VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

OBVYKLÁ DOBA A FREKVENCE POZOROVÁNÍ ZPĚTNÝCH ZRCÁTEK A PŘÍSTROJOVÉ DESKY ŘIDIČEM

USUAL TIME AND FREQUENCY OF MIRRORS AND DASHBOARD OBSERVATION BY THE DRIVER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. VOJTĚCH KREJČÍ

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. Vojtěch Krejčí

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 a frekvence pozorování zpětných zrcátek a přístrojové desky řidičem

v anglickém jazyce:

Usual time and frequency of mirrors and dashboard 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 jednotlivá zpětná zrcátka a přístrojovou desku.

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. Pflegera, 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

L.S.

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

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou obvyklé doby pozorování a frekvence pozorování zpětných vozidlových zrcátek a přístrojové desky. Teoretická část práce shrnuje dosavadní poznatky z oblasti vizuálního rozptýlení řidiče, respektive okolnosti, jenž mají vliv na chování a způsob chování řidiče za jízdy. Dále je zde blíže přiblíženo a charakterizováno zařízení pro zaznamenávání pohybu řidičových očí, které je využito během měření obvyklé doby pozorování. Tato data jsou pak dále využita v rámci experimentální části práce. Výsledky byly zpracovány a získaná data statisticky vyhodnocena za účelem zjištění především trvání pohledů jednotlivých řidičů do zpětných vozidlových zrcátek a na přístrojovou desku. Závěry učiněné na základě naměřených výsledků jsou obsaženy v poslední kapitole, kde je také zhodnocen přínos této práce pro praktické využití v oboru analýzy silničních nehod či zlepšení bezpečnosti jízdy na našich komunikacích.

Abstract

The thesis deals with the analysis of the usual time and frequency of vehicle mirrors and dashboard observation. Within the theoretical part are summarized the current knowledge of the visual distraction of the driver, or circumstances which affect the conduct and behavior of the driver while driving. Furthermore there is a closer approximation and characterization of devices for recording the driver's eye movement, which is used during the measurement of the usual time of observation. This data is used in the experimental part of the thesis. The results were processed and statistically analyzed to determine the usual time of mirrors and dashboard observation. Conclusions done from the measurement results are contained in the last chapter, which also evaluates contribution of this work to practical use in the field of analysis of road accidents and to improve safety on our roads.

Klíčová slova

Doba pozorování, eyetracker, přístrojová deska, zpětná zrcátka, řidič, frekvence.

Keywords

Usual time of observation, eyetracker, dashboard, mirrors, driver, frequency

Bibliografická citace

KREJČÍ, V. *Obvyklá doba a frekvence pozorování zpětných zrcátek a přístrojové desky řidičem.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2015. 54 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne ……..

…….

podpis diplomanta

Poděkování

Rád bych poděkoval 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 provádění testů.

OBSAH

ÚVOD 11
1 STÁVAJÍCÍ STAV PROBLEMATIKY POZOROVÁNÍ ZPĚTNÝCH ZRCÁTEK A PŘÍSTROJOVÉ DESKY ŘIDIČEM 12
1.1 Poznatky z předchozích výzkumů problematiky 12
1.2 Řidič 12
1.2.1 Normy a požadavky 13
1.2.2 Zrakové vnímání objektů 14
1.2.3 Obvyklá doba a frekvence pozorování 17
1.2.4 Vliv věku a pohlaví 18
1.3 Eyetracker 21
1.3.1 Eyetracking 21
1.3.2 Zařízení 21
1.3.3 Funkce 23
1.3.4 Rozsah využití 24
1.4 Bezpečná jízda automobilem 25
1.4.1 Výhled z vozidla 25
1.4.2 Bezpečné a pohodlné usazení řidiče ve vozidle 26
1.4.3 Zpětná zrcátka 27
1.4.4 Přístrojová deska 29
2 STANOVENÍ CÍLŮ PRÁCE 31
2.1 Cíle 31
2.2 Prostředky pro splnění cílů 31
3 METODIKA MĚŘENÍ 32
3.1 Příprava měření 32
3.2 Kalibrace zařízení 32
3.3 Měření 34

3.4 Vyhodnocení videozáznamu 34
4 ANALÝZA OBVYKLÉ DOBY POZOROVÁNÍ SPECIFICKÝCH OBJEKTŮ ŘIDIČEM 35
4.1 Podmínky měření 35
4.1.1 Měřící zařízení 35
4.1.2 Úsek měření 36
4.1.3 Testovací jízda 37
4.1.4 Objekty měření (řidiči) 37
4.1.5 Testovací vozidlo 38
4.2 Vyhodnocení naměřených dat 38
4.2.1 Analýza pohledu do levého zpětného zrcátka 38
4.2.2 Analýza pohledu do pravého zpětného zrcátka 40
4.2.3 Analýza pohledu do vnitřního zpětného zrcátka 42
4.2.4 Analýza pohledu na přístrojovou desku 43
5 ZÁVĚRY 45
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 47
SEZNAM OBRÁZKŮ 48
SEZNAM TABULEK 49
SEZNAM HISTOGRAMŮ 50
LITERATURA 51

ÚVOD

V současné době lze rozptýlení řidičovi pozornosti přiřadit k významným tématům v oblasti bezpečnosti silničního provozu. Tento problém je řešen a probírám v mnoha zemích po celém světě. Z pohledu zavinění dopravních nehod se jedná o jeden ze stěžejních faktorů. Je na místě se zamyslet, zda nejde dokonce ještě o závažnější faktor než je například únava, ovlivnění alkoholem nebo návykovými látkami. Právě schopností rozptýlit řidiče po různě dlouhou dobu, někdy však nezbytnou, se vyznačují prvky jako zpětná vozidlová zrcátka a přístrojová deska, které jsou cílem bádání této diplomové práce.

Vizuální rozptýlení řidiče, tedy obvyklou dobu pozorování, je možné vymezit jako odklon pozornosti řidiče od činnosti zajišťující bezpečnou jízdu. Nejčastěji k rozptýlení řidičovi pozornosti dochází při pohledu do zpětných zrcátek a pohledu na ukazatel rychlosti či otáček. K dalším faktorům rozptýlení lze například zařadit používání mobilních telefonů nebo navigačního systému. Pozornost řidiče je zajisté také rozptýlena i při jídle nebo pití. [1]

„Během 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 vizuálního vnímání řidiče.“ [2] Dle odhadu lze až necelou polovinu ze všech nehod přisoudit chybě ve vnímání.

Výsledným výstupem této práce pak bude právě zhodnocení vlivu stěžejních prvků na rozptýlení pozornosti řidiče a jejich podílu ve vztahu k celkové době řízení.

1 STÁVAJÍCÍ STAV PROBLEMATIKY POZOROVÁNÍ ZPĚTNÝCH ZRCÁTEK A PŘÍSTROJOVÉ DESKY ŘIDIČEM

1.1 POZNATKY Z PŘEDCHOZÝCH VÝZKUMŮ PROBLEMATIKY

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. [2]

Bláhová ve své diplomové práci [2] došla k závěrům, že 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.

„Gregora a Korč zkoumali možnosti rozpoznání rozjíždějícího se vozidla kolmo na pozorovatele, který byl ve vzdálenosti 30 m. Motivací byly nehody v křižovatkách pro případ vjíždění vozidla z vedlejší silnice na hlavní. Snahou bylo zjistit okamžik, kdy může řidič jedoucí po hlavní silnici nejprve reagovat. Bylo zjištěno, že v dané konfiguraci bylo možno rozjezd rozpoznat 0,2 až 1,4 s po jeho zahájení.“ [4]

„Sedlák ve své práci uvádí, že vnímání řidiče v dopravním provozu je značně složitý psychologicko-fyziologický proces, jelikož se jedná o velmi rozsáhlé téma. Je to dáno také tím, že každý řidič je individuální a prostředí, ve kterém se nachází, je velice různorodé.“ [2]

Člověk se mění nejen s technickým rozvojem a pokrokem v automobilovém průmyslu a dopravě, ale jsou zde i změny psychické a fyziologické – každý člověk stárne. To znamená, že na řidiče se postupem času bude klást stále vyšší a vyšší nárok. Z toho vyplývá, že výzkum chování a rozhodování řidiče v souvislosti s tímto měnícím se prostředím bude stálým zdrojem otázek a inspirace. [4, 5]

1.2 ŘIDIČ

Řidič je osoba řídící motorové nebo nemotorové vozidlo. Mezi nemotorová vozidla řadíme například jízdní kola, mezi motorová vozidla motocykly, automobily a autobusy. Řidič motorového i nemotorového vozidla se musí v silničním provozu řídit dopravními předpisy. Řídit motorové vozidlo bez příslušného oprávnění je trestné. [6]

K získání potřebné kvalifikace k řízení vozidla musí každý budoucí řidič absolvovat kurz autoškoly. V rámci tohoto kurzu se setká nejenom s praktickou výukou – jízdou v automobilu, ale i teoretickou výukou. Řidičský průkaz lze získat pro:

- 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).

Řidiči řídí i různá speciální vozidla, například trakční vozidla užívaná v provozu MHD (tramvaje či trolejbusy). V ozbrojených silách řidiči řídí speciální vojenské stroje (například tanky). [6]

1.2.1 Normy a požadavky

Kdo je řidič, přesně určuje zákon 361/2000 Sb.:

„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.“ [7]

V rámci dané problematiky jsou dále podstatné základní zákony a vyhlášky z oblasti provozu na pozemních komunikacích a také právní dokumenty vztahující se ke zdravotnímu stavu řidiče včetně jeho ovlivnění návykovými látkami:

- zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích a vyhláška č. 104/1997 Sb.
- zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě a vyhláška č. 478/2000 Sb.
- prováděcí vyhláška č. 30/2001 Sb. k pravidlům silničního
- 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
- zákon č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích

1.2.2 Zrakové vnímání objektů

Zrakovým vnímáním získává řidič informace o dopravní situaci i o situaci vlastního vozidla. Zrakem tak přejímá většinu podnětů. Pro bezpečnou jízdu je důležité nejen dobře vidět, ale také správně pochopit to, co řidič vidí. Rychlost zrakového vjemu může být ovlivněna řadou okolností – stupněm pozornosti, pamětí a zkušeností, rozsahem zorného pole, zdravotním stavem, únavou nebo alkoholem a návykovými látkami. Pro zachování dobrého vnímání i při delších jízdách, je důležité dbát na optimální polohu sezení, jízdu prokládat přestávkami a přestávky vyplnit vhodnou činností, která snižuje únavu za volantem – fyzická aktivita na čerstvém vzduchu, lehké občerstvení apod. Dobu potřebnou pro zpracování podnětů je možné zkrátit, pokud ji přijme cvičené oko, které vnímá ve dvou odlišných oblastech. První je oblast ostrého vidění, tzv. centrální oblast, ve které vidíme ostře a v plných barvách. Zorné pole v této oblasti je ovšem velmi úzké, zpravidla jen několik stupňů. Druhou oblastí je tzv. periferní vidění, jehož zorný úhel je velmi široký, ale oko v této oblasti spíše dobře zjišťuje pohyb, horší je to s detaily i rozlišením barev. Pro řidiče je ovšem i toto pole velmi důležité. Není správné upřeně pozorovat situaci jen úzkou částí zorného pole ve směru před vozidlem, ale pohledem propátrávat vše i okolí vozovky. Jestliže se zaměříme jen na jedno místo, může dojít i ke změně směru jízdy. Oči řidiče musí být vždy v pohybu a nesmějí dlouho ustrnout na jednom místě. Je nutné sledovat zejména pohyblivé cíle, vidět podrobnosti jako je třeba pohyb ruky cyklisty, vychylující se přední kola předjížděného vozidla nebo nohy chodce v průhledu pod stojícím autobusem. [8]

Zrak je pro člověka ze všech smyslů nejdůležitější. Pomocí smyslového orgánu, který představuje lidské oko, člověk vnímá dokonale vizuální obrazy okolního světa. Tato schopnost vyžaduje propojení lidského oka a periferního senzoru s mozkovou kůrou. Pomocí zraku vnímá člověk asi 90% všech informací ze svého okolí. [8]

Funkce lidského oka

Lidské oko svou funkci bývá přirovnáváno k optickým přístrojům. Vlastní komoru tvoří dutina vyplněná sklivcem. Pigmentová vrstva cévnatky zabezpečuje eliminaci reflexů. Rohovka, komorová tekutina představují objektiv.

