňovanie a rozlíšiteľnosť dopravného značenia z psychologického hľadiska*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1979, 150 s.
- [30] SHAPIRO, A. B. Healing Into Possibility: Cultivating Curiosity. In: *Psychology Today* [online]. 2013 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.psychologytoday.com/blog/healing-possibility/201308/cultivating-curiosity>.
- [31] Od silnic mizí stovky billboardů. Firmy našly způsob jak zákaz obejít. *Idnes.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/billboardy-od-silnic-mizi-nahrazuji-je-reklamni-kontejnery-p42-/ekonomika.aspx?c=A140410_212811_ekonomika_zt.
- [32] Které zákony upravují reklamu podél silnic?. FIALA, Štěpán. *Nechceme billboardy u dálnic a silnic* [online]. 2012 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.nehceme-billboardy.cz/clanky.php?id=pravni-uprava>.
- [33] Právní omezení venkovní reklamy. *Česká advokátní komora* [online]. 2000 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.cak.cz/scripts/detail.php?id=1896>.
- [34] LIŠČÁK, Š. a DIRNBACH, R.. Dosvit a dohlednost na chodce. *Znalectvo*. 2002, 3-4, s. 33-45.
- [35] Zákon č. 8/2009 Sb., o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [36] Šéf dopravy: Chodci musí nosit reflexní prvky. *Zpravy.aktualne.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-09-08]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/sef-dopravy-chodci-musi-nosit-reflexni-prvky/r~i:article:684822/>.
- [37] Měření osvětlení. *Katedra mikroelektroniky* [online]. [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34SES/cviceni/Navody%20na%20cviceni/06.Mereni%20osvetleni.pdf>.
- [38] Vlastní archiv autorky.
- [39] Daewoo Lanos II - bezpečnost. *Lanos Club* [online]. 2004 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://www.lanosclub.com/view.php?cislocclanku=2004102608>.

- [40] Asistenční systémy ve vozidle = bezpečnější jízda na pozemní komunikaci?. DUDAŠIU, Michaela. *Katedra psychologie: Filozofické fakulty UP* [online]. 2013. [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: http://psych.upol.cz/wp-content/uploads/2014/01/2013_Duda%C5%A1iu_Asisten%C4%8Dn%C3%AD-syst%C3%A9my-ve-vozidle-bezpe%C4%8Dn%C4%Bj%C5%A1%C3%AD-j%C3%ADzda-na-pozemn%C3%AD-komunikaci.pdf.
- [41] TICHÝ, T., FALTUS, V. a LANGR, M. *Dopravní telematika - aplikace v řízení dopravy. KSVI: Kabinet software a výuky informatiky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlova v Praze* [online]. [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: <http://ksvi.mff.cuni.cz/~holan/telematika.pdf>.
- [42] ČERNOCHOVÁ, D., REHNOVÁ, V., KOTÁL, R.. Inteligentní dopravní systémy ve vozidle a jejich vliv na chování řidiče. *Odborná konference: Zvýšení bezpečnosti provozu vozidel ozbrojených sil*. [online]. Vyškov, 2013 [cit. 2014-08-27]. Dostupné z: http://www.busportal.cz/bpextend/25_Sbornik_konference_IDV_2013.pdf.
- [43] Headlight Restoration Increases Driving Safety. *Streetdirectory* [online]. [cit. 2014-09-06]. Dostupné z: http://www.streetdirectory.com/travel_guide/22547/car_accidents/headlight_restoration_increases_driving_safety.html.
- [44] VLK, F.. Osvětlení motorových vozidel. *Soudní inženýrství: časopis pro soudní znalectví v technických a ekonomických oborech* [online]. 2006, č. 5 [cit. cit. 2014-09-06]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2006-05-292-300.pdf>.
- [45] Osvětlení vozidla a jeho vliv na bezpečnost. In: *Vysoké učení technické v Brně* [online]. 2000 [cit. cit. 2014-09-06]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/07-osvetleni-vozidel-pdf-p67168>.
- [46] NEWSTEAD, S. a D'ELIA a. An Investigation into the Relationship between Vehicle Colour and Crash Risk. In: *Monash University* [online]. 2007 [cit. 2014-09-01]. Dostupné z: <http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/muarc263.pdf>.
- [47] LARDELLI-CLARET, P. a kol. Does vehicle color influence the risk of being passively involved in a collision? *Epidemiology*. 2002,13, s 721-724.

- [48] FURNESS, S et al. Car colour and risk of car crash injury: population based case control study. *British Medical Journal* [online]. 2003, č. 327, s. 1455-1456 [cit. cit. 2014-09-06]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC300804/#!po=62.5000>.
- [49] CHMELÍK, J. et al. *Dopravní nehody*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2009, 540 s. ISBN 978-80-7380-211-0.
- [50] KLEDUS, R. et al. Porovnání odlišností při rozpoznání objektu řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu. XIX. výroční konference EVU. Praha, 2010.
- [51] KLEDUS, R. et. al. Analýza chování řidiče při jízdě přes přechod pro chodce. ExFoS 2013 - XXII. mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství. Brno, 2013.
- [52] Possible applications. *Viewpoint System* [online]. [cit. cit. 2014-09-06]. Dostupné z: <http://www.viewpointsystem.com/en/ueberuns-uebersicht.aspx?box=3>.
- [53] Videozáznamy z jízdních zkoušek. V rámci řešení projektu „Sdílení zkušeností a dobrých praxí při analýze a prevenci silničních dopravních nehod“, CZ0069, 2010 – 2011.
- [54] *Mapy.cz* [online]. [cit. cit. 2014-09-06]. Dostupné z: www.mapy.cz.
- [55] REGAN, M. A., LEE, J. D. a VICTOR, T. W. *Driver distraction and inattention: advances in research and countermeasures*. Vyd. 1. Burlington, VT: Ashgate, 2013, 464 s. ISBN 14094741351. Dostupné z: <http://books.google.cz>.
- [56] KLAUER, S. et al. *Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis using the 100-car*. NHTSA Report No. DOT HS 810 594. 2006a.
- [57] LEE, S. E. et al. *Driver performance and digital billboards: Final Report*. VTTI, Center for Automotive Safety Research. 2007.
- [58] BEIJER, D., SMILEY, A. and EIZENMAN, M.. *Observed driver glance behaviour at roadside advertising signs*. Transport research record. 1899/2004.
- [59] FARBRY, J. et al. *Research review of potential safety effects of electronic billboards on driver attention and distraction (Final Report)*. 2001.
- [60] WALLACE, B. *External-to-Vehicle Driver Distraction*. Scottish Executive. 2003.
- [61] WACHTEL, Jerry. *Safety Impacts of the Emerging Digital Display Technology for Outdoor Advertising Signs*. NCHRP Project 20-7 (256), 2009. Dostupné z:

[http://rightofway.transportation.org/Documents/NCHRP%20Reports/20-7\(256\)%20digital%20outdoor%20advertising_aashto.pdf](http://rightofway.transportation.org/Documents/NCHRP%20Reports/20-7(256)%20digital%20outdoor%20advertising_aashto.pdf).

- [62] CHAN, E. et al. *Evaluation on a Driving Simulator of the Effect of Drivers' Eye Behaviors from Distractions inside and Outside the Vehicle*. Human Factors. 2008.
- [63] SEDLÁK, Robert. *Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013, 72 s. Vedoucí práce Albert Bradáč.
- [64] Lansdown, T. C. Individual differences during driver secondary task performance: verbal protocol and visual allocation findings. *Accident Analysis and Prevention*. 2002, 34, s 655-662.