

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

# METODIKA PRO POSOUZENÍ MOŽNOSTI SPRÁVNĚ VYHODNOTIT DOPRAVNÍ SITUACI ŘIDIČEM V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI JÍZDY POZOROVANÉHO VOZIDLA JEDOUCÍHO PO HLAVNÍ SILNICI

METHODOLOGY FOR EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF CORRECT ASSESSMENT OF A  
TRANSPORT SITUATION BY DRIVERS DEPENDING ON THE SPEED OF THE OBSERVED  
VEHICLE AT MAIN ROAD

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. MICHAL VLČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ROBERT SEDLÁK

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2011/12

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Ing. Michal Vlček

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:

**Metodika pro posouzení možnosti správně vyhodnotit dopravní situaci řidičem v závislosti na rychlosti jízdy pozorovaného vozidla jedoucího po hlavní silnici**

v anglickém jazyce:

**Methodology for Evaluation of the Possibility of Correct Assessment of a Transport Situation by Drivers Depending on the Speed of the Observed Vehicle at Main Road**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studenta je vytvořit metodiku pro zjištění, zda příp. jakým způsobem rychlost jízdy pozorovaného vozidla ovlivňuje správnost vyhodnocení dopravní situace řidičem vjíždějícího z vedlejší silnice na hlavní, popsat získaná data včetně způsobu jejich vyhodnocení.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je zejména:

- vytvořit metodiku pro zjištění vlivu rychlosti jízdy pozorovaného vozidla na správnost vyhodnocení dopravní situace řidičem v jedné dopravní situaci
- popsat získaná data
- navrhnout způsob vyhodnocení získaných dat

Seznam odborné literatury:

- [1]POLÁŠEK, J.: Technický sborník oční optiky, SNTL, Praha 1975.  
[2]ČERNOCHOVÁ, D.: Vizuální orientace v dopravě a psychická zátěž řidiče, Sborník příspěvků z mezinárodní odborné konference „Prevence dopravní nehodovosti v resortu Ministerstva obrany“, VELITELSTVÍ VÝCVIKU – VOJENSKÁ AKADEMIE VE VYŠKOVĚ , Vyškov 2009.  
[3]HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J.: Fyzika část 4, Elektromagnetické vlny – optika – relativita, VUTIUM, PROMETHEUS, Brno 2000  
[4]GANONG, F., W.: Přehled lékařské fyziologie, H&H, Praha 1999

Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Sedlák

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 1.11.2011



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.  
ředitel vysokoškolského ústavu

## ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá metodikou pro posouzení možnosti správně vyhodnotit dopravní situaci řidičem v závislosti na rychlosti jízdy pozorovaného vozidla jedoucího po hlavní silnici. Je v ní nastíněno vidění z fyzikálního hlediska, zrakové ústrojí člověka a zrak jako nezbytný element v dopravě a dopravní situace s různými rychlostmi.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Zrakové ústrojí člověka, doprava, rychlost vozidla, poloha vozidla.

## ABSTRACT

This master thesis deals with methodology for the possibility of properly evaluation the traffic situation by the driver based on the speed observation of a vehicle moving along the main road. It is outlined from the physicist aspect of the visual system of man and the vision of the man as a required element in the transport and traffic situation with variable speed.

## KEY WORDS

Visual system of the man, transportation, speed of the vehicle, position of a vehicle.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VLČEK, M. *Metodika pro posouzení možnosti správně vyhodnotit dopravní situaci řidičem v závislosti na rychlosti jízdy pozorovaného vozidla jedoucího po hlavní silnici.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. 82 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Robert Sedlák.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce Ing. Robertem Sedlákem.

V ..... dne 25. 5. 2012

.....

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Robertu Sedlákovu za cenné připomínky a rady týkající se zpracování diplomové práce.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1. FYZIKA VIDĚNÍ.....	10
1.1 Jas .....	10
1.2 Kontrast jasu .....	12
1.3 Prahový rozdíl jasu .....	15
1.4 Rozlišovací mez oka .....	15
1.5 Vjem .....	17
2. ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ ČLOVĚKA.....	19
2.1 Smyslový orgán – oko .....	20
2.2 Zrakový nerv.....	23
2.3 Týlní lalok kůry koncového mozku .....	23
2.4 Vznik obrazu.....	24
3. ZRAK V DOPRAVĚ .....	26
3.1 Dopravní nehody, zrakové vnímání.....	26
3.2 Kvalita zraku u mladších a starších řidičů .....	29
3.3 Informační zátěž v dopravě .....	30
4. METODIKA.....	33
4.1 Brýle s bočními clonami .....	33
4.2 Trenažér .....	35
4.3 Nastavitelné překážky.....	35
4.3.1 Teoretický rozbor .....	35
4.3.2 Zvolená vozidla .....	38
4.3.2.1 Rozměry použitých automobilů .....	38
4.3.2.2 Poloha řidiče Škody Octavie .....	39
4.3.3 Obecný postup - stanoviště pozorovatele 2,7 m od pravého okraje hlavní silnice, b = konstanta .....	40
4.3.3.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h .....	43
4.3.3.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h .....	46
4.3.3.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h .....	48
4.3.3.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h .....	50
4.3.3.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h .....	52

4.3.3.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h.....	54
4.3.4 Stanoviště pozorovatele 2,7 m od pravého okraje hlavní silnice, $b \neq$ konstanta .....	56
4.3.4.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h.....	56
4.3.4.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h.....	58
4.3.4.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h.....	60
4.3.4.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h.....	62
4.3.4.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h.....	64
4.3.4.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h.....	66
4.3.5 Stanoviště pozorovatele 25 m od pravého okraje hlavní silnice, $b =$ konstanta .....	68
4.3.5.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h.....	68
4.3.5.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h.....	70
4.3.5.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h.....	71
4.3.5.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h.....	72
4.3.5.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h.....	73
4.3.5.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h.....	74
5. VYHODNOCENÍ.....	76
ZÁVĚR .....	77
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	79
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	81
SEZNAM PŘÍLOH.....	82



## ÚVOD

Diplomová práce, s názvem Metodika pro posouzení možnosti správně vyhodnotit dopravní situaci řidičem v závislosti na rychlosti jízdy pozorovaného vozidla jedoucího po hlavní silnici, se zabývá pozorovacími schopnostmi a možnostmi lidského oka od vytvoření obrazu na sítnici, po vznik vjemu, dále jaký vliv má kvalita vidění na správnost vyhodnocení dopravní situace a v neposlední řadě je v ní proveden návrh metodiky.

V dnešním světě, kdy provoz na silnicích značně houstne, není o dopravní nehody nouze. Jedním typem nehod jsou nehody na křižovatkách. Jednou z možností, jak dopravní nehody na křižovatkách postupně snižovat, je správně vyhodnotit dopravní situaci. K tomu je nutno mít správný odhad na rychlost vozidla jedoucího po hlavní silnici.

Tato práce může dále posloužit k možnému praktickému měření při jednotlivých rychlostech a následné výsledky mohou být použity například při soudních sporech, ve kterých se proti sobě staví dvě strany, z nichž jedna nedodržela dopravní značku „Dej přednost v jízdě“ a druhá překročila maximální dovolenou rychlost v daném místě.

# 1. FYZIKA VIDĚNÍ

## 1.1 Jas [1,2,3]

Je to veličina, která je definovaná jako měrná veličina svítivosti. Značí se  $L$  a udává se většinou v kandelách na  $m^2$  ( $cd/m^2$ ). Má však i další jednotky, a to: nit, stilb, skot, apostilb (blondel), lambert, footlambert. Převodní tabulka viz Tab. 1.1. Je charakterizována jako podíl svítivosti plošného elementu zdroje  $dI$  v daném směru a elementární plošky  $dS$ , která leží v rovině kolmé k danému směru. Vypočte se dle vztahu:

$$L = \frac{dI}{dS \cdot \cos \alpha} \quad [cd / m^2] \quad (1.1.1)$$

Jestliže je svítivost rozložena rovnoměrně, je jas dán podílem, kde se v čitateli je svítivost  $I$  a ve jmenovateli plocha  $S$ , resp. jejího průmětu. Pak vztah vypadá následovně:

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} \quad [cd / m^2] \quad (1.1.2)$$

Jas plochy  $L$ , jestliže je osvětlení  $E$  v její rovině, se vypočte:

$$L = \frac{1}{\pi} \cdot E \cdot Q \quad [cd / m^2] \quad (1.1.3)$$

Tab. 1.1 Převodní tabulka jasu [2]

Jednotka	Zkratka	Koeficient
kandela na $m^2$	$cd/m^2$	1
nit	nt	1
stilb	sb	10 000
skot		31,83098862
apostilb (blondel)	asb	0,3183098862
lambert	La	3183,098862
foot lambert	Ft-L	3,38

Kandela na  $m^2$  je základní jednotka. Znamená to například, že 1 stilb je 10 000  $cd/m^2$ .

Jas objektu je ovlivněn:

- intenzitou světla, která na objekt svítí (čím větší bude intenzita světla, tím vyšší bude jas objektu),
- povrchem objektu – činitelem odrazu (čím matnější plocha, tím nižší bude jas objektu),
- subjektivním lidským viděním (lidské oko vyhodnocuje jak v souvislosti jasu okolí, tak i v souvislosti barvy pozorovaného předmětu).

Tab. 1.2 Hodnoty jasu některých světelných zdrojů [1]

Zdroj	Jas [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]
Slunce	2 000 000 000
bílý papír při slunečním osvětlení	25 000
plamen svíčky	5 000
obloha při mírné oblačnosti	3 200
Měsíc	2 900
bílý papír při měsíčním osvětlení	0,03

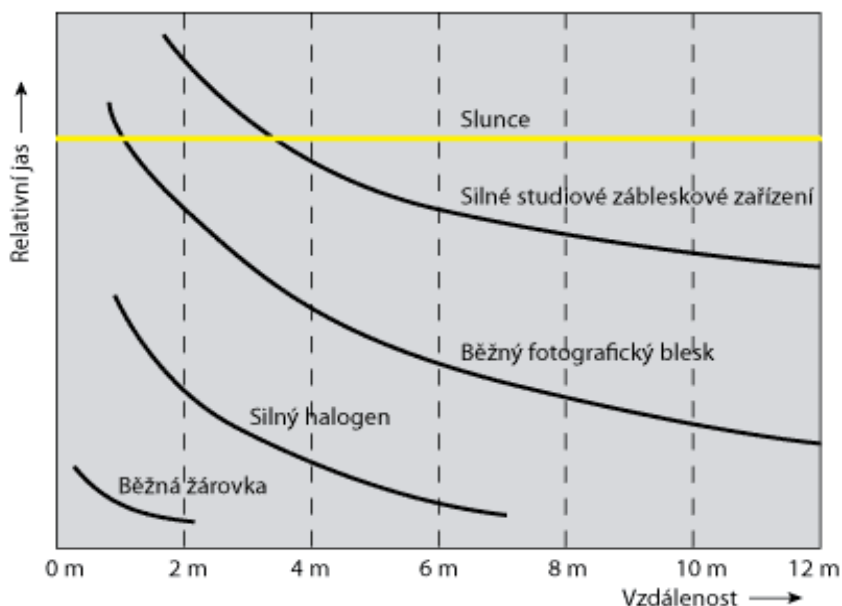
Tab. 1.3 Jas typických světelných zdrojů [1]

Zdroj	Příkon [W]	Úprava	Jas [ $\text{knt} = \text{kcd}/\text{m}^2$ ]
žárovka	15	čirá	1 500
	100	čirá	3 000
	1 000	čirá	5 500
	15	mdlená	30
	100	mdlená	100
	25	mléčná	3
	200	mléčná	10
	100	v rozptylné bání o průměru 200 mm	3
	100		
	200	v rozptylné bání o průměru 300 mm	3
	200		
zářivka	40	holá	5

Intenzita světla v závislosti na vzdálenosti záleží na dvou kritériích:

- intenzitě zdroje světla, který objekt osvětluje,
- vzdálenosti zdroje světla od objektu, který osvětluje.

Jestliže zvětšíme vzdálenost osvětleného objektu 2x, tak intenzita světla klesá druhou mocninou, čili 4x. Jediným zdrojem světla, které při zvětšující se vzdálenosti neztrácí na intenzitě, je Slunce. To je způsobené tím, že Slunce je od Země ve velké vzdálenosti a změny vzdálenosti na Zemi jsou ve srovnání s touto vzdáleností zanedbatelné.



Obr. 1.1 Závislost relativního jasu na vzdálenosti [3]

## 1.2 Kontrast jasu [1]

Kontrast jasu je pojem, který označuje různost jasově odlišných předmětů, které působí na zrak postupně nebo dvou segmentů zorného pole, které působí na zrak současně.

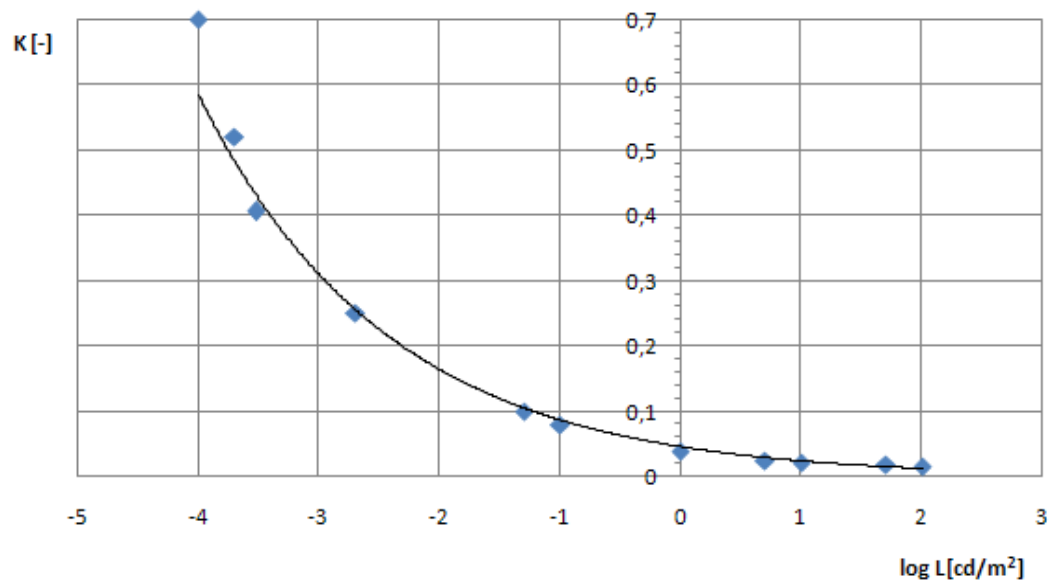
Kontrast jasu je definován vztahem:

$$K = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \quad [-] \quad (1.2.1)$$

$L_2$  a  $L_1$  jsou odlišné jasy pozorovaného objektu a pozadí objektu, kde  $L_2$  je větší než  $L_1$ . Jestliže se průměrný jas zorného pole s časem mění, pak je adaptační čas delší, když přechází jas z většího na menší. Naopak při přechodu jasu z menšího na větší je adaptační čas menší.