Světelný paprsek prochází k sítnici skrz struktury: přední plocha rohovky, hmota rohovky, zadní plocha rohovky, komorová tekutina, přední plocha čočky, hmota čočky, zadní plocha čočky a sklivec. [9]

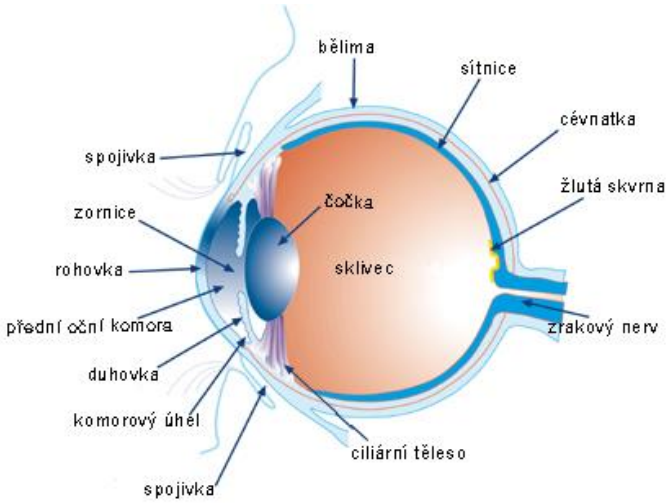
Lidské oči jsou tvořené jednoduchým objektivem o dvou členech, jimiž jsou rohovka a čočka. Množství světla, které vstupuje do oka, je regulováno duhovkou, která se nachází mezi rohovkou a čočkou. Uprostřed duhovky je zornička, která se v závislosti na intenzitě osvětlení stahuje, nebo roztahuje a tím reguluje vstup paprsků do oka. Světlo se dále šíří průhledným sklivcem a na světločivné sítnici vytváří převrácený obraz. [9]

Stavba lidského oka

K dokonalému zrakovému vnímáni jsou potřebné jednotlivé části lidského oka tvořící jeho optický systém. Jedná se o rohovku, komorovou tekutinu, čočku a sklivec. Optický systém soustřeďuje paprsky světla tak, aby se jejich ohnisko vytvořilo na sítnici. V případě poruchy některých částí dráhy světelného vjemu dochází ke zhoršení, zkreslení, nebo úplné ztrátě vidění. Vlivem nedokonalosti optického systému se na sítnici nevytvoří ostrý obraz a vznikají refrakční vady, jako krátkozrakost, dalekozrakost, astigmatismus a další. [10]

K vytvoření ostrého obrazu je důležitá taky transparentnost optických prostředí, hustota a zapojení fotoreceptorů v daném místě sítnice, nepoškozena zraková dráha a zraková centra a mnoho dalších pomocních zařízení, které v dokonalé souhře zabezpečují akomodaci, konvergenci, regulaci osvitu a ochranu oka. [10]

Pro základní představu o stavbě a funkci lidského oka slouží schéma na obr. č. 1.



Obr. č. 1 Podrobné schéma stavby lidského oka [11]

Podrobný popis stavby lidského oka je na základě studia literatur [9,10,11,12] uveden v textu níže:

- **Oční koule** je mírně asymetrická koule, jejíž sagitální průměr (průměr oční koule měřený v horizontální rovině procházející středem oka v předozadním směru) je asi

25 mm, transversální průměr je asi 24 mm. Hloubka přední komory, v níž je komorová voda, je 3,5 mm.

- **Bělima** vytváří pevný vazivový obal oční koule, do kterého se upínají okohybné svaly. Síla skléry kolísá od 0,3 mm do 1 mm – nejsilnější bělima je na zadní straně bulvy. Povrchové vrstvy bělimy přecházejí do řídkého vaziva očnice s rozsáhlým systémem štěrbin, které svojí konzistencí dovoluje volný pohyb oční koule.
- **Rohovka** je průhledná, elastická a nejvíce zakřivená část oka. Směrem dopředu se vyklenuje a zabírá asi 20 % povrchu oční koule. Je bezbarvá, zcela průhledná a bez cév. Průměr rohovky je přibližně 11,5 mm na výšku a 12 mm horizontálně. Neplatí to pro každého. Jsou lidé s menším i větším průměrem.
- **Řasnaté tělísko** je tvořeno hustým vazivem, pigmentovými buňkami a hladkým svalem. Přední plocha řasnatého tělíska vybíhá v 70-80 řas, kterým říkáme ciliární výběžky. Výběžky jsou asi 1 mm vysoké a 2 mm dlouhé. Jsou téměř výhradně složeny z krevních kapilár pokrytých tenkých epitelem a pigmentovými buňkami. Je prokázáno, že ciliární výběžky produkují komorovou tekutinu.
- **Duhovka** vybíhá před přední a dolní okraj řasnatého tělíska jako kruhovitá přepážka. Mírně excentricky je v duhovce uložen otvor zornice (pupila). Duhovka je pokračováním řasnatého tělíska a cévnatky. Má proto i stavbu vrstvy bohaté cévami a pigmentovými buňkami. Barva duhovky závisí na síle pigmentové vrstvy, na typu a množství pigmentu a na hloubce, ve které jsou pigmentové buňky uloženy.
- **Cévnatku** tvoří pigmentová vrstva, vyživující cévy na vnitřní stěně oční koule. Zabraňuje rozptylu světelných paprsků uvnitř oka. Cévnatka vpředu pokračuje jako tzv. řasnaté těleso, jehož podkladem je drobný hladký sval. Od jeho okrajů vybíhají tenká vlákna připojující pouzdro čočky. Smrštěním svalu povolí tah vláken a čočka se vlastní pružností vyklene. Při uvolnění svalu se čočka zploští. Tím se mění její ohnisková vzdálenost.
- **Sítnice** je vrstva na očním pozadí, citlivá na světlo. Sítnici tvoří 120 milionů tyčinek a 5 až 7 milionů čípků. Tyčinky slouží k vnímání světla (jsou citlivé na jeho intenzitu) a citlivost jejich buněk je taková, že dokážou reagovat na dopad jednoho až dvou fotonů. Čípky jsou receptory barevného vidění, které jsou méně citlivé než tyčinky, zato jsou schopné vnímat barvy. Existují ve třech druzích podle pigmentu: červené, zelené a modré. Mícháním těchto tří základních barev dokáže oko rozlišit velké množství barevných odstínů.

- **Čočka** se při pohledu na různé vzdálenosti více či méně zakřivuje (do blízka – se více zakřivuje; do dálky – se zakřivuje méně nebo se nezakřivuje vůbec). Během života přibývají na čočce vrstvy, které s postupujícím stářím tvrdnou a snižují akomodaci oka.
- **Sklivec** je zcela průhledná rosolovitá hmota, která se skládá ze základní beztvaré hmoty a z velmi tenkých kolagenních vláken. Sklivec vyplňuje zadní segment oka a celkem volně navazuje k sítnici. Pouze v rozsahu čočky, řasnatého tělíska a v místě výstupu zrakového nervu je fixace sklivce k těmto strukturám pevnější.
- **Nitrooční tekutina** vyplňuje oční komory. Komory jsou štěrbinovité prostory v předním oddílu oka. Mezi rohovkou, řasnatým tělískem, duhovkou a přední plochou čočky je přední oční komora. Mezi zadní plochou duhovky, řasnatým tělískem, zadní plochou čočky a sklivcem je zadní oční komora. Nitrooční tekutinu produkuje řasnaté tělísko. Z tělíska proudí tekutina do zadní oční komory, omývá zadní plochu čočky a zornicí protéká do přední komory. Zde teče po zadní ploše rohovky do tzv. Schlemmova kanálu, jehož vývody se dostává do žilní krve.
- **Žlutá skvrna** je místo nejostřejšího vidění, má průměr asi 1 mm. Převládají v ní čípky.
- **Oční komory** jsou štěrbinovité prostory mezi rohovkou a duhovkou (přední komora) a duhovkou a čočkou (zadní komora). V nich cirkuluje komorová voda tvořená krevní plazmou.
- **Optický nerv** je součástí mozku. Je to párový senzorický mozkový nerv, který vede jednotlivé impulsy ze sítnice do mozku.
- **Okohybné svaly** zajišťují postavení a pohyb očních koulí. Oční koulí pohybuje celkem šest svalů: čtyři přímé svaly začínající vzadu v očnici, odkud se rozbíhají dopředu na oční kouli. Svaly se upínají do skléry asi 5 – 7 mm od okraje rohovky. Dva šikmé svaly doplňuje svalový kužel přímých svalů.

1.2.3 Obvyklá doba a frekvence pozorování

Lidským zrakem je možné současně vnímat mnohem více informací, než kolik může lidský mozek současně zpracovat. V případech, kdy je řidiči k dispozici více informací, je nutné, aby učinil správné rozhodnutí o jejich důležitosti a vlivu na aktuální dopravní situaci. Na tuto informaci se pak zaměří jeho pozornost. Vznik nebezpečné situace může mít příčinu v soustředění se na informaci, která je z hlediska aktuálních podmínek na silnici méně důležitá. Stejně rychle jak se mění dopravní situace, dochází i ke změně důležitosti jednotlivých informací. Všechno, co v daném okamžiku řidič vnímá, tvoří tzv. senzorické pole, z kterého

stále vyčleňuje některé předměty, které jsou vnímány s větší přesností než jiné, méně podstatné. Nepozornost řidiče lze tak v přeneseném významu charakterizovat jako pozornost obrácenou jinam než na dopravní situaci. Jedná se tedy o velmi nebezpečný jev. [8]

1.2.4 Vliv věku a pohlaví

Rozhodování řidiče při řízení může být z velké míry ovlivněno nejen jeho osobností, charakterem a typickým způsobem jednání, ale také znalostí a dřívější zkušeností. Rozhodnutí o následném chování je pak komplexem vnímání různých vnějších podmínek. Protože v silničním provozu je příchozích informací veliké množství, řidič není schopen je všechny využít a své rozhodnutí opírá pouze o několik základních signálů. Zkušenosti a řidičská praxe tak ve správném rozhodování na silnici hrají velmi důležitou roli. [13]

Dopravní chování je závislé nejen na vědomostech a postojích k bezpečnosti v dopravě, ale také na smyslových, psychomotorických a jiných schopnostech. Ty se však s věkem mění. Závislost tělesných funkcí na věku, pokud se týká způsobilosti k řízení, je ovlivněna mnoha faktory. Patří sem ochabnutí svalové síly, se stářím přibývající nestabilita krevního tlaku a arterioskleróza. Také snížení látkové výměny, zpomalení regulačních procesů organismu a stále častěji nedostatek rezervních sil. S přibývajícím věkem se snižuje výkonnost smyslů. S věkem ubývá zrakové ostrosti, zmenšuje se rozsah zorného pole, zvyšuje se práh pro vnímání světla, klesá schopnost akomodační, zhoršuje se vnímání prostoru, snižuje se schopnost rozlišovat barvy. [13, 14]

V činnostech, kde se uplatňuje významnou měrou zrak, jako je právě řízení vozidla, je nutno brát v úvahu ještě další faktory, a to všeobecné percepční zkušenosti. Tímto faktorem lze pravděpodobně vysvětlit skutečnost, že v některých percepčních úkolech se výkonnost ještě ve vyšším věku dospělosti může dobře udržet. Totéž platí i pro oblast sluchového vnímání, přestože z hlediska fyziologického je postupné zhoršování funkce sluchového analyzátoru nesporné. Je známo, že s pokračujícím věkem ubývá sluchové ostrosti, zejména je patrný úbytek citlivosti pro zvuky o vyšší frekvenci. Starší lidé potřebují pro rozeznání předmětu větší osvětlení a delší pozorovací doby, zejména po oslnění. V tomto smyslu dochází k výraznější změně již po čtyřicátém roce věku. Snižuje se také schopnost vidění za soumraku s přicházejícím stářím. Tento pokles nelze odstranit brýlemi. [13, 14]

