



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

OBVYKLÁ DOBA POZOROVÁNÍ PRVKŮ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ ŘIDIČEM

USUAL TIME AND FREQUENCY OF ROAD TRAFFIC SIGNS OBSERVATION BY THE DRIVER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JANA TLAČBABOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ALBERT BRADÁČ, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jana Tlačbabová

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:

Obvyklá doba pozorování prvků dopravního značení řidičem

v anglickém jazyce:

Usual time and frequency of road traffic signs observation by the driver

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Pozornost řidiče je při jízdě rozptýlena mezi řadu optických akustických i dalších podnětů. Pro potřeby technické analýzy silničních nehod je třeba znát obvyklé doby, po které trvá registrace těchto podnětů řidičem a jejich zpracování. Cílem této práce bude provést jízdu vozidlem několika řidiči při současném provádění záznamu eyetrackerem. Na základě vyhodnocení tohoto záznamu pak bude stanovena frekvence a zejména doba, po kterou řidič obvykle pozoruje vybrané prvky dopravního značení.

Cíle diplomové práce:

1. Provést literární rešerši.
2. Naplánovat trasu jízdy.
3. Zajistit reprezentativní vzorek řidičů.
4. Provést měření s dostatečnou délkou záznamu.
5. Vyhodnotit požadované doby pozorování a tyto statisticky zpracovat.
6. Učinit závěry.

Seznam odborné literatury:

- SEDLÁK, R. Zrakové vnímání. In Sborník anotací a CD s plným zněním příspěvků. Brno: 2010. s. 1-10. ISBN: 978-80-214-4090- 6.
- SEDLÁK, R. Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace - dizertační práce
- GREGORA, J., KORČ, P.: Rozjezd vozidel a možnost jeho zpozorování z kolmého směru. Zábrana škod 2. SNTL, Praha, 1983.
- BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM s.r.o., Brno 1999.
- sborníky konferencí EVU (zejména příspěvky prof. Pfliegera, např. Florencie 2013)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 24. 10. 2014



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu



Abstrakt

Diplomová práce se zabývá obvyklou dobou pozorování prvků dopravního značení řidičem. V první části je provedena literární rešerše, je zde popsáno měřící zařízení eyetracker, které slouží k zaznamenávání pohybu oka. Dále jsou zde uvedeny druhy eyetrackeru, které se v současné době využívají. Je zde popsáno dopravní značení od roku 1961 až do roku 2009. Druhá část čerpá z videozáznamů z jízdních zkoušek, které byly provedeny v rámci této diplomové práce. Výsledky byly zpracovány a získaná data vyhodnocena za účelem zjištění obvyklé doby pozorování dopravního značení jednotlivých řidičů a jejich srovnání s dobou věnovanou řízení vozidla.

Abstract

The thesis deals with usual time and frequency of road traffic signs observation by the driver. In the first part is a literature research, there is described the measuring device called eyetracker, that is used to record the eye movement. Furthermore there are kinds of eyetrackers that are currently used. There is also described traffic signs form 1961 until 2009. The second part draws of the video records from driving tests, which were conducted in the towards of this thesis. The results were processed and evaluated data were determinated to find the usual time of observation of traffic signs of drivers and their comparison with the time devoted to driving.

Klíčová slova

Doba pozorování, eyetracker, dopravní značka, řidič.

Keywords

Usual time of observation, eyetracker, traffic signs, driver.

Bibliografická citace

TLAČBABOVÁ, J. *Obvyklá doba pozorování prvků dopravního značení řidičem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2015. 68 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Albertu Bradáčovi, Ph.D. za poskytnutí odborných rad, věcné připomínky, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce. Dále patří poděkování rovněž všem mým kolegům, kamarádům a známým, kteří se ochotně zúčastnili provedených testů.

OBSAH

ÚVOD.....	12
1 STÁVAJÍCÍ PROBLEMATIKA POZOROVÁNÍ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ ŘIDIČEM.....	13
1.1 SOUHRN PŘEDCHOZÍCH VÝZKUMŮ	13
1.2 Řidič	14
1.2.1 Právní norma.....	14
1.2.2 Obvyklá doba.....	15
1.2.3 Vliv věku a pohlaví	15
2 EYETRACKER.....	16
2.1 Druhy Eyetrackeru.....	18
2.1.1 Brýle	18
2.1.2 Modulární oko	19
2.1.3 Obrazovka.....	19
2.2 Rozsah využití	21
2.2.1 Marketing	21
2.2.2 Psychologické poruchy.....	21
2.2.3 Vývojové poruchy	21
2.2.4 Oční kliniky.....	21
2.2.5 Specializovaná rozhraní	22
2.2.6 Osobní a nákladní doprava	22
2.2.7 Řešení dostupnosti pro lidi o omezenou hybností.....	22
2.2.8 Interakce s počítačem	22
2.2.9 Armádní využití.....	22
2.2.10 Automobilový průmysl	22
2.3 Zrak.....	23
2.3.1 Oko	23

2.3.2	<i>Stavba oční koule</i>	23
2.3.3	<i>Části oka</i>	24
2.3.4	<i>Zrakové vnímání</i>	25
2.3.5	<i>Zorné pole</i>	26
2.4	Dopravní značky.....	29
2.4.1	<i>Dopravní značení od roku 1961 až do 2009</i>	29
2.4.2	<i>Dělení dopravních značek</i>	31
2.5	Stanovení cílů práce.....	35
2.5.1	<i>Cíle</i>	35
2.5.2	<i>Prostředky pro splnění cílů práce</i>	35
3	METODIKA MĚŘENÍ.....	36
3.1	Příprava měření.....	36
3.2	Kalibrace měřicího zařízení.....	36
3.3	Proces měření.....	39
3.4	Vyhodnocení naměřených dat.....	39
4	ANALÝZA OBVYKLÉ DOBY POZOROVÁNÍ DOPRAVNÍCH ZNAČEK ŘIDIČEM.....	40
4.1	Podmínky měření.....	40
4.1.1	<i>Měřicí zařízení</i>	40
4.1.2	<i>Průběh testovací jízdy</i>	41
4.1.3	<i>Úsek měření</i>	41
4.1.4	<i>Objekty měření (řidiči)</i>	42
4.1.5	<i>Testovací vozidlo</i>	42
4.2	Výsledky měření.....	43
4.2.1	<i>Analýza vodorovných dopravních značek</i>	43
4.2.2	<i>Analýza svislých dopravních značek</i>	43
4.2.3	<i>Analýza světelných signálů</i>	53
5	ZÁVĚR.....	57

SEZNAM OBRÁZKŮ	59
SEZNAM HISTOGRAMŮ	61
SEZNAM TABULEK	62
LITERATURA	63

ÚVOD

V městském provozu se může řidič setkat se změtí dopravních značek, což může vést ke značnému rozptýlení řidiče. Pokud zde řidič jede poprvé, věnuje více pozornosti dopravnímu značení než jízdě samotné, a to může mít následky nejen pro řidiče, který sleduje dopravní značení, ale i pro řidiče, který jede v protisměru.

Dle statistik nehodovosti, které vydává Policie ČR jednou měsíčně, je nejčastější příčinou dopravní nehody to, že se řidič plně nevěnoval řízení vozidla. V pořadí nejtragičtějších příčin nehod řidičů motorových vozidel se na třetím místě umístila příčina: řidič se plně nevěnoval řízení vozidla. Z těchto statistik vyplývá, že je řidič za jízdy značně rozptylován okolním prostředím a jednotlivými prvky v tomto okolí.

Kromě značek se řidič v okolí komunikace může setkat také s reklamou. V dnešním moderním světě chce každý vydělat. Vedoucím marketingového oddělení už nestačí jenom denní tisk a internet, chtějí, aby jejich firma byla vidět, proto umisťují své reklamy na billboardy, které jsou rozestavěny v blízkosti všech pozemních dopravních komunikací. Bohužel většina z nich si neuvědomí, že takovouto reklamou mohou rozptýlit řidiče a následky takového rozptýlení pozornosti mohou být fatální.

Cílem této diplomové práce je zjistit obvyklou dobu pozorování dopravního značení. Výsledky této práce tak mohou značnou měrou přispět poznatky v praktickém využití v oboru analýzy dopravních nehod.

1 STÁVAJÍCÍ PROBLEMATIKA POZOROVÁNÍ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ ŘIDIČEM

1.1 SOUHRN PŘEDCHOZÍCH VÝZKUMŮ

Při každé jednotlivé jízdě dochází k odvádění vizuální pozornosti řidiče od směru jízdy. Tomuto procesu se nelze vyvarovat, protože řidič musí sledovat dopravní značení, ostatní účastníky silničního provozu, a to zejména ostatní vozidla, chodce i cyklisty. [1]

Bláhová ve své práci uvádí, že na základě reálných jízdních zkoušek vykonaných v noci a za nepřízně počasí v podobě deště, se doba odchýlení zraku řidiče od směru jízdy v důsledku pohledu na prvek z okolí pohybovala na úrovni 0,6 s. [1]

Vnímání řidiče, který se nachází v dopravním provozu, je poměrně komplikovaný psychologicko – fyziologický děj. Je to dáno tím, že se jedná o nadmíru obsáhlé téma. Sedlák také uvádí, že je to dáno individualitou každého řidiče a rozdílným prostředím, ve kterém se řidič pohybuje. [2] [3]

Současná doba nabízí nejen neustálé novinky v dopravě, ale i velký technický rozmach a progres v automobilovém průmyslu. Musíme si však také uvědomit, že každý člověk stárne. U každého z nás probíhají psychické a fyziologické změny. Do budoucna to pro každého řidiče znamená, že na něj budou kladeny značné nároky. Toto téma bude vždy velkým zdrojem otázek a podnětů pro další výzkumy, protože se mění nejenom člověk a jeho chování, ale i okolní prostředí a jeho vzhled. [2] [3]

Inspirací pro Gregora a Korče [4] byly nehody na křižovatkách, zejména ty situace, kdy vozidlo vjíždí z vedlejší silnice na hlavní. Autoři se zaměřili na okamžik prvotní reakce řidiče, který jede po hlavní silnici. Výsledkem jejich výzkumu je rozpoznání rozjezdu 0,2 až 1,4 s po jeho zahájení.

Současná moderní a technologická doba přináší rozvoj reklamy. Na trhu je spousta firem, které chtějí zaujmout potenciálního klienta či zákazníka, proto se mnoho firem rozhodlo inzerovat svoje produkty a služby na tzv. „billboardech“. Tyto reklamní poutače však rozptylují pozornost řidiče, ten se tak plně nevěnuje řízení, což může vést k vážné dopravní nehodě.

1.2 ŘIDIČ

1.2.1 Právní norma

Než se kterýkoliv člověk stane řidičem, musí absolvovat kurz autoškoly, který zahrnuje nejenom praktickou výuku – jízdu v automobilu, ale i teoretickou výuku. Řidičský průkaz lze získat pro [5]:

- skupinu A (motocykly)
- skupinu B (osobní automobil)
- skupinu B + E (osobní automobil s přívěsem)
- skupinu C (nákladní automobil nad 3500 kg)
- skupinu C + E (nákladní automobil s přívěsem nad 750 kg)
- skupinu D (autobus)
- skupinu D + E (autobus s přívěsem nad 750 kg).

Jednotlivé oblasti, ze kterých se testy skládají, jsou [6]:

- pravidla provozu na pozemních komunikacích
- dopravní značky
- zásady bezpečné jízdy
- dopravní situace
- předpisy o podmínkách provozu vozidel
- předpisy související s provozem
- zdravotnická příprava.

Zákon 361/2000 Sb., přesně určuje, kdo je řidič: „*Řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti. Vozka je řidič, který řídí potahové vozidlo.*“ [5]

Každý řidič by měl znát nejenom zákon 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ale i:

- 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.

1.2.2 Obvyklá doba

Obvyklou dobu, tedy rozptýlení řidiče, můžeme vymezit jako odklon pozornosti řidiče od činnosti zabezpečující bezpečnou jízdu. [7] Existují tři hlavní typy rozptýlení [8]:

- vizuální: oči se dívají jinam než na silnici;
- manuální: sundání rukou z volantu;
- kognitivní: mysl se nevěnuje řízení.

K rozptýlení může dojít při pohledu na dopravní značku, pohled do zrcátek, pohled na ukazatel rychlosti. K většímu rozptýlení může dojít, pokud řidič používá mobilní telefon (volání i posílání textových zpráv) nebo navigační systém, ale i při jídle a pití. Posílání textových zpráv za jízdy, kdy řidič řídí, je obzvláště nebezpečné, neboť spojuje všechny tři typy rozptýlení. [1] [8] [9]

V dnešní době můžeme na silnicích vidět řidiče, kteří za jízdy telefonují. Tito řidiči se nejen vystavují blokové pokutě do 1 000 Kč, nebo pokutě ve výši 1 500 Kč až 2 500 Kč ve správním řízení, ale i připsání 2 trestných bodů v rámci bodového hodnocení řidičů. [10]

1.2.3 Vliv věku a pohlaví

Mladý řidič – tato kategorie je podle statistik nejrizikovější. V dnešní době chce téměř každý mladý člověk mít řidičský průkaz. Dokládají to statistiky, dle kterých přes 60 % 18letých má již řidičský průkaz, u 25letých je to dokonce 90 %. [11]

Tento řidič se chce předvádět, chce ukázat, co v něm všechno je, ale málo kdy si uvědomuje možné následky svého jednání. Jelikož je mladý řidič nezkušený, nemá odhad a není zkušený v krizových situacích, může být pro své okolí velice nebezpečný. U mladých lidí převládá agresivita, soupeření, vysoká sebedůvěra, malá kritičnost ke svojí osobě,

neakceptování autority, unáhlenost, přecitlivělost a úzkost, nedostatečně se věnují řízení, přeceňují vlastní síly a podceňují rizika na silnici. [11]

Řidič senior – každý člověk stárne a se stárnutím přicházejí určité tělesné, duševní i sociální změny. Senioři častěji řídí pod vlivem medikamentů, což může značně ovlivnit jejich řidičské schopnosti. U řidičů seniorů se prodlužuje reakční doba, zužuje se zorné pole, jsou citlivější na oslnění, snáze něco přehlédnou, jejich myšlenkové procesy se zpomalují a mají tak problémy s rozhodováním. [11]

Tito řidiči nejvíce chybují na křižovatkách nebo se dopouštějí různých přestupků (jízda bez řidičského průkazu, jízda pod vlivem alkoholu). Na rozdíl od ostatních řidičů však nemají takový problém při dodržování předepsané rychlosti. U těchto řidičů dochází k nehodám typu nedání přednosti v jízdě, nehody při zahýbání, odbočování, couvání a střet s chodcem. Ale i řidič senior může jezdit bez nehod, pokud je sebekritický, obezřetný, ukázněný a hlavně schopný odhadnout své reálné možnosti vzhledem k dopravní situaci. [11]