Možnost odlišit jasy je závislá na hodnotě jasu, pro kterou je přizpůsobeno oko. Tato závislost je vyjádřena na obr. 1.2.

## Závislost mezi jasem adaptačním jasem L a kontrastem K, jež určuje oblast rozlišení



Obr. 1.2 Závislost mezi adaptačním jasem L a kontrastem K [1]

Tab. 1.4 Informativní hodnoty činitele odrazu Q [1]

Hmota nebo povrch	Úprava	Barva	Činitel odrazu Q [%]
sklo tabulové	mdlené pískem		11 – 18
sklo opalinové			15 – 28
sklo opálené masivní			45 – 70
zeď	nátěr	bílý (nový)	80
		bílý (zašlý)	40 – 65
		krémový	60
		růžový	42
		světle modrý	45
		světle zelený	50
		tmavě zelený	20
		rudý	16
papír (tapety)		světle žlutý	45 – 75
		světle zelený	
		namodralý (světlý)	
papír		středně modrý	35 – 45
dřevo	přírodní	javorové	40 – 50
		dubové	30 – 40
		ořechové	10 – 20
	mořené	tmavé	10 - 30

Jestliže je osvětlení pozorovaného předmětu totožné s jeho okolím, pak je kontrast jasu dán vzorcem:

$$K = \frac{Q_p - Q_o}{Q_p} \quad [-] \quad (1.2.2),$$

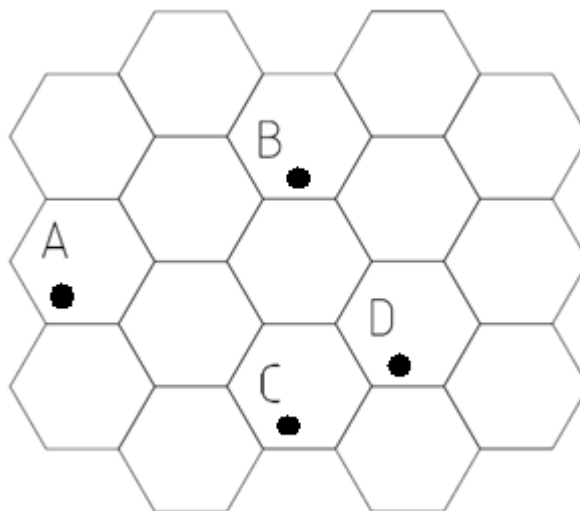
kde hodnota činitele odrazu předmětu ( $Q_P$ ) je větší jak hodnota činitele okolí ( $Q_O$ ). Má-li okolí větší jas než je jas pozorovaného předmětu, klesá schopnost rozlišovat jasy. Tato schopnost klesá také, jestliže jsou v zorném poli umístěny oslňující svítící zdroje.

### 1.3 Prahový rozdíl jasu [4]

Prahový rozdíl jasu je nejmenší rozlišitelná hodnota rozdílu jasů. Je závislý na jasu pozadí po adaptaci oka. Jestliže je hodnota jasu pozadí vysoká, pak je člověk schopen odlišit předměty s poměrem jasu 1:1,01. Naopak při nízké hodnotě jasu pozadí může člověk odlišit předměty s poměrem jasů 1:3.

### 1.4 Rozlišovací mez oka [1]

Rozlišovací mez oka schopnost lidského oka rozeznat odděleně dva blízké svítící body. Svítící bod se na sítnici oka zobrazuje jako rozptylový kroužek. Na sítnici jsou tzv. čípky. Aby bylo lidské oko schopno rozeznat dva body, musí být mezi jejich rozptylovými kroužky na sítnici minimálně jeden volný čípek (nezasažený světlem), jak je znázorněno na obr. 1.3. Obrazy A a B jsou vnímány jako dva, protože je mezi nimi čípek, který je nezasažen světlem. Naopak C a D splývají, protože mezi nimi není čípek nezasažen světlem.



Obr. 1.3 Schematická struktura čípků [1]

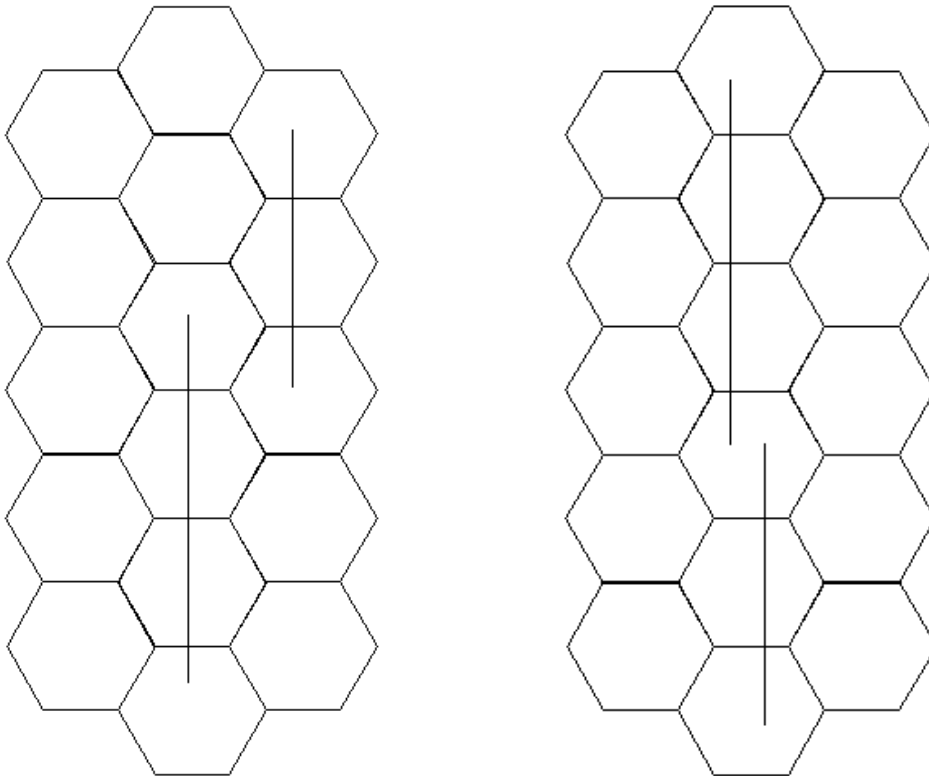
Jelikož je vzdálenost sítnice od obrazového úhlového bodu oka cca 17 mm a průměr čípku je cca 5  $\mu\text{m}$  (0,005 mm), pak úhlová vzdálenost dvou ještě rozlišitelných bodů je:

$$\psi_0 = \frac{0,005}{17} = 0,0003 \text{ rad} = 1' = 60'' \quad (1.4.1)$$

Veličina  $\psi$  je nazývána rozlišovací mez. Tato veličina je závislá:

- na kontrastu,
- na počtu pozorovaných podrobností,
- na jasů.

Rozlišovací meze  $\psi_0 = 1' = 60''$  se získá, jestliže se pozorují černé čárky na bílém podkladě při vhodném osvětlení. Při pozorování dvou rovnoběžných čárek (úseček), které na sebe zdánlivě navazují, je hodnota rozlišovací meze  $5''$  až  $10''$ . Této rozlišovací mezi se říká noniová rozlišovací mez oka a označuje se  $\psi_{on}$  (viz obr. 1.4 a obr. 1.5).



Obr. 1.4 Noniová rozlišovací mez [1] Obr. 1.5 Noniová rozlišovací mez [1]

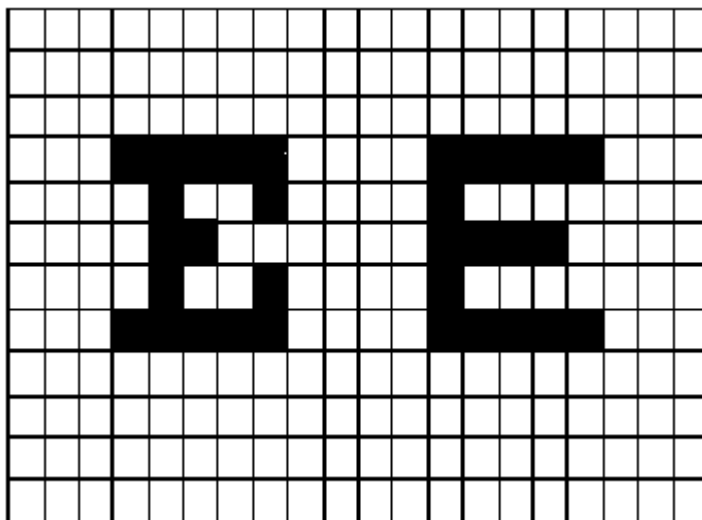
Na obrázcích 1.4 a 1.5 je znázorněno, že úsečky nebudou vnímány odděleně. Na obr. 1.4 je to způsobeno tím, protože koncové body úseček mají vzájemný přesah a na obr. 1.5 tím, protože koncové body úseček se zobrazují na jedné řadě čípků.

V praxi očního lékařství (oftalmologie) se hodnotí zraková ostrost, což je znak kvality vidění. Zraková ostrost se označuje jako vízus, značí se V a zjišťuje se pomocí číslicových nebo písmenových obrazců o různých velikostech, kde šířka čar je jedna pětina výšky číslice nebo písmena. Velikost číslicových nebo písmenových obrazců se značí číslem a pozorují se ze vzdálenosti 5 nebo 6 metrů. Zraková ostrost (vízus) se vyjadřuje pomocí zlomku, kde v čitateli je pozorovací vzdálenost (5 nebo 6 metrů) a ve jmenovateli je číslo řádky pozorovaných obrazců.



Rozlišují se tři možnosti zrakové ostrosti:

- $V > 1$  (např.:  $6/4 = 1,25$ ) ..... mimořádně dobrá zraková ostrost,
- $V = 1$  (např.:  $6/6 = 1$ ) ..... normální zraková ostrost,
- $V < 1$  (např.:  $6/12 = 0,5$ ) ..... zhoršená zraková ostrost.



Obr. 1.6 Rozměrové uspořádání písmenkových obrazců pro zkoušku zrakové ostrosti [1]

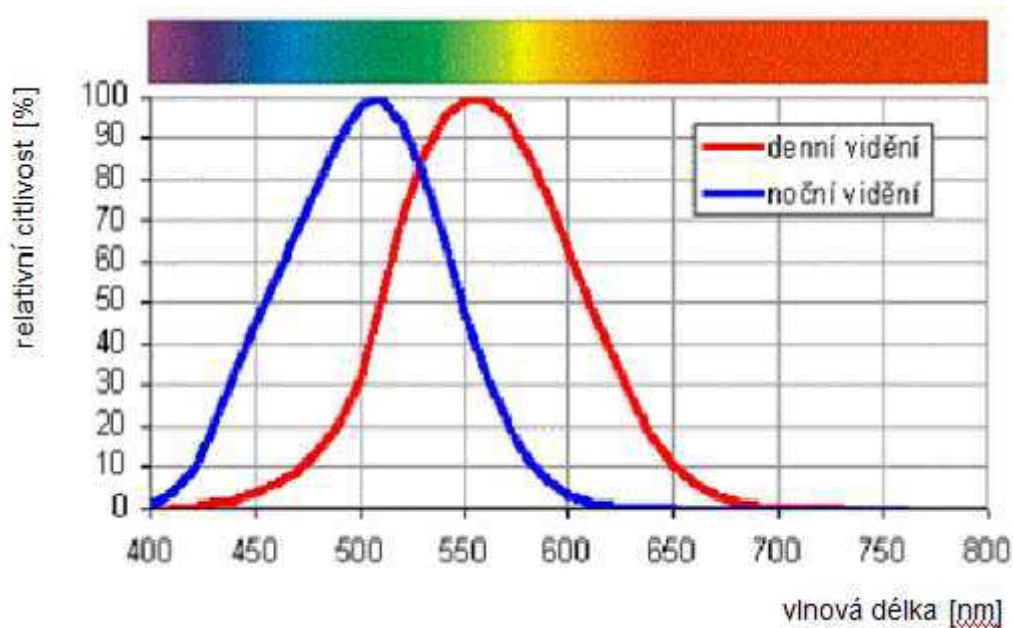
## 1.5 Vjem [5, 1]

Vznik zrakového vjemu je dán tím, že světelné paprsky po odrazu od předmětů proniknou do oka, projdou optickou soustavou a na sítnici se spojují. Na sítnici se vyskytují dva typy buněk citlivé na světlo. Jsou jimi tyčinky a čípky. Čípků je v sítnici 6 až 7 milionů a tyčinek 120 až 150 milionů. Pohlcením dopadajícího světla v tyčinkách a čípkách dochází ke změně stavu, což následně způsobuje nervové podráždění, které je přenášeno očním nervem až do mozku. Nejcitlivějším místem na sítnici je žlutá skvrna, která se nachází v průsečíku osy oka se sítnicí. Naopak nejméně citlivým místem sítnice je slepá skvrna, nacházející se v místě, kde vstupuje zrakový nerv. Citlivost oka na barvy není ke všem stejná. Nejcitlivěji je okem brána barva žlutozelená, tedy světlo o vlnové délce cca 555 nm. Na obr. 1.7 je znázorněno, že za šera nebo soumraku se maximální citlivost oka posouvá ke kratším vlnovým délkám, proto při malém osvětlení se červeně laděné objekty jeví jako tmavší, zatímco modře laděné objekty začínají být za šera nebo soumraku jasnější. Tomuto jevu se říká Purkyňův jev.

Čočka lidského oka má především dva druhy vad. A to barevnou a otvorovou vadu. Jestliže se paprsky různých vlnových délek, které vycházejí ze stejně vzdálených předmětů, neprotínají těsně před sítnicí, mluví se o tzv. barevné vadě lidského oka. Nejostřeji proto oko

vidí v jednobarevném světle. Člověk sám zmenšuje otvorovou vadu tím, že při nutnosti ostrého vidění přimhuřuje oko.