Ukazuje se, že řidičská způsobilost nezávisí jen na speciálních schopnostech, ale také a zvláště na osobnosti řidiče, tj. také na jeho kapacitě kompenzovat úbytek v určitých schopnostech. Proto není oprávněné dělat závěry o řidičské způsobilosti jen na základě úrovně

či změn určitých funkcí závislých na věku. Kompenzační mechanismy, pozitivní postoje a způsoby jednání umožňují, že mnoho řidičů se může pohybovat v silniční dopravě bezpečně bez nehod a přestupků až do vysokého stáří vzdor úbytku ve schopnostech, zpomalené reakci, ztíženému chápání nových situací, úbytku senzomotorické výkonnosti a většímu psychofyziologickému vyčerpání. [13, 14]

Na vývoji dopravního charakteru, který v závislosti na podmínkách a situacích silničního provozu reguluje dopravní chování, se podílí veškeré výchovné působení od raného dětství. Výzkumy dopravního chování mladých řidičů vypovídají o tzv. řidičské dědičnosti. Základy dopravního charakteru jsou postaveny dávno předtím, než mladík úspěšně absolvuje autoškolu. Mladí řidiči vytvářejí svéráznou skupinu. Od starších je rozděluje kromě věku i nezralost, nevyježděnost a nezkušenost. Psychosomatická převaha mládí nezřídka zanechá negativní ilustraci na jejich dopravním chování. S počtem ujetých kilometrů vzrůstá sebejistota. Mnozí mladí lidé předstihují ostatní věkové kategorie v počtu dopravních přestupků a jsou ponejvíce pokutováni za nepřiměřenou rychlost jízdy bez ohledu na dopravní podmínky a dopravní prostředí. K přirozeným přednostem mládí patří vesměs dobré smyslové funkce, tělesná zdatnost a značná psychická kapacita. Schopnosti, jako je soustředění, paměť, pohotovost vnímání, hodnocení, rozhodování a hbité reagování, nemusí ještě znamenat za všech okolností motoristickou úspěšnost. Duševní výkonové procesy se nedají oddělit od celkové osobnostní struktury. U většiny mladých řidičů vyzrává dopravní charakter během prvních pěti šesti let nebo po najetí alespoň osmdesáti tisíc kilometrů. Samotná praxe není rozhodující. Za dozrání je považována relativní harmonie vzájemných vztahů mezi výkonovou a osobnostní, sociální a mravní stránkou. Ta může nastat u jednoho v osmnácti, u jiného v pětadvaceti nebo ve třiceti a někdo jí nedosáhne možná ani v kmetském věku. [13, 14]

Starší řidiči jsou obezřetnější, ukázněnější a méně riskují. Připravenost k námaze, vědomí zodpovědnosti, sociální přizpůsobivost, rozvážnost, předvídavost na základě zkušeností, vyrovnanější duševní rozpoložení, především pak sebekritické uvědomění hranice vlastní výkonnosti, to jsou vlastnosti, jež musejí být hodnoceny kladně. Před jejich přeceněním je sice třeba varovat, nesmějí však být také podceňovány. Rozhodující je, zda se stárnoucímu řidiči podaří, aby plně rozvinul své kompenzační možnosti, vyhnul se přehnaným požadavkům, např. jízdám v dopravních špičkách, příliš dlouhým jízdám, namáhavým jízdám za šera a v noci, a tak aby s pomocí kritického sebepozorování udržoval v souladu poměr mezi „chtěným“ a „možným“. Pak může úspěšně řídit vozidlo až do vysokého

věku. Řidič, který si tento soulad není schopen vytvořit, se stává v pokročilejším věku vážným nebezpečím pro silniční dopravu. [13, 14]

Nadále však také existuji rozdíly mezi mužem a ženou v dopravním charakteru a dopravním chování. Odpovědnost za to lze přičíst naprogramovanému osobnostnímu založení i nestejným psychosomatickým procesům probíhajících v centrální nervové soustavě obou pohlaví. Tak např. mužský mozek je v průměru o 10 procent objemnější než ženský a o sto gramů těžší. Ženy přesto disponuji vyšším počtem neuronů a dokonaleji využívají obě hemisféry. Mozek muže v klidovém stavu je zhruba ze dvou třetin aktivní, kdežto ženský z devadesáti procent. [15]

Ženy snáze kombinuji emoce z pravé strany hemisféry s logickým myšlením z hemisféry levé. Emoce u nich, častěji než u mužů, mohou překrývat intelekt a ovlivňovat dopravní chování i reagování. [15]

V povoláních vyžadujících pohyblivou pozornost, zaměření na více činností a na citlivé rozlišování barev a vůní jsou suverénní ženy. Barvoslepost je u mužů osmkrát častější. V osobnostní struktuře reprezentantek něžného pohlaví převažuje emocionalita, empatie, bohatší a hlubší prožívání, citlivé, až přecitlivělé reagování, oslabenější zátěžová a stresová odolnost. Žena pláče častěji než muži a za slzy se nestydí. Úroveň schopnosti je u obou pohlaví vyrovnaná, avšak ve struktuře jsou patrné odlišnosti. Obdobné je to se stupněm a strukturou inteligence. Jen psychickou výkonnost mývají ženy v určitých vymezených oblastech v průměru nižší než muži. Také jejich motoristická předvídavost nebývá silnou stránkou, ale na druhé straně ji dovedou kompenzovat. Ve schopnosti prostorového vnímání exceluji muži, zatímco ženy bývají nepřekonatelné v sociální a interpersonální inteligenci, ve schopnostech vyznat se v mezilidských vztazích, protože disponují citlivými sociálními tykadly, umějí porozumět náladám a motivům druhých, vlastním citům a pocitům, které dovedně využívají v jednání. [15]

V rychlosti reagování na zrakové a sluchové podněty jsou naopak lepší muži. Psychická výkonnost bývá slabší u žen. Dlouhotrvající jízda představuje až na výjimky pro něžné pohlaví přece jenom vyšší zatížení. Na kratších tratích do 100 km dosahují motoristky téměř týchž parametrů jako motoristé, ale při delších trasách se rychleji unavují. Mají-li však ujeto přibližně stejné množství kilometrů, umějí se v dovednostech mužům vyrovnat. Nemají však sklon se na silnici prosazovat. Soupeření mezi některými řidiči je nevzrušuje a vesměs je

pokládají za dětinské riskování. V tom se může projevovat jejich latentní mateřský instinkt, který velí respektovat život. [15]

Řidičky vidí v noci lépe věci na červené straně barevného spektra, ale mívají problémy s rozpoznáním podnětů v dopravním provozu. Mužský zrak má dokonalejší dálkové vidění v užším poli, takže si může při jízdě za tmy být jistější. Střídá-li se při cestování žena s mužem, pak by muž měl řídit v noci a žena ve dne. V kritických dopravních situacích stoupá u řidiček podobně jako u řidičů tepová frekvence. Rozdíl je patrný v reagování na tento tlak. Ženy uvolňují nohu z plynového pedálu a mnozí muži dělají opak. I tady se může objevovat archaická tendence vyzývající muže k útoku a ženy k úniku. A tak ve stresových podmínkách a svízelných situacích, o nichž není v současném hustém provozu nouze, mohou představitelé obou pohlaví „ztrácet hlavu“, ovšem pro muže to zpravidla mívá tragičtější následky. [15]

1.3 EYETRACKER

1.3.1 Eyetracking

Pojmem eyetracking je nazýván proces měření směru pohledu (co oko sleduje) nebo pohybu oka vůči hlavě. Eyetracker je zařízení pro měření natočení a pohybů očí. Využívá se při výzkumu vizuálního systému člověka, v psychologii, kognitivní lingvistice, marketingu, produktovém designu a jako vstupní zařízení při práci s počítačem. Existuje množství metod měření pohybu očí. Nejpopulárnější varianta využívá videonahrávky, ze záznamu se zjišťuje natočení oka. Jiné metody využívají hledací cívku nebo jsou založeny na elektrookulogramu. [16]

1.3.2 Zařízení

Eyetrackingová zařízení mají mnoho variant; některá se připevňují přímo na hlavu (obr. č. 2), některá vyžadují stabilní pozici hlavy (například pomocí fixace brady) a jiná fungují na dálku a automaticky sledují hlavu během pohybu, viz zařízení na obrázku č. 3. Většina využívá vzorkovací frekvenci minimálně 30 Hz. Přestože frekvence 50/60 Hz jsou běžnější, 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. [17]

Obr. č. 2 *Zařízení připevňující se přímo na hlavu [18]*

Obr. č. 3 *Zařízení automaticky sledují hlavu během pohybu [19]*

Pohyby očí se obecně dělí na fixační a sakadické, tedy fixace pohledu v určitém směru, respektive přesun do směru jiného. Výsledná série fixací a sakád vytvoří křivku nazývanou jako „*scanpath*“. Plynulé sledování křivky „*scanpath*“ popisuje pohyb oka při pozorování pohybujícího se předmětu. Mezi fixační oční pohyby patří také mikrosakády, což jsou malé mimovolní sakády objevující se při pokusu o fixaci pohledu. Většina informací z oka je dostupná během fixace nebo plynulého sledování, ovšem ne 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 téměř žádnou barvu, ačkoliv kontrast a pohyb je detekován

lépe právě v periferním vidění. Proto nám zjištěné místo fixace či plynulé sledování podél *„scanpath“* může ukázat, která informační ohniska na stimulu byla zpracována během eyetrackingu. Průměrně trvají fixace okolo 200 ms během čtení textu a 350 ms při zpracování obrazů. Příprava sakády k dalšímu cíli trvá okolo 200 ms. [19]

Křivka *„scanpath“* se užívá k analýze kognitivního zaměření, zájmu a významnosti, vliv mohou mít i další biologické faktory (i tak základní jako například pohlaví testované osoby). Eyetracking v interakci člověka a počítače (human–computer interaction - HCI) obvykle zkoumá *„scanpath“* z hlediska použitelnosti nebo jako metodu snímání vstupních dat pro displeje ovládané pohledem. [17]

1.3.3 Funkce

Nejpoužívanější výzkumné postupy v současnosti pracují s eyetrackery na bázi videa. Kamera se zaměřuje na jedno nebo obě oči a nahrává jejich pohyby během toho, co pozorovatel sleduje nějaký stimul. Většina moderních eyetrackerů využívá střed zornice a infračervené/blízké infračervené nekolimované světlo k vytvoření rohovkových odrazů (corneal reflexions). Vektor mezi středem zornice a rohovkovými odrazy pak může sloužit k vypočítání směru pohledu či určení pozice sledovaného bodu. Obvykle je také potřeba před použitím eyetrackeru provést jednoduchou kalibraci. [16]

Pro sledování oka se používají dvě obecné techniky: světlá pupilární a temná pupilární. Rozdíl mezi těmito technikami spočívá v pozici zdroje osvětlování vzhledem k optice. Pokud je osvětlení koaxiální s optickou dráhou, oči se stávají retroreflektory tím, jak se světlo odráží od sítnice. Vzniká světlý pupilární efekt podobný efektu červených očí. Pokud je osvětlovací zdroj vychýlen od optické dráhy, pak se díky směrování sítnicové retroreflexe mimo kameru zornice jeví tmavší. [16]

Eyetracking pomocí světlé pupilární techniky vytváří větší duhovkový/zornicový kontrast, čímž umožňuje spolehlivější a podrobnější eyetracking včetně duhovkové pigmentace a výrazně redukuje nežádoucí zásahy řas a jiné rušivé vlivy. Zároveň také umožňuje měření při světelných podmínkách v rozsahu od úplné temnoty až po silné světlo. Světlé pupilární techniky ovšem nejsou efektivní při venkovním použití, kde vnější zdroje infračervených paprsků mohou monitoring narušovat. [16]

1.3.4 Rozsah využití

S neustálým postupem vývoje moderní techniky se také rozšiřuje oblast využití a potřeby eyetrackeru v praxi.