Muž versus žena

Muž – vnímá svůj automobil jako vyjádření své osobnosti a má tak větší citovou vazbu na svůj automobil. Lépe reaguje na zrakové a sluchové podněty. Má dokonalejší dálkové vidění v užším poli – při jízdě za tmy si je jistější. [11]

Žena – za volantem zaznamenává mnoho podnětů a je pro ni těžké si z nich vybrat ty podstatné. Déle se rozhoduje, má menší sebevědomí, má horší motoristickou předvídavost a prostorovou orientaci, častěji jí odbíhá pozornost, za volantem se cítí nezávisle, styl jízdy má obezřetnější a méně razantní. Má méně dopravních nehod než muž. Její jízda na dlouhých tratích je spolehlivější. [11]

2 EYETRACKER

Eyetracker je zařízení pro měření natočení a pohybů očí, dokáže tak zjistit, kam se dané oko právě dívá a do jaké vzdálenosti má zaostřeno. Eyetracking je proces měření směru pohledu nebo pohybů oka vůči hlavě. Eyetracking je moderní technologie, která se z armádního užívání dostala do civilního života. Eyetracker se využívá při výzkumu vizuálního systému člověka, v psychologii, marketingu, produktovém designu a jako vstupní zařízení při práci s počítačem. Existuje velké množství metod pro měření pohybu očí. Nejznámější varianta využívá videonahrávky, ze záznamu se zjišťuje natočení oka. Další metody využívají hledací cívku nebo jsou založeny na elektrookulogramu. [12]

V současnosti nejpoužívanější výzkumné postupy pracují s eyetrackery na základě videa. Kamera se zaměří na jedno nebo na obě oči a nahrává jejich pohyby během toho, co pozorovatel sleduje nějaký podnět. Většina moderních eyetrackerů využívá střed zornice a infračervené/příbuzné infračervené nekolimované světlo k vytvoření rohovkových odrazů. Vektor mezi středem zornice a rohovkovými odrazy pak může sloužit k vypočítání směru pohledu očí nebo určení pozice sledovaného bodu. Před použitím eyetrackeru je nutné provést jednoduchou kalibraci. [13]

Obecné techniky pro sledování oka jsou dvě: světlá pupilární a temná pupilární technika. Rozdíl mezi těmito technikami je v pozici zdroje osvětlování vzhledem k optice. Pokud je osvětlení koaxiální s optickou dráhou, oči se stanou retro-reflektory tím, jak se světlo odráží od sítnice. Tím vzniká světlý pupilární efekt podobný efektu červených očí. Když je osvětlovací zdroj vychýlen z optické dráhy, pak se díky směřování sítnicové retro-reflexe mimo kameru zornice jeví tmavší. [13]

Tracking pomocí světlé pupilární techniky vytváří větší duhovkový/zornicový kontrast, tím umožňuje spolehlivější a detailnější eyetracking včetně duhovkové pigmentace a výrazně redukuje nežádoucí zásahy řas a ostatní rušivé vlivy. Současně umožňuje měření při světelných podmínkách v rozsahu od úplné tmy až po silné světlo. Světlé pupilární techniky nejsou efektivní při venkovním použití. Zde mohou vnější zdroje infračervených paprsků monitoring narušovat. [13]

Eyetracker má mnoho variant, některé se připevní přímo na hlavu, některé vyžadují stabilní pozici hlavy (za pomoci fixace brady) a jiná mohou fungovat na dálku a automaticky sledovat hlavu během pohybu. Většina využívá vzorkovací frekvenci minimálně 30 Hz. Přestože frekvence 50/60 Hz je obvyklá, moderní video eyetrackery využívají frekvence 240, 350 nebo dokonce 1000/1250 Hz, což je nutná podmínka pro zachycení fixačních očních pohybů nebo pro měření pohybů sakadických. [14]

Pohyby očí se obecně dělí na fixační a sakadické, tj. fixace pohledu v určitém směru, respektive přesun do směru jiného. Výsledná série fixací a sakád se nazývá sledovací křivka. Plynule sledovaná křivka popisuje pohyb oka při pozorování pohybujícího se předmětu. Mezi fixační oční pohyby patří také mikrosakády, tj. malé mimovolní sakády objevující se při pokusu o fixaci pohledu. Většina informací z oka je přístupná během fixace nebo plynulého sledování, ne ale v průběhu sakády. Středový jeden či dva stupně vizuálního úhlu (ta část zrakového pole, která dopadá do fovea centralis žluté skvrny) poskytuje většinu vizuálních

informací. Vjemy ze vzdálenějších oblastí – z periferie mají menší rozlišení a jsou takřka bezbarvé, ačkoliv kontrast a pohyb se detekuje lépe právě v periferním vidění. Proto nám zjištěné místo fixace či plynulé sledování podél sledovací křivky může ukázat, která informační ohniska na stimulu byla zpracována během eyetrackingu. Průměrně fixace trvají okolo 200 ms během čtení textu a 350 ms při zpracování obrazů. Příprava sádky k dalšímu cíli trvá okolo 200 ms. [14]

2.1 DRUHY EYETRACKERU

Nejčastějším a nejtypičtějším druhem eyetrackeru je helma nebo brýle. V dnešní moderní době se eyetracker stále modernizuje a vyvíjí, a to nejen z pohledu testované osoby (komfort při testování), ale i z pohledu vyhodnocování naměřených dat. Švédská firma Tobii nabízí služby a produkty po celém světě.

2.1.1 Brýle

Brýle poskytují vědcům schopnost zachytit skutečně objektivní a hluboký pohled do chování člověka v každém reálném prostředí.

Brýle značky Tobii ukazují přesně to, na co se člověk dívá v reálném čase, nebo jak se člověk pohybuje volně v obchodě, restauraci nebo jakémkoliv jiném reálném prostředí. Obrázek č. 1 ukazuje diskrétní, ultra lehký design s ničím nerušeným pohledem z boku, to zaručuje přirozené chování a právoplatnost výzkumu. [15]

Výhodou brýlí je odhalení toho, co upoutává pozornost a zájem. Dále je to pochopení individuálního vnímání světa a toho, co pohání rozum. Zachycují spontánní reakce, které jsou nefiltrované o vědomí mysli. A nakonec můžeme přesně pozorovat a přesně vidět chování v reálném čase. [15]



Obr. 1 Brýle Tobii [16]

2.1.2 Modulární oko

Je to revoluční malý a univerzální 60 Hz eyetracker na trhu. Toto modulární oko pomocí jediného USB kabelu poskytuje skutečně přenosné řešení, ideální pro studium lidského chování v prostředí, které testovaná osoba dobře zná např. její domov, nemocnice, škola či nákupní centrum. Účastníci výzkumu se mohou chovat přirozeně a to díky jedinečně velké volnosti pohybu hlavy. Výzkumní pracovníci mohou spoléhat na nesrovnatelnou přesnost sledování v podstatně jakéhokoliv účastníka. [17]

Modulární oko má hned několik výhod, a to: maximální flexibilitu, přenositelnost, vysoce přesné údaje a velmi masivní sledování za nižší cenu v porovnání s předchozími eyetrackery od Tobii. [17]



Obr. 2 Modulární oko Tobii [18]

2.1.3 Obrazovka

Můžeme sledovat oční pohyby v oblastech očních studií, čtecích studií, neurologických studií i při psychologickém výzkumu. Firma Tobii rozlišuje následující obrazovky:

- Kombinace 300 Hz vzorkovací frekvence – vysoká přesnost a velké pohyby hlavy rozšiřují možnosti nevtravého výzkumu okohybných funkcí a chování člověka. [19]



Obr. 3 Obrazovka Tobii [20]

- Širokoúhlý displej pro zobrazení velkých a podrobných předmětů – umožňuje přesné a nenápadné změření zraku přes širokoúhlou obrazovku a velký stimulační displej. Umožňuje velké pohyby hlavy, poskytuje nerušené testovací prostředí, které zajišťuje přirozené chování. Velké využití nalezneme při studii interaktivní televize, hraní her a ovládacích panelů. [21]



Obr. 4 Širokoúhlý display Tobii [22]

- Sledování oka pro širokou škálu studií – přesné 60 Hz nebo 120 Hz sledování očí přináší spolehlivé výsledky v přírodním testovacím prostředí. Eyetrackery jsou integrovány do 17- ti palcových TFT monitorů a jsou určeny pro všechny typy očních studií. [23]



Obr. 5 Monitor Tobii [24]

- Flexibilní eyetracker pro reálné nastavení podnětů – tyto eyetrackery umožňují měřit, jak lidé chápou fyzické objekty, projekci či obrazovky. Umožňují studie, které vyžadují specifické nastavení podnětů, jako jsou studie nákupních polic, novin nebo televize. [25]



Obr. 6 Flexibilní Eyetracker Tobii [26]

2.2 ROZSAH VYUŽITÍ

Současná doba přináší velké uplatnění pro eyetracker, díky tomu se začíná používat ve více vědních oborech, pro které je velkým přínosem.

2.2.1 Marketing

Je jednou z velkých oblastí, kde je eyetracker velmi rozšířený. Pomocí eyetrackeru se zjišťují podněty, na které zákazník reagoval, pohlédl a prohlédl či přehlédl. [27]

2.2.2 Psychologické poruchy

Například sexuální delikventi (projevy nepřiměřeného objektu pohlavního zájmu). Tyto respondenty vizuálně stimulujeme sadou nahých nevyzývavých postav. Diagnostiku poté provedeme sledováním jednotlivých oblastí jejich zájmu. [27]

Pomocí eyetrackeru se dá zjistit závažné duševní onemocnění jako je schizofrenie. U takto nemocných lidí jsou rozdílné vzorce očních pohybů. [27]

2.2.3 Vývojové poruchy

Například dyslexie. Diagnostika se projeví jako nesoulad se znalostmi a dovednostmi ostatních dětí, protože dyslektik má změněné oční pohyby. [27]

2.2.4 Oční kliniky

Vojenská fakultní nemocnice v Praze využívá ActiveTrack 3-D Eyetracking. Tento systém eviduje pomocí dvou infračervených kamer 99,4 % všech pohybů oka v ose X – Y a Z. Funkce ActiveTrack Automatic Centering umožní sledovat střed zorničky v průběhu zákroku a její automatickou centraci na střed optické osy laserového systému. [28]

2.2.5 Specializovaná rozhraní

V dnešní době se stále vylepšuje výkon v pracovních prostředích a pomocí eyetrackingu se objevují stále nové metody. Například interakce s bezdotykovým panelem v nemocničním prostředí, průmyslové pracovní stanice ovládané pohledem a gesty nebo podpora obslužných pracovníků založená na délce soustředění. [29]

2.2.6 Osobní a nákladní doprava

V této oblasti to jsou pokročilé asistenční systémy. Ty vylepšujících nejen bezpečnost, ale i uživatelské pohodlí. [29]

2.2.7 Řešení dostupnosti pro lidi o omezenou hybností

Pro tyto lidi bylo navrženo rozhraní s jedním módem – řízení pouze pohledem. Aby mohl člověk provést kliknutí nebo jiný povel, může si uživatel vybrat mezi tzv. prodlevovým módem – výběr se provede dlouhým upřeným pohledem na příslušný bod nebo možnost vyvolat onscreen – menu s různými příkazy, například levé nebo pravé kliknutí. [29]

2.2.8 Interakce s počítačem

Díky eyetrackingu se od základu mění zažitě pořádky v naší komunikaci, zábavě i práci. Tobii EyeX kombinuje eyetracking se vstupními daty z tradičního ovládání. Základní povely jako kliknutí, scrollování a zoomování vychází z automatického a zažitého chování, proto tuto zkušenost dělají jednoduchou a přirozenou. K navigaci a výběru použijeme své oči. Poté provedeme povel pomocí klávesy, touchpadu nebo hlasového příkazu. Tato kombinace je vysoce efektivní a přirozená. Vše funguje jednoduše při bezmála jakékoliv činnosti, ať už se jedná o náročné výkonnostní aplikace nebo hry a multimédia. [29]

2.2.9 Armádní využití

Vylepšené snímače očních pohybů můžeme najít v helmách vojenských pilotů. Palubní počítač tak neustále ví, kam se pilot dívá a kam mu má promítat důležité informace. Využívá se toho i při zaměřování nepřátelských cílů. [12]

2.2.10 Automobilový průmysl

Mezi nejčastější příčiny dopravních nehod patří ztráta pozornosti a ospalost. Díky sledování pohybu očí s dalšími charakteristikami (jako je pohyb očí nebo natočení víček) neinvazivní analýzou videozáznamu, kde se zaznamenává obličej řidiče v reálném čase a

pomocí zvukového signálu, umožňuje obnovit pozornost řidiče a předcházet tak dopravním nehodám. [30]

2.3 ZRAK

Pro každého člověka je ze smyslů nejdůležitější zrak. Zrak lidé používají k vytváření obrazů okolního světa. Signály z očí vytvářejí tyto obrazy, které nám pomáhají se pohybovat a komunikovat. Zrak umožňuje vnímání světla, barev, tvarů a slouží k orientaci v prostoru. Díky zraku člověk přijímá cca 80% všech informací z vnějšího okolí. Oko je orgánem zraku. [31] [32] [33]

2.3.1 Oko

Samotné oko je značně složitý a bezchybně fungující „stroj“. Všechny jeho jednotlivé části spolu velice úzce kooperují, aby bylo možno umožnit vnímání obrazu. I při nepatrném poškození oka či kterékoliv jeho části může dojít ke zhoršení nebo dokonce ke ztrátě vidění. [33]

2.3.2 Stavba oční koule

Ivan Dylevský ve své knize Funkční anatomie [34] popisuje stavbu oční koule následovně:

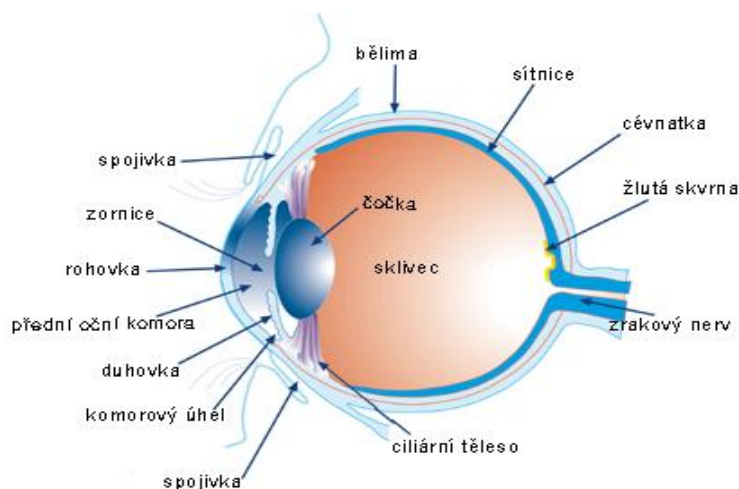
„Stěna bulvy (oční koule) je složena ze tří, anatomicky i funkčně rozdílných vrstev:

- *zevní vazivovou vrstvu tvoří bělma a rohovka;*
- *střední cévnatou vrstvu reprezentuje v zadní části bulvy tenká cévnatka, která přechází do zesíleného prstence řasnatého tělesa, z jehož okraje vybíhá ploténka duhovky;*
- *vnitřní receptorovou vrstvou oční koule vyplňuje sítnice, obsahující fotoreceptory: tyčinky a čípky.*

Vnitřní prostory oční koule vyplňuje komorová voda, sklivec a oční čočka“.