Zrakový vjem vzniká a zaniká o něco později, než je k tomu dán impuls. Čas mezi impulsem a vznikem zrakového vjemu závisí na velikosti jasu. Například při jasu  $1 \text{ cd/m}^2$  je zpoždění 0,5 sekundy. Toto zpoždění má značný vliv také pro osvětlení při jízdě motorového vozidla. Vezmou-li se tři povolené rychlosti na pozemních komunikacích v České republice, tj. 50 km/h, 90 km/h a 130 km/h, pak vzdálenost, kterou ujede vozidlo mezi impulsem a vznikem zrakového vjemu je při rychlosti 50 km/h přibližně 7 m, při 90 km/h 12,5 m a při rychlosti 130 km/h je ujetá vzdálenost 18 m.

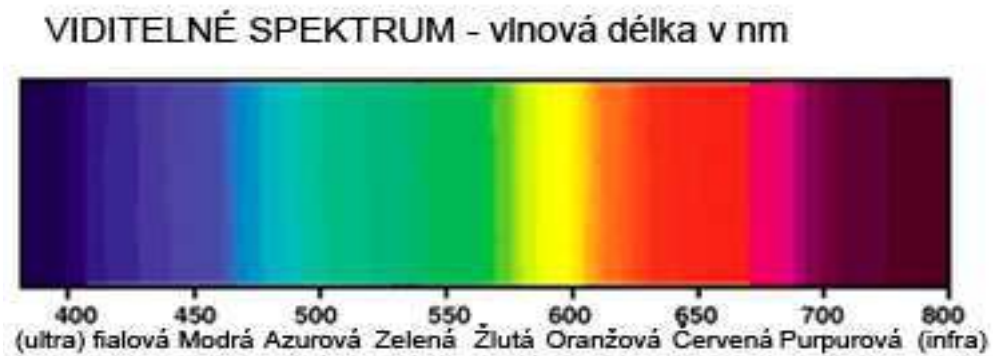


Obr. 1.7 Purkyňův jev [6]

## 2. ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ ČLOVĚKA

Zrakové ústrojí je schopno vnímat vlnové délky od 360 do 760 nm, což je rozsah viditelného světla. Zrak vnímá cca 80% všech okolních informací, které na nás působí. Pomocí zraku poznáváme a zkoumáme všechno, co je kolem nás k vidění, rozpoznáváme barvy, tvary, pohyby, určujeme vzdálenosti, polohy, umožňuje a usnadňuje nám orientaci v prostoru.

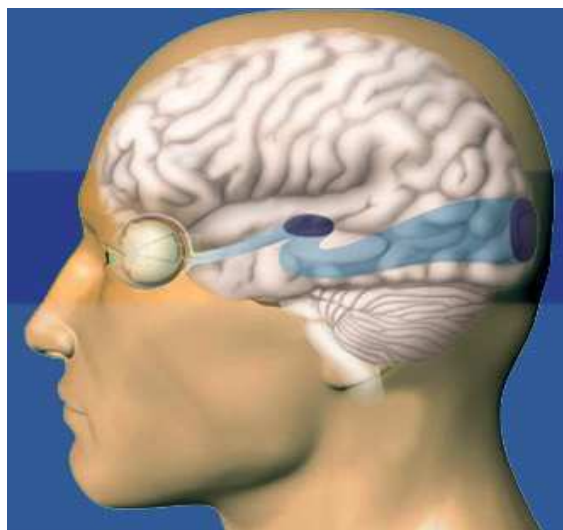
Jednotlivé barvy vnímáme podle vlnových délek, od fialové až po purpurovou.



Obr. 2.1 Viditelné spektrum [7]

Zrakové ústrojí člověka se skládá z:

- oka (smyslový orgán),
- zrakových nervů,
- týlního laloku koncového mozku.



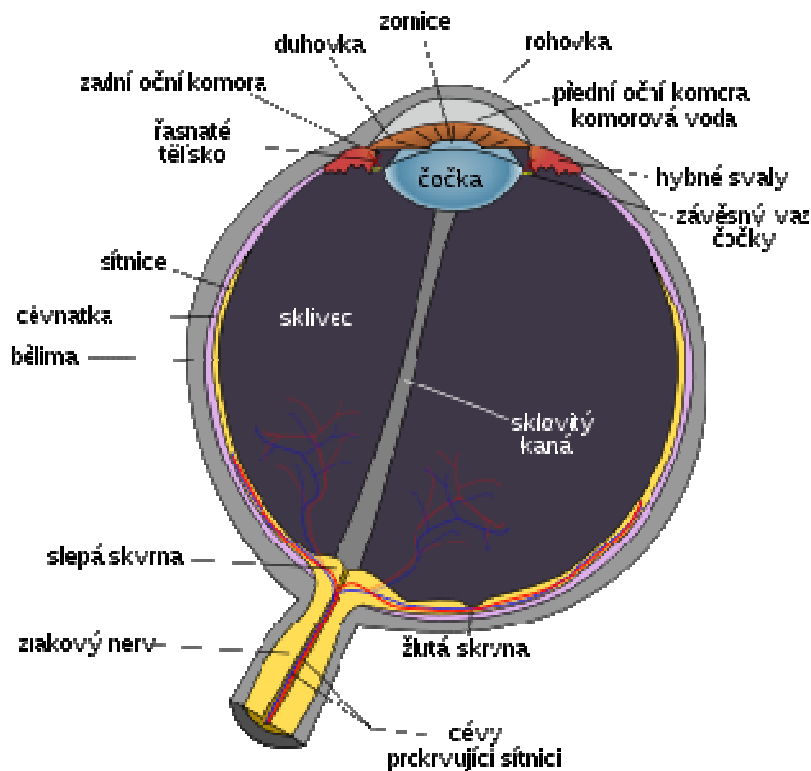
Obr. 2.2 Zrakové ústrojí [8]

## 2.1 Smyslový orgán – oko

Oko je smyslový orgán, který je schopný přímo pozorovat optické jevy. Věda zabývající se lidským okem se nazývá optika. Oko je možné nazvat jako detektor světla, protože detekování světla je pilířem zrakového vjemu. Lidské oko je přímo propojeno s mozkem. Světlo prochází nejprve rohovkou, poté přední oční komorou, čočkou, sklivcem a pak dopadne na sítnici, kde se vytváří obraz převrácený a zmenšený. [9]

Základem oka je oční koule, která je uložena v očnícové dutině. Oční koule má tři vrstvy:

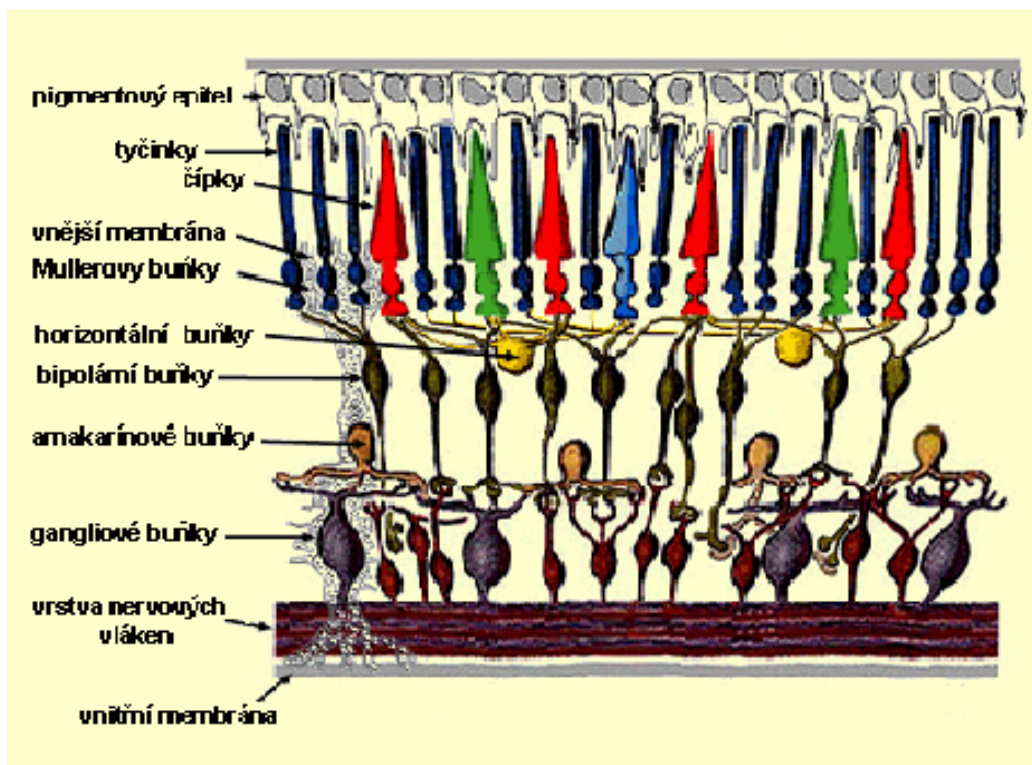
- vnější vrstva – bělma, rohovka,
- střední vrstva – cévnatka, duhovka, řasnaté těleso, zornice,
- vnitřní vrstva – sítnice, čočka, sklivec. [10]



Obr. 2.3 Zrakové ústrojí [11]

Na sítnici se vyskytují dva typy buněk citlivé na světlo. Jsou jimi tyčinky a čípky. Zjednodušené schéma sítnice je znázorněno na obrázku 2.4. Čípků je v sítnici 6 až 7 milionů a tyčinek 120 až 150 milionů. Pohlcením dopadajícího světla v tyčinkách a čípkách dochází ke změně stavu, což následně způsobuje nervové podráždění, které je přenášeno očním nervem až do mozku. [5]

Tyčinky nerozlišují barvy, ale jsou citlivé na světlo, kdežto čípky rozlišují barvy, ale fungují při vysokých světelných intenzitách. Čípky se nacházejí na sítnici ve střední oblasti, na žluté skvrně, o průměru přibližně 3 mm. Ve středu žluté skvrny se nachází oblast, která se nazývá fovea, kde se nenacházejí tyčinky, ale je tu nejkvalitnější zrakový vjem. Na sítnici se nachází také slepá skvrna, a to v oblasti, kde se nachází optický nerv. Na tomto místě se nevyskytují ani tyčinky ani čípky. [9]

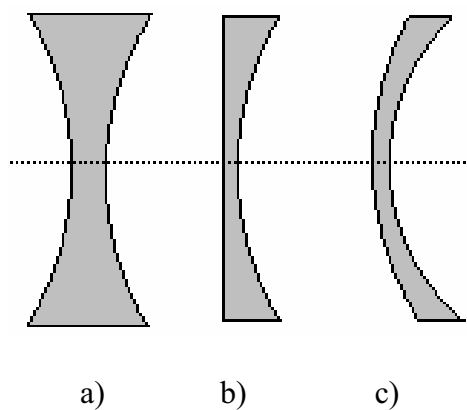


Obr. 2.4 Schéma struktury sítnice [6]

### Vady oka

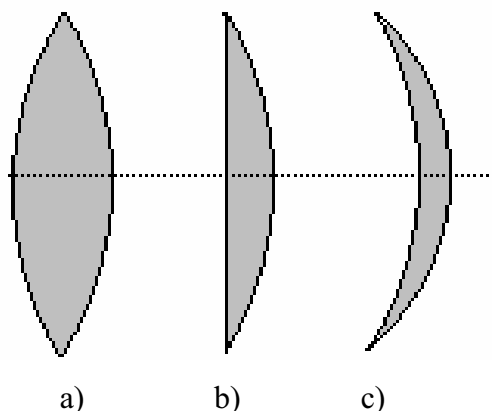
Funkčnost oka může být poškozena vadami. Hlavními vadami jsou krátkozrakost, dalekozrakost a astigmatismus. Dále oko může být narušeno například šedým zákalem nebo zeleným zákalem.[9]

Ke krátkozrakosti dochází tehdy, když se obraz vzdáleného bodu vytváří před sítnicí a vzdálené předměty se zobrazují rozmazaně. Ty body, které jsou vzdáleny méně než konvenční zraková vzdálenost, může oko zobrazit ostře. Konvenční zraková vzdálenost je vzdálenost předmětu, při které se oko nejméně unavuje, tj. pro zdravé oko 25 cm. Krátkozrakost se upravuje za pomoci brýlí s rozptylnými čočkami. Díky brýlím s rozptylnými čočkami se vzdálený bod krátkozrakého oka posouvá do velké vzdálenosti. [9]



Obr. 2.5 Rozptylné čočky (a-dvojdutá, b-ploskodutá, c-vypuklodutá) [12]

K dalekozrakosti dochází tehdy, když se obraz velmi vzdáleného bodu vytváří za sítnicí a vzdálené předměty se zobrazují rozmazaně. Bližší body, než je konvenční zraková vzdálenost, nemohou být zobrazovány ostře. Dalekozrakost se upravuje za pomoci brýlí se spojnými čočkami. [9]



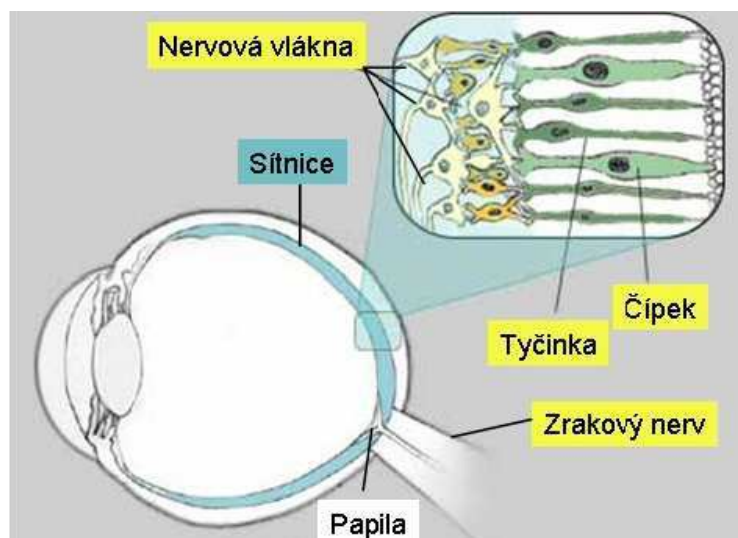
Obr. 2.6 Spojné čočky (a-dvojvypuklá, b-ploskovypuklá, c-dutovypuklá) [12]

Astigmatismus je zapříčiněn většinou nepravidelným zakřivením vstupní plochy rohovky. Astigmatismus se upravuje za pomoci brýlí s cylindrickými čočkami nebo kombinací válcových a sférických čoček. [9]