Eyetracking v interakci s počítačem

Eyetracking nabízí úžasnou novou zkušenost s hrami i jinými programy a od základu mění zažité pořádky v komunikaci, zábavě a práci. Například zařízení Tobii EyeX kombinuje eyetracking se vstupními daty z tradičního ovládání. Základní povely - kliknutí, scrollování a zoomování - vychází ze zažitého, automatizovaného chování a tím dělají tuto skutečnost velice jednoduchou a přirozenou. Oči slouží k navigaci a výběru. Povely lze provést pomocí kláves, touchpadu nebo hlasového příkazu. Tato kombinace je vysoce efektivní a přirozená. Vše funguje jednoduše při téměř jakékoliv činnosti - od náročných výkonnostních aplikací až po hry a multimédia. [20]

Eyetracking jako řešení dostupnosti

Zatímco většina uživatelů profituje z komunikačního rozhraní, ve kterém je snímání očí využito jako doplněk ke klasickému ovládání, rozhraní s jediným módem, tedy řízené pouze pohledem, bylo navrženo pro uživatele s poruchou pohyblivosti. Pro provedení kliknutí či jiného povelu může uživatel vybírat mezi tzv. prodlevovým módem, kdy je výběr proveden dlouhým upřeným pohledem na příslušný bod, nebo možností vyvolat tzv. onscreen menu s různými příkazy, jako jsou například levé nebo pravé kliknutí. [20]

Eyetracking v osobní a nákladní dopravě

Eyetracking se stává součástí i dalších oblastí práce člověka se strojem. V osobních a nákladních autech se s ním můžeme setkat v podobě pokročilých asistenčních systémů, které slouží k vylepšení bezpečnosti a také uživatelského pohodlí. [20]

Eyetracking ve specializovaných rozhraních

Ve snaze vylepšit výkon v pracovních prostředích prostřednictvím eyetrackingu se objevují stále nové metody. Příkladem může být interakce s bezdotykovým panelem v nemocničním prostředí, průmyslové pracovní stanice ovládané pohledem a gesty nebo podpora obslužných pracovníků založená na délce soustředění. [20]

1.4 BEZPEČNÁ JÍZDA AUTOMOBILEM

V nebezpečné situaci se musí řidič rychle a správně rozhodovat, zda má brzdit, přidat plyn nebo se vyhnout překážce jiným zásahem. V těchto okamžicích již není čas na provádění nějakých složitých výpočtů. Aby toto rozhodování v krizových situacích mohlo být co nejefektivnější, je důležité mít správně nastavené především jednotlivé bezpečnostní/ovládací prvky vozidla a dobrý výhled z vozidla. Správným nastavením teprve řidič získá dostatečně pohodlnou a pohotovou kontrolu nad svým vozidlem.

1.4.1 Výhled z vozidla

K jedněm z nejdůležitějších informací při řízení motorového vozidla jsou optické informace. Problematiku vidění v silničním provozu lze stručně charakterizovat takto: vidět a být viděn, neoslňovat a nebýt oslňován. Výhledem z vozidla se tak rozumí především výhled z místa řidiče. Při koncepci výhledu z vozidla je nezbytné znát základní vlastnosti (fyziologii) lidského vidění. [21]

Při „vidění“ dle literatury [21] rozlišujeme tři oblasti:

- Zorné pole
- Pohledové pole
- Rozhledové pole

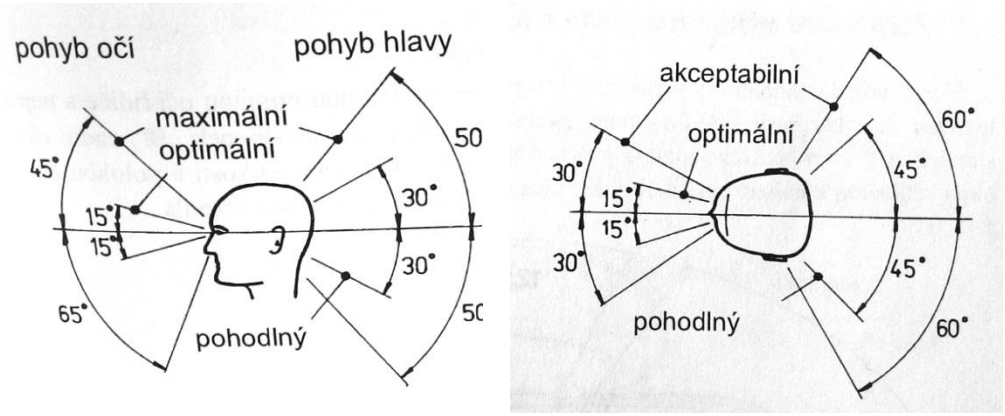
Zorné pole je část prostoru, kterou vidíme při klidném pohledu (oko a hlava se nepohybují) přímo vpřed jedním okem. Střed obzoru leží v tzv. fixačním bodu a označuje se nulovým stupněm. Celé zorné pole je rozděleno na meridiány, které procházejí fixačním bodem. Souboru předmětů, ležících v jedné frontálně paralelní rovině a současně viditelných nepohybujícím se jedním okem, říkáme monokulární zorné pole. Připojí-li se k tomuto celku ještě třetí rozměr – hloubková projekce objektů – vzniká monokulární zorný prostor.

Monokulární zorné pole levého a pravého oka se z větší části kryjí; předměty ležící v této oblasti, tj. v binokulárním zorném poli, vidíme oběma očima (tzv. stereoskopické vidění). O velikosti a rozloze binokulárního zorného pole se přesvědčíme, nakreslíme-li monokulární pole levého a pravého oka a položíme je na sebe (fixační body leží na sobě); šířka tohoto binokulárního zorného pole je asi 120°. Na temporální straně každého oka poznáme přitom zároveň asi 30° rozlohu periferního poloměsíčitého segmentu, která se obsáhne jen monokulárním viděním (tzv. temporální srpek). V monokulárním zorném poli

každého oka je tzv. slepé místo, které leží přibližně mezi 12° až 18°temporálně od fixačního bodu.

Pohledové pole popisuje oblast, kterou je možné vidět při klidné hlavě a pohybujících se očích, zatímco rozhledové pole navíc zahrnuje ještě možné pohyby hlavy.

Jednotlivá úhlová rozmezí pro pohyby očí a hlavy jsou pak znázorněna na obr. č. 4.



Obr. č. 4 *Úhlová rozmezí pro pohyby očí a hlavy [21]*

1.4.2 Bezpečné a pohodlné usazení řidiče ve vozidle

Pro správné nastavení polohy opěradla (viz obr. č. 5) je základním požadavkem úhel, který svírá opěradlo se sedákem. Ten se pohybuje v rozmezí 95 až 100 stupňů. Řidič tak pod pánví cítí, co se s automobilem děje, kam se vůz stáčí atp. Přes záda opřená pevně v opěradle je vjem přenášen do středního ucha, centra rovnováhy, přičemž tento vjem musí do tohoto centra dorazit co nejrychleji. Proto je třeba, aby řidič ve vozidle seděl skutečně takto vzpřímeně, aby přenos informací byl co nejrychlejší a řidič byl schopen co nejdříve reagovat na změnu chování vozidla. [8, 22, 24]

Obr. č. 5 Nastavení polohy opěradla [23]

Vzdálenost sedáku od pedálů by měla být taková, aby při maximálním sešlápnutí brzdového pedálu a úplném sešlápnutí spojkového pedálu byly nohy ještě mírně pokrčené.

Důvodem je síla, kterou je třeba vyvinout při krizovém brzdění. Tu lze vyvinout jen plným zapřením do sedačky. [8, 22, 24]

Pro správné usazení řidiče je také důležitá výška sedadla, pokud ovšem konkrétní vozidlo toto nastavení dovoluje. Výška sedadla hraje významnější roli pro řidiče nákladních automobilů. U osobních vozidel by měla být výška sedla seřízena tak, aby mezi střechou a hlavou řidiče bylo možné prostrčit sevřenou pěst na výšku. Tedy zhruba prostor o výšce 7 cm. [8, 22, 24]

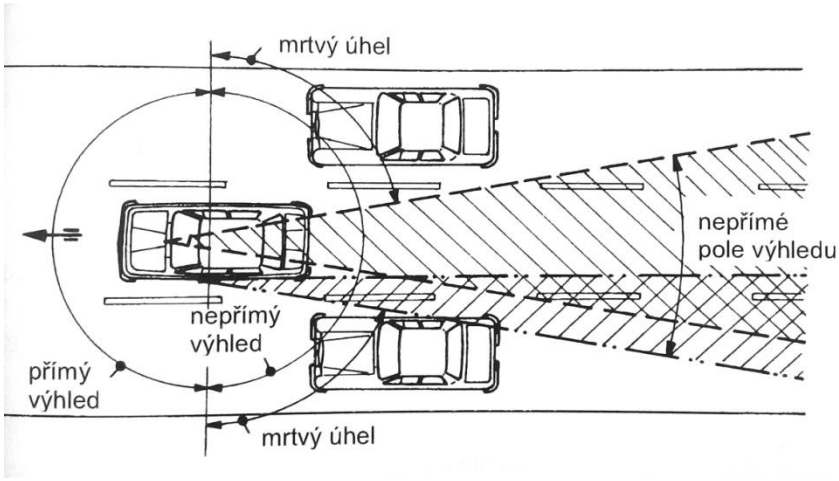
Důležité je i správné nastavení opěrky hlavy. Ta by měla být optimálně 5 cm nad hlavou. Minimální výška nastavení je taková, kdy vršek opěrky hlavy je ve stejné výšce nebo výš, než je temeno hlavy řidiče. Tělo totiž v případě nehody vykonává také pohyb vzhůru, a pokud je opěrka příliš nízko, nebo zcela chybí, dojde při zpětném pohybu hlavy k poškození krční páteře. [8, 22, 24]

Správné sezení a správná vzdálenost od volantu je velmi důležitá, je-li automobil vybaven airbagy. Při nedodržení správné vzdálenosti těla od volantu může dojít k vážnému zranění airbagem, protože v případě vystřelení airbagu se vak proti řidiči nafukuje rychlostí cca 300 km/h. Minimální vzdálenost hrudního koše od volantu by měla být alespoň 25 cm, přičemž tuto vzdálenost doporučuje většina výrobců. Jednodušším způsobem, jak stanovit vhodnou vzdálenost od volantu, rozumějte jak moc volant vytáhnout nebo zasunout, pokud lze jeho vzdálenost nastavit, je při výše uvedeném nastavení sedadla natáhnout ruku a položit ji na volant. To je samozřejmě nutné provést tak, aby záda zůstala stále opřena do opěradla. Při zachování této podmínky by se ruka měla volantu dotýkat zápěstím. [8, 22, 24]

Volant je nutno držet v poloze tři čtvrtě na tři. Jiná poloha je v dnešní době považována za nepřípustnou. Jedině v této poloze držení volantu má řidič v případě nutnosti možnost maximálního pootočení volantem bez přehmatu. Na obě strany navíc pootočí volant vždy o stejný úhel a není poté problém po úhybném manévru vrátit vozidlo do původního směru jízdy. [8, 22, 24]

1.4.3 Zpětná zrcátka

Posledním úkonem řidiče před vyjetím s vozidlem, co se správné pozice za volantem týče, je správné nastavení zpětných zrcátek. Pohled do zrcátka by správně měl vycházet jen z pootočení hlavy či očí, nikoli z naklánění se, viz obr. č. 6. Informace o vozidlech jedoucích za vozidlem (a částečně vedle vozidla) lze tedy nejjednodušeji získat včasným pohledem do toho správného a správně seřízeného zrcátka. [21, 25]