2.3.3 Části oka

Obrázek č. 7 ukazuje jednotlivé části oka.



Obr. 7 Části oka [34]

Popis jednotlivých částí oka

Popis jednotlivých částí oka na základě prostudování literatury [33] [35]

- **Bělima** – vytváří pevný vazivový obal oční koule, kam se upínají okohybné svaly. Nejsilnější bělima je na zadní straně oční koule. Povrchové vrstvy bělima přecházejí do řídkého vaziva očnice s prostornou strukturou štěrbin, které svojí konzistencí dovolují volný pohyb oční koule.
- **Spojivka** – je slizniční blanka, která přechází z vnitřní plochy víček na přední část bělimy. Chrání prostor očnice a skléry proti vnějšímu prostředí.
- **Skléra** – má převážně chudé cévní zásobení (je vyživována většinou difuzí z okolního vaziva), ačkoli ji proráží velké množství cév jdoucích do cévnatky.
- **Cévnatka** – je velmi tenká pigmentová blanka nesoucí cévy sloužící k výživě sítnice. Cévnatka volně naléhá na vnitřní plochu skléry, kde je bezpečně fixována pouze v místě výstupu zrakového nervu a vstupu cév.
- **Rohovka** – je od skléry oddělena mělkou rýhou vznikající na přechodu obou tkání díky nestejnému zakřivení oční koule a rohovky. Je zcela průhledná a bez cév. Zevnitř je na rohovce epitelová vrstva se značnou regenerační schopností, jež při drobných defektech na povrchu rohovky překrývá místo poškození sousedními buňkami, které na toto místo sklouznou. Rohovka je velmi citlivá díky velkému množství senzitivních nervových zakončení.

- **Duhovka** – vychází před přední a dolní okraj řasnatého tělíska v podobě kruhové přepážky. Duhovka je další část řasnatého tělíska a cévnatky. Barva duhovky je závislá na síle pigmentové vrstvy, na typu a množství pigmentu a na hloubce, kde jsou pigmentové buňky uloženy.
- **Čočka** – je bikonvexní tělískem, které má více zakřivenou zadní plochu. Průměr čočky je asi 9 mm a tloušťka se podle přizpůsobení pohybuje mezi 3 – 5 mm.
- **Sklivec** – je zcela průhledná rosolovitá hmota skládající se ze základní beztvaré hmoty a z velmi tenkých kolagenních vláken. Vyplňuje největší část lidského oka.
- **Sítnice** – je vrstva na očním pozadí, která je citlivá na světlo.
- **Komorová voda** – je tekutina vyplňující oční komory.
- **Optický nerv** – je součástí mozku a je párový. Směřuje jednotlivé impulsy ze sítnice do mozku.
- **Žlutá skvrna** – je místo, kam se promítá obraz, na který se člověk zpřímá dívá.

2.3.4 Zrakové vnímání

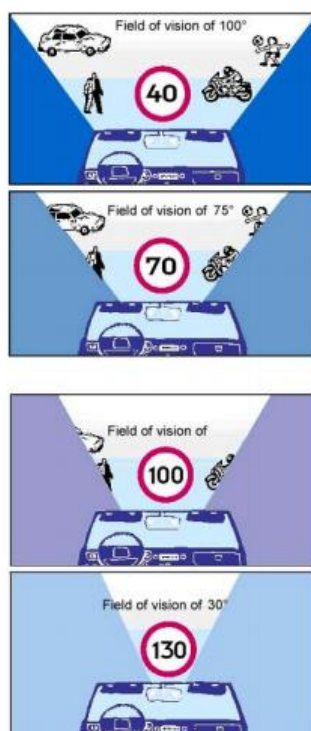
V dnešní uspěchané době je pro řidiče nejdůležitější zrak, díky dobrému vnímání okolního děje, může přizpůsobit svůj styl a rychlost jízdy, tak aby nikoho neomezoval a neohrožoval. Pokud se řidič vydá na cestu, kterou ještě dobře nezná, musí být hodně vnímavý, musí pozorně sledovat dopravní značky a značení, aby nezpůsobil dopravní nehodu. Obzvláště ve větších městech jako Praha nebo Brno, musí řidič pozorně sledovat dopravní značky, aby byl schopen dojet do cíle a to obzvláště od jara do podzimu, kdy do ulic vyráží úklidové čety a stavební dělníci. Řidič by měl být schopný vnímat a zareagovat co nejrychleji a to i v případě chodců a malých dětí. Chodec se častokrát ani nerozhledne a vstoupí do vozovky, aniž by uvažoval, jestli nějaké auto jede nebo ne. U malých dětí by měl být řidič ještě pozornější. Malé děti mnohokrát něco spatří a vydají se za tím bez rozmyslu.

Zrakové vnímání patří k diskutovaným tématům neurovědčů, protože při zpracovávání zrakového podnětu se aktivují současně různé oblasti mozkové kůry, zejména v týlním, temenním a spánkovém laloku. O tyto poznatky z neurovědy mají zájem nejenom psychologové, ale i další odborníci. [36]

2.3.5 Zorné pole

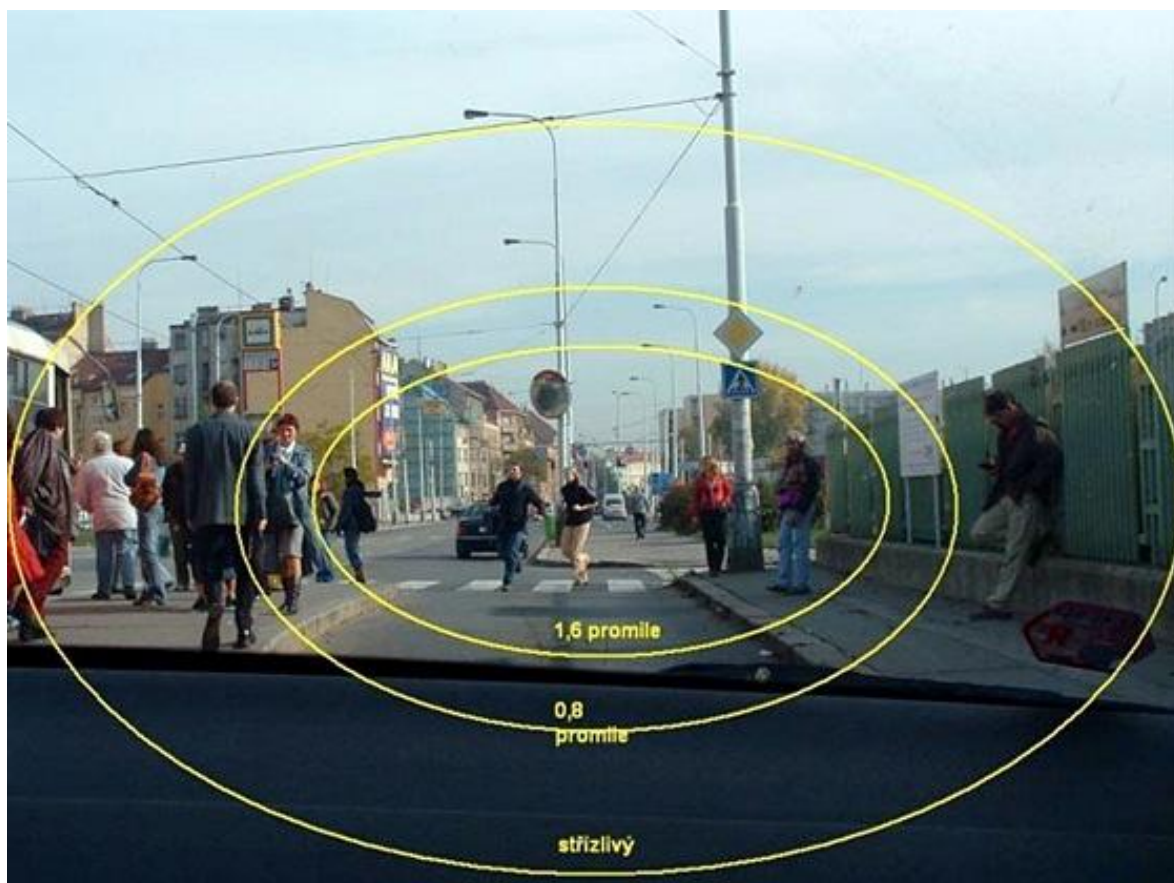
Zorné pole je část prostoru, který vidíme jedním okem, aniž by oko změnilo směr pohledu. Zorné pole je tedy vnitřní projekce všech bodů, které se zobrazují na sítnici přímým i nepřímým viděním při znehybnění jednoho oka. [37]

Zorné pole řidiče se však může měnit. Jak už nás učili v autoškolě, s narůstající rychlostí se zorné pole řidiče zužuje. To co se nachází za tímto zorným polem, nejsme schopni registrovat a nemůžeme tak včas zareagovat na potenciální hrozbu. Následující obrázek č. 8 ukazuje, jak se mění zorné pole řidiče při různých rychlostech. [37]



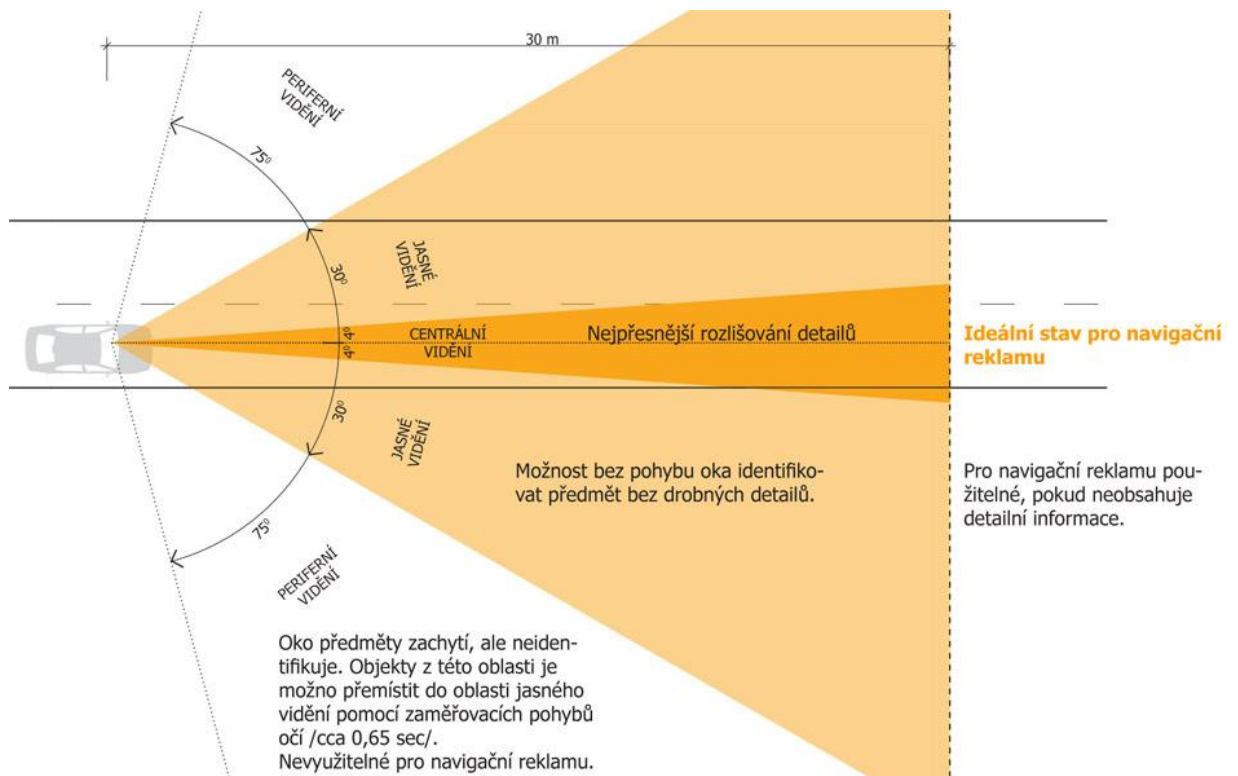
Obr. 8 Změna zorného pole v závislosti na rychlosti [38]

Zorné pole se může měnit i díky hladině alkoholu v krvi. Následující obrázek č. 9 ukazuje, jak se mění zorné pole řidiče po požití alkoholu. Zatímco střízlivý řidič je schopný zorné pole vnímat na 100 %, řidič s 0,8 promile v krvi je schopný vnímat zorné pole jen z 75 %. Řidič s 1,6 promile v krvi vnímá jenom asi 1/3 zorného pole. Takže i když opilý řidič jede pomalu, je stále velkou hrozbou pro své okolí díky zúženému zornému poli. [37]



Obr. 9 Změna zorného pole po požití alkoholu [39]

Zorného pole se využívá i při navigační reklamě. Pokud firma chce, aby byla vidět, aby upoutala a zaujala, musí se směrové tabule s jejím jménem umístit do zorného pole řidiče. Následující obrázek č. 10 ukazuje rozdělení zorného pole. [40]



Obr. 10 Rozdělení zorného pole řidiče [41]

Dle obrázku č. 10 lze zorné pole teoreticky rozdělit na:

- Centrální vidění,
- Jasně vidění,
- Periferní vidění.

V centrálním vidění jsou umístěny dopravní značky a směrové tabule. V jasném vidění jsou umístěny ostatní navigační tabule a reklamy. V periferním vidění řidič takovéto tabule nezaznamená. [40]

2.4 DOPRAVNÍ ZNAČKY

Centrum dopravního výzkumu [42] vydalo v roce 2011 odbornou knihu s názvem Bezpečnost silničního provozu – aktuální poznatky, kde rozdělil dopravní značky a označení od roku 1961 až 2009.