## 2.2 Zrakový nerv

Zrakový nerv je párový hlavový nerv, který vede informace ze sítnice do zrakových center vlivem dopadu světelných paprsků na sítnici. Zrakovými centry se rozumí především Brodmannovy oblasti 17, 18 a 19 týlního laloku mozkové kůry. Nejběžnější onemocnění zrakového nervu je roztroušená skleróza. [13]

Z primárního zrakového centra, které leží v Brodmannovy oblasti 17, vede podráždění do zrakového centra korového, které se nachází na vnitřní straně týlního laloku. V tomto místě se spojí prvotní podráždění s ostatní mozkovou činností a způsobí tím vznik vjemu okolního prostředí v reálných barvách a tvarech. [1]



Obr. 2.7 Nervová vlákna [14]

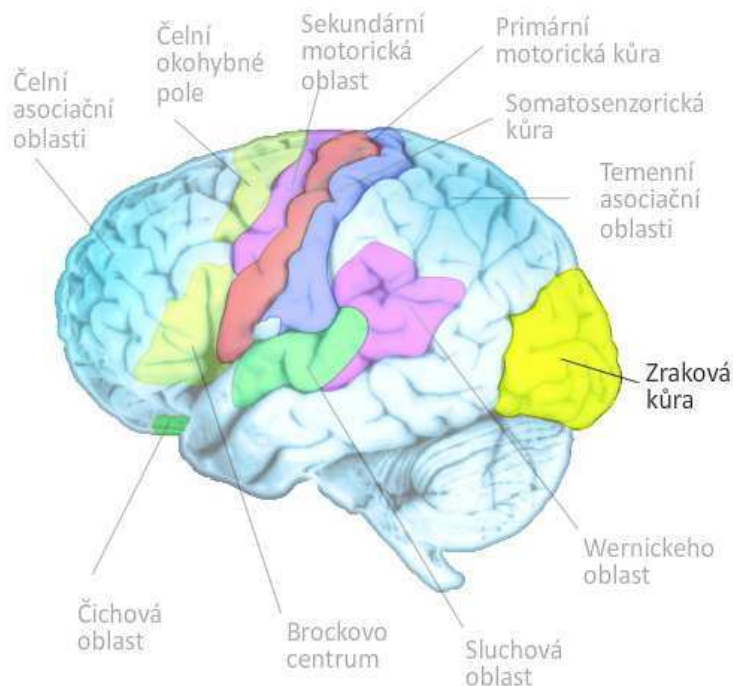
## 2.3 Týlní lalok kůry koncového mozku [15,16]

Koncový mozek se skládá z dvou hemisfér a to pravé a levé hemisféry. Na površích hemisfér je šedá hmota (kůra mozková). Obě dvě hemisféry lze rozdělit na čtyři laloky. Jsou jimi laloky čelní, temenní, týlní a spánkový. Laloky se člení na laloky se závitými a s rýhami. V rýhách se nacházejí korové analyzátoři.

Korové analyzátoři lze rozdělit na analyzátoři:

- motorické,
- kožní citlivosti,
- zrakové,
- sluchové,
- čichové,
- řeči.

Zrakový analyzátor zaujímá téměř celý týlní lalok. Do této oblasti se promítá všechno, co vidíme. Jestliže se poškodí tato oblast, pak mohou nastat poruchy zraku i přes správně fungující oči. Poškození zrakové kůry může vést k celkovému oslepnutí.

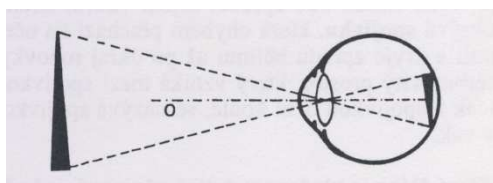


Obr. 2.8 Mozek – zraková kůra[16]

## 2.4 Vznik obrazu

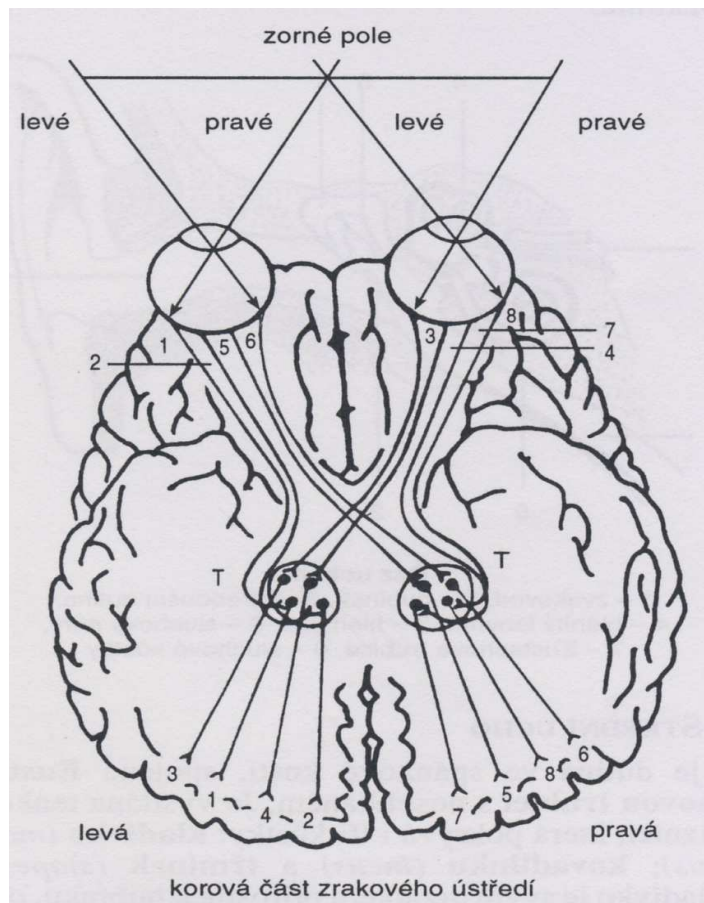
Tím, že světlo dopadne na sítnici, na tyčinky a čípky, vznikají nervová podráždění, která jsou vedena zrakovým nervem. Zrakový nerv vede do mezimozku, následně do týlního laloku, kde vzniká reálný obraz toho, co je ve skutečnosti viděno. Lidská bytost vidí barevně až od 6. Měsíce, novorozenci vnímají jen světlo a tmou.[10]

Pro lom paprsku je důležitá optická soustava, která je tvořena rohovkou, komorovou vodou, čočkou a sklivcem. Na sítnici vzniká obraz, který je převrácený a zmenšený.[10]



Obr. 2.9 Dopad světla na sítnici[10]





Obr. 2.10 Vedení zrakových signálů [10]

## 3. ZRAK V DOPRAVĚ

### 3.1 Dopravní nehody, zrakové vnímání

Řízení motorového vozidla je souhrnná činnost, při které je zrakové ústrojí klíčovým smyslem, který člověk má. Je dokázáno, že pomocí oka je člověk schopen vnímat až 90% všech informací. Řidič přijímá informace převážně pomocí vizuálního systému. Řidič je přitom vystavován buď vysoké informační zátěži (v rušných městech) nebo nízké informační zátěži (na málo frekventované silnici). Odhaduje se, že optimální délka řidičské praxe potřebná k tomu, aby získal optimální schopnost pro vyhodnocení vizuálních informací, je po ujetí 50 000 km v odlišném dopravním prostředí. [17]

Při řízení motorového vozidla jsou zapotřebí následující zrakové funkce:

- zraková ostrost (schopnost vidět ostře),
- vidění za snížené viditelnosti (schopnost dobře vidět za snížené viditelnosti),
- citlivost na oslnění (schopnost dobře odolávat oslnění),
- schopnost akomodace (oko zaostřuje různě vzdálené předměty),
- barevné a prostorové vidění (schopnost vidět barvy a dobře vidět v prostoru),
- pohyblivost očí (schopnost očí se pohybovat),
- zorné pole (část prostoru, ze kterého do oka přicházejí světelné paprsky),
- kontrastní citlivost (citlivost oka na kontrast),
- zpomalení zpracování zrakových informací (zkrácení času na zpracování vizuální informace). [17]

Statistiky, kdy za dopravní nehodu může porucha zraku u řidiče, neexistují. Běžně se po dopravní nehodě nezjišťuje, v jakém stavu je řidičův zrak. [17]

Existují však statistiky, z jakých důvodů k dopravním nehodám dochází. Nejčastější důvod je z nesprávného způsobu jízdy a naopak nejméně dopravních nehod vzniká v důsledku nesprávného předjíždění. Nesprávný způsob jízdy však nemá takové následky v počtu usmrcených lidí jako nepřiměřená rychlost. Nejvíce usmrcených osob na pozemních komunikacích je v důsledku nepřiměřené rychlosti. [18]

Tab. 3.1 Hlavní příčiny dopravních nehod v ČR v roce 2010 [18]

Hlavní příčina nehody	Počet nehod	Vyjádření v %	Počet mrtvých
Nesprávný způsob řízení	39 219	58,1 %	245
Nepřiměřená rychlost	14 633	21,7 %	279
Nedání přednosti	12 060	17,9 %	114
Nesprávné předjíždění	1 543	2,3 %	37

V souvislosti s dopravními nehodami úzce souvisí i pojem reakční doba, což je čas, který uběhne od rozpoznání kritické situace až po uvedení zařízení v činnost. Udává se, že reakční doba se pohybuje okolo 1 sekundy, avšak reakční čas může být i delší. Delší reakční dobu ovlivňuje například monotónní jízda na dálnici, telefonování za jízdy, nesoustředěnost na jízdu, únava, diskuse se spolucestujícími, atd. Vozidlo tímto časem jede nezměněnou rychlostí a ujede reakční dráhu, která odpovídá rychlosti jízdy. V případě brzdění, vozidlo začíná brzdit až po projetí dráhy za dobu reakce. [18]

Tab. 3.2 Vliv mezi reakční dobou a reakční dráhou [18]

Rychlost	Reakční doba		
	0,6 s	1,0 s	1,5 s
	Ujetá dráha během doby reakce		
10 km/h	2 m	3 m	4 m
50 km/h	8 m	14 m	21 m
60 km/h	10 m	17 m	25 m
90 km/h	15 m	25 m	38 m

Dráha na zastavení je součtem reakční dráhy a brzdné dráhy. Na brzdnou dráhu vozidla mají vliv povětrnostní podmínky, stav vozovky, hmotnost a technický stav vozidla, vybavení (ABS, ESP) a pneumatiky. [18]

Tab. 3.3 Dráha pro zastavení vozidla na různých typech vozovky při reakční době 1 s [18]

<b>Rychlost</b>	<b>Reakční dráha</b>	<b>Brzdná dráha</b>	<b>Dráha zastavení</b>
<b>Suchá silnice</b>			
50 km/h	14 m	14 m	28 m
60 km/h	17 m	20 m	37 m
80 km/h	22 m	35 m	57 m
<b>Mokrá silnice</b>			
50 km/h	14 m	19 m	33 m
60 km/h	17 m	28 m	45 m
80 km/h	22 m	49 m	71 m
<b>Náledí</b>			
50 km/h	14 m	64 m	78 m
60 km/h	17 m	93 m	110 m
80 km/h	22 m	165 m	187 m

Dopravní nehody, které se vyskytují převážně při poruchách vidění nebo vadách vizuálního vidění, lze rozčlenit na:

- situace s předností v jízdě,
- chybné předjíždění,
- nerespektování dopravního značení,
- nedostatečné vnímání ostatních účastníků silničního provozu. [17]

Tyto dopravní nehody vznikají proto, že řidič signál rozpozná pozdě anebo vůbec.

Mezi typické nehody, které jsou způsobené sníženou zrakovou ostrostí, patří:

- chybné předjíždění v provozu (pozdě nebo špatně vyhodnocená rychlost u protijedoucího vozidla),
- nehody při odbočování, otáčení, vjíždění z vedlejší silnice na silnici hlavní. [17]

V některých studiích se uvádí, že velké části dopravních nehod by se dalo zabránit, kdyby každý účastník dopravní nehody provedl jízdni úkon o půl až jednu sekundu dříve. Je také dokázáno, že 40 – 50 % nehod je zapříčiněno chybou ve vnímání. Reakční chování řidiče probíhá tak, že tím jak světlo dopadá na sítnici, na tyčinky a čípky, vznikají nervová podráždění, která jsou vedena zrakovým nervem a ten je dále vede do mozku a následně

do týlního laloku, kde vzniká reální obraz toho, co je ve skutečnosti viděno. Poté se řidič rozhoduje, co s danou dopravní situací provede, jak bude reagovat. K reakční době se pak musí připočítat i doba technické prodlevy vozidla a dostaneme celkový čas, který uběhne, až do počátku odezvy vozidla. [17]

### **3.2 Kvalita zraku u mladších a starších řidičů [17]**

Ve většině evropských zemí se poukazuje na fakt, že populace stárne a tím pádem je i velké množství starších řidičů. Jako hraniční věk řidičů seniorů se dříve uvádělo 65 let, dnes se již postupně začíná uvádět 75 let. U lidí tohoto věku jsou však výrazné rozdíly ve fyzických a duševních schopnostech.

U lidí s vyšším věkem se zhoršuje zrakové vnímání a toto zhoršení má důležitou roli při řízení vozidla. Projevuje se to například v:

- prodloužení reakční doby,
- zúžení rozsahu zorného pole,
- snížení zrakové ostrosti,
- zhoršení kvality vidění za snížené viditelnosti,
- citlivosti na oslnění,
- zhoršení schopnosti rozlišovat detaily,
- očních chorobách.

Všechna tato zhoršení zrakového vnímání úzce souvisí s bezpečností na pozemních komunikacích. U řidičů seniorů nejčastěji vedou k dopravním nehodám chyby v:

- dávání přednosti v jízdě,
- odhadu vzdálenosti a rychlosti protijedoucího vozidla,
- situacích jako je odbočování a přejíždění v jízdnicích pruzích,
- přehlédnutí dopravního značení.

Některé výzkumy poukázaly na to, že vliv zhoršující se zrakové ostrosti vzhledem k nehodovosti je při denní jízdě malý. Kdežto výrazný podíl na bezpečný provoz na pozemních komunikacích má vidění za snížené viditelnosti. Jedním z ukazatelů zapříčinění dopravních nehod u starších řidičů je i zhoršující schopnost rozeznávat pohybující se objekty. K dalšímu ukazateli patří rozsah zorného pole, kdy bylo zjištěno, že řidiči se zúžených zorným polem měli zhruba dvojnásobek dopravních nehod než řidiči s normálním rozsahem zorného pole.