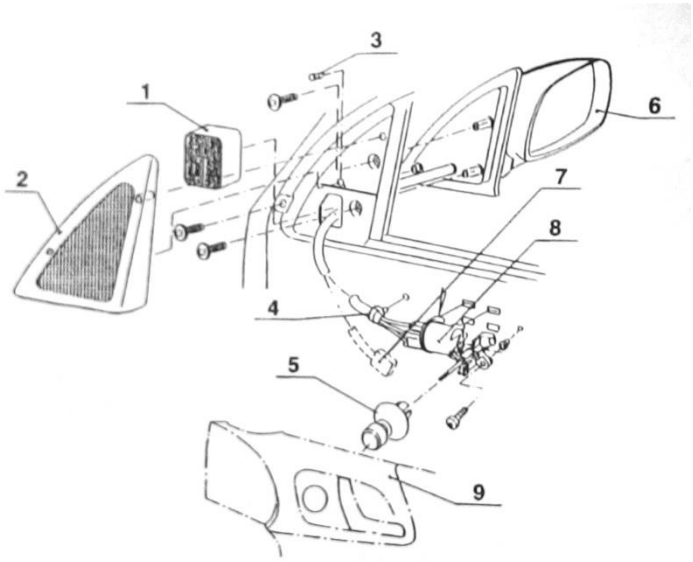
Obr. č. 6 Schematické znázornění oblasti výhledu z vozidla [21]

Vnější zpětná zrcátka

Pro bezpečnou jízdu jsou důležitá především vnější zrcátka. Umožňují lepší výhled na vozidla jedoucí vedle našeho vozidla, respektive jedoucí ve vedlejších jízdních pruzích. Vnější zrcátka je vhodné seřídit tak, aby v nich byla vidět kromě prostoru za vozidlem i malá část našeho vozidla (pro lepší orientaci v prostoru). [25]

Levé vnější zrcátko je nejčastěji využíváno před každým vybočením ze směru jízdy vlevo, např. při objíždění, předjíždění, při přejíždění do levého jízdního pruhu, při odbočování vlevo, při vyjíždění od okraje vozovky apod. [25]

Pravé vnější zrcátko (obr. č. 7) je nutné využít např. při přejíždění do pravého jízdního pruhu, v závěru předjíždění při zařazování se před předjeté vozidlo nebo při parkování. Při parkování si lze zrcátko sklopit níž k vozovce, aby v něm řidič mohl sledovat obrubník chodníku. [25]



Obr. č. 7 Ukázka konstrukce pravého vnějšího zpětného zrcátka: 1- těsnící podložka, 2 – vnitřní kryt zrcátka, 3 – průchodka, 4 – příchytka, 5 – kryt ovladače, 6 – vnější zpětné zrcátko, 7 – elektrické ovládání, 8 – ruční ovládání, 9 – krytka [21]

Vnitřní zpětné zrcátko

Vnitřním zrcátkem by měla být vidět co největší část zadního okna. K nejfrekventovanějšímu použití dochází např. při brzdění. Při vybočování ze směru jízdy lze informaci z vnitřního zrcátka využít pouze za doplňující a nedostatečnou. [25]

1.4.4 Přístrojová deska

Sdělovače zprostředkovaných informací by měly být maximálně čitelné a jednoduché a jen v nejnutnějším počtu. V základě je lze dělit na sdělovače kontrolní, varovné a kvantitativní.

Kontrolní sdělovače ukazují, zda je nějaké zařízení v provozu či ne. U aut je obyčejně tato informace poskytována o dálkových světlech apod.

Varovné signály nejčastěji upozorňují na činnosti zdrojů energie, tlaku oleje apod. Tyto druhy sdělovačů jsou řešeny pomocí signálního světla různých barev nebo různosti symbolů. [26]

Kvantitativní sdělovače nejčastěji informují o rychlosti dopravního prostředku, počtu otáček motoru, množství pohonných hmot, tlaku oleje, teplotě agregátů. Podle jejich důležitosti jsou různé požadavky na jejich uspořádání a na způsob vyjádření informace.

Sdělovače by měly být umístěny co nejblíže ke středu zorného pole, na hranici jeho optimálního rozsahu, aby pohled na sdělovače, které se kontrolují nejčastěji, neodvracel

pozornost od vozovky na příliš dlouhou dobu. V závislosti na umístění sdělovače v zorném poli se mění doba jeho čtení. Sdělovače mají být dimenzovány a osvětleny tak, aby zabezpečily co nejrychlejší možné čtení. [26]

Základní pravidla pro umístění sdělovačů na přístrojové desce upravují technické normy. Informace získané jednotlivými analyzátory přicházejí do centrálního nervového systému, kde jsou zpracovány, aby se na jejich podkladě uskutečnila pohybová činnost, nutná pro ovládání vozidla. Je třeba uvážit i okolnosti, které mají vztah k vozidlu a které mohou rušit nebo znesnadňovat celý proces zpracování informace. Jedná se zejména o vliv zevních podmínek na pracovní výkonnost řidiče a o stanovení základních norem prostředí, které zabezpečuje jeho nerušenou činnost. Správné uspořádání ovládačů automobilu snižuje nebezpečí nesprávné manipulace, zkracuje reakční dobu a zmenšuje únavu řidiče. Ovladače nesmějí ohrožovat vnitřní bezpečnost. Důležitým prvkem, který se vztahuje k místu řidiče, je, že rozměry ovladačů musejí odpovídat tělesným rozměrům řidiče. Aby se zabránilo zbytečným statickým svalovým kontrakcím, musí mít pohodlně sedící řidič dobrý výhled na dění vně vozidla a současně dosáhnout pohodlně na všechny ovladače. Ovládače musejí být umístěny vhodně a smějí vyžadovat jen takovou sílu, kterou mohou řidiči bez většího úsilí vyvinout. Správný smysl pohybu, pokud jde o směr ovládání, je velmi důležitý, protože při krizových reakcích provádí osoba navyklé pohyby. I poloha ovládačů musí mít správný vztah k jejich funkci. [26]

2 STANOVENÍ CÍLŮ PRÁCE

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 doby jejich zpracování.

2.1 CÍLE

Cílem diplomové práce je stanovit a statisticky vyhodnotit obvyklou dobu a frekvenci pozorování objektů ve zpětných zrcátkách a přístrojové desky. Na základě probádání stávající problematiky za pomoci literární rešerše budou provedena vlastní měření obvyklé doby pozorování a frekvence během naplánovaných testovacích jízd. Na autorovi práce je zorganizovat všechny potřebné atributy pro tato měření jako je: zajištění reprezentativního vzorku řidičů, naplánování testovací trasy v dostatečně dlouhé délce a následné vyhodnocení videozáznamů z testovacích jízd. Tato data poté budou vyhodnocena, přičemž autor práce stanoví závěry týkající se řešené problematiky. Tyto závěry poté budou uzavírat diplomovou práci a budou tak důležitým výstupem například pro další využití v oboru analýzy silničních nehod v praxi.

2.2 PROSTŘEDKY PRO SPLNĚNÍ CÍLŮ

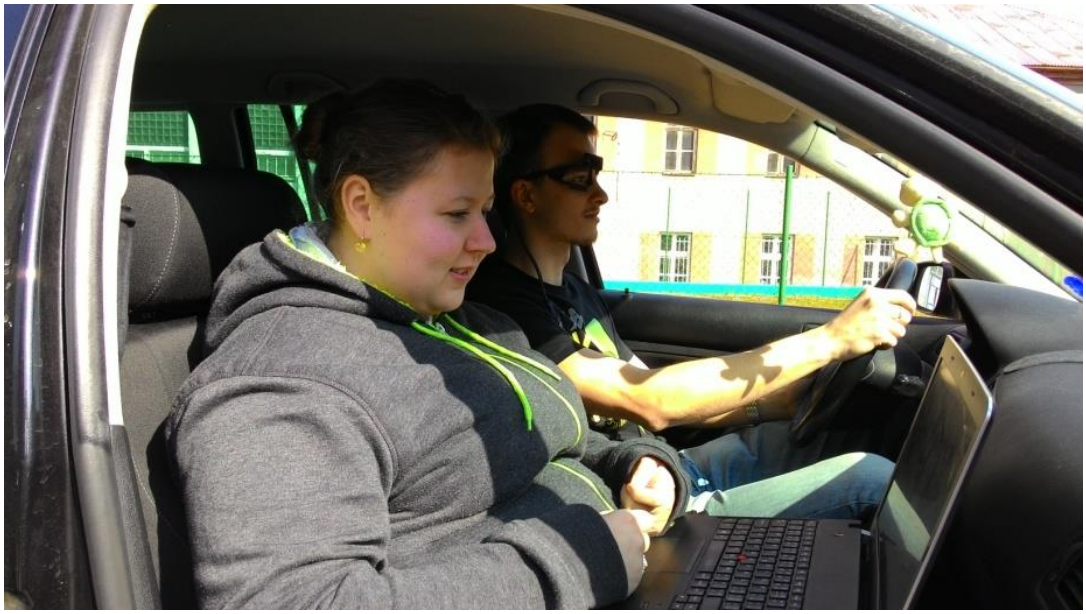
Pro splnění hlavních cílů této práce bylo zapotřebí z Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně zapůjčit specializované zařízení zvané eyetracker s potřebným vybavením (notebook, software, kalibrační terčík). Splnění cílů by též nebylo možné bez zajištění testovacího vozidla. Jelikož autor sám disponuje odpovídajícím vozidlem, rozhodl se pro jeho využití pro potřeby měření v rámci diplomové práce. V neposlední řadě nelze opominout potřebný vzorek řidičů, díky nimž mohla být vůbec měření uskutečněna.

3 METODIKA MĚŘENÍ

3.1 PŘÍPRAVA MĚŘENÍ

Pro započetí měřícího procesu byly nutné tyto přípravné kroky:

- Příprava a nastavení měřícího zařízení eyetracker (obr. č. 8)
- Vhodné nastavení záznamového softwaru
- Opatření testovacího vozidla
- Zajištění účasti dostatečně zkušených řidičů
- Zmapování a odzkoušení testovací trasy (dostatečná délka a frekvence provozu)



Obr. č. 8 Příprava eyetrackeru před testovací jízdou [27]

3.2 KALIBRACE ZAŘÍZENÍ

Kalibrace měřícího zařízení (obr. č. 9, 10) patří k důležitým součástem samotného procesu měření. Správná a přesná kalibrace je nutná k dosažení relevantních výsledků. Kalibrace se provádí pomocí kruhového terčíku dodávaného spolu s eyetrackerem a speciálního softwaru, který je nainstalovaný v notebooku a pomocí USB propojen s eyetrackerem. Kalibrace je třeba provést přímo ve vozidle, kde je testovaný řidič pohodlně usazen a připraven k jízdě. Testovaný řidič si nasadí eyetracker a pouze očima sleduje kruhový terč, nesmí hýbat s hlavou a měnit tak směr svého zorného pole. Osoba stojící před vozidlem pohybuje terčíkem v zorném poli řidiče. V každé pozici terče se musí řidič na terč podívat. Software v notebooku zaznamená danou pozici a kalibruje zařízení pro danou část

zorného pole. Aby byla kalibrace co nejpřesnější, je nutné kalibraci provést nejméně na 16 různých bodech zorného pole řidiče a to tak, aby se rovnoměrně pokrylo celé zorné pole řidiče. Po kalibraci je provedeno ještě zkušební měření na místě, aby se zjistily případné odchylky kalibrace. Řidič při zkušebním měření sleduje terčík a na notebooku se kontroluje, zda pohyb jeho oka odpovídá dráze pohybu terčíku. Po ujištění, že je eyetracker správně a důkladně zkalibrovaný, může řidič započít testovací jízdu.

Obr. č. 9 Manuální kalibrace pomocí terčíku [27]

Obr. č. 10 Manuální kalibrace pomocí terčíku – pohled z vozidla [27]

3.3 MĚŘENÍ

Po kalibraci řidič započne testovací jízdu z areálu Ústavu soudního inženýrství, kde se na parkovišti provedla kalibrace. Po vyjetí na hlavní komunikaci dojde ke startu záznamu testovací jízdy. Použitý eyetracker je vybaven dvěma kamerami. Do notebooku se z jedné kamerky eyetrackeru nahrává vnější okolí řidiče, tj. pohled do zpětných zrcátek, provoz na komunikaci, chodci apod. Druhá kamerka snímá a zaznamenává pohyby řidičova oka po celé délce měřeného úseku. Testovací jízda končí opět návratem k areálu Ústavu soudního inženýrství.