2.4.1 Dopravní značení od roku 1961 až do 2009

Centrum dopravního výzkumu [42] rozdělilo dopravní značky a značení následovně:

Československo, 1961

Dopravní značky platné od 1. 1. 1961 byly stanovené vyhláškou Ministerstva vnitra ČSSR č. 141/1960 Sb. ze dne 3. 9. 1960. Tato vyhláška vydává pravidla silničního provozu.

Československo, 1. 1. 1967

Dopravní značky platné od 1. 1. 1967 byly stanovené vyhláškou Ministerstva vnitra ČSSR č. 80/1966 Sb. ze dne 20. 10. 1966, o pravidlech silničního provozu.

Československo, 1. 1. 1976

Dopravní značky platné od 1. 1. 1976 byly stanovené vyhláškou federálního ministerstva vnitra č. 100/1975 Sb. ze dne 23. 7. 1975, o pravidlech silničního provozu. Ve vyhlášce se zobrazuje i dopravní zařízení a zvláštní označení vozidel a osob. Zavedlo se číslování dopravních značek prostřednictvím písmene označujícího druh značky a za ním následujícího čísla. Písmeno se shoduje s označováním kapitol v předchozích vyhláškách. Do samostatných kapitol se rozdělily zákazové a příkazové značky. Poprvé se do pravidel zahrnuly i světelné signály pro tramvaje, do té doby byly totiž zavedeny jen „Pravidly technického provozu městských drah“.

Československo, 1. 1. 1990

Dopravní značky platné od 1. 1. 1990 byly stanovené vyhláškou federálního ministerstva vnitra č. 99/1989 Sb. ze dne 5. 7. 1989, o pravidlech provozu na pozemních komunikacích (pravidla silničního provozu).

Česká republika, 1. 10. 1997

Vyhláška ministerstva vnitra č. 223/1997 Sb. ze dne 8. 9. 1997, která v České republice novelizovala původní vyhlášku č. 99/1989 Sb., zavádí s účinností od 1. 10. 1997

dvě nové dopravní značky: výstražná značka A 28 „Kolona“ a informativní značka D 51 „únikový pruh“ a světelné šipky S 5c a S5d.

Česká republika, 31. 1. 2001

Vyhláška ministerstva vnitra č. 30/2001, zavedla nový seznam dopravních značek. Je však vydána opožděně, neboť nový zákon o provozu na pozemních komunikacích č. 361/2000 Sb. platí již od 1. 1. 2001. Informativní dopravní značky se dělí do tří skupin a jsou přečíslovány. Do samostatné skupiny se vyčlenily značky upravující přednost v jízdě. Obrazová část vyhlášky je doplněna signály, které byly v minulosti popsány jen slovně. Je zrušen starý symbol osoby těžce postižené na zdraví (černý trojúhelník ve žlutém kruhu).

Česká republika, 2004

Novelizační vyhláška č. 176/2004 Sb. zavedla novou značku IP 30 „Státní hranice“ s hvězdičkami Evropské unie.



Obr. 11 "Státní hranice "[43]

Česká republika, 2007

Novelizační vyhláška č. 507/2006 Sb. s účinností od 1. 1. 2007 zavádí a mění několik dopravních značek. Souvisí to se zavedením elektronického mýtného.



Obr. 12 "Mýto" [44]



Obr. 13 "Konec mýta"[45]

Česká republika, 2009

Vyhláška č. 91/2009 Sb. zavádí nové dopravní značky:

Pohyblivý most

Měření rychlosti (konec měření rychlosti)

Silniční kaple

Truck park

Jízda cyklistů v protisměru.

V současné době dopravní značky upravuje zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. „Tvary symbolů dopravních značek se nesmějí měnit; to neplatí pro dopravní značky se symboly, které mohou být obráceny, a se symboly, které jsou uvedeny jen jako vzory, a pro svíslé dopravní značky proměnné. Dopravní značky, světelné a akustické signály, dopravní zařízení a zařízení pro provozní informace musí svými rozměry, barvami a technickými požadavky odpovídat zvláštním technickým předpisům. Například ČSN 01 8020. Dopravní značky na pozemních komunikacích, ČSN 36 560-1-1 Světelná signalizační zařízení, technické a funkční požadavky.“ [5]

2.4.2 Dělení dopravních značek

Svíslé dopravní značky

Dle zákona 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích jsou svíslé dopravní značky stálé, proměnné a přenosné. Proměnná značka je taková, jejíž činná plocha se dá dle potřeby měnit. Přenosná dopravní značka je umístěna na vozidle nebo na červenobílém pruhovaném sloupku. [5]

Dle zákona 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích se svíslé dopravní značky dělí na:

- a) výstražné značky, které upozorňují na místa, kde účastníkovi provozu na pozemních komunikacích hrozí nebezpečí a kde musí dbát zvýšené opatrnosti;
- b) značky upravující přednost, které stanoví přednost v jízdě v provozu na pozemních komunikacích;
- c) zákazové značky, které ukládají účastníkovi provozu na pozemních komunikacích zákazy nebo omezení;
- d) příkazové značky, které ukládají účastníkovi provozu na pozemních komunikacích příkazy;

e) informativní značky, které poskytují účastníku provozu na pozemních komunikacích nutné informace, slouží k jeho orientaci nebo mu ukládají povinnosti stanovené tímto zákonem nebo zvláštním právním předpisem. [5]



Obr. 14 Svislé dopravní značení [43]

Vodorovné dopravní značky

Dle zákona 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích jsou vodorovné dopravní značky stálé a přechodné. Tyto značky mohou být doplněno dopravními knoflíky. [5]

„Dopravní knoflíky jsou vodící optické dopravní zařízení vodorovného značení, které odráží dopadající světlo vratným odrazem za účelem výstrahy, optického vedení a informování uživatelů pozemních komunikací. Jsou určeny k instalaci na dálnicích a silnicích, kde doplňují nebo zvýrazňují vodorovné dopravní značky.“ [47]



Obr. 15 STIM 101 ČR – Dopravní knoflík stálý[48]



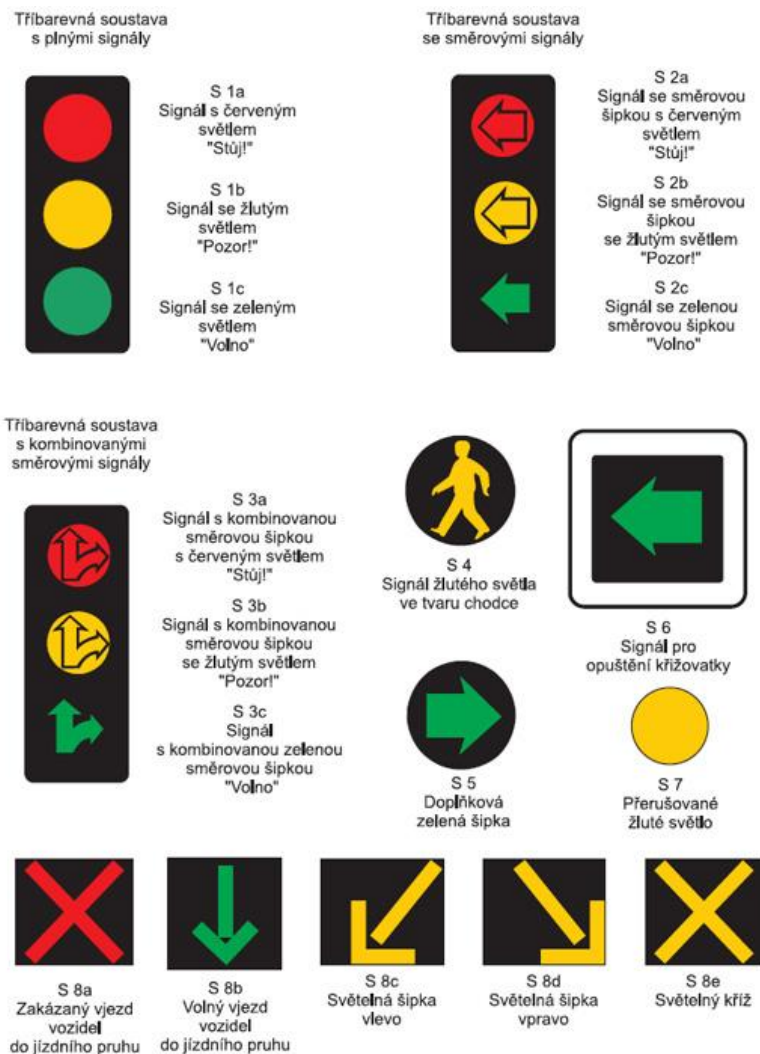
Obr. 16 STIM 101 ČR – Dopravní knoflík přechodný [49]

Světelné a akustické signály

Dle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích „se světelnými, případně i doprovodnými akustickými signály řídí provoz na pozemních komunikacích nebo se jimi upozorňuje na nutnost dbát zvýšené opatrnosti.

Provedení a tvary symbolů světelných signálů a charakter akustických signálů provedených podle prováděcího právního předpisu se nesmějí měnit; to neplatí pro světelné signály se symboly, které mohou být obráceny, a se symboly, které jsou uvedeny jen jako vzory. Doprovodné akustické signály použité pro řízení provozu na pozemních komunikacích nesmějí být použity k jinému účelu.“ [5]

Vyhláška č. 30/2001 Sb., příloha č. 5 stanoví druhy, význam, užití, provedení a tvary symbolů světelných a akustických signálů.



Obr. 17 Druhy světelná signalizace[50]

2.5 STANOVENÍ CÍLŮ PRÁCE

Při každé jízdě je řidičova pozornost rozptýlena mezi řadu vizuálních, akustických a dalších podnětů. Potřeba technické analýza silničních nehod je vědět obvyklou dobu, během které řidič registruje a zpracovává podněty.

2.5.1 Cíle

Cílem této diplomové práce je stanovit a staticky vyhodnotit obvyklou dobu pozorování dopravního značení řidičem. První částí diplomové práce je nastudování stávající problematiky a sepsání literární rešerše. Dále se musí zajistit vlastní měření obvyklé doby pozorování během naplánovaných testovacích jízd. Autor práce musí zajistit vozidlo, se kterým se budou měření provádět. Musí zajistit dostatečný a reprezentativní vzorek řidičů. Naplánovat testovací trasu v dostatečné a reprezentativní délce. A nakonec vyhodnotit videozáznamy z každé provedené testovací jízdy. Druhá část diplomové práce je zaměřena na vyhodnocení dat a autor stanoví závěry, které se týkají řešené problematiky. Tyto závěry budou následně uzavírat celou diplomovou práci a stanou se tak důležitým výstupem pro využití například v oboru analýzy silničních nehod v praxi.

2.5.2 Prostředky pro splnění cílů práce

Aby se mohli splnit hlavní cíle této diplomové práce, bylo nutné z Ústavu soudního inženýrství v Brně zapůjčit specializované zařízení takzvaný eyetracker s potřebným vybavením, což zahrnovalo notebook, software a kalibrační terčik. Pro splnění cílů bylo taktéž důležité zajistit testovací vozidlo. Protože pan Bc. Vojtěch Krejčí disponoval odpovídajícím vozidlem a bych ochoten zapůjčit svůj vůz na testovací jízdy, bylo pro potřeby měření diplomové využito jeho vozidlo. Na závěr nelze zanedbat nezbytný vzorek reprezentativních řidičů, díky nimž se mohla měření vlastně uskutečnit.

3 METODIKA MĚŘENÍ

3.1 PŘÍPRAVA MĚŘENÍ

Pro přípravu měření bylo nutné si zapůjčit eyetracker a notebook z Ústavu soudního inženýrství v Brně. Dále bylo nutné zajistit osobní automobil, který zapůjčil pan Bc. Vojtěch Krejčí.

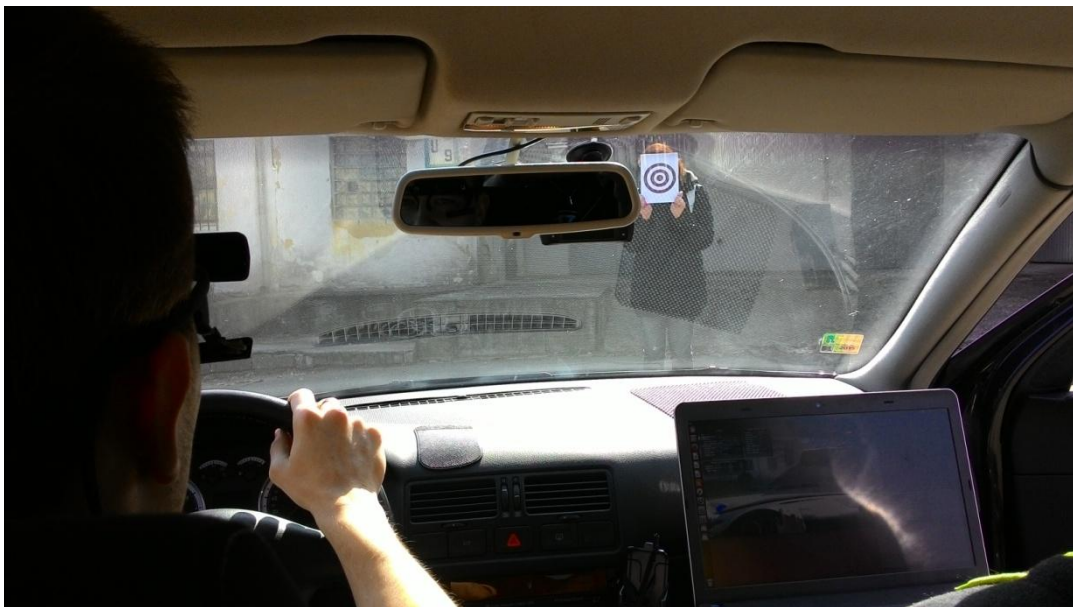
Hlavním úkolem bylo zajistit dostatečný a vypovídající vzorek řidičů. Řidiči byli zvoleni zkušenější a to z důvodu času a bezpečnosti. Dalším úkolem bylo vybrat vhodný úsek měření. Jako úsek měření je zvolen 8 km úsek s městským provozem, který zajišťuje dostatečné množství dopravního značení.