Na druhou stranu nemůžeme hodnotit řídičskou způsobilost jen na základě zhoršujícího vidění, které věkem přichází. Řidiči senioři jsou schopni řídit vozidlo bez nehod a vyhýbat se dopravním přestupkům do vysokého věku, protože s rostoucím věkem začínají být řidiči obezřetnější, ukázněnější a oproti mladým řidičům i méně riskují. Další vlastnosti, které se kladně podepisují na řízení vozidla, jsou:

- vědomí zodpovědnosti,
- připravenost k námaze,
- předvídavost na základě zkušeností,
- vědomí vlastní výkonnosti.

Starší řidič vyrovnává zhoršující se zrak:

- snížením rychlosti,
- zvětšením rozestupů mezi vozidly,
- zvýšenou předvídavostí na základě větších zkušeností.

### **3.3 Informační zátěž v dopravě** [17]

Mezi informační zátěže v dopravě patří:

- prvky související s dopravním prostředím,
- prvky související s interiérem vozidla,
- prvky související s osobností řidiče.

Informační zátěž v dopravě je vlastně velké množství informací, působících na řidiče vozidla. Všechny tyto informace je nucen řidič zpracovávat.

Zrakovou zátěží pro řidiče vytváří například:

- vysoký počet zrakových informací,
- dlouhodobé sledování jednoho objektu,
- zhoršená viditelnost pozorovaného objektu,
- náročnost na přesnost čtení a rozlišování sdělovaných údajů.

Informační zátěž se rozděluje na dva druhy:

- a) prvotní informační zátěž řidiče – příjem informací, které souvisí bezprostředně s řízením vozidla (dopravní značení, dopravní situace, sledování vlastní polohy vozidla a ostatních účastníků silničního provozu, atd.),
- b) druhotná informační zátěž řidiče – činnosti řidiče, které bezprostředně nesouvisí s řízením vozidla (ovládání zpětných zrcátek, oken, klimatizace, rádio/cd

přehrávače, GPS navigace, polohování sedadla, sledování displejů na palubní desce, jídlo, pití, kouření, mobilní telefon, komunikace se spolucestujícími, atd.).

### **Informační zátěž vztahující se k dopravnímu prostředí**

Jedná se o prvotní informační zátěž řidiče. Při velkém množství informací řidiči častěji přehlédnou dopravní značení. Při takovéto zátěži jsou řidiči náchylní k pomalejší jízdě, nedání znamení o změně směru jízdy, nedodržování bezpečného odstupu a k přehlédnutí světelné nebo zvukové signalizace.

K prvkům, které zvyšují informační zátěž, patří přehlčení dopravního značení a jejího nevhodného umístění, umístování reklamních billboardů na úrovni dopravního značení, chybné řešení křižovatky, krátký rozhled, atd.

Velký problém v souvislosti s viděním představuje rychlost. Se zvyšující se rychlostí vozidla má řidič kratší dobu na to, aby rozpoznal dopravní značení. Bylo zjištěno, že řidič vnímá spolehlivě dopravní značky, jestliže má pro jejich vnímání nejméně 0,5 s. To znamená, že čím pomaleji vozidlo pojede, tím má větší čas na to, aby bezpečně a spolehlivě rozpoznal dopravní značení.

### **Informační zátěž vztahující se k interiéru vozidla**

Jedná se o druhotnou informační zátěž řidiče. Řidič vozidla odklání svoji pozornost na manipulaci s klimatizací, zpětných zrcátek, oken, rádio/cd přehrávače, GPS navigace, polohování sedadla, sledování displejů na palubní desce, zapalování cigarety, vyndávání jídla z tašky, atd. a tento odklon pozornosti má za následek vznik dopravních nehod.

Vozidla jsou čím dál častěji vybaveny novými informačními a komunikačními technologiemi, což způsobuje technický rozvoj. Existuje však otázka, zda tyto technologie odpovídají potřebám a schopnostem řidiče je správně vnímat. Jedná se o to, jestli tyto technologie nemají až moc velký vliv na odklon pozornosti řidiče od samotného řízení vozidla.

Jestliže jsou ve vozidle instalovány informační a komunikační systémy, pak by měly být umístěny co nejbližší ke středu zorného pole a to hlavně ty, které se kontrolují nejčastěji, aby řidič nemusel odvrátit svoji pozornost na delší dobu. Tímto umístěním systémů má řidič možnost sledovat děj na silnici pomocí periferního vidění.

### **Informační zátěž vztahující se k osobnosti řidiče**

Na řízení vozidla se podílí odlišné vlastnosti a schopnosti řidiče, mezi něž patří:

- rozhodování,
- pozornost,
- paměť,
- emoce,
- motivace,
- učení,
- senzomotorická koordinace.

Informační zátěž vzniká vlivem nesrovnalostí mezi požadavky a podmínkami na jedné straně a vlastnostmi, schopnostmi a stavem řidiče na straně druhé. Samotný vznik informační zátěže je ovlivněn jak trvalými faktory (osobnost, schopnosti, vlastnosti), tak i faktory přechodnými (nemoc, únava, emoce, atd.).

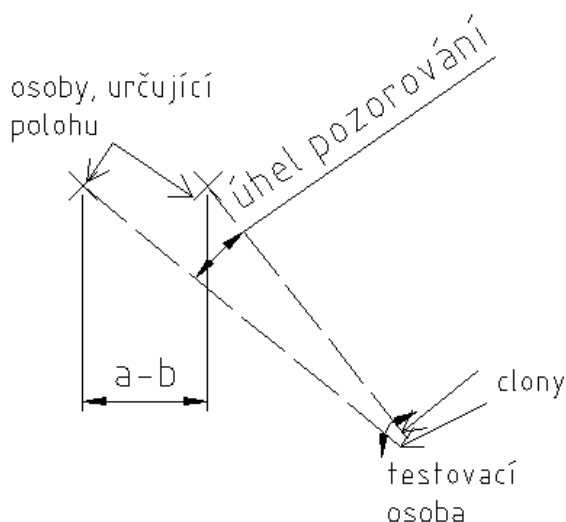


## 4. METODIKA

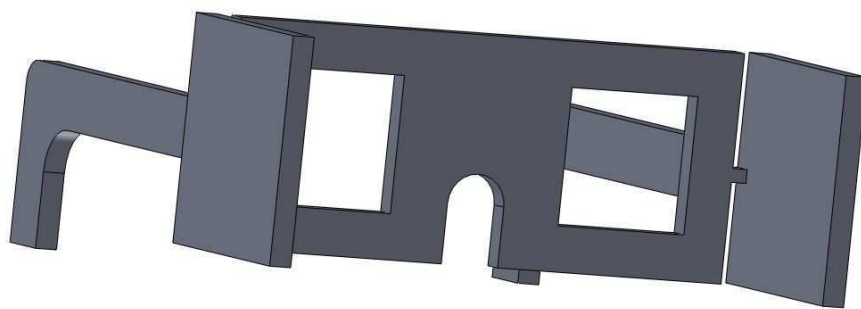
V této kapitole je proveden návrh řešení pro ověření, zda rychlost jízdy pozorovaného vozidla ovlivňuje správnost rozhodování řidiče, který vyhodnocuje dopravní situaci při vjíždění z vedlejší silnice na hlavní. Problémem v těchto případech je to, že nevíme, zda je řidič, odbočující na hlavní silnici, schopen za krátkou pozorovací dobu ( $t_V$ ) rozlišit a správně vyhodnotit rychlost pozorovaného vozidla a k tomu učinit rozhodnutí, zda může ihned vjet na hlavní silnici nebo zda na ni může vjet až po projetí pozorovaného vozidla. Jednotlivá řešení jsou uvedena v následujících podkapitolách.

### 4.1 Brýle s bočními clonami

Možnou metodikou pro ověření, zda má rychlost jízdy pozorovaného vozidla vliv na správnost vyhodnocení dopravní situace, by mohlo být využití brýlí s bočními clonami. Clony by byly ohebné a lehce nastavitelné na jakýkoliv úhel pozorování. Pro náš příklad by se úhel nastavoval pomocí dvou lidí (Obr. 4.1), kteří by stáli na vypočtených bodech (viz kapitola 4.3) a pozorovatel by si podle nich clony nastavil. Respondent by pak pozoroval vozidlo jen po dobu, která je předpokládána v délce 0,5 sekundy a podle toho se rozhodoval, jestli by stihl nebo nestihl přejet koridor vozidla, jedoucího po hlavní silnici. Testoval by se různý počet osob a jejich správné, respektive špatné vyhodnocení při různých rychlostech pozorovaného vozidla. Na obrázku 4.2 byl vytvořen model, jak by takové brýle měly vypadat. Po důkladném hledání na internetu, byly nalezeny sluneční brýle se clonami (Obr. 4.3), které by se daly lehce předělat pro tento účel (Obr. 4.4).



Obr. 4.1 Nastavení clon dle osob, určujících polohu [24]



Obr. 4.2 Model brýlí s bočními clonami [24]



Obr. 4.3 Brýle se clonami [22]



Obr. 4.4 Modifikované brýle se clonami [24]

## 4.2 Trenažér

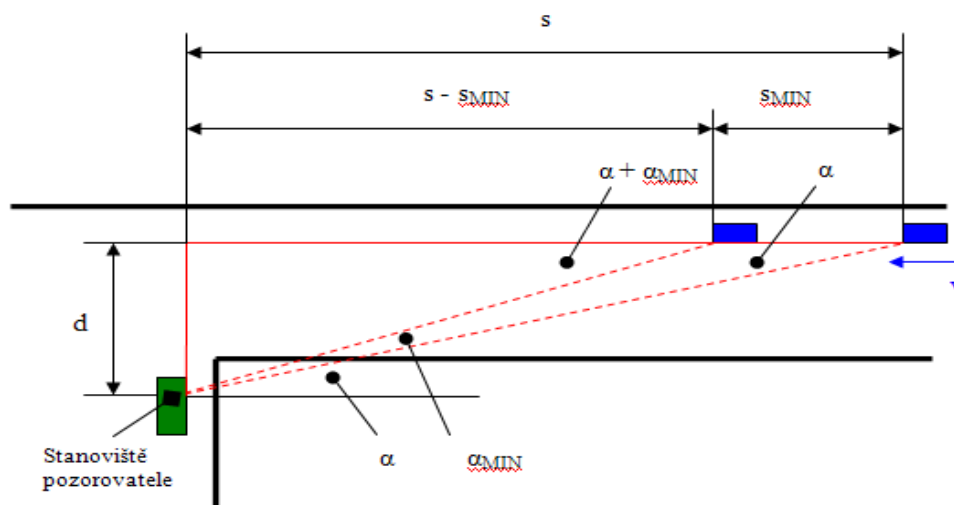
Další možnou metodikou pro ověření, zda má rychlost jízdy pozorovaného vozidla vliv na správnost vyhodnocení dopravní situace, by mohlo být využití trenažéru. Na takovémto trenažéru by se nasimulovala dopravní situace se zakrytým výhledem a testoval by se různý počet osob a jejich správné, respektive špatné vyhodnocení při různých rychlostech pozorovaného vozidla. Tato metodika by se mohla použít za předpokladu spolupráce s firmou ERM company s.r.o., jejichž simulátor je používán na Ústavu soudního inženýrství v Brně, a jejich naprogramování softwaru na tuto konkrétní situaci. Výhodou by bylo nezapojení se do silničního provozu, ovšem nevýhodou by mohla být příliš vysoká cena za software. Další nevýhodou by mohlo být nedokonalé nasimulování okolních vlivů, které na řidiče působí.

## 4.3 Nastavitelné překážky

Jako jednu z možných metodik pro ověření, má-li rychlost pozorovaného vozidla vliv na správné vyhodnocení dopravní situace, byla zvolena metoda s využitím překážek, vymežující oblast zakrytého výhledu, a s využitím rastru pro snadné stanovení polohy překážek pro konkrétní rychlost pozorovaného vozidla.

### 4.3.1 Teoretický rozbor

Při výpočtu minimální vzdálenosti  $s_{MIN}$  a doby  $t_{MIN}$ , při níž je člověk schopen rozlišit pohyb v závislosti polohy stanoviště pozorovatele a polohy pozorovaného vozidla ( $s$ ) a na poloze stanoviště pozorovatele k dráze pozorovaného vozidla ( $d$ ) je možné vycházet z obr. 4.5 a z následujících vzorců. [23]



Obr. 4.5 Minimální pozorovatelná změna pohybu [23]

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d}{s} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}\frac{d}{s}$$

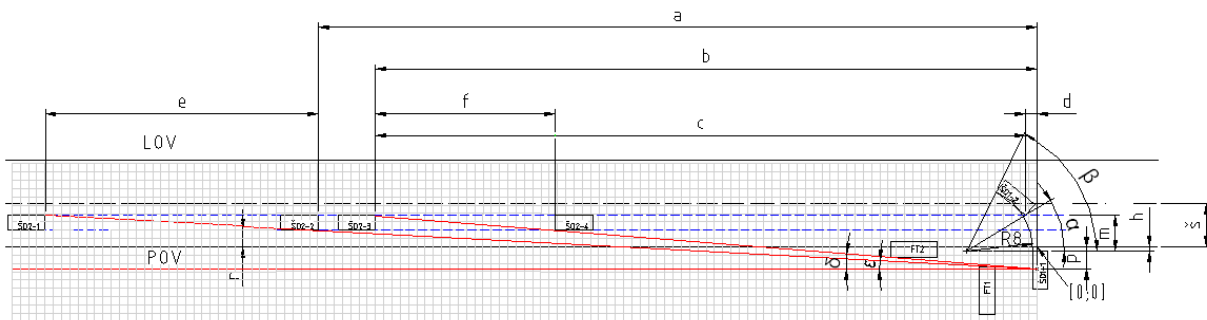
$$\operatorname{tg}(\alpha + \alpha_{MIN}) = \frac{d}{s - s_{MIN}}$$

$$\operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg}\frac{d}{s} + \alpha_{MIN}\right) = \frac{d}{s - s_{MIN}} \Rightarrow s_{MIN} = s - \frac{d}{\operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg}\frac{d}{s} + \alpha_{MIN}\right)}$$

$$t_{MIN} = \frac{s_{MIN}}{v}$$

Po zaznamenání pohybu vozidla vzniká počítetek a následkem více počítků vznikne vjem. Obvyklá doba pozorování jedoucího vozidla pro rozlišení rychlosti a vyhodnocení situace je delší, než doba, za kterou vozidlo projede vzdálenost  $s_{MIN}$ . Minimální doba  $t_{MIN}$ , při níž je člověk schopen rozlišit pohyb, je závislá na dráze ( $s$ ) a poloze stanoviště pozorovatele k dráze pozorovaného vozidla ( $d$ ). Obvyklá doba pozorování je závislá na světelných podmínkách a prostorovém uspořádání okolí. Nicméně tyto dvě proměnné jsou pro každého řidiče individuální. [23]