3.4 VYHODNOCENÍ VIDEOZÁZNAMU

Jednotlivé natočené videozáznamy byly vyhodnoceny pomocí programu CyberLink PowerDirector 13. Každé video bylo potřeba analyzovat po jednotlivých snímcích (frame), aby poté bylo možné vypočítat dobu fixace lidského oka na specifické předměty během testovací jízdy. Tato data jsou poté vyhodnocena do histogramu programem Microsoft Excel. Z naměřených dat jsou pro tuto diplomovou práci důležitá především: frekvence, četnost a obvyklá doba pozorování vybraných předmětů.

4 ANALÝZA OBVYKLÉ DOBY POZOROVÁNÍ SPECIFICKÝCH OBJEKTŮ ŘIDIČEM

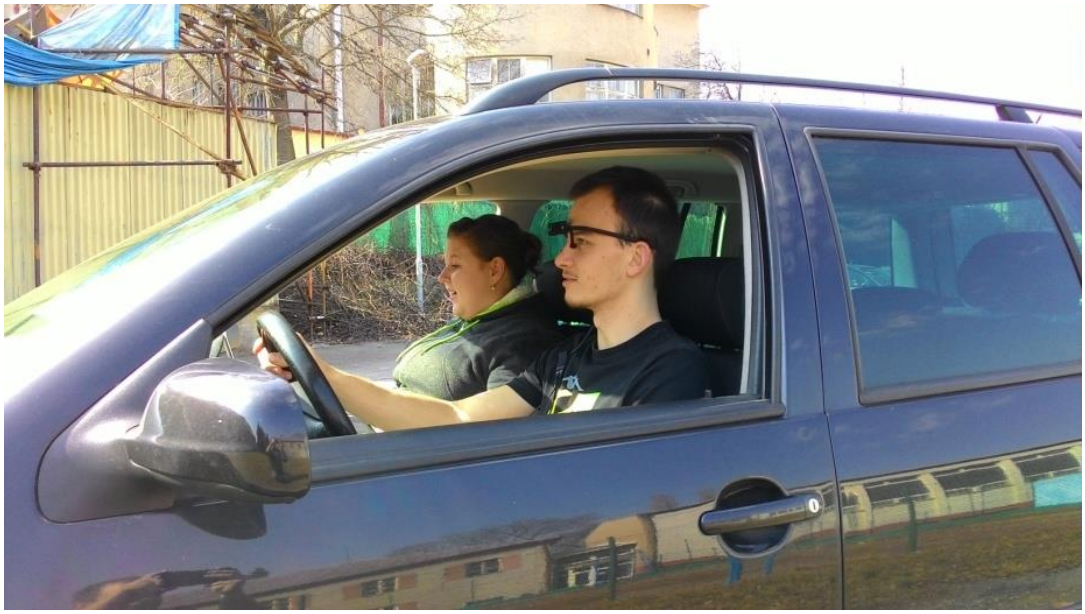
4.1 PODMÍNKY MĚŘENÍ

4.1.1 Měřící zařízení

Za účelem měření obvyklé doby pozorování bylo z Ústavu soudního inženýrství VUT sídlícího v Brně zapůjčeno zařízení eyetracker (obr. č. 11, 12), jenž bylo zkonstruováno firmou Pupils-labs. Zařízení se skládá ze dvou kamer, jedna snímá oko řidiče a druhá okolí řidiče. Kostra zařízení byla vytisknuta na 3D tiskárně z PLA plastu.

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

Tab. č. 1 Specifikace měřícího zařízení [28]



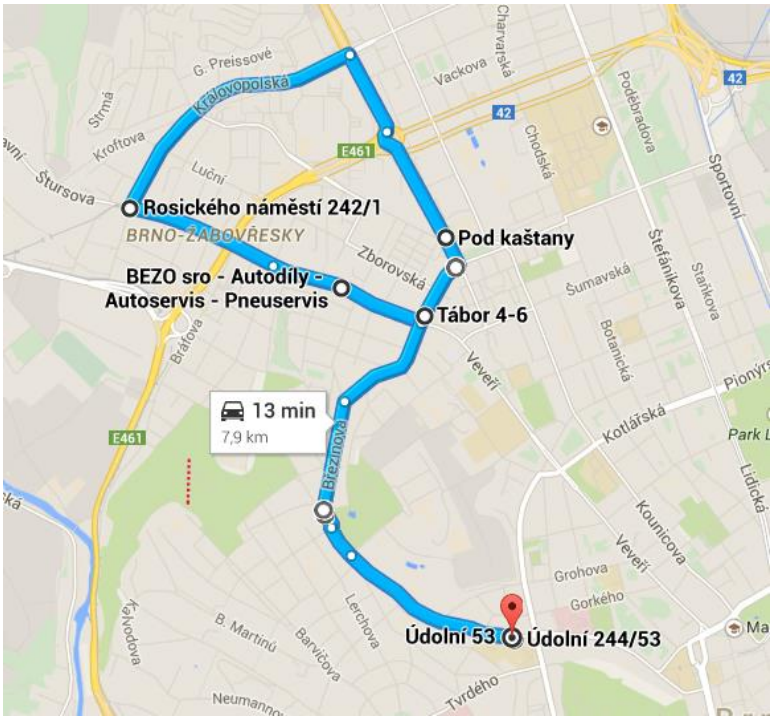
Obr. č. 11 Ukázka eyetrackeru při použití v praxi [27]

Obr. č. 12 Snímací zařízení eyetracker [28]

4.1.2 Úsek měření

Měření probíhalo v Brně na 8km úseku (obr. č. 13), který začínal a končil v areálu Ústavu soudního inženýrství. Doby jednotlivých jízd se pohybovaly v rozmezí 12 až 15 minut.

Všechna měření probíhala za podobných klimatických podmínek, protože pokud mrholilo nebo bylo příliš jasno, nedařila se správná kalibrace měřicího přístroje. Většina měření proběhla, když bylo mírně zataženo nebo pod mrakem.



Obr. č. 13 Testovací trasa [29]

4.1.3 Testovací jízda

Každá testovací jízdy se skládala z jednotlivých kroků:

- Pohodlné usazení řidiče ve voze
- Seřízení bezpečnostních a komfortních prvků dle řidičových požadavků
- Pohodlné a stabilní nasazení eyetrackeru na řidičovu hlavu
- Kalibrace eyetrackeru před zahájením každé jízdy
- Zahájení testovací jízdy (zároveň také počátek videozáznamu)
- Konec testovací jízdy a uložení natočeného záznamu do PC

4.1.4 Objekty měření (řidiči)

Pro testovací jízdy bylo vybráno 15 zkušených řidičů ve věkovém rozpětí od 24 let do 42 let. Mezi řidiči byly také 3 ženy. S řidiči bylo provedeno 15 testovacích jízd. U jednoho řidiče však došlo k selhání záznamového zařízení, tudíž záznam z jízdy není kompletní a není vhodný pro další zpracování v rámci analýzy. Dva řidiči měli bohužel netypickou stavbu lebky, jejich oční důlky byly příliš zapadlé a kůže spodního víčka bránila snímání oka infračervenou kamerou. K následné analýze obvyklé doby pozorování bylo tedy ve výsledku použito 13 videozáznamů testovacích jízd.

Řidič	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Věk	24	28	29	23	25	26	24
Pohlaví	muž	muž	muž	žena	žena	muž	muž
Celková doba jízdy [s]	758	818	750	878	875	848	966
Řidič	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
Věk	26	32	28	26	27	26	
Pohlaví	muž	muž	muž	muž	muž	muž	
Celková doba jízdy [s]	766	1002	883	896	829	811	

Tab. č. 2 Charakteristika testovacích řidičů a jejich jízd [27]

4.1.5 Testovací vozidlo

K testovacím jízdám autor práce použil své soukromé vozidlo.

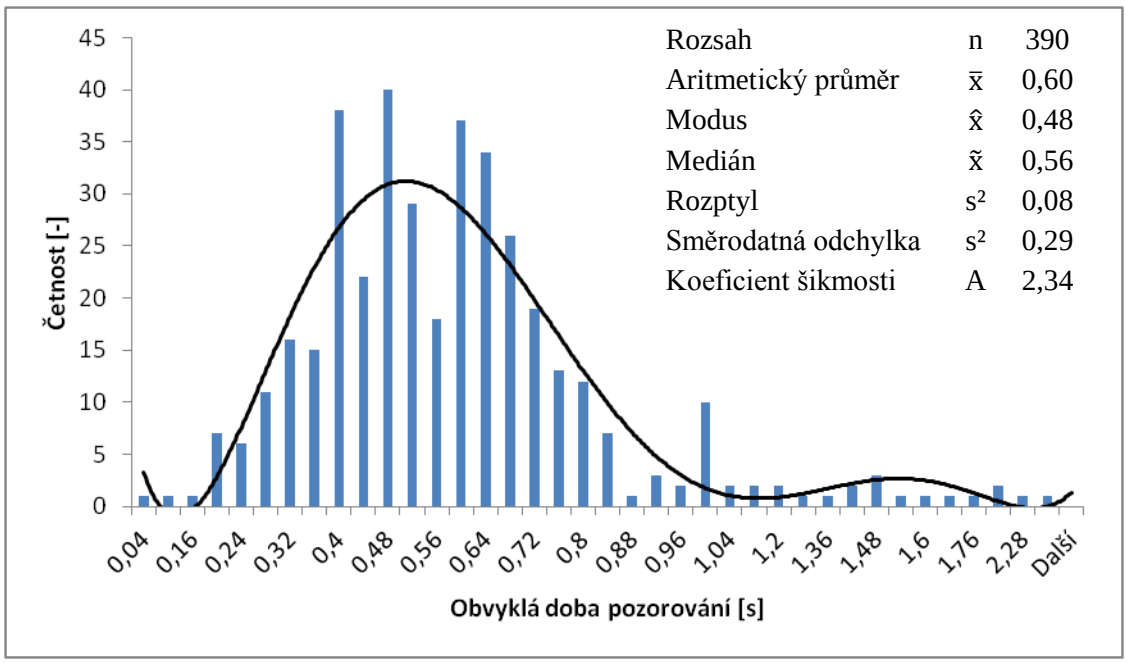
Značka a typ vozidla	VW Bora Variant
Motor	1,9 TDI PD 110 Kw
Rok výroby	2004
Barva	černá
Rozměry (d x š x v)	4420 x 1740 x 1490 mm
Provozní hmotnost	1368 kg

Tab. č. 3 Technické specifikace testovacího vozidla [27]

4.2 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT

4.2.1 Analýza pohledu do levého zpětného zrcátka

Pro analýzu obvyklé doby pozorování levého zpětného zrcátka bylo k dispozici nejvíce dat, řidiči se během jízdy do levého zpětného zrcátka dívali v průměru 30×. Řidiči pohledem do levého zpětného zrcátka nejčastěji kontrolovali, zda je nepředjíždí jiné vozidlo nebo ho využívali místo vnitřního zrcátka ke kontrole situace za testovacím vozidlem.



Histogram č. 1 Obvyklá doba pozorování levého zpětného zrcátka

Nejfrekventovanější doba pozorování levého zpětného zrcátka se pohybuje v rozmezí 0,32 až 0,80 sekundy. Řidiči se do levého zpětného zrcátka dívali přibližně každých

31 sekund. Rozložení dob pozorování levého zpětného zrcátka se na první pohled řídí normálním rozdělením.