3.2 KALIBRACE MĚŘÍCÍHO ZAŘÍZENÍ

Kalibrace měřícího zařízení je nejpodstatnější částí měření obvyklé doby pozorování dopravního značení řidičem. Správnou, přesnou a důkladnou kalibrací se dosáhne těch nejlepších výsledků. Kalibrace se provádí pomocí kruhového bíločerného terče a speciálního softwaru, který je nainstalovaný v notebooku a pomocí USB propojen s eyetrackerem. Kalibrace se provádí přímo za volantem klidně stojícího vozidla. Testovaný řidič si nasadí eyetracker, pohodlně se usadí a pouze očima sleduje kruhový terč. S terčem se pohybuje v zorném poli řidiče. V každé pozici terče se musí řidič na terč podívat a software v notebooku zaznamená danou pozici a správnou kalibraci daného bodu. Aby byla kalibrace přesná, vždy se kalibrace prováděla nejméně na 16 různých bodech zorného pole řidiče, a to tak, aby se pokrylo celé zorné pole řidiče. Po kalibraci se provedlo ještě zkušební měření na místě, abychom se ujistili, že kalibrace proběhla pořádku. Řidič sledoval terčik a na notebooku se sledoval jeho pohyb oka po dráze terče. Po ujištění, že je eyetracker správně a důkladně zkalibrovaný, vyjel řidič na zvolený úsek, kde probíhalo měření.



Obr. 18 Příprava na kalibraci eyetrackeru [54]



Obr. 19 Kalibrace eyetrackeru pomocí kruhového terče [54]



Obr. 20 PC a kalibrovací software [54]



Obr. 21 Kalibrovací terč [54]

3.3 PROCES MĚŘENÍ

Řidič se zkalibrovaným eyetrackerem vyjel z areálu Ústavu soudního inženýrství, kde se na parkovišti provedla kalibrace. Po vyjetí na hlavní komunikaci se v notebooku zapnulo nahrávání. Do notebooku se z jedné kamery nahrávalo vnější okolí řidiče, tj. dopravní značení, provoz na komunikaci, chodci apod. Druhá kamera snímala a zaznamenávala pohyby řidičova oka po celé délce měřeného úseku. Po dojetí zpět do areálu Ústavu soudního inženýrství se nahrávání vypnulo a uložilo do notebooku.

3.4 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Pro vyhodnocení naměřených dat bylo nejprve nutné sloučit naměřená data oka s videozáznamem pomocí software dodávaného k eyetrackeru v notebooku.

Individuální videozáznamy byly zpracovány pomocí programu CyberLink PowerDirector 13. Pro výpočet doby zaměření lidského oka na dopravní značku během jednotlivých jízd, bylo nutné analyzovat individuální videozáznam po jednotlivých snímcích (frame). Získaná data byla následně vyhodnocena pomocí programu Microsoft Excel a uspořádána do histogramu. Pro tuto diplomovou práci jsou důležitá následující data: četnost a obvyklá doba pozorování dopravního značení.

4 ANALÝZA OBVYKLÉ DOBY POZOROVÁNÍ DOPRAVNÍCH ZNAČEK ŘIDIČEM

4.1 PODMÍNKY MĚŘENÍ

4.1.1 Měřicí zařízení

Pro samotné měření bylo zapůjčeno z Ústavu soudního inženýrství v Brně měřicí zařízení eyetracker, který zkonstruovala firma Pupils-labs. Eyetracker se skládá z kostry, která byla vytisknuta na 3D tiskárně z PLA plastu a dvou kamerek. Jedna kamera snímá pohyby lidského oka, druhá snímá okolí řidiče.

Oční kamera	Maximální rozlišení 640x480 @ 30fps
	Infračervená kamera s IR-filtrem
	Nastavitelné rameno kamery
Kamera snímající okolí	Maximální rozlišení 1920x1080 @ 30fps Úhel pohledu 90°
Design	Uzavřené kamery v samostatných pouzdech
Připojení	USB
Materiál	PLA
Váha	44 g

Tab. 1 Specifikace měřicího zařízení [51]



Obr. 22 Snímací zařízení eyetracker [52]

4.1.2 Průběh testovací jízdy

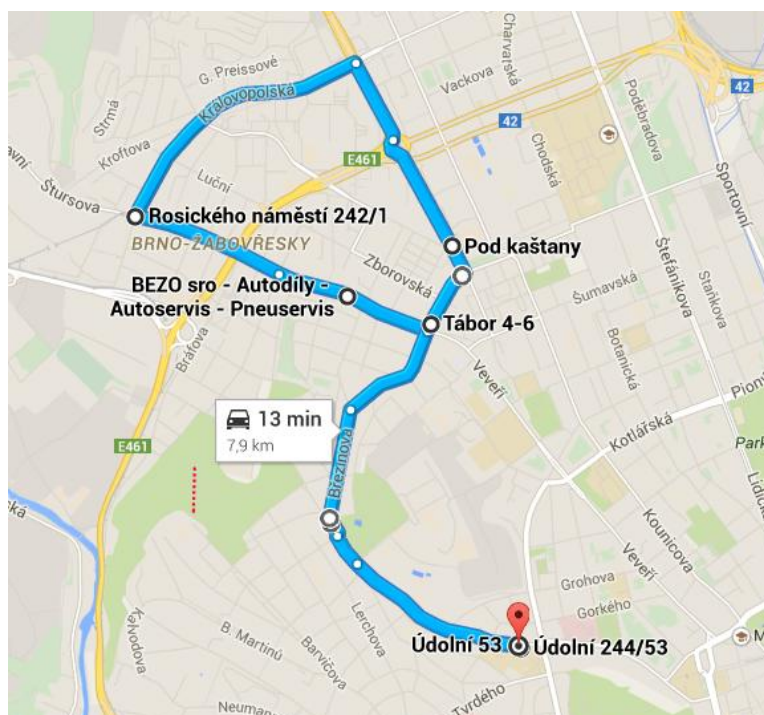
Každá testovací jízda byla složena s následujícími etapami:

- Řidič se pohodlně usadil ve vozidle
- Seřídil si bezpečnostní a komfortní prvky dle svých potřeb
- Nasazení eyetrackeru na hlavu řidiče, tak aby mu to bylo pohodlné
- Kalibrace eyetrackeru pomocí kruhového terče před začátkem jízdy
- Zahájení testovací jízdy a zároveň začátek videozáznamu
- Konec testovací jízdy a zároveň konec videozáznamu, který se uložil do PC

4.1.3 Úsek měření

Úsek měření byl zvolen v Brně na 8km úseku. Měření začínalo a končilo v areálu Ústavu soudního inženýrství. Časy jednotlivých jízd byly od 12 do 15 minut.

Pro měření jednotlivých jízd byly důležité podobné klimatické podmínky, protože jak bylo při měření zjištěno, pokud bylo jasno nebo naopak mrholilo, nedařilo se nakalibrovat měřicí přístroj. Za nejvhodnější klimatickou podmínkou bylo zvoleno mírně zataženo nebo pod mrakem.



Obr. 23 Testovací trasa [53]

4.1.4 Objekty měření (řidiči)

Na testovací jízdy bylo zvoleno 15 zkušených řidičů, a to z důvodů bezpečnosti a času. Věk jednotlivých řidičů se pohyboval v rozpětí od 24 let do 42 let. U testovacích jízd byly přítomny i 3 ženy. Celkem bylo uskutečněno 15 testovacích jízd. U jedné testovací jízdy však došlo k selhání záznamového zařízení, a pro neúplnost záznamu byla tato jízda vyloučena ze zpracování analýzy. Při měření bylo zjištěno, že pokud má řidič zapadlé oko, infračervená kamera není schopna snímat oko přes bránící kůži spodního víčka. Celkem tedy bylo pro analýzu obvyklé doby pozorování dopravního značení použito 13 videozáznamů.

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Pohlaví	muž	muž	muž	žena	žena	muž	muž
Věk [let]	24	28	29	23	25	26	24
Délka jízdy [s]	758	818	750	878	875	848	966

Řidič	8	9	10	11	12	13
Pohlaví	muž	muž	muž	muž	muž	muž
Věk [let]	26	32	28	26	27	26
Délka jízdy [s]	766	1002	883	896	829	811

Tab. 2 Informace o řidičích [54]

4.1.5 Testovací vozidlo

K testovacím jízdám bylo použito vozidlo, které zapůjčil pro vědecké účely kolega autorky pan Bc. Vojtěch Krejčí.

Značka a typ vozidla	VW Bora Variant
Motor	1,9 TDI PD 110 Kw
Rok výroby	2004
Barva	černá
Rozměry (d x š x v)	4420 x 1740 x 1490 mm
Provozní hmotnost	1368 kg



Tab. 3 Technické specifikace testovacího vozidla [54]

4.2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

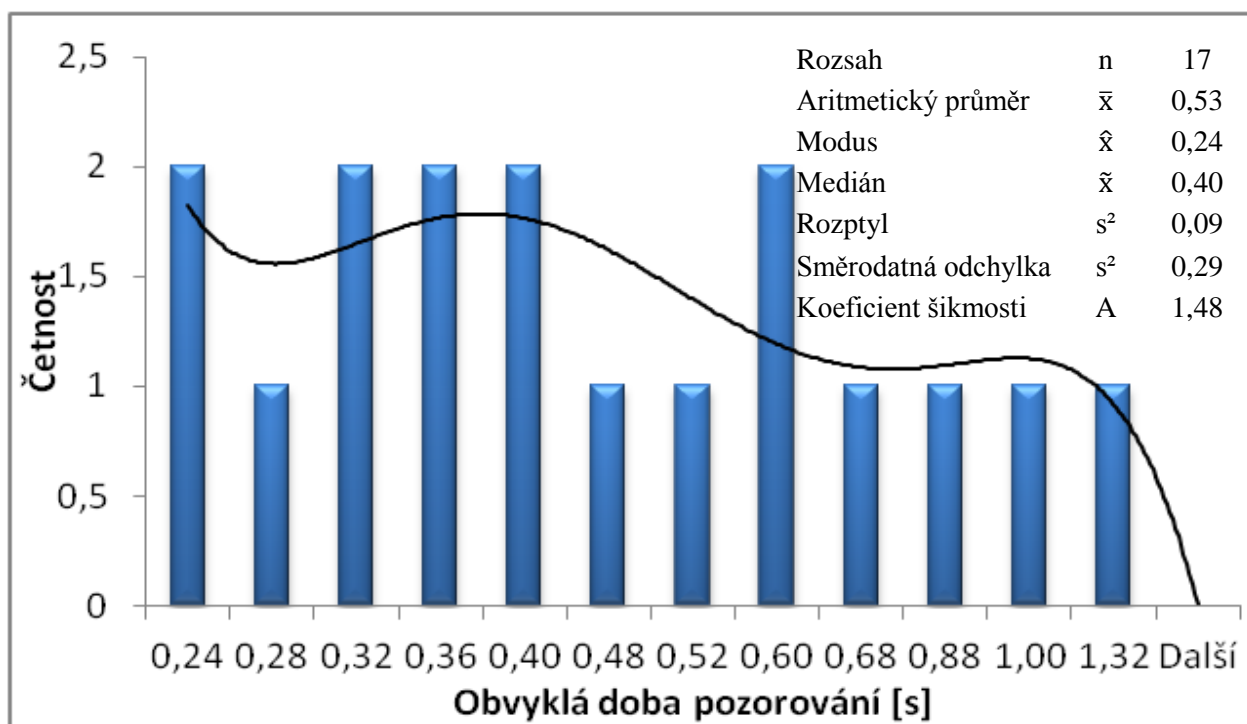
4.2.1 Analýza vodorovných dopravních značek

Jelikož žádný z řidičů tyto dopravní značky nesledoval, nemohla být provedena analýza tohoto dopravního značení.

4.2.2 Analýza svislých dopravních značek

Výstražná dopravní značka – Děti

U analýzy obvyklé doby pozorování výstražné dopravní značky – Děti bylo k dispozici nejméně dat, jelikož se na měřicím úseku tato dopravní značka vyskytla pouze 5x. Při testovací jízdě se řidiči se tuto dopravní značku dívali v průměru 1 až 2x.



Histogram 1 Obvyklá doba pozorování výstražné dopravní značky [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování dopravní značky Děti se pohybuje v rozmezí 0,32 až 0,40 sekund. Řidiči se na tuto značku dívali přibližně každých 10 minut.



Obr. 24 Pohled na dopravní značku Děti [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	1	1	0	2	4	1	2
Celková doba pohledu [s]	0,24	0,68	0	0,72	1,4	0,6	1,8
Procentuální podíl	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	2	0	0	4	0	0
Celková doba pohledu [s]	1,12	0	0	2,44	0	0
Procentuální podíl	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%

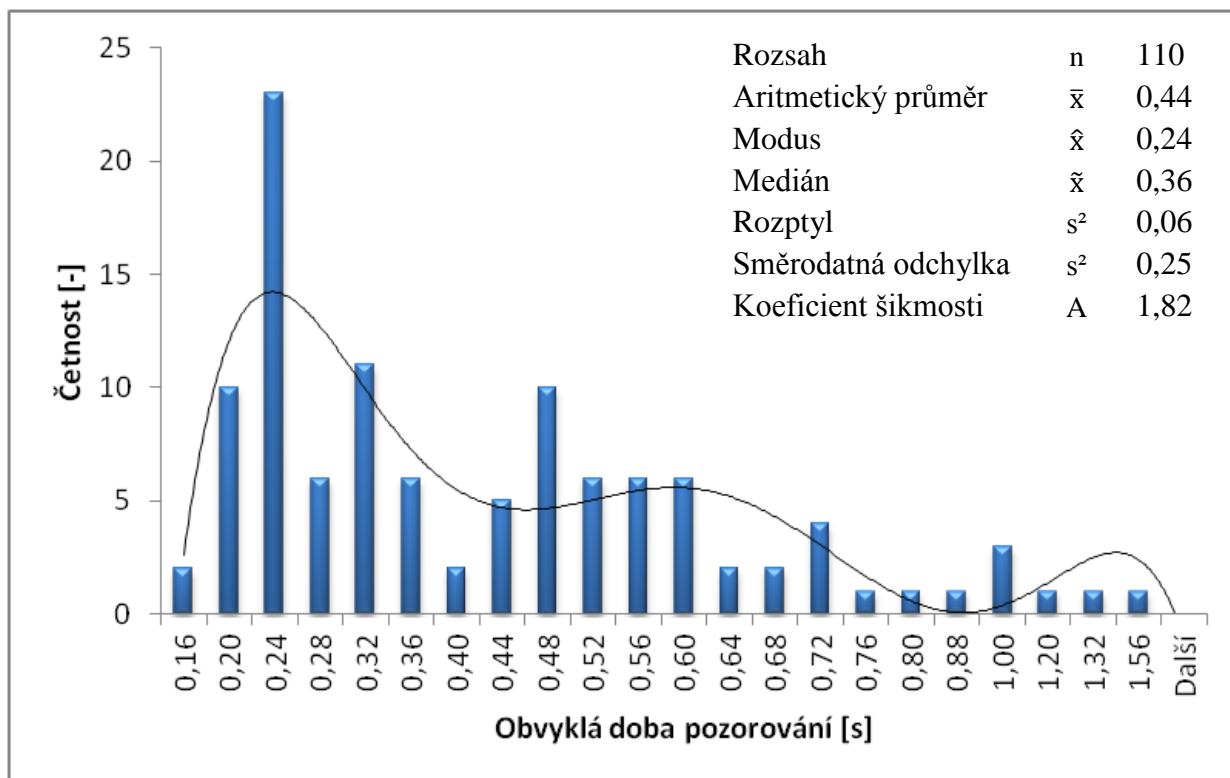
Tab. 4 Analýza pohledu na výstražnou dopravní značku [55]

Jelikož se dopravní značka Děti vyskytovala na měřícím úseku pouze 5 x, bylo pro zpracování analýzy této dopravní značky nejméně dostupných dat. Pouze 2 řidiči se na tuto dopravní značku podívali 4 x za celou dobu testovací jízdy.