**Příklad** - výkres viz Příloha 1 - teoreticky



Obr. 4.6 Plánek křižovatky [24]

**Legenda:**

- a – součet drah, které ujede pozorované vozidlo za časy vyhodnocení ( $t_v$ ), reakční ( $t_R$ ), akcelerační ( $t_A$ ) řidiče pozorujícího vozidla a dráhy, kterou ujede řidič pozorující vozidlo v ose  $x$  při odbočení ( $d$ , neboli  $s_x$ )
- b – součet drah, které ujede pozorované vozidlo za časy reakční ( $t_R$ ), akcelerační ( $t_A$ ) řidiče pozorujícího vozidla a dráhy, kterou ujede řidič pozorujícího vozidla v ose  $x$  při odbočení ( $d$ , neboli  $s_x$ )

- c – součet drah, které ujede pozorované vozidlo za časy reakční ( $t_R$ ) a akcelerační ( $t_A$ ) řidiče pozorujícího vozidla
- d – dráha, kterou ujede řidič pozorujícího vozidla v ose x při odbočení ( $s_x$ )
- e – dráha, kterou ujede pozorované vozidlo od místa, kdy pozorovatel vidí jen okraj pozorovaného vozidla až po místo, kdy je prvně vidět celá šířka
- f – dráha, kterou ujede pozorované vozidlo od místa, kdy pozorovatel vidí naposledy celou šířku pozorované vozidlo až po místo, kdy je vidět jen okraj
- š – šířka pruhu vozidla
- R – rádius, po kterém řidič pozorujícího vozidla odbočuje
- $\alpha$  – úhel, svírající přední okraj vozidla pozorovatele s úsečkou, spojující střed rádiusu a levého zadního rohu vozidla pozorovatele po odbočení
- $\beta$  – úhel, svírající přední okraj vozidla pozorovatele s úsečkou, spojující střed rádiusu a přední levý roh vozidla pozorovatele po odbočení
- $\delta$  – úhel, svírající osu polohy řidiče pozorujícího vozidla s levým předním rohem pozorovaného vozidla ve vzdálenosti b
- $\varepsilon$  – úhel, svírající osu polohy řidiče pozorujícího vozidla s pravým předním rohem pozorovaného vozidla ve vzdálenosti a
- p – poloha řidiče pozorujícího vozidla od pravého okraje vozovky
- h – postavení předního nárazníku vozidla pozorovatele od pravého okraje vozovky
- n – poloha pozorovaného vozidla od pravého okraje vozovky
- m – vzdálenost od přední části vozidla pozorovatele po opuštění jízdního koridoru pozorovaného vozidla
- POV – pravý okraj vozovky
- LOV – levý okraj vozovky

#### **Výhody této metody:**

- jednoduché odečtení vzdáleností díky rastru,
- snadné rozestavení překážek při experimentu díky rastru.

#### **Nevýhody této metody:**

- malý rozdíl úhlů pozorování  $\delta$  a  $\varepsilon$  při rozdílných rychlostech pozorovaného vozidla

Pro vozidlo jedoucí po hlavní silnici bude uvažováno různé rychlosti od 50 km/h do 100 km/h a to vždy po kroku 10 km/h. Pozorovatele omezují ve výhledu dvě stojící vozidla. Řeší se zde, jestli řidič, který odbočuje z vedlejší silnice na silnici hlavní správně nebo špatně vyhodnotí situaci, tzn., jestli stihne nebo nestihne odbočit, v závislosti na rychlosti vozidla jedoucí po hlavní silnici. K jednotlivým rychlostem bylo vypočítáno minimální nutné zrychlení odbočujícího vozidla, aby nedošlo ke střetu. K výpočtu bylo využito následujících vzorců:

$$s_{\text{pozorovaného vozidla}} = v \cdot t \quad [m] \quad (4.1),$$

$$s_{\text{vozidla pozorovatele}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360^\circ} \cdot \varphi \quad [m] \quad (4.2),$$

$$s_{\text{vozidla pozorovatele}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad [m] \quad (4.3).$$

#### 4.3.2 Zvolená vozidla

Jako vozidlo, které odbočuje z vedlejší silnice na hlavní, bylo zvoleno osobní vozidlo Škoda Octavia (značeno ŠO1). Vozidlo jedoucí po hlavní silnici bylo zvoleno osobní vozidlo Škoda Octavia (značeno ŠO2). Automobily, které omezují ve výhledu, byly zvoleny Ford Transit Kombi (značeny FT1 A FT2). Pro experiment nemusí být použita jako překážky tato vozidla. Rozměry vozů Škoda Octavia a Ford Transit Kombi byly použity ke konkrétním výpočtům.

##### 4.3.2.1 Rozměry použitých automobilů

Tab. 4.1 Rozměry použitých automobilů [19,20]

	šířka	délka	výška
Škoda Octavia	1 769 mm (bez vnějších zpětných zrcátek)	4 569 mm	1 462 mm
Ford Transit Kombi	1 974 mm (bez vnějších zpětných zrcátek)	5 230 mm	2 302 mm

#### 4.3.2.2 Poloha řidiče Škody Octavie

Poloha hlavy řidiče Škody Octavie od předního nárazníku by byla 2 200 mm a 400 mm od levých dveří, viz obr. 4.7 a obr. 4.8.



Obr. 4.7 Boční pohled s rozměry na Škodu Octavia [19]



Obr. 4.8 Boční pohled s rozměry na Škodu Octavia [19]

#### 4.3.2.4 Šířky vozovek

Šířky vozovek byla zvolena dle kategoriálního typu silniční komunikace:

- hlavní silnice: silnice II. třídy → 10,5 m (návrhová rychlost 80; 70; 60 km/h),
- vedlejší silnice: silnice II. třídy → 7,5 m (návrhová rychlost 70; 60; 50 km/h).

### 4.3.3 Obecný postup - stanoviště pozorovatele 2,7 m od pravého okraje hlavní silnice, $b = \text{konstanta}$

Stanoviště pozorovatele je dáno součtem dvou hodnot. Zastavením 0,5 m před hranicí křižovatky a vzdáleností hlavy 2,2 m od předního nárazníku.

Zvolené hodnoty:

$$b = 80 \text{ m}, t_V = 0,5 \text{ s}, t_R = 0,8 \text{ s}, R = 8 \text{ m}$$

- $b$  – součet drah, které ujede vozidlo ŠO2 za časy reakční ( $t_R$ ), akcelerační ( $t_A$ ) vozidla ŠO1 a dráhy, kterou ujede vozidlo ŠO1 v ose  $x$  při odbočení ( $d$ , neboli  $s_x$ )
- $t_V$  – čas vyhodnocení
- $t_R$  – čas reakce
- $R$  – rádius, po kterém vozidlo ŠO1 odbočuje

Pro zjednodušení byly použity tyto zkratky:

ŠO1 – z Přílohy 1 je vidět, že ŠO1 je vozidlo pozorovatele Škoda Octavia

ŠO2 – z Přílohy 1 je vidět, že ŠO2 je pozorované vozidlo Škoda Octavia

Vypočtené hodnoty pro ŠO2:

$$s_V = v \cdot t_V \text{ [m]}$$

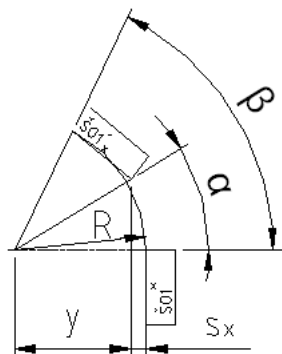
$$s_R = v \cdot t_R \text{ [m]}$$

$s_V$  – dráha ujetá ŠO2 za čas vyhodnocení řidiče ŠO1

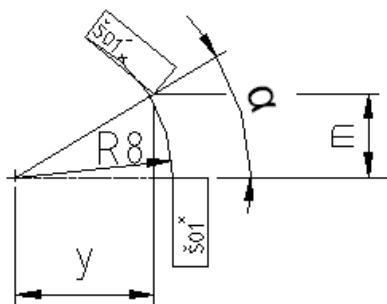
$s_R$  – dráha ujetá ŠO2 za čas reakce řidiče ŠO1

Úhly a vzdálenosti pro ŠO1:

$s_x$ :







$$m = h + n + \text{šO} \quad [\text{m}]$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{m}{y} \Rightarrow y = \frac{m}{\text{tg} \alpha} \quad [\text{m}]$$

$m$  – vzdálenost od přední části ŠO1 při zastavení 0,5 m před POV po opuštění jízdního koridoru ŠO2

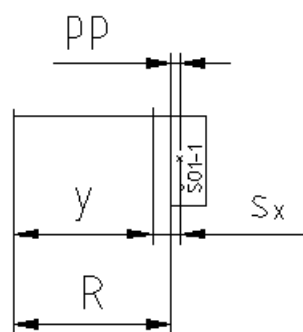
$h$  – postavení předního nárazníku vozidla ŠO1 v souřadném systému

$n$  – poloha vozidla ŠO2 od pravého okraje silnice

$\text{šO}$  – šířka Škody Octavie

$y$  – rozdíl poloměru zatočení a vzdálenosti, kterou ŠO1 ujelo během zatočení

Tyto hodnoty jsou zakresleny v Příloze 1.



$$s_x = d = (R + pp) - y \quad [\text{m}]$$

$pp$  – poloha pozorovatele

$R$  – poloměr

$$c = b - d \quad [\text{m}]$$

$$s_{A\text{ŠO}2} = c - s_R \quad [\text{m}]$$

$$(t_{RA}) = \frac{c}{v} \quad [\text{s}]$$

$$t_A = t_{RA} - t_R \text{ [s]}$$

$s_{A\check{S}O2}$  – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO2 za čas akcelerační vozidla ŠO1

$t_{RA}$  – čas reakce a akcelerace řidiče vozidla ŠO1

$t_A$  – čas akcelerace řidiče vozidla ŠO1

Vypočtené hodnoty pro ŠO1:

$$s_{A\check{S}O1} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360^\circ} \cdot \beta \text{ [m]}$$

$$s_{A\check{S}O1} = \frac{1}{2} \cdot a_{MIN} \cdot t^2 \Rightarrow a_{MIN} = \frac{2 \cdot s_{A\check{S}O1}}{t_A^2} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}\text{]}$$

$s_{A\check{S}O1}$  – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO1 za čas akcelerační

$a_{MIN}$  – minimální zrychlení, se kterým by se ŠO1 vyhnulo koridoru ŠO2

Dráha a čas, za který ujede vozidlo ŠO2 úsek e

$$\text{Dráha: } e = \frac{m + p - h}{tg\varepsilon} - a \text{ [m]}$$

$$\text{Čas: } t_e = \frac{e}{v} \text{ [s]}$$

p – poloha řidiče ŠO1 od POV

e – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO2 od místa, kdy pozorovatel vidí jen okraj ŠO2 až po místo, kdy je prvně vidět celá šířka vozidla ŠO2

$\varepsilon$  – úhel, svírající osu polohy řidiče ŠO1 s pravým předním rohem vozidla ŠO2 ve vzdálenosti a

v – rychlost vozidla ŠO2

Dráha a čas, za který ujede vozidlo ŠO2 úsek f

$$\text{Dráha: } f = \frac{\check{S}O}{tg\delta} \text{ [m]}$$

$$\text{Čas: } t_f = \frac{f}{v} \text{ [s]}$$

- f – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO2 od místa, kdy pozorovatel vidí naposledy celou šířku ŠO2 až po místo, kdy je vidět jen okraj ŠO2
- δ – úhel, svírající osu polohy řidiče ŠO1 s levým předním rohem vozidla ŠO2 ve vzdálenosti b

#### Maximální zrychlení Škody Octavie

Jako porovnávací hodnotu je bráno maximální zrychlení  $3,5 \text{ m/s}^2$ .

#### **4.3.3.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s). Výkres uveden jako Příloha 2 – rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h, stanoviště pozorovatele je 2,7 m před pravým okrajem vozovky (POV).

Tab. 4.2: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
13,89	6,9	11,1	78,6
$s_{A\text{ŠO}2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
67,5	5,66	4,86	3°5'2''
δ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
4°36'42''	33,2	2,39	21,9
$t_f$ [s]			
1,58			

Legenda:

- v – rychlost vozidla ŠO2
- $s_V$  – dráha ujetá ŠO2 za čas vyhodnocení řidiče ŠO1
- $s_R$  – dráha ujetá ŠO2 za čas reakce řidiče ŠO1
- c – součet drah, které ujede pozorované vozidlo za časy reakční ( $t_R$ ) a akcelerační ( $t_A$ ) řidiče pozorujícího vozidla
- $s_{A\text{ŠO}2}$  – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO2 za čas akcelerační vozidla ŠO1
- $t_{RA}$  – čas reakce a akcelerace řidiče vozidla ŠO1
- $t_A$  – čas akcelerace řidiče vozidla ŠO1

- $\varepsilon$  – úhel, svírající osu polohy řidiče pozorujícího vozidla s pravým předním rohem pozorovaného vozidla ve vzdálenosti a
- $\delta$  – úhel, svírající osu polohy řidiče pozorujícího vozidla s levým předním rohem pozorovaného vozidla ve vzdálenosti b
- e – dráha, kterou ujede pozorované vozidlo od místa, kdy pozorovatel vidí jen okraj pozorovaného vozidla až po místo, kdy je prvně vidět celá šířka
- $t_e$  – čas, za který ujede pozorované vozidlo dráhu od místa, kdy pozorovatel vidí jen okraj pozorovaného vozidla až po místo, kdy je prvně vidět celá šířka
- f – dráha, kterou ujede pozorované vozidlo od místa, kdy pozorovatel vidí naposledy celou šířku pozorované vozidlo až po místo, kdy je vidět jen okraj
- $t_f$  – čas, za který ujede pozorované vozidlo dráhu od místa, kdy pozorovatel vidí naposledy celou šířku pozorované vozidlo až po místo, kdy je vidět jen okraj

Tab. 4.3: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	0,7536	≤ 3,5 ⇒ STIHNE

Legenda:

- m – vzdálenost od přední části ŠO1 při zastavení 0,5 m před POV po opuštění
- y – rozdíl poloměru zatočení a vzdálenosti, kterou ŠO1 ujelo během zatočení
- $s_x$  – dráha, kterou ujede řidič pozorujícího vozidla v ose x při odbočení
- $\alpha$  – úhel, svírající přední okraj vozidla pozorovatele s úsečkou, spojující střed rádiusu a levého zadního rohu vozidla pozorovatele po odbočení
- $\beta$  – úhel, svírající přední okraj vozidla pozorovatele s úsečkou, spojující střed rádiusu a přední levý roh vozidla pozorovatele po odbočení
- $s_{AŠO1}$  – dráha, kterou ujede vozidlo ŠO1 za čas akcelerační
- $a_{MIN}$  – minimální zrychlení, se kterým by se ŠO1 vyhnulo koridoru ŠO2

### Polohy vozidel:

Polohy vozidel jsou zapsány z důvodů následného možného navázání na tuto práci. Například polohy překážek, tzn. Fordu Transit, jsou zapsány proto, aby mohly být při experimentu nastaveny obě dvě vozidla na příslušná místa. K lepšímu a jednoduššímu nastavení je zvolen rastr. Pomocí rastru na výkresu se odečte pozice rohových bodů vozidel. Rastr je vyobrazen na výkresu (viz. Příloha 2) po 1 metru. Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo. Z Přílohy 2 je zřejmé, co jednotlivé zkratky znamenají. Např.: ŠO1-1 je Škoda Octavia v poloze před křižovatkou.