Řidič	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Počet pohledů	16	22	18	13	14	26	24
Celková délka pohledu [s]	9,0	11,5	5,8	5,8	7,9	16,6	14,2
Procentuální podíl [%]	1,2	1,4	0,8	0,7	0,9	2,0	1,5
Řidič	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
Počet pohledů	31	56	51	26	35	58	
Celková délka pohledu [s]	20,7	41,1	32,3	14,2	17,2	37,2	
Procentuální podíl [%]	2,7	4,1	3,7	1,6	2,1	4,6	

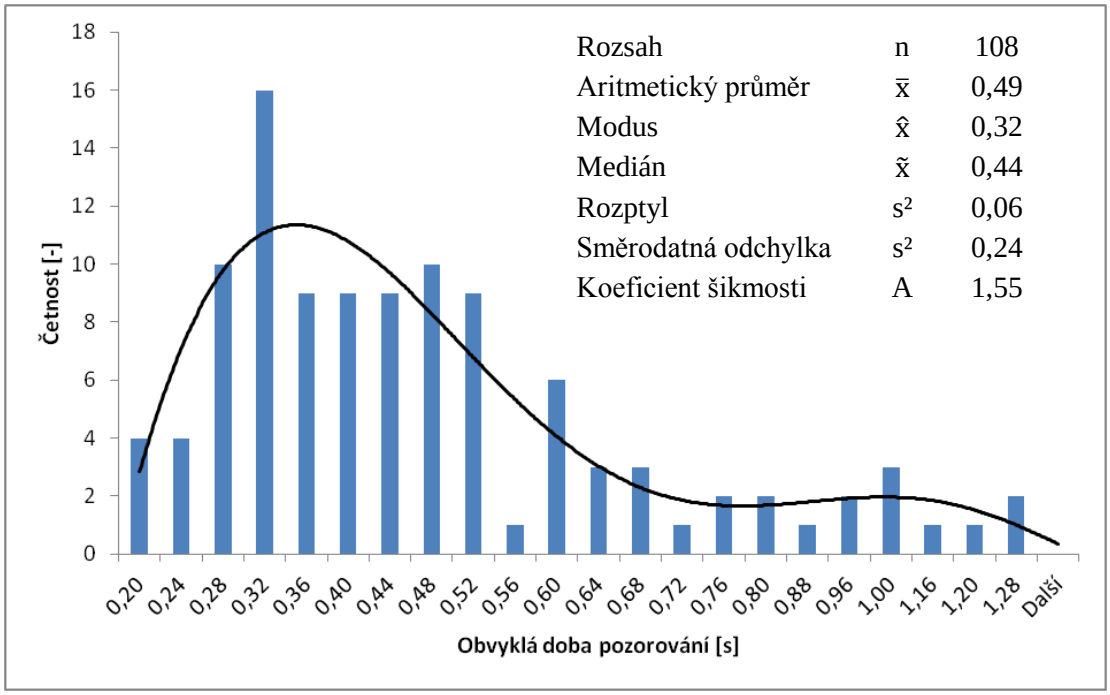
Tab. č. 4 Analýza pozorování levého zpětného zrcátka

Počty pohledů do levého zpětného zrcátka se testovacích řidičů od sebe značně liší. Tento fakt lze přisuzovat osobním návykům jednotlivých řidičů při kontrole prostoru za vozidlem. Je zcela zřejmé, že řidiči s nízkým počtem pohledů do levého zpětného zrcátka využívali ke kontrole provozu za sebou především vnitřní zpětné zrcátko, naopak řidiči s vyšší frekvencí jsou zvyklí téměř veškerou kontrolu provozu za vozidlem zajistit pomocí pohledu do levého zpětného zrcátka.

Obr. č. 14 Ukázka z analyzovaného videozáznamu [27]

4.2.2 Analýza pohledu do pravého zpětného zrcátka

Pohled do pravého zrcátka byl nejméně frekventovanou činností řidičů během zkušební jízdy. Tento fakt lze přisuzovat volbě testovací trasy v městské zástavbě, kde je v reálném provozu jen minimální potřeba kontroly pravého zpětného zrcátka, protože zde dochází jen zřídka k předjížděcím manévrům. Pravé zrcátko řidiči při testu využívali pouze v případech, kdy objížděli jiná vozidla stojící u krajnice.



Histogram č. 2 Obvyklá doba pozorování pravého zpětného zrcátka

Nejfrekventovanější doba pozorování pravého zpětného zrcátka se pohybuje v rozmezí 0,28 až 0,60 sekundy. Řidiči se do levého zpětného zrcátka na daném úseku dívali přibližně jednou za 1 minutu a 38 sekund.

Řidič	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Počet pohledů	2	5	9	9	2	10	6
Celková délka pohledu [s]	0,7	1,8	3,5	5,0	1,2	7,7	2,3
Procentuální podíl [%]	0,1	0,2	0,5	0,6	0,1	0,9	0,2
Řidič	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
Počet pohledů	20	11	10	14	5	5	
Celková délka pohledu [s]	10,0	6,6	3,7	6,0	2,0	2,1	
Procentuální podíl [%]	1,3	0,7	0,4	0,7	0,2	0,3	

Tab. č. 5 Analýza pozorování pravého zpětného zrcátka

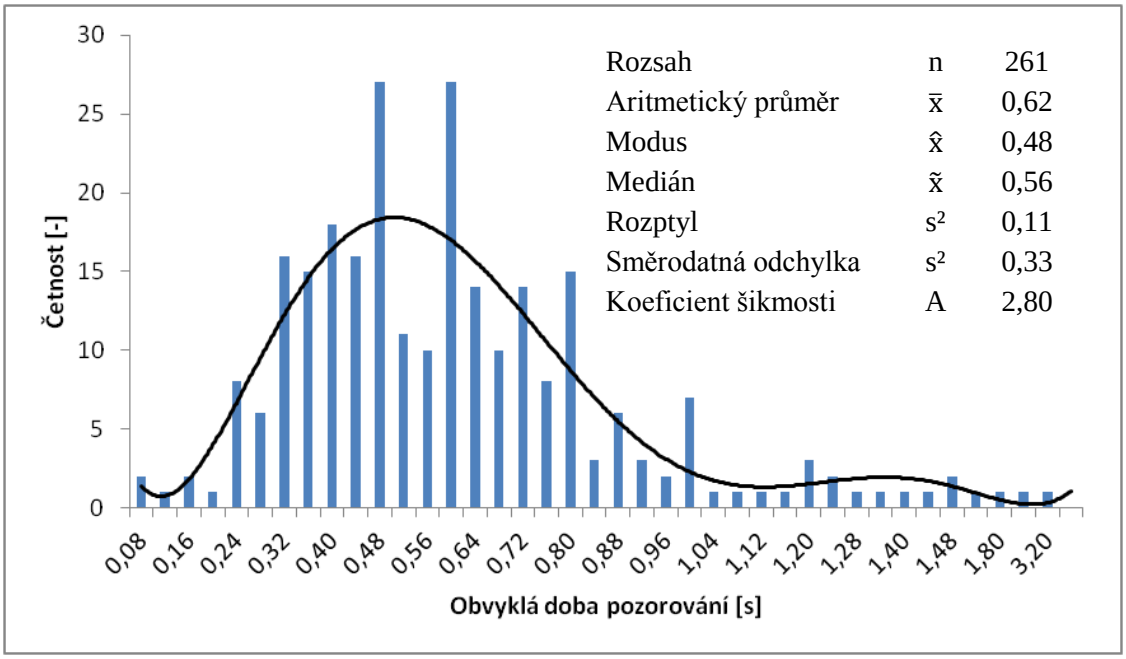
Výrazně vyšší počet pohledů do pravého zpětného zrcátka byl zaznamenán u řidičů č. 8 a č. 11. Jelikož se na testovací trase vyskytovala dráha tramvajové a trolejbusové linky,

byli tito řidiči častěji nuceni užít pravého zpětného zrcátka pro kontrolu během předjížděcího manévru. Během testovacích jízd byly tyto události nahodilé, tudíž někteří řidiči během testu nepotkali vozidla linkové dopravy vůbec, jiní se s nimi setkali i dvakrát nebo třikrát za testovací jízdu.

Obr. č. 15 Ukázka analýzy videozáznamu [27]

4.2.3 Analýza pohledu do vnitřního zpětného zrcátka

Vnitřní zpětné zrcátko v naprosté většině případů sloužilo ke kontrole prostoru za testovacím vozidlem. Doba pozorování vnitřního zpětného zrcátka se v některých situacích během jízdy rapidně prodlužovala např. při stání na světelné křižovatce či při čekání za tramvají stojící v zastávce.



Histogram č. 3 Obvyklá doba pozorování vnitřního zpětného zrcátka

Nejfrekventovanější doba pozorování vnitřního zpětného zrcátka se pohybuje v rozmezí 0,32 až 0,80 sekundy. Řidiči se do vnitřního zpětného zrcátka dívali přibližně každých 41 sekund.

Řidič	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Počet pohledů	15	5	7	20	28	44	24
Celková délka pohledu [s]	9,7	2,2	3,0	11,1	14,1	26,6	15,6
Procentuální podíl [%]	1,3	0,3	0,4	1,3	1,6	3,1	1,6
Řidič	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
Počet pohledů	55	27	5	1	18	14	
Celková délka pohledu [s]	35,8	21,4	3,0	0,4	9,3	8,4	
Procentuální podíl [%]	4,7	2,1	0,3	0,0	1,1	1,0	

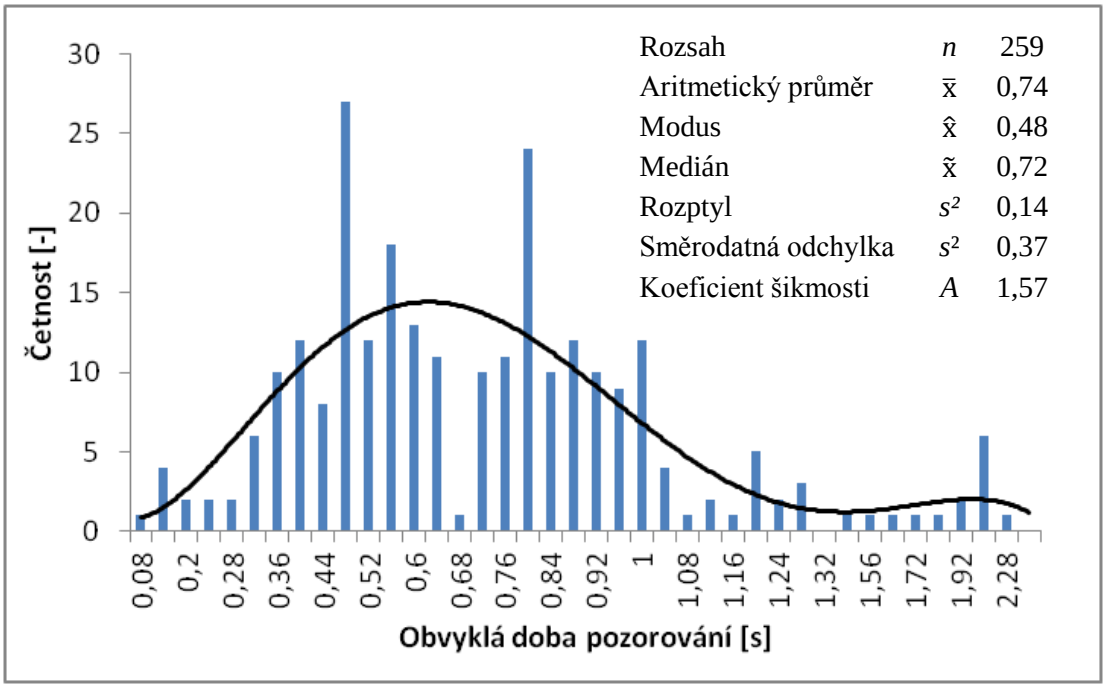
Tab. č. 6 Analýza pozorování vnitřního zpětného zrcátka

Z jízdy řidičů č. 6 a č. 8 je patrné, že preferují pro kontrolu provozu za vozidlem především vnitřní zpětné zrcátko před bočními zpětnými zrcátky.

Obr. č. 16 Snímek z analýzy pohledu do vnitřního zpětného zrcátka [27]

4.2.4 Analýza pohledu na přístrojovou desku

Vzhledem k tomu, že byla testovací trasa situována do městské zástavby, docházelo nejčastěji při pohledu na přístrojovou desku ke kontrole rychlosti, aby se eliminovalo riziko překročení dopravních předpisů. Někteří řidiči často pohledem kontrolovali výši otáček motoru. Jelikož bylo testované auto vybaveno vznětovým motorem, řidiči se snažili zbytečně nepodtáčet motor, aby nedocházelo k zhoršení jízdního komfortu posádky vlivem nepříjemných vibrací od podtočeného motoru.



Histogram č. 4 Obvyklá doba pozorování přístrojové desky

Nejfrekventovanější doba pozorování přístrojové desky se pohybuje v rozmezí 0,36 až 1,00 sekundy. Řidiči se do levého zpětného zrcátka dívali přibližně každých 39 sekund.