Byly zde i řidiči, kteří se na tuto dopravní značku nepodívali ani jednou za celou dobu testovací jízdy. Je to dáno tím, že testovací řidiči znali testovaný úsek, protože se na něm v minulosti již někdy pohybovali.

Značka upravující přednost – Hlavní pozemní komunikace

Tato dopravní značka se vyskytla na měřicím úseku 30x. V polovině případů výskytu nebyla tato dopravní značka umístěna samostatně, ale byla doplněna další dopravní značkou. Řidiči však přikládali důraz pouze na dopravní značku Hlavní pozemní komunikace. Při testovací jízdě se řidiči se tuto dopravní značku dívali v průměru 9x.



Histogram 2 Obvyklá doba pozorování značky upravující přednost [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování dopravní značky Hlavní pozemní komunikace je 0,24 a 0,32 sekund. Řidiči se na tuto značku dívali přibližně každých 95 sekund.



Obr. 25 Pohled na dopravní značku Hlavní pozemní komunikace [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	5	16	17	12	11	9	4
Celková doba pohledu [s]	2,4	6,28	4,68	4,6	4,72	3,92	3,36
Procentuální podíl	0,3%	0,8%	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%	0,3%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	7	3	11	5	7	3
Celková doba pohledu [s]	2,92	1,2	4,68	4,44	3,16	1,76
Procentuální podíl	0,4%	0,1%	0,5%	0,5%	0,4%	0,2%

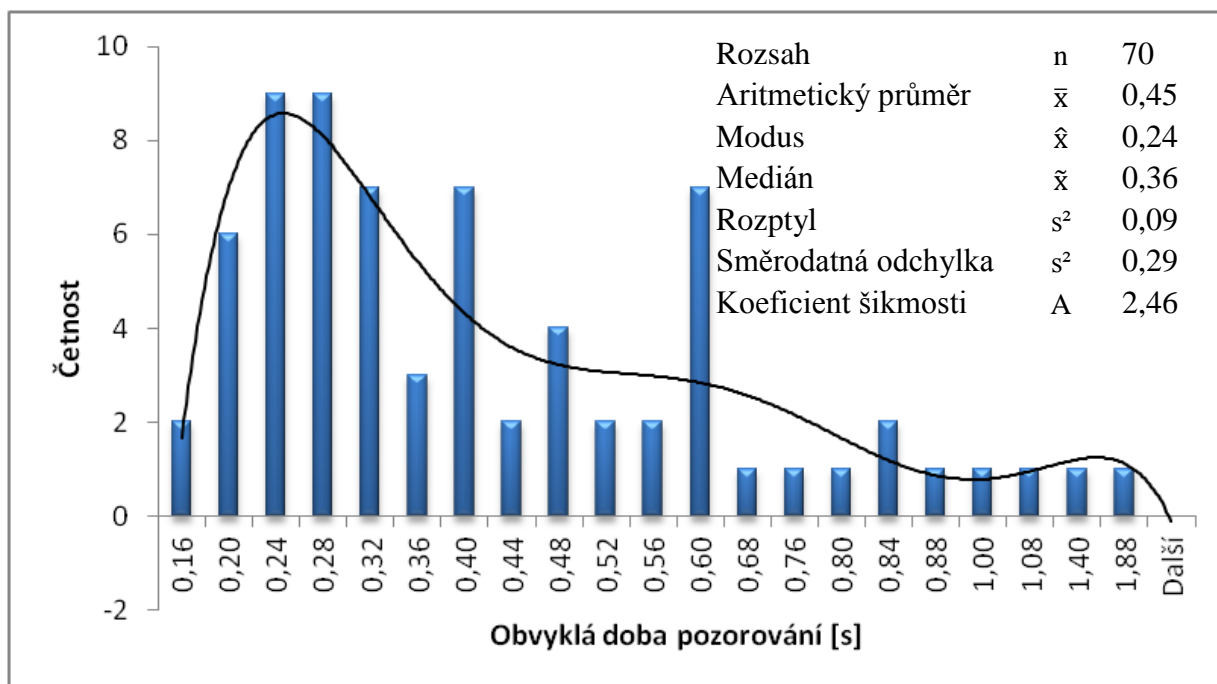
Tab. 5 Analýza pohledu na značku upravující přednost [55]

Dopravní značku Hlavní pozemní komunikace zaznamenal při jízdě každý řidič. Nejvíce pohledů měl řidič číslo 3, nejméně pak řidič číslo 9 a 13.

Jelikož se tato dopravní značka na testovacím úseku vyskytovala často, je zde procentuální podíl času na celé jízdě od 0,1 % do 0,8 %.

Zákazové dopravní značky – Zákaz vjezdu nákladních automobilů, Nejvyšší dovolená rychlost, Zákaz odbočování, Zákaz zastavení, Zákaz stání

Zákazové dopravní značky se vyskytly na měřicím úseku 27x. Nejčastěji se vyskytovala značka Zákaz zastavení a Zákaz stání na frekventovaných komunikacích. Při testovací jízdě se řidiči se tyto dopravní značky dívali v průměru 6x.



Histogram 3 Obvyklá doba pozorování zákazových dopravních značek [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování zákazových značek je 0,24 až 0,32 a 0,60 sekund. Řidiči se na tyto značku dívali přibližně každé 2 minuty a 5 sekund.



Obr. 26 Pohled na dopravní značku Nejvyšší dovolená rychlost [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	12	10	10	8	9	1	4
Celková doba pohledu [s]	8,12	2,68	2,72	2,72	3,2	1,08	2,56
Procentuální podíl	1,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,1%	0,3%

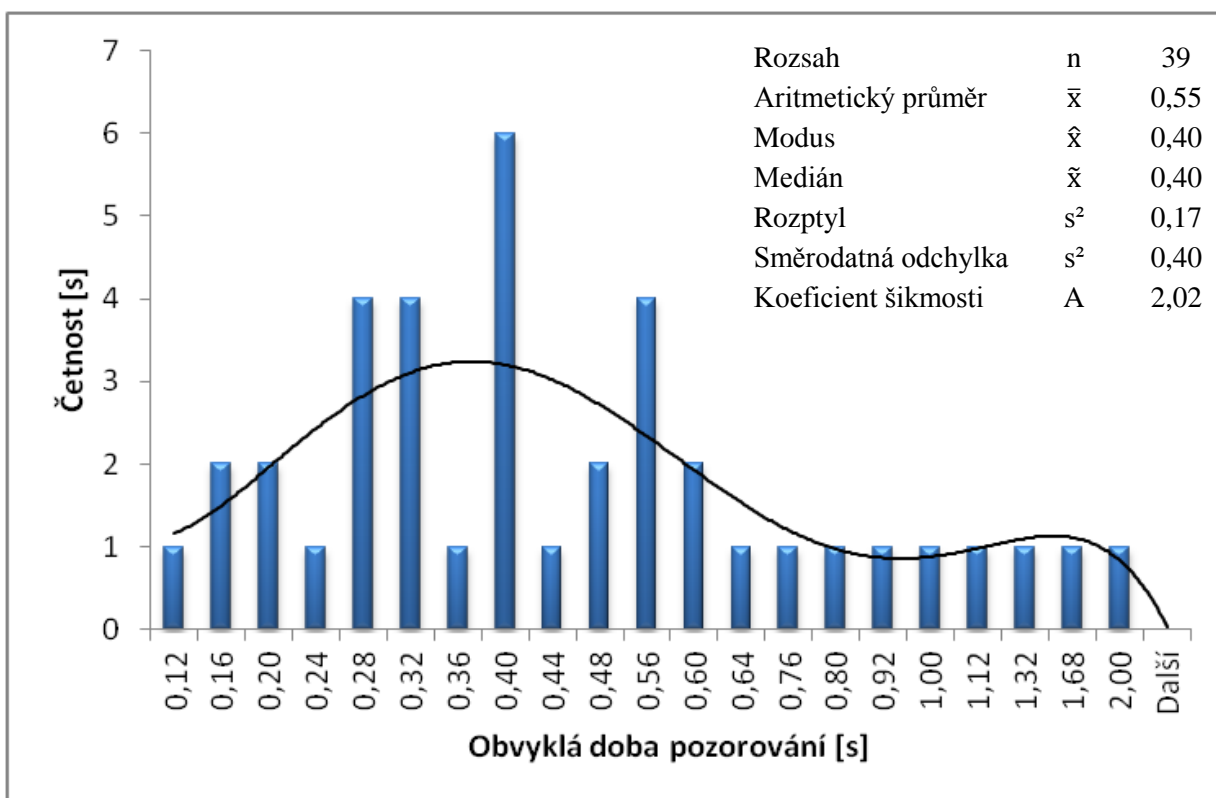
Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	7	1	4	0	2	0
Celková doba pohledu [s]	3,4	0,48	2,72	0	0,84	0
Procentuální podíl	0,4%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%

Tab. 6 Analýza pohledu na zákazové dopravní značky [55]

Zákazové dopravní značky kromě dvou řidičů zaznamenali všichni řidiči. Nejvíce pohledů měl řidič číslo 1. Nejméně pohledů měl řidič číslo 11 a řidič číslo 13. Řidiči nejvíce vnímali dopravní značky Zákaz stání, Zákaz zastavení a Nejvyšší dovolená rychlost.

Příkazové dopravní značky – Prikázaný směr objíždění

Příkázaný směr objíždění se vyskytl na měřicím úseku 8x. Nejčastěji se značka vyskytovala u přechodů a u překážek na komunikaci. Při testovací jízdě se řidiči se tuto dopravní značku dívali v průměru 3x.



Histogram 4 Obvyklá doba pozorování příkazové dopravní značky [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování dopravní značky Prikázaný směr objíždění je 0,28 až 0,32 a 0,40 sekund. Řidiči se na tuto značku dívali přibližně každé 4 minuty a 45 sekund.



Obr. 27 Pohled na dopravní značku Příkladný směr objíždění [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	2	6	2	4	5	3	2
Celková doba pohledu [s]	0,72	2,28	0,88	1,52	1,80	0,84	2,60
Procentuální podíl	0,1%	0,3%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%	0,3%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	1	2	3	3	5	1
Celková doba pohledu [s]	0,64	2,56	2,52	2,32	2,08	0,56
Procentuální podíl	0,1%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,1%

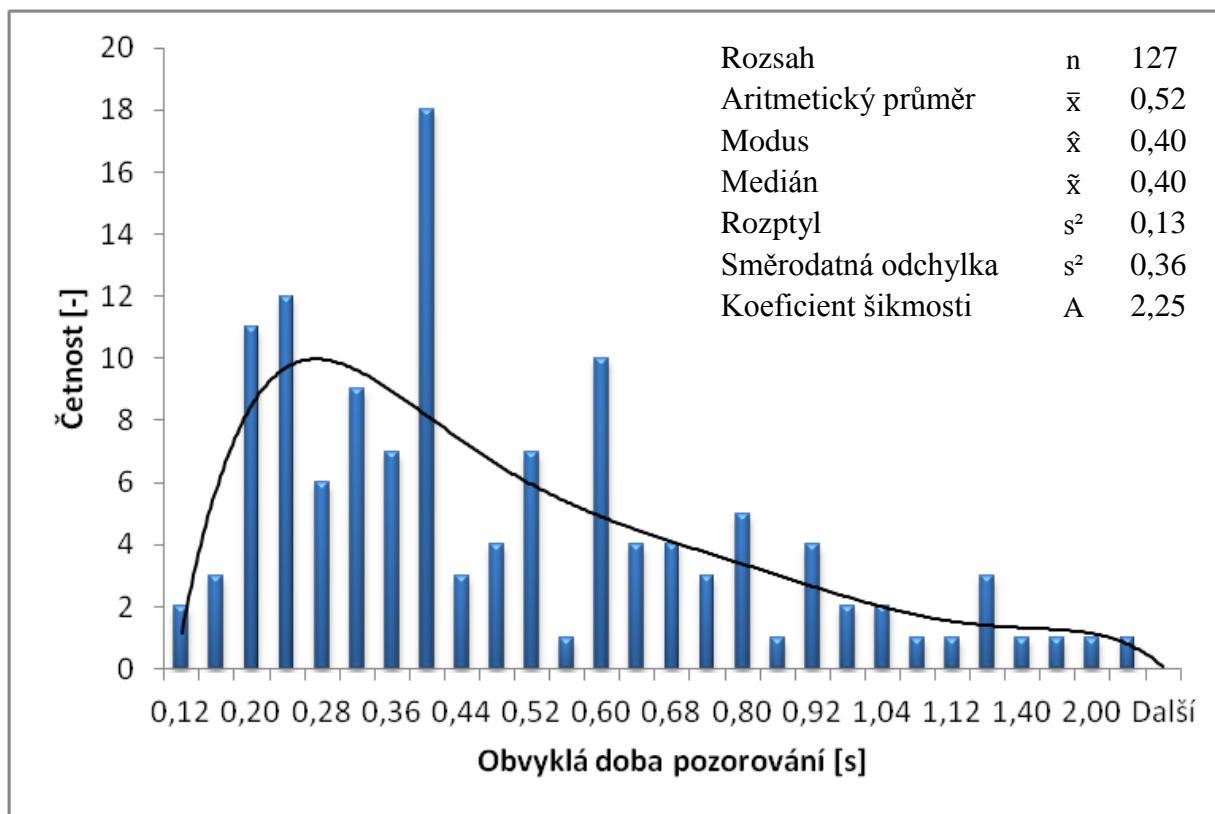
Tab. 7 Analýza pohledu na příkazové dopravní značky [55]

Dopravní značku Příkladný směr objíždění zaznamenali všichni řidiči. Nejvíce pohledů má řidič číslo 2, nejméně pohledů má řidič číslo 8 a řidič číslo 13.

Pokud se tato dopravní značka vyskytovala u překážek a před řidičem jelo jiné vozidlo, které na překážku upozornilo směrovými světly nebo odchýlením se z přímého směru, řidič se více věnoval automobilu před sebou než příkazové dopravní značce.