#### **ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

#### **ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

#### **ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

#### **ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-86,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-86,9	3,8

#### **FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

**4.3.3.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 60 km/h (16,67 m/s).

Tab. 4.4: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
16,67	8,3	13,3	78,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
65,3	4,71	3,91	3°3'1''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
4°36'42''	33,1	1,98	21,9
$t_f$ [s]			
1,31			

Tab. 4.5: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	1,1643	$\leq 3,5 \Rightarrow$ STIHNE

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-88,3	2,0
LPR (levý přední roh)	-88,3	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

### 4.3.3.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 70 km/h (19,44 m/s).

Tab. 4.6: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
19,44	9,7	15,6	78,6
$s_{A\dot{S}O_2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
63,0	4,04	3,24	3°0'4''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
4°36'42''	33,7	1,73	21,9
$t_f$ [s]			
1,13			

Tab. 4.7: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

$m$ [m]	$y$ [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{A\dot{S}O_1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	1,6956	≤ 3,5 ⇒ STIHNE

#### Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

#### ŠO1-1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7



**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-89,7	2,0
LPR (levý přední roh)	-89,7	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

#### 4.3.3.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 80 km/h (22,22 m/s).

Tab. 4.8: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
22,22	11,1	17,8	78,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
60,8	3,54	2,74	2°57'24''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
4°36'42''	34,2	1,54	21,9
$t_f$ [s]			
0,99			

Tab. 4.9: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

$m$ [m]	$y$ [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	2,3709	≤ 3,5 ⇒ STIHNE

#### Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

#### ŠO1-1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-91,1	2,0
LPR (levý přední roh)	-91,1	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

#### 4.3.3.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 90 km/h (25 m/s).

Tab. 4.10: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
25	12,5	20,0	78,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
58,6	3,14	2,34	2°54'43''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
4°36'42''	34,7	1,39	21,9
$t_f$ [s]			
0,88			

Tab. 4.11: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

$m$ [m]	$y$ [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	3,2508	≤ 3,5 ⇒ STIHNE

#### Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

#### ŠO1-1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-92,5	2,0
LPR (levý přední roh)	-92,5	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

#### 4.3.3.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 100 km/h (27,78 m/s).

Tab. 4.12: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
27,78	13,9	22,2	78,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
56,4	2,83	2,03	2°51'54''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
4°36'42''	35,4	1,27	21,9
$t_f$ [s]			
0,79			

Tab. 4.13: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	4,3194	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

#### Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

#### ŠO1-1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-93,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-93,9	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-18,0	-1,2

#### 4.3.4 Stanoviště pozorovatele 2,7 m od pravého okraje hlavní silnice, $b \neq$

##### konstanta

Postup výpočtu je shodný jako v kapitole 4.3.3 jen s tím rozdílem, že hodnota  $b$  se zvolí pro každou rychlost jiná, aby pro každou hladinu rychlosti pozorovatel měl možnost jednou stihnout a jednou nestihnout přejet koridor pozorovaného vozidla.

##### Maximální zrychlení Škody Octavie

Jako porovnávací hodnotu je bráno maximální zrychlení  $3,5 \text{ m/s}^2$ .

##### Zvolené hodnoty:

$$t_V = 0,5 \text{ s}, t_R = 0,8 \text{ s}, R = 8 \text{ m}$$

$t_V$  – čas vyhodnocení

$t_R$  – čas reakce

$R$  – rádius, po kterém vozidlo ŠO1 odbočuje

##### 4.3.4.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s). Výkres uveden jako Příloha 3 – rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h, stanoviště pozorovatele je 2,7 m před pravým okrajem vozovky (POV).

##### Zvolená hodnota:

$$b = 40 \text{ m}$$

Tab. 4.14: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
13,89	6,9	11,1	38,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
27,5	2,78	1,98	5°43'35''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
9°11'12''	17,6	1,27	10,9
$t_f$ [s]			
0,78			



Tab. 4.15: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	4,5404	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

Polohy vozidel:

Polohy vozidel jsou zapsány z důvodů následného možného navázání na tuto práci. Například polohy překážek, tzn. Fordu Transit, jsou zapsány proto, aby mohly být při experimentu nastaveny obě dvě vozidla na příslušná místa. K lepšímu a jednoduššímu nastavení je zvolen rastr. Pomocí rastru na výkresu se odečte pozice rohových bodů vozidel. Rastr je vyobrazen na výkresu (viz. Příloha 3) po 1 metru. Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo. Z Přílohy 3 je zřejmé, co jednotlivé zkratky znamenají. Např.: ŠO1-1 je Škoda Octavia v poloze před křižovatkou.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-40,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-40,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-46,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-46,9	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,1

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-0,6

**4.3.4.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 60 km/h (16,67 m/s).

Zvolená hodnota:

$$b = 50 \text{ m}$$

Tab. 4.16: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
16,67	8,3	13,3	48,6
$s_{A\text{ŠO}2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
35,3	2,92	2,12	4°36'54''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
7°23'6''	21,8	1,31	13,6
$t_f$ [s]			
0,82			

Tab. 4.17: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	3,9605	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

*Polohy vozidel:*

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-50,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-50,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-58,3	2,0
LPR (levý přední roh)	-58,3	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,3

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-1,0

#### 4.3.4.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 70 km/h (19,44 m/s).

Zvolená hodnota:

$$b = 55 \text{ m}$$

Tab. 4.18: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
19,44	9,7	15,6	53,6
$s_{AŠO2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
38,0	2,76	1,96	4°10'26''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
6°43'12''	23,9	1,23	15,0
$t_f$ [s]			
0,77			

Tab. 4.19: Vypočtené hodnoty pro ŠO1[24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{AŠO1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	4,6335	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-55,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-55,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-64,7	2,0
LPR (levý přední roh)	-64,7	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,3

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-1,2

#### 4.3.4.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 80 km/h (22,22 m/s).

Zvolená hodnota:

$$b = 65 \text{ m}$$

Tab. 4.20: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
22,22	11,1	17,8	63,6
$s_{A\dot{S}O_2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
45,8	2,86	2,06	3°32'8''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
5°41'12''	28,6	1,29	17,8
$t_f$ [s]			
0,80			

Tab. 4.21: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

$m$ [m]	$y$ [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{A\dot{S}O_1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	4,1946	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-65,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-65,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-76,1	2,0
LPR (levý přední roh)	-76,1	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,3

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-1,4

#### 4.3.4.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 90 km/h (25 m/s).

Zvolená hodnota:

$$b = 65 \text{ m}$$

Tab. 4.22: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

v [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	c [m]
25	12,5	20,0	63,6
$s_{A\dot{S}O_2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
43,6	2,54	1,74	3°29'1''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]
5°41'12''	28,8	1,15	17,8
$t_f$ [s]			
0,71			

Tab. 4.23: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

m [m]	y [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{A\dot{S}O_1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	5,8792	$\geq 3,5 \Rightarrow$ NESTIHNE

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7



**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-65,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-65,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-77,5	2,0
LPR (levý přední roh)	-77,5	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,4

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-1,2

#### 4.3.4.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 100 km/h (27,78 m/s).

Zvolená hodnota:

$$b = 100 \text{ m}$$

Tab. 4.24: Vypočtené hodnoty pro ŠO2 [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$c$ [m]
27,78	13,9	22,2	98,6
$s_{A\dot{S}O_2}$ [m]	$t_{RA}$ [s]	$t_A$ [s]	$\varepsilon$ [°]
76,4	3,55	2,75	2°22'24''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]
3°42'3''	42,2	1,52	27,3
$t_f$ [s]			
0,98			

Tab. 4.25: Vypočtené hodnoty pro ŠO1 [24]

$m$ [m]	$y$ [m]	$S_x = d$ [m]	$\alpha$ [°]
4,269	7,0	1,4	31°18'4''
$\beta$ [°]	$s_{A\dot{S}O_1}$ [m]	$a_{MIN}$ [m/s <sup>2</sup> ]	stihne x nestihne
63°53'31''	8,9	2,3537	$\leq 3,5 \Rightarrow$ STIHNE

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-0,5
LPR (levý přední roh)	-0,4	-0,5
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-2,7

**ŠO1-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-3,8	8,0
LPR (levý přední roh)	-4,9	6,7
PŘ (poloha řidiče)	-3,0	5,6

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-100,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-100,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-113,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-113,9	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-2,5

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-1,9

#### 4.3.5 Stanoviště pozorovatele 25 m od pravého okraje hlavní silnice,

**b = konstanta**

Jedná se o značně zidealizovanou situaci, kdy při 25 metrech od POV jsou zcela odlišné úhly pozorování, než při stání u POV, což má za následek kratší dráhy  $e$  a  $f$ , a tomu odpovídající časy  $t_e$  a  $t_f$ . Tato metoda je zvolena proto, aby se porovnávaly výsledky získané z kapitoly 4.3.3, to znamená, jestli by pozorovatelé byli schopni lépe vyhodnotit dopravní situaci v závislosti na lepších vstupních podmínkách, tj. na větším pozorovacím úhlu. Nevýhodou předchozích metod je malý pozorovací úhel. Postup výpočtu je shodný jako v kapitole 4.3.3. Jediná odlišnost je ve vzorci pro stanovení vzdálenosti  $e$ :

$$e = \frac{g + m - h}{tg\varepsilon} - a$$

$g$  – stanoviště pozorovatele od POV hlavní silnice

Zvolené hodnoty:

$$b = 80 \text{ m}, t_V = 0,5 \text{ s}, t_R = 0,8 \text{ s}$$

$b$  – součet drah, které ujede vozidlo ŠO2 za časy reakční ( $t_R$ ), akcelerační ( $t_A$ ) vozidla ŠO1 a dráhy, kterou ujede vozidlo ŠO1 v ose  $x$  při odbočení ( $d$ , neboli  $s_X$ )

$t_V$  – čas vyhodnocení

$t_R$  – čas reakce

##### 4.3.5.1 Rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s). Výkres uveden jako Příloha 4 – rychlost pozorovaného vozidla je 50 km/h, stanoviště pozorovatele je 25 m před pravým okrajem vozovky (POV).

Tab. 4.26: Vypočtené hodnoty [24]

$v$ [m/s]	$s_V$ [m]	$S_R$ [m]	$m$ [m]	$\varepsilon$ [°]
13,89	6,9	11,1	4,269	17°13'38''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	5,9	0,42	4,9	0,35

### Polohy vozidel:

Polohy vozidel jsou zapsány z důvodů následného možného navázání na tuto práci. Například polohy překážek, tzn. Fordu Transit, jsou zapsány proto, aby mohly být při experimentu nastaveny obě dvě vozidla na příslušná místa. K lepšímu a jednoduššímu nastavení je zvolen rastr. Pomocí rastru na výkresu se odečte pozice rohových bodů vozidel. Rastr je vyobrazen na výkresu (viz. Příloha 4) po 1 metru. Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo. Z Přílohy 4 je zřejmé, co jednotlivé zkratky znamenají. Např.: ŠO1-1 je Škoda Octavia v poloze 25 m před křižovatkou.

#### **ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

#### **ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

#### **ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-86,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-86,9	3,8

#### **FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,4

#### **FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

#### 4.3.5.2 Rychlost pozorovaného vozidla je 60 km/h

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 60 km/h (16,67 m/s).

Tab. 4.27: Vypočtené hodnoty [24]

$v$ [m/s]	$s_v$ [m]	$S_R$ [m]	$m$ [m]	$\varepsilon$ [°]
16,67	8,3	13,3	4,269	16°59'46''
$\delta$ [°]	$e$ [m]	$t_e$ [s]	$f$ [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	5,8	0,35	4,9	0,29

#### Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

#### ŠO1-1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

#### ŠO2-3:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

#### ŠO2-2:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-88,3	2,0
LPR (levý přední roh)	-88,3	3,8

#### FT1:

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,5

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

**4.3.5.3 Rychlost pozorovaného vozidla je 70 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 70 km/h (19,44 m/s).

Tab. 4.28: Vypočtené hodnoty [24]

v [m/s]	$s_v$ [m]	$S_R$ [m]	m [m]	$\varepsilon$ [°]
19,44	9,7	15,6	4,269	16°44'31''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	5,8	0,30	4,9	0,25

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-89,7	2,0
LPR (levý přední roh)	-89,7	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,5

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

**4.3.5.4 Rychlost pozorovaného vozidla je 80 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s).

Tab. 4.29: Vypočtené hodnoty [24]

v [m/s]	$s_v$ [m]	$S_R$ [m]	m [m]	$\varepsilon$ [°]
22,22	11,1	17,8	4,269	16°29'23''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	6,1	0,27	4,9	0,22

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8



**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-91,1	2,0
LPR (levý přední roh)	-91,1	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,5

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

**4.3.5.5 Rychlost pozorovaného vozidla je 90 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s).

Tab. 4.30: Vypočtené hodnoty [24]

v [m/s]	$s_v$ [m]	$S_R$ [m]	m [m]	$\varepsilon$ [°]
25,	12,5	20,0	4,269	16°15'11''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	6,2	0,25	4,9	0,20

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-92,5	2,0
LPR (levý přední roh)	-92,5	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,5

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

**4.3.5.6 Rychlost pozorovaného vozidla je 100 km/h**

Jedná se o situaci, kdy řidič ŠO2 jede konstantní rychlostí 50 km/h (13,89 m/s).