Řidič	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Počet pohledů	26	11	21	43	58	18	21
Celková délka pohledu [s]	19,2	3,6	11,3	29,0	42,3	15,1	19,6
Procentuální podíl [%]	2,5	0,4	1,5	3,3	4,8	1,8	2,0
Řidič	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
Počet pohledů	21	14	8	7	11	0	
Celková délka pohledu [s]	15,0	14,8	7,0	6,0	8,9	0,0	
Procentuální podíl [%]	2,0	1,5	0,8	0,7	1,1	0,0	

Tab. č. 7 Analýza pozorování přístrojové desky

Vyšší frekvence pohledů na přístrojovou desku se vyskytovala především u žen, tedy řidiči č. 4 a č. 5. Nešlo sice o řidiče začátečníky, ovšem v porovnání s ostatními řidiči bylo znatelné, že měli méně řidičských zkušeností.

U řidiče č. 13 se vyskytla situace, že při analýze záznamu nedošlo k zachycení ani jednoho pohledu na přístrojovou desku. Dle osobní výpovědi řidiče byla tato skutečnost přisouzena opatrnosti, jelikož nebyl zvyklý pohybovat se v tak frekventovaném provozu velkoměsta, proto se věnoval především kontrole okolního provozu. Malou měrou byl tento fakt také podpořen tím, že řidič neřídil vlastní vozidlo, na které nebyl zvyklý.

Obr. č. 17 Ukázka kontroly otáček motoru [27]

5 ZÁVĚRY

Během řízení vycházejí činnosti řidiče z vizuálního zpracování komplexu informací, které souhrnně vytvářejí dopravní situaci. Největší množství informací podstatných pro účastníky provozu je vnímáno opticky, čímž se dostáváme k otázce zvyšování bezpečnosti vizuální vnímání řidiče. Právě schopností rozptýlit řidiče po různě dlouhou dobu, někdy však nezbytnou, se vyznačují prvky jako zpětná vozidlová zrcátka a přístrojová deska.

K nejfrekventovaněji pozorovaným z kritických prvků patřilo levé zpětné zrcátko. Řidiči věnovali pohledu do levého zpětného zrcátka 2,1% času z celkové doby jízdy, přičemž délka jednoho takového pohledu průměrně trvala 0,6 sekundy. Levé zpětné zrcátko využívali všichni testovaní řidiči nejčastěji ke kontrole provozu za vozidlem bez ohledu na míru zkušeností řízení v městském provozu.

Naopak oproti tomu pohled do pravého zpětného zrcátka lze zařadit k nejméně frekventovaným prvkům, které rozptylovaly pozornost testovacích řidičů. Řidičů pravému zpětnému zrcátku věnovali pouze 0,5% z celkové doby jízdy v průměrné délce jednoho pohledu 0,49 sekundy. Nesmí však být opomenuto, že v této diplomové práci probíhala veškerá měření v městské zástavbě, kde, jak již bylo v kapitolách výše řečeno, nedochází k tolika předjížděcím nebo úhybným manévrům jako při jízdě mimo zástavbu. Toto může být podnětem k dalšímu bádání v oblasti srovnání obvyklé doby pozorování zpětných zrcátek ve městě a mimo město. S jistotou budou mít tato odlišná prostředí vliv především na změnu frekvence pozorování pravého zpětného zrcátka.

K druhému nejčastěji pozorovanému z vybraných prvků patřil pohled do vnitřního zpětného zrcátka. Průměrná délka jednoho pohledu trvala 0,62 sekundy. Z celkové doby jízdy mu řidiči věnovali 1,4% času. Vnitřní zpětné zrcátko sloužilo k získávání informací o provozu za vozidlem, délka pohledu do něho se často velice lišila v závislosti, zda bylo vozidlo v pohybu nebo stálo při čekání na křižovatce.

Přístrojové desce věnovali řidiči nejdelší průměrnou délku pohledu, tedy 0,74 sekundy a 1,8% času z celkové doby jízdy. Intenzita pozorování přístrojové desky se lišila dle zkušeností a pohlaví řidičů. Pohled na přístrojovou desku měl za účel především kontrolu rychlosti vozidla, případně kontrolu otáček motoru.

Celkově řidiči odvraceli svou pozornost ke zpětným zrcátkům a přístrojové desce v 5,8% z celkového času testovacích jízd. V rozsahu 1 minuty to tedy znamení přibližně 3,5 sekundy. Přičteme-li k tomuto času ještě další doby pozorování jiných prvků provozu (cíle

bádání prací jiných autorů) jako jsou například dopravní značky, semafory, reklamní prvky atp., vychází nám již nezanedbatelná hodnota doby, kdy se řidič takzvaně nevěnuje řízení.

Oproti předchozím výzkumům Bláhové [2] a Sedláka [4] vychází naměřené doby pozorování nepatrně kratší (respektive se blíží spíše k dolní hranici jejich rozmezí), což dle autorova názoru opět vybízí k výzkumu srovnání obvyklé době pozorování v městském i mimoměstském provozu. Jelikož městský provoz oproti mimoměstskému vyžaduje po řidiči vyšší míru pozornosti, častější reakce na krizové situace a celkově je vyvíjen vyšší tlak na jeho řidičské schopnosti, mohlo by toto srovnání přinést zajímavé výsledky.

Lze předpokládat, že výsledky provedených měření alespoň malou měrou přispějí dopravním expertům k řešení problémů v oblasti analýzy silničních nehod či dokonce k řešení snížení nehodovosti na silnicích.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Veličina	Zkratka
Rozsah	n
Aritmetický průměr	$\bar{x}$
Modus	$\hat{x}$
Medián	$\tilde{x}$
Rozptyl	s^2
Směrodatná odchylka	s^2
Koeficient šikmosti	A

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Podrobné schéma stavby lidského oka [11] 15

Obr. č. 2 Zařízení připevňující se přímo na hlavu [18] 22

Obr. č. 3 Zařízení automaticky sledují hlavu během pohybu [19] 22

Obr. č. 4 Úhlová rozmezí pro pohyby očí a hlavy [21] 26

Obr. č. 5 Nastavení polohy opěradla [23] 26

Obr. č. 6 Schematické znázornění oblasti výhledu z vozidla [21] 28

Obr. č. 7 Ukázka konstrukce pravého vnějšího zpětného zrcátka: 1- těsnící podložka, 2 – vnitřní kryt zrcátka, 3 – průchodka, 4 – příchytka, 5 – kryt ovladače, 6 – vnější zpětné zrcátko, 7 – elektrické ovládání, 8 – ruční ovládání, 9 – krytka [21] 29

Obr. č. 8 Příprava Eyetrackeru před testovací jízdou [27] 32

Obr. č. 9 Manuální kalibrace pomocí terčíku [27] 33

Obr. č. 10 Manuální kalibrace pomocí terčíku – pohled z vozidla [27] 33

Obr. č. 11 Ukázka Eyetrackeru při použití v praxi [27] 35

Obr. č. 12 Snímací zařízení Eyetracker [28] 36

Obr. č. 13 Testovací trasa [29] 36

Obr. č. 14 Ukázka z analyzovaného videozáznamu [27] 39

Obr. č. 15 Ukázka analýzy videozáznamu [27] 41

Obr. č. 16 Snímek z analýzy pohledu do vnitřního zpětného zrcátka [27] 43

Obr. č. 17 Ukázka kontroly otáček motoru [27] 44

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Specifikace měřícího zařízení [28] 35

Tab. č. 2 Charakteristika testovacích řidičů a jejich jízd [27] 37

Tab. č. 3 Technické specifikace testovacího vozidla [27] 38

Tab. č. 4 Analýza pozorování levého zpětného zrcátka 39

Tab. č. 5 Analýza pozorování pravého zpětného zrcátka 40

Tab. č. 6 Analýza pozorování vnitřního zpětného zrcátka 42

Tab. č. 7 Analýza pozorování přístrojové desky 44

SEZNAM HISTOGRAMŮ

Histogram č. 1 Obvyklá doba pozorování levého zpětného zrcátka 38

Histogram č. 2 Obvyklá doba pozorování pravého zpětného zrcátka 40

Histogram č. 3 Obvyklá doba pozorování vnitřního zpětného zrcátka 42

Histogram č. 4 Obvyklá doba pozorování přístrojové desky 43

LITERATURA

[1] BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM s.r.o., Brno 1999.

[2] 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.

[3] GREGORA, J., KORČ, P.: Rozjezd vozidel a možnost jeho zpozorování z kolmého směru. Zábrana škod 2. SNTL, Praha, 1983.

[4] 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.

[5] SEDLÁK, R. Zrakové vnímání. In Sborník anotací a CD s plným zněním příspěvků. Brno: 2010. s. 1-10. ISBN: 978-80-214-4090- 6.

[6] BARTÁK, Matěj. *Autoškola 2015: značky, pravidla a testy platné od 1.1.2015*. Vyd. 4. Praha: Plot, 2014, 318 s. ISBN 978-80-7428-249-2.

[7] 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

[8] Vnímání a předvídavý způsob jízdy. In: *BESIP* [online]. 2012 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/vnimani-a-predvidavy-zpusob-jizdy

[9] Stavba oka. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/486-stavba-oka

[10] Lidské oči. In: *Vidění.cz* [online]. 26.10.2009, 10.4.2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.videni.cz/oko/4-oci

[11] Zrak. In: *Lidské smysly* [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.lidske-smysly.wbs.cz/Zrak.html

[12] DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 9788024732404.

[13] BESIP. *BESIP* [online]. 2012 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: www.ibesip.cz

[14] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, 223 s. ISBN 80-7178-542-3.

[15] ŠTIKAR, Jiří, Jana ŠMOLÍKOVÁ a Jiří HOSKOVEC. *Psychologie v dopravě*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 275 s. Učební texty (Univerzita Karlova. Filozofická fakulta). ISBN 80-246-0606-2.

[16] Witzner Hansen, Dan; Qiang Ji (March 2010). "In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze". *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* **32** (3): 478–500.doi:10.1109/tpami.2009.30.

[17] Majaranta, P., Aoki, H., Donegan, M., Hansen, D.W., Hansen, J.P., Hyrskykari, A., Räihä, K.J., *Gaze Interaction and Applications of Eye Tracking: Advances in Assistive Technologies*, IGI Global, 2011

[18] Are You Ready for Eye Tracking to be Part of Daily Life?. In: *LC Technologies, Inc.* [online]. 21.11.2013 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.elearning-psychologie.de/elearning/head_mounted_eyetracker_large.jpg

[19] Eyetracker warns against momentary driver drowsiness. In: *Fraunhofer* [online]. 12.10.2010 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/en/press-media/2010/grossbild/pi68_IDMT%20Eyetracker_g.jpg

[20] This eye is tracking. In: *TOBII* [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.tobii.com/en/what-is-eye-tracking/

[21] VLK, František. *Karosérie motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 243 s. ISBN 80-238-5277-9.

[22] Určování důležitosti informací a pozornost. In: *BESIP* [online]. 2012 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/urcovani-dulezitosti-informaci-a-pozornost

[23] PŘEHLED BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMŮ VOLVO. In: *VOLVOCARS* [online]. 2012 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://volvocars.spx-car.cz/bezpecnostni-prvky-volvo/

[24] Správná pozice za volantem a jeho držení. In: *BESIP* [online]. 2012 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/spravna-pozice-za-volantem-a-jeho-drzeni

[25] SCHRÖTER, Zdeněk. *Autoškola? Pohodlně!: duben 2014*. 12., aktualit. vyd. Plzeň: Agentura Schröter, 2014, 288 s. ISBN 978-80-87803-02-8.

[26] VLK, František. *Stavba motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 499 s. ISBN 80-238-8757-2.

[27] Archiv kolektivu autorů: Krejčí V., Tlačbabová J., Nováková D.

[28] Pupil-labs. *Pupil-labs* [online]. [cit. 2015-02-02]. Dostupné z:

http://pupil-labs.com/pupil/

[29] *Portál www.google.com* [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: https://www.google.cz/maps/