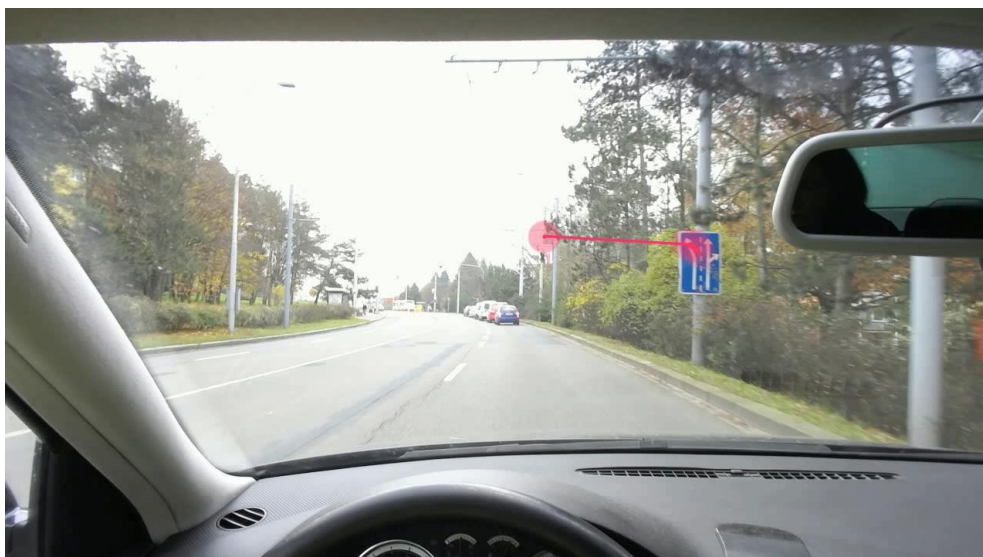
Informativní dopravní značky – Přejech pro chodce, Parkoviště, Uspořádání jízdních pruhů, Směrové tabule, Návěst před křižovatkou, Komunální cíl, Zastávka tramvaje

Informativní dopravní značky se vyskytly na měřicím úseku 50x. Nejčastěji se vyskytovala značka Přejech pro chodce, Parkoviště a Směrové tabule. Při testovací jízdě se řidiči se tyto dopravní značky dívali v průměru 10x.



Histogram 5 Obvyklá doba pozorování informativních dopravních značek [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování informativních dopravních značek je 0,20 až 0,24 a 0,40 sekund. Řidiči se na tyto značku dívali přibližně každých 84 sekund.



Obr. 28 Pohled na dopravní značku Uspořádání jízdních pruhů [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	5	15	13	18	17	12	11
Celková doba pohledu [s]	5,12	2,84	3,52	7,96	7,44	4,68	7,04
Procentuální podíl	0,4%	0,6%	0,5%	0,9%	0,9%	0,6%	0,7%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	4	4	8	8	6	6
Celková doba pohledu [s]	3,12	5,08	7,32	5,4	2,88	3,68
Procentuální podíl	0,4%	0,5%	0,8%	0,6%	0,3%	0,5%

Tab. 8 Analýza pohledů na informativní dopravní značky [55]

Informativní dopravní značky se na celém testovacím úseku vyskytovaly nejčastěji, a to 50x. Tyto dopravní značky zaznamenal každý řidič. Řidič číslo 8 a řidič číslo 9 měli na tyto dopravní značky nejméně pohledů. Nejvíce pohledů měl řidič číslo 4.

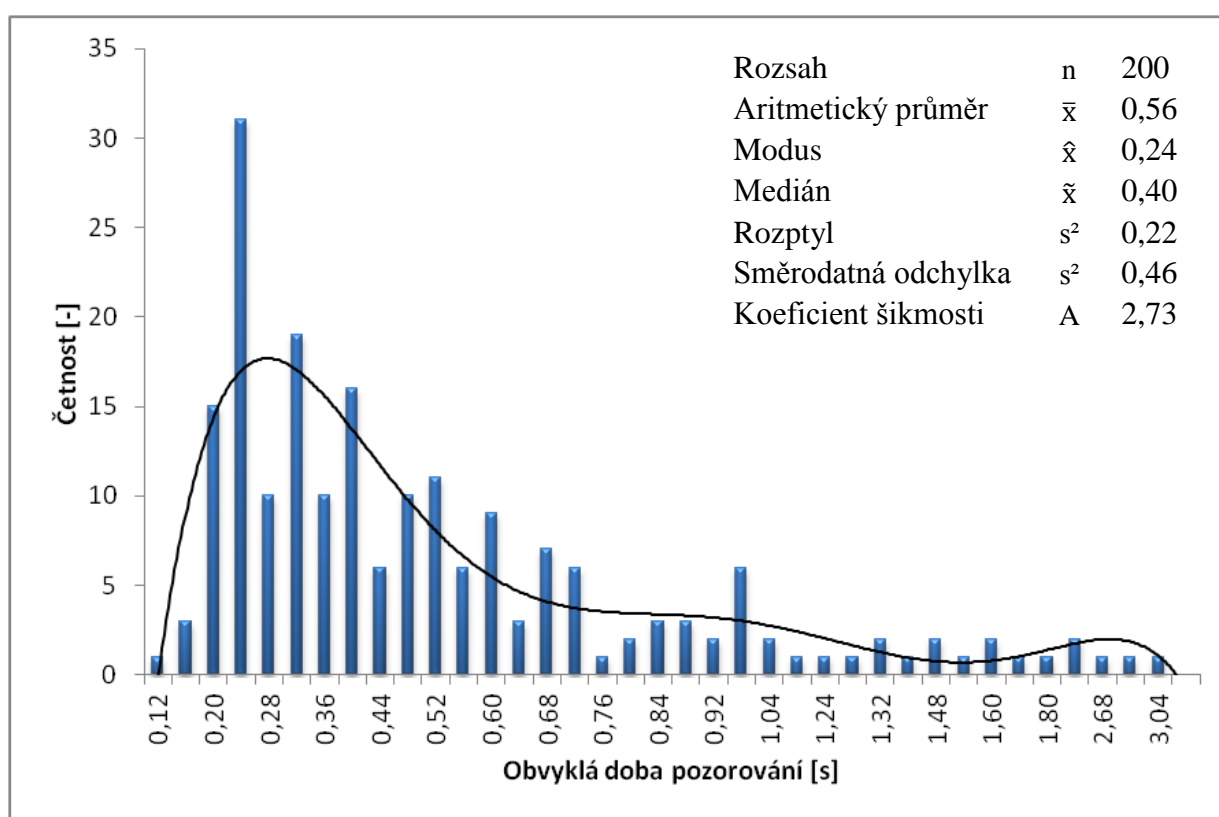
Pokud řidič testovaný úsek znal z dřívějška, jako tomu bylo v případě řidiče číslo 8 a řidiče číslo 9, informačním dopravním značkám nevěnoval velkou pozornost, protože věděl, kde se jaká informační dopravní značka nachází.

4.2.3 Analýza světelných signálů

Tato analýza byla prováděna u tříbarevné soustavy s plnými signály, u tříbarevné soustavy se směrovými signály a u tříbarevné soustavy s kombinovanými směrovými signály

Semafor – Červená

Pro analýzu obvyklé doby pozorování semaforu, kdy na něm svítila červená, bylo k dispozici nejvíce dat. Bylo to dáno tím, že pokud stál řidič jako první, sledoval semafor častěji, aby po zeleném signálu mohl co nejdříve opustit křižovatku a nebrzdil tak plynulý provoz. Semaforů se na měřicím úseku vyskytly 7x.



Histogram 6 Obvyklá doba pozorování semaforů – svítila červená [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování semaforu, kdy na něm svítila červená, je 0,24; 0,32 a 0,40 sekund.



Obr. 29 Pohled na semaforey - svítily červená [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	3	11	38	18	9	0	11
Celková doba pohledu [s]	0,84	4,12	11,2	8,52	3,34	0	9,52
Procentuální podíl	0,1%	0,5%	1,5%	1,0%	0,4%	0,0%	1,0%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	8	4	7	16	35	40
Celková doba pohledu [s]	9,32	5,52	6,44	16,4	16,12	20,52
Procentuální podíl	1,2%	0,6%	0,7%	1,8%	1,9%	2,5%

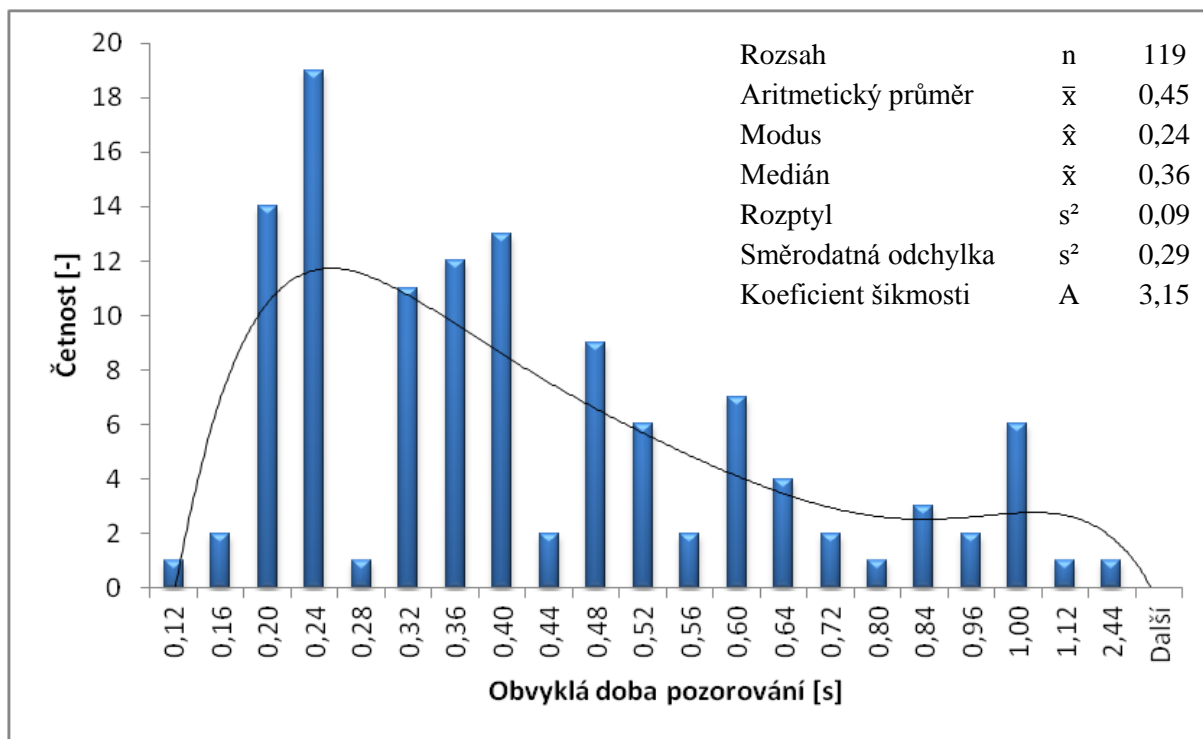
Tab. 9 Analýza pohledu na semafor – svítily červená [55]

Nejméně pohledů na semafor, kdy svítily červená, měl řidič číslo 6. Bylo to dáno tím, že na celém testovacím úseku shodou okolností, v době testovací jízdy svítily zelená.

Nejvíce pohledů na semafor, kdy svítily červená, měl řidič číslo 13. Bylo to dáno tím, že se jednalo o méně zkušeného řidiče, který byl v době testovací jízdy vystresovaný.

Semaforey – Zelená

Řidiči za jízdy kontrolovali na semaforech zelený signál pouze rychlým pohledem, aby se ujistili, zda je křižovatka volně průjezdná. Semaforey se na měřicím úseku vyskytly 7x.



Histogram 7 Obvyklá doba pozorování semaforů – svítla zelená [55]

Nejfrekventovanější doba pozorování semaforu, kdy na něm svítla zelená, je 0,20; 0,24 a 0,40 sekund.



Obr. 30 Pohled na semaforey - svítla zelená [54]

Řidič	1	2	3	4	5	6	7
Počet pohledů	7	15	17	13	9	11	6
Celková doba pohledu [s]	2,56	5,92	4,72	5,72	2,52	4,44	3,04
Procentuální podíl	0,3%	0,7%	0,6%	0,7%	0,3%	0,5%	0,3%

Řidič	8	9	10	11	12	13
Počet pohledů	7	4	1	9	11	9
Celková doba pohledu [s]	3,2	3,68	0,64	5,04	6,6	5,48
Procentuální podíl	0,4%	0,4%	0,1%	0,6%	0,8%	0,7%

Tab. 10 Analýza pohledu na semafor – svítla zelená [55]

Nejméně pohledů na semafor, kdy na něm svítla zelená, měl řidič číslo 10. Bylo to dáno tím, že shodou okolností, stál vždy v popředí v koloně vozidel stojících na červené a sledoval rozjíždějící se automobil před ním a nesledoval tak zelený semafor.

Nejvíce pohledů na semafor, kdy na něm svítla zelená, měl řidič číslo 3. Bylo to dáno tím, že stál v pozadí v koloně vozidel stojících na červené, proto častěji sledoval, zda nebude muset zastavit a počkat na další interval zelené.

5 ZÁVĚR

V dnešní době v městském provozu se řidič může setkat se změtí dopravních značek, a to může vést ke značnému rozptýlení řidiče. Nejenom dopravní značky mohou vést k rozptýlení pozornosti řidiče, ale i okolní prvky a reklama na billboardech. Vedoucím marketingového oddělení už nestačí denní tisk a internet, svoji reklamu umísťují na billboardy, které jsou rozestavěné v blízkosti všech pozemních dopravních cest. Tyto reklamy mohou rozptýlit řidičovu pozornost a následky mohou být tragické. Dle statistik nehodovosti Policie ČR je nejčastější příčinou dopravní nehody to, že se řidič plně nevěnoval řízení vozidla. Jako nejtragičtější příčina nehod řidičů motorových vozidel se na třetím místě umístila příčina: řidič se plně nevěnoval řízení vozidla. Z těchto statistik vyplývá, že je řidič za jízdy značně rozptylován okolním prostředím a jednotlivými prvky v tomto okolí.

Řidič, který je na danou oblast zvyklý, který ví, kde se jaké dopravní značení nachází, projede danou trasou bez potíží a navíc není tolik rozptylován okolními prvky. To je velkým přínosem pro řidiče, protože svůj zrak neodchyluje tolik jako řidič, který zde pojedou poprvé. Řidič, který jede po trasu poprvé, může být vystresovaný, věnuje více pozornosti dopravnímu značení než jízdě samotné, a to může mít následky nejen pro řidiče, který sleduje dopravní značení, ale i pro řidiče, který jede v protisměru.