Tab. 4.31: Vypočtené hodnoty [24]

v [m/s]	$s_v$ [m]	$S_R$ [m]	m [m]	$\varepsilon$ [°]
27,78	13,9	22,2	4,269	16°1'38''
$\delta$ [°]	e [m]	$t_e$ [s]	f [m]	$t_f$ [s]
19°45'44''	6,3	0,23	4,9	0,18

Polohy vozidel:

Vzdálenosti jednotlivých bodů jsou zaokrouhleny na 1 desetinné místo.

**ŠO1-1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	1,3	-22,8
LPR (levý přední roh)	-0,4	-22,8
PŘ (poloha řidiče)	0,0	-25

**ŠO2-3:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-80,0	2,0
LPR (levý přední roh)	-80,0	3,8

**ŠO2-2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-93,9	2,0
LPR (levý přední roh)	-93,9	3,8

**FT1:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PPR (pravý přední roh)	-5,0	-23,6

**FT2:**

Bod	Osa x [m]	Osa y [m]
PZR (pravý zadní roh)	-13,0	-20,3

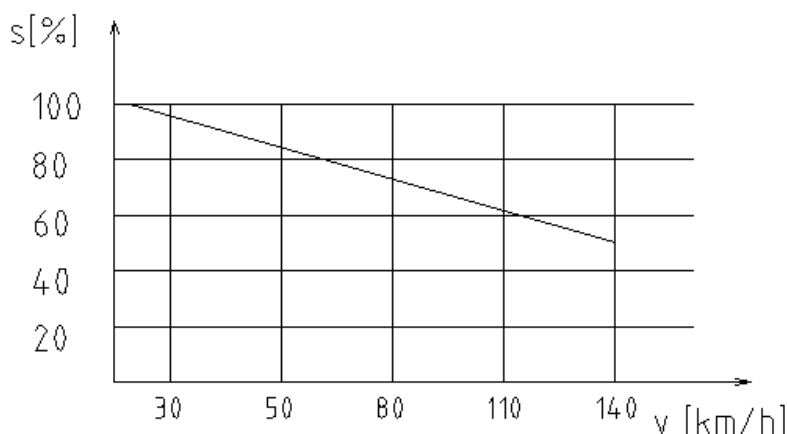
## 5. VYHODNOCENÍ

Jedná se o metodiku, kde budou nejprve umístěny překážky, které vytyčí úhel, ve kterém pozorovatel vidí celou šířku vozidla po čas 0,5 sekundy. Body, na které by měly být překážky nastaveny, jsou vypočítány v kapitole 4.3.

Testovací osoby by mohly být rozděleny podle dvou kritérií. Prvním kritériem by byl věk. Respondenti by se rozdělili do dvou testovacích skupin, například do padesáti let a nad padesát let. Tato hranice by byla zvolena, protože všeobecně se po dosažení padesátého roku života zhoršuje zrak, toto je však značně individuální. Druhým kritériem, podle kterého by se rozřadili testovací osoby, by byly zkušenosti. Do testovacích skupin by se rozřazovalo podle počtu ujetých kilometrů za rok.

Jsou navrženy tři varianty, jak měřit (viz kapitola 4.). Nejvíce rozpracovaná je metodika s využitím nastavitelných překážek, ale na tom samém principu by bylo možné naměřit data i s využitím brýlí se clonami. Pro měření pomocí trenažéru by byl zapotřebí modifikovaný software.

Testované osoby budou dotazovány, zda by stihly nebo nestihly přejet koridor pozorovaného vozidla a případně s jak velkým zrychlením. Takto by se zaznamenávaly údaje pro každou rychlostní hladinu. Z naměřených dat by bylo možno vytvořit konkrétní graf možné závislosti rychlosti jízdy pozorovaného vozidla na správnost vyhodnocení dopravní situace (viz. Obr. 5.1).



Obr. 5.1: Možná závislost rychlosti jízdy pozorovaného vozidla na správnost vyhodnocení dopravní situace [24]

## ZÁVĚR

V této diplomové práci bylo zpracováno téma Metodika pro posouzení možnosti správně vyhodnotit dopravní situaci řidičem v závislosti na rychlosti jízdy pozorovaného vozidla jedoucího po hlavní silnici.

Když si člověk sedne za volant, tak vidí, jaké okolní vlivy na řidiče působí a jakým razantním způsobem vzrostl za posledních několik let počet automobilů na silnicích. S rostoucím počtem silničních vozidel roste i počet dopravních nehod. Jedním typem nehod jsou nehody na křižovatkách, kdy jeden řidič nedodrží dopravní značku „Dej přednost v jízdě“ a druhý překročí maximální dovolenou rychlost v daném úseku. Tyto nehody byly hlavní motivací k vypracování této práce. Diplomová práce může dále posloužit k možnému praktickému měření při jednotlivých rychlostech a následné výsledky mohou být použity například při soudních sporech.

V úvodní části je objasněno lidské vidění. Od fyziky vidění, to znamená od základních veličin, které se tohoto tématu týkají, přes zrakové ústrojí člověka, to je vysvětlení, jakým způsobem vzniká vjem a jakými mechanismy se ze zrakového vjemu stává skutečný obraz.

V navazující části byl zmíněn zrak, jakožto klíčový smysl pro řízení motorového vozidla, který člověk má. Tímto smyslem je člověk schopen vnímat až 90% všech informací, které jsou lidem předávány. V této kapitole je popsán vliv stáří řidičů na kvalitu zraku a nejčastěji prováděné chyby seniorů, související se zhoršujícím se zrakem. Dále jsou uvedeny různé informační zátěže, které mají na udržení soustředěnosti řidiče negativní vliv.

V další fázi diplomové práce byly navrženy a popsány tři možné metodiky pro praktické měření správnosti vyhodnocení dopravní situace. První navrženou možností by mohlo být využití brýlí s bočními clonami. Clony by byly ohebné a lehce nastavitelné na jakýkoliv úhel. Respondent by nastavoval pozorovací úhel pomocí dvou lidí, kteří by stáli na bodech, vypočítaných v kapitole 4.3. Další alternativou by byl trenažér. Tato volba by však byla možná pouze ve spolupráci s firmou ERM company s.r.o., jejichž simulátor je na Ústavu soudního inženýrství používán. Důvodem této nutné spolupráce je neproveditelná možnost nasimulování dopravní situace se zakrytým výhledem se stávajícím softwarem. Třetí, a nejvíce propracovanou metodikou, je možnost nastavitelných překážek. Překážkami se rozumí dvě vozidla, která se nastaví na body vypočítané v kapitole 4.3. Ke snazšímu nastavení překážek byl zvolen rastr a jednotlivé body se vyznačí na silnici.

Zaznamenávat se pak budou názory jednotlivých testovacích osob, zda by stihli nebo nestihli přejet koridor pozorovaného vozidla a případně s jakým zrychlením. Výsledkem by potom byl graf závislosti rychlosti jízdy pozorovaného vozidla na správnost vyhodnocení dopravní situace (viz Obr. 5.1).

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] POLÁŠEK, J.. *Technický sborník oční optiky*. první. Praha: Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací, 1974. 580 s.
- [2] Dostupné z: <<http://www.converter.cz/prevody/jas.htm>>[cit. 2012-01-31].
- [3] Dostupné z: <[http://www.fotografovani.cz/art/fozak\\_df/rom\\_1\\_03\\_jas.html](http://www.fotografovani.cz/art/fozak_df/rom_1_03_jas.html)> [cit. 2012-01-31].
- [4] Dostupné z:  
<[http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni\\_materialy/prezentace/elektricka\\_zarizeni/svetl\\_o\\_1.pps](http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/prezentace/elektricka_zarizeni/svetl_o_1.pps)>[cit. 2012-03-08].
- [5] Dostupné z:  
<[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kof.zcu.cz%2Fst%2Fsm%2Ffpv%2Fdo\\_plnek\\_syll.doc&ei=i6d1T7exGsjKhAehoLWwDQ&usg=AFQjCNFtxmwBkjY-RilzJvfc1rm\\_GTYoEw&sig2=\\_Kb-v09M\\_YI9Nj\\_xb7DCbg](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kof.zcu.cz%2Fst%2Fsm%2Ffpv%2Fdo_plnek_syll.doc&ei=i6d1T7exGsjKhAehoLWwDQ&usg=AFQjCNFtxmwBkjY-RilzJvfc1rm_GTYoEw&sig2=_Kb-v09M_YI9Nj_xb7DCbg)> [cit. 2012-03-15].
- [6] Dostupné z: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/publikace/Jancovic1.html>> [cit. 2012-03-15].
- [7] Dostupné z: <<http://www.fotoradce.cz/blog/soubory/clanky/227/mspektrum.jpg>> [cit. 2012-01-31].
- [8] Dostupné z: <<http://www.aktivnizivot.cz/picture/clanky/ocnipriznaky/Obr%203.bmp>> [cit. 2012-01-31].
- [9] MALÝ, Petr. *Optika*. první. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2008. 361 s. ISBN 978-80-246-1342-0.
- [10] Dostupné z:  
<[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sgo.cz%2FStranky\\_predmetu%2Fbi%2Fdownload%2F3%2Fzrakove\\_ustroji.doc&ei=sXF5T7CIKcWDOuaIsNUN&usg=AFQjCNEq7gf8NcyWd3oIq\\_M7RESaUTJXYA&sig2=3D\\_REw7eZ53twZqxSw\\_d6hg](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sgo.cz%2FStranky_predmetu%2Fbi%2Fdownload%2F3%2Fzrakove_ustroji.doc&ei=sXF5T7CIKcWDOuaIsNUN&usg=AFQjCNEq7gf8NcyWd3oIq_M7RESaUTJXYA&sig2=3D_REw7eZ53twZqxSw_d6hg)> [cit. 2012-03-16].
- [11] Dostupné z:  
<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Schematic\\_diagram\\_of\\_the\\_human\\_eye\\_cs.svg/350px-Schematic\\_diagram\\_of\\_the\\_human\\_eye\\_cs.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Schematic_diagram_of_the_human_eye_cs.svg/350px-Schematic_diagram_of_the_human_eye_cs.svg.png)> [cit. 2012-01-31].

- [12] Dostupné z: <<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/480-cocky>> [cit. 2012-03-15].
- [13] Dostupné z: <<http://www.ocnivady.cz/zrakovy-nerv>> [cit. 2012-03-16].
- [14] Dostupné z: <<http://www.zdravi4u.cz/pages/Image/roztrousena-skleroza/nervova-vlakna-oka.jpg>> [cit. 2012-03-15].
- [15] Dostupné z:  
<[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCsQFjAB&url=http%3A%2F%2Fbiologie.amoskadan.cz%2Ffiles%2Fbi%2FNervova\\_soustava.pps&ei=VJx5T6b\\_D4KBOs-V-e0N&usg=AFQjCNG12wC3UsmvqXDqacAhIUBO-qqHJg&sig2=hgMsq58a44fiuhKjU0tn9w](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCsQFjAB&url=http%3A%2F%2Fbiologie.amoskadan.cz%2Ffiles%2Fbi%2FNervova_soustava.pps&ei=VJx5T6b_D4KBOs-V-e0N&usg=AFQjCNG12wC3UsmvqXDqacAhIUBO-qqHJg&sig2=hgMsq58a44fiuhKjU0tn9w)> [cit. 2012-03-17].
- [16] Dostupné z: <<http://www.poranenimozku.cz/downloads/mozek-arey-final.swf>> [cit. 2012-03-16].
- [17] ČERNOCHOVÁ, Dana. *Vizuální orientace v dopravě a psychická zátěž řidiče, Sborník příspěvků z mezinárodní odborné konference „Prevence dopravní nehodovosti v resortu Ministerstva obrany“*. první. Vyškov: Velitelství výcviku – Vojenská akademie Vyškov, 2009. 133 s. ISBN 978-80-254-5230-1.
- [18] KRÁL, Jaroslav. *Bezpečná vzdálenost při jízdě vozidla s právem přednosti jízdy, Sborník příspěvků z mezinárodní odborné konference „Zvýšení bezpečnosti provozu vozidel ozbrojených sil“*. první. Vyškov: Velitelství výcviku – Vojenská akademie Vyškov, 2011. 156 s. ISBN 978-80-904625-2-6.
- [19] Dostupné z:  
<<http://www.skoda-auto.cz/CZE/model/newoctavia/facts/Pages/dimensions.aspx>> [cit. 2012-01-20].
- [20] Dostupné z:  
<<http://www.auto.cz/test-ford-transit-kombi-2-2-tdci-103-kw-prijede-nas-osm-babi-63147>> [cit. 2012-01-20].
- [21] Dostupné z: <<http://ridicske-prukazy.info/zakon/361-2000.html>> [cit. 2012-01-20].
- [22] Dostupné z: <<http://sunglassstyles.info/wp-content/uploads/2011/09/Flip-Sunglasses.jpg>> [cit. 2012-05-16].
- [23] SEDLÁK, R.: *Komplexní analýza obvyklé doby pozorování jedoucího vozidla a okolních podmínek pro vyhodnocení dopravní situace*. Pojednání o budoucí disertační práci. VUT v Brně, ÚSI, Brno červen 2010.
- [24] Archiv autora



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Jednotka	Název
L	[cd/m <sup>2</sup> ]	jas
I	[cd]	svítivost
S	[m <sup>2</sup> ]	plocha
E	[lx]	osvětlení
Q	[-]	činitel odrazu plochy
$\pi$	[-]	Ludolfovo číslo
K	[-]	kontrast jasu
$\Psi$	[°]	rozlišovací mez
V	[-]	zraková ostrost
s	[m]	dráha
t	[s]	čas
v	[m/s]	rychlost
a	[m/s <sup>2</sup> ]	zrychlení
ABS		antiblokovací systém brzd
ESP		elektronický stabilizační program

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Teoreticky
Příloha 2	Rychlost pozorovaného vozidla 50 km/h, stanoviště pozorovatele 2,7 m před pravým okrajem vozovky (POV)
Příloha 3	Rychlost pozorovaného vozidla 50 km/h, stanoviště pozorovatele 2,7 m před pravým okrajem vozovky (POV)
Příloha 4	Rychlost pozorovaného vozidla 50 km/h, stanoviště pozorovatele 25 m před pravým okrajem vozovky (POV)