Tabulka č. 11 uvádí výsledný přehled obvyklé doby pozorování.

Dopravní značky a světelné signály	Nejfrekventovanější doba	Průměrná doba	Počet pohledů celkem
Výstražné	0,24 s	0,53 s	17
Upravující přednost	0,24 s	0,44 s	110
Zákazové	0,24 s	0,45 s	70
Příkazové	0,40 s	0,55 s	39
Informativní	0,40 s	0,52 s	127
Semafor - červená	0,24 s	0,56 s	200
Semafor - zelená	0,24 s	0,45 s	119
Souhrn	-	0,50 s	682

Tab. 11 Výsledný přehled obvyklé doby pozorování [55]

Jako nejfrekventovanější můžeme vidět u 5 ze 7 dobu 0,24 s. Ve dvou případech je nejfrekventovanější doba 0,40 s.

U dopravních značek příkazových a informativních je nejfrekventovanější doba 0,40 s. Je to dáno tím, že řidič, se musel na dopravní značku dívat déle, aby věděl, kudy má dále pokračovat nebo aby věděl, kudy má objet překážku.

U ostatních dopravních značek a světelných signálů je nejfrekventovanější doba 0,24 s. Je to dáno tím, že řidič tyto značky nebo světelné signály pouze kontroloval pohledem, nemusel se na ně dlouze dívat, protože hned věděl, o jakou značku případně světelný signál se jedná.

V některých případech se řidič na danou dopravní značku nebo světelný signál nepodíval ani jednou. Nejméně dat k analyzování bylo u dopravní značky Děti. Na tuto dopravní značku řidiči pohlédli pouze 17x.

Nejvíce dat k analyzování a také nejvíce pohledů měl světelný signál ve chvíli, kdy svítila červená. Na červenou pohlédli řidiči celkem 200x. Méně zkušený a vystresovaný řidič za testovací jízdu pohlédl na červenou 40x.

Celkem za všechny testovací jízdy bylo a analyzování 682 pohledů na dopravní značení a světelné signály. V průměru pak každý řidič za svoji testovací jízdu pohlédl na dopravní značení a světelnou signalizaci 53x.

Z celkové jízdní doby věnovali řidiči 3 % své pozornosti dopravnímu značení. Průměrná hodnota, po kterou se řidiči věnovali rozptýlení ve formě dopravního značení, je **0,5 s**. K celkovému odchýlení pozornosti řidiče mimo řízení musíme ještě přičíst reakční dobu řidiče, ta se udává jako 1 s. Ve výsledku máme celkovou reakční dobu **1,5 s**.

Jelikož testovací jízdy byly prováděny v městském provozu, kde je velká míra dopravního značení, bylo by vhodné provést testovací jízdy v mimoměstském a dálničním provozu a porovnat naměřené výsledky s výsledky v městském provozu.

Přínosem diplomové práce je určení průměrné doby rozptýlení řidiče při pozorování dopravního značení. Výsledky mohou být přínosem pro analýzu dopravních nehod v praxi.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Brýle Tobii [16].....	18
Obr. 2 Modulární oko Tobii [18].....	19
Obr. 3 Obrazovka Tobii [20]	19
Obr. 4 Širokoúhlý display Tobii [22]	20
Obr. 5 Monitor Tobii [24].....	20
Obr. 6 Flexibilní Eyetracker Tobii [26].....	21
Obr. 7 Části oka [34]	24
Obr. 8 Změna zorného pole v závislosti na rychlosti [38].....	26
Obr. 9 Změna zorného pole po požití alkoholu [39].....	27
Obr. 10 Rozdělení zorného pole řidiče [41]	28
Obr. 11 "Státní hranice "[43]	30
Obr. 12 "Mýto" [44].....	30
Obr. 13 "Konec mýta"[45].....	30
Obr. 14 Svislé dopravní značení [43]	32
Obr. 15 STIM 101 ČR – Dopravní knoflík stálý[48]	33
Obr. 16 STIM 101 ČR – Dopravní knoflík přechodný [49]	33
Obr. 17 Druhy světelná signalizace[50]	34
Obr. 18 Příprava na kalibraci eyetrackeru [54]	37
Obr. 19 Kalibrace eyetrackeru pomocí kruhového terče [54]	37
Obr. 20 PC a kalibrovací software [54]	38
Obr. 21 Kalibrovací terč [54].....	38
Obr. 22 Snímací zařízení eyetracker [52]	40
Obr. 23 Testovací trasa [53]	41
Obr. 24 Pohled na dopravní značku Děti [54]	44
Obr. 25 Pohled na dopravní značku Hlavní pozemní komunikace [54].....	46

Obr. 26 Pohled na dopravní značku Nejvyšší dovolená rychlost [54].....	48
Obr. 27 Pohled na dopravní značku Příkladný směr objíždění [54]	50
Obr. 28 Pohled na dopravní značku Uspořádání jízdních pruhů [54]	52
Obr. 29 Pohled na semaforey - svítla červená [54]	54
Obr. 30 Pohled na semaforey - svítla zelená [54]	56

SEZNAM HISTOGRAMŮ

Histogram 1 Obvyklá doba pozorování výstražné dopravní značky [55]	43
Histogram 2 Obvyklá doba pozorování značky upravující přednost [55]	45
Histogram 3 Obvyklá doba pozorování zákazových dopravních značek [55]	47
Histogram 4 Obvyklá doba pozorování příkazové dopravní značky [55]	49
Histogram 5 Obvyklá doba pozorování informativních dopravních značek [55]	51
Histogram 6 Obvyklá doba pozorování semaforů – svítla červená [55]	53
Histogram 7 Obvyklá doba pozorování semaforů – svítla zelená [55]	55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Specifikace měřicího zařízení [51]	40
Tab. 2 Informace o řidičích [54]	42
Tab. 3 Technické specifikace testovacího vozidla [54]	42
Tab. 4 Analýza pohledu na výstražnou dopravní značku [55]	44
Tab. 5 Analýza pohledu na značku upravující přednost [55]	46
Tab. 6 Analýza pohledu na zákazové dopravní značky [55]	48
Tab. 7 Analýza pohledu na příkazové dopravní značky [55]	50
Tab. 8 Analýza pohledů na informativní dopravní značky [55]	52
Tab. 9 Analýza pohledu na semafor – svítla červená [55]	54
Tab. 10 Analýza pohledu na semafor – svítla zelená [55]	56
Tab. 11 Výsledný přehled obvyklé doby pozorování [55]	57

LITERATURA

- [1] BLÁHOVÁ, Ing. Eva. 2014. Vliv prvků okolí komunikace na bezpečnost provozu vozidel [online]. Brno [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=93825
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [2] SEDLÁK, R. Zrakové vnímání. In Sborník anotací a CD s plným zněním příspěvků. Brno: 2010. s. 1-10. ISBN: 978-80-214-4090- 6.
- [3] SEDLÁK, R. Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace - dizertační práce
- [4] GREGORA, J., KORČ, P.: Rozjezd vozidel a možnost jeho zpozorování z kolmého směru. Zábrana škod 2. SNTL, Praha, 1983.
- [5] BESIP. ZÁKON Č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změně některých zákonů [online], 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/data/web/soubory/legislativa/silnicni-zakon-2013.pdf>
- [6] ETesty. 2015. Informační systém pro vykonávání elektronických testů [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://etesty2.mdcr.cz/Home/Tests/ro>
- [7] 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>.
- [8] Distracted Driving. 2014. Centers Disease Control and Prevention [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: http://www.cdc.gov/motorvehiclesafety/distracted_driving/
- [9] BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM s.r.o., Brno 1999.
- [10] Dopravní přestupky. 2010. *Dopravni-pravo.cz* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.dopravni-pravo.cz/dopravni-prestupky/>
- [11] HAMERNÍKOVÁ, Veronika. 2008. Vliv věku a pohlaví řidiče na jeho výkonnost při řízení. In: *Psychologické dny 2008: "Já & my a oni"* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://cmps.ecn.cz/pd/2008/pdf/hamernikova.pdf>
- [12] HLAVIČKA, Miroslav. 2001. Co je eye-tracking. *Sova v síti* [online]. [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.sovavsiti.cz/c01312.html>

- [13] HANSEN, D.W. a QIANG JI. 2010. In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. USA: IEEE, s. 478-500. DOI: 10.1109/TPAMI.2009.30. ISSN 0162-8828. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4770110>
- [14] MAJARANTA, Paivi. 2012. *Gaze interaction and applications of eye tracking: advances in assistive technologies*. Hershey, PA: Medical Information Science Reference, xix, 398 p. ISBN 978-161-3501-009.
- [15] Mobile eye tracking - Tobii Glasses 2. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-glasses-eye-tracker/>
- [16] Tobii Glasses 2 Eye Tracker Wearable head unit Tob. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_3755/cf_60/Tobii_Glasses_2_Eye_Tracker_Wearable_head_unit_Tob.jpg
- [17] Tobii X2-60 Eye Tracker. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-x2-60-eye-tracker/>
- [18] Tobii X2 Eye Track. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_2723/cf_60/Eye_Tracking_System_Tobii_Image_Tobii_X2_Eye_Track.jpg
- [19] Tobii TX300 Eye Tracker. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-tx300-eye-tracker/>
- [20] Tobii-TX300 Side Angled. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_781/cf_60/Eye-%20Tracking-system-Tobii-TX300_Side_Angled_WS619.jpg
- [21] Tobii T60XL Eye Tracker. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-t60xl-eye-tracker/>
- [22] T60 XL Side Angled. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_776/cf_60/Tobii_Image_T60XL_SideAngled_WS619.jpg

- [23] Tobii T60 & T120 Usability Psychology. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07].
Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-t60t120-eye-tracker/>
- [24] T160 & T120 Side Angled. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z:
http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_758/cf_60/Eye_Tracking_System%20Tobii_Image_T60_T120_Eye_Trac.jpg
- [25] Tobii X60 & X120 Eye Trackers Psychology Self. 2015. *Tobii pro* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-x60x120-eye-tracker/>
- [26] Tobii X 120. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z:
http://www.tobii.com/ImageVaultFiles/id_759/cf_60/Tobii_Image_X120_WS619.jpg
- [27] Oční pohyby a jejich interpretace. 2015. FABIAN, Vratislav. *Slideshare* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/sigchi/on-pohyby-a-jejich-interpretace-vratislav-fabin>
- [28] Laser VISX STAR S4 IR. 2011. *Ústřední vojenská nemocnice: Vojenská fakultní nemocnice Praha* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.uvn.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=1815&Itemid=1099&lang=cs
- [29] This is eye tracking. 2015. *Tobii* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/about-tobii/what-is-eye-tracking/>
- [30] JI, Q. 2002. Real-Time Eye, Gaze, and Face Pose Tracking for Monitoring Driver Vigilance. In: *Real-Time Imaging* [online]. s. 357-377 [cit. 2015-05-07]. DOI: 10.1006/rtim.2002.0279. ISSN 10772014. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1077201402902792>
- [31] BURNIE, David. 1996. *Stručná encyklopedie lidského těla*. Praha: Talentum, 160 s. ISBN 80-967-3904-2.
- [32] Lidské oči. 2009. *Vidění.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.videni.cz/oko/4-oci>
- [33] Zrak. 2015. *Lidské smysly* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.lidske-smysly.wbs.cz/Zrak.html>
- [34] Zrak. 2015. *Lidské smysly* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://lidske-smysly.wbs.cz/zrak/dfvgbnm.jpg>
- [35] DYLEVSKÝ, Ivan. 2009. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

- [36] ŠIKL, Radovan. 2012. *Zrakové vnímání*. 1. vyd. Praha: Grada, 312 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- [37] HUTYROVÁ, Iva. 2007. *ZORNÉ POLE*. Brno. Dostupné také z:
https://is.muni.cz/th/106741/lf_b/Bakalarska_praca_-_Zorne_pole.pdf.
Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [38] *Speed management* [online]. 2006. Paris: ECMT, 282 p. [cit. 2015-05-07]. ISBN 92-821-0377-3. Dostupné z: <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06Speed.pdf>
- [39] Změna zorného pole řidiče pod vlivem alkoholu. 2012. *Auto.idnes.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://gidnes.cz/u/n4/pouzijte-tlacitko-sdilet.gif>
- [40] Je vaše navigační reklama skutečně funkční? 2011. *Směrové tabule.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.smerovetabule.cz/je-vase-navigacni-reklama-skutecne-funkcni>
- [41] Je vaše navigační reklama skutečně funkční? 2011. *Směrové tabule.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.smerovetabule.cz/wp-content/uploads/2012/08/5_pravidel_final2_A4-2.jpg
- [42] AMBROS, Jiří. *Bezpečnost silničního provozu: aktuální poznatky*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2011, ISBN 978-80-86502-35-9.
- [43] Dopravní značka "Státní hranice". 2004. *Všechny autoškoly.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.vsechny-autoskoly.cz/images/dopravni_znacky/velke/ip30.gif
- [44] Dopravní značka "Mýtné". 2004. *Všechny autoškoly.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.vsechny-autoskoly.cz/images/dopravni_znacky/velke/ip15c.gif
- [45] Dopravní značka "Konec mýtného". 2004. *Všechny autoškoly.cz* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.vsechny-autoskoly.cz/images/dopravni_znacky/velke/ip15d.gif
- [46] 3Kznačky. *Svislé dopravní značení* [online], 2015 [cit. 2015-02-016]. Dostupné z: http://www.3kznacky.cz/img/front/svisle_2_big.jpg
- [47] Politika jakosti pozemních komunikací. *Dopravní knoflíky* [online], 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/metodikaZDZ_1/RS_7.pdf
- [48] STIM. *Dopravní knoflíky* [online], 2015 [cit. 2015-02-016]. Dostupné z: <http://www.stim.cz/images/photos/141093517202-stim-05-1112143913.jpg>
- [49] STIM. *Dopravní knoflíky* [online], 2015 [cit. 2015-02-016]. Dostupné z: <http://www.stim.cz/images/photos/141093517202-stim-11-1112145816.jpg>
- [50] SEDOZ. *Světelné signály* [online], 2015 [cit. 2015-02-016]. Dostupné z: <http://www.sedoz.cz/upload/pages/128.jpg>

- [51] Pupil Labs. 2015. *Pupil labs.com* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://pupil-labs.com/pupil/>
- [52] Pupil Labs. 2015. *Pupil labs.com* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://pupil-labs.com/media/img/pro-front-r20-crop.png>
- [53] <https://www.google.cz/maps/>
- [54] Archiv kolektivu autorů: Krejčí V., Tlačbabová J., Nováková D.
- [55] Vlastní zdroj autora