

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



## **Bakalářská práce**

**Prvky aktivní bezpečnosti vozidel se zaměřením na zorné  
pole řidiče a mrtvé úhly**

**Radek Čejka**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Čejka

Technika a technologie v dopravě a spojích  
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Prvky aktivní bezpečnosti vozidel se zaměřením na zorné pole řidiče a mrtvé úhly**

Název anglicky

**Active vehicle safety features focusing on the driver's field of vision and blind spots**

---

### Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku zorného pole řidiče. Hlavním cílem je provést popis jednotlivých prvků aktivní bezpečnosti, porovnání zorného pole řidiče a mrtvých úhlů z několika typů osobních a nákladních automobilů.

Díličí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- porovnat zorné pole řidiče a mrtvých úhlů z několika typů osobních a nákladních automobilů.
- definovat rizika, která mohou vést ke kritickým scénářům a navrhnout proti nim relevantní opatření

### Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na popis jednotlivých prvků aktivní bezpečnosti, porovnání zorného pole řidiče a mrtvých úhlů z několika typů osobních a nákladních automobilů. Dále pak na zhodnocení možnosti vzniku kritických scénářů a návrh na relevantní protiopatření. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry bakalářské práce.

Osnova:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Přehled řešené problematiky
- 5 Praktická část práce
- 6 Zhodnocení výsledků
- 7 Závěr a doporučení

8 Seznam použitých zdrojů

9 Přílohy



### Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

### Klíčová slova

mrtvý úhel, zorné pole, aktivní bezpečnost

---

### Doporučené zdroje informací

- DOUDA, P. – HEPTNER, T. – KOLÁŘ, J. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STROJNÍ FAKULTA. *Pozemní dopravní prostředky*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 2002. ISBN 80-01-02441-5.
- Hubáček, Petr. *Automobilita v klidu a městském prostředí*. Brno: P. Hubáček, 2016. ISBN 978-80-214-4324-2.
- PŘIBYL, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03648-8.
- PŘIBYL, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03122-5.
- PŘIBYL, P. – SVÍTEK, M. – HOSPODÁŘSKÁ KOMORA HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY. DOPRAVNÍ SEKCE, – SDRUŽENÍ PRO DOPRAVNÍ TELEMATIKU ČR. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN – technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.
- SVOBODA, J. *Teorie dopravních prostředků : vozidla silniční a terénní*. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03005-9.
- VLK, F. *Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- VLK, F. *Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- VLK, F. *Elektronické systémy motorových vozidel. Díl 1*. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.
- VLK, F. *Elektronické systémy motorových vozidel. Díl 2*. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.

---

### Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

### Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

**Ing. Martin Kotek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 26. 09. 2020

## **Čestné prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Prvky aktivní bezpečnosti se zaměřením na zorné pole řidiče a mrtvé úhly vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na mojí bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 14.5.2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych také rád poděkoval svým přátelům za zapůjčení měřených vozidel a rodině za podporu.

# Prvky aktivní bezpečnosti vozidel se zaměřením na zorné pole řidiče a mrtvé úhly

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá aktivní bezpečností motorových vozidel, zejména pak osobních a lehkých užitkových automobilů. Text je koncepčně rozdělen do dvou hlavních částí. První část se zabývá bezpečností vozidel a schopnostmi řidiče. V této části jsou stručně popsány prvky pasivní bezpečnosti a podrobně vysvětleny prvky aktivní bezpečnosti. Do aktivních prvků bezpečnosti spadají asistenční systémy, osvětlení vozidel a také konstrukce vozidla, jež umožňuje řidiči dostatečný výhled. Ze schopností řidiče je pro řízení jakéhokoliv vozidla nejdůležitější zrak, proto se závěr první části zabývá lidským zrakem a negativními vlivy, jež ovlivňují bezpečnost silničního provozu.

Druhá část je zaměřena na porovnání nepřímého zorného pole řidiče u několika osobních a užitkových automobilů. Nepřímým zorným polem rozumíme část prostoru, do kterého řidič vidí pomocí optického zařízení, přičemž nejpoužívanější optická zařízení jsou zrcátka. Díky zrcátkům má řidič lepší přehled o situaci za vozidlem, stále však existují slepá místa, jež se obecně označují jako mrtvé úhly. Jelikož s nepřímým zorným polem řidiče úzce souvisí i velikost mrtvých úhlů, jsou této problematice věnovány poslední dvě kapitoly druhé části.

**Klíčová slova:** bezpečnost, asistenční systémy, osvětlení vozidel, výhled z vozidla, zorné pole, zpětná zrcátka, mrtvý úhel

# **Active vehicle safety features focusing on driver's field of vision and blind spots**

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with active safety of motor vehicles, especially in cars and light commercial vehicles. The text is conceptually divided into two main parts. The first part deals with safety of vehicles and driver's abilities. This section describes passive safety features in short and explains active safety features in detail. The active safety features include assistance systems, vehicle lighting and the design of vehicle, which allows to driver sufficient view. Of the driver's abilities, eyesight is the most important thing for driving any vehicle, so the end of the first part deals with human vision and negative effects that affect road safety.

The second part is focused to comparison of the indirect field of driver's view in several cars and commercial vehicles. By indirect field of view, we mean the part of space into which the driver can see by an optical device, the most used optical devices are mirrors. Thanks to mirrors, the driver has a better overview of situation behind the vehicle, but there are still blind spots. Because the size of blind spots is closely related to driver's indirect field of view, the last two chapters of the second part are devoted to this issue.

**Keywords:** safety, assistance systems, vehicle lighting, view out of vehicle, field of vision, rear-view mirrors, blind spot



# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3 Metodika práce .....</b>	<b>3</b>
<b>4 Přehled řešené problematiky.....</b>	<b>4</b>
4.1 Bezpečnost motorových vozidel .....	5
4.1.1 Pasivní a aktivní bezpečnost.....	5
4.1.2 Asistenční systémy vozidel .....	7
4.1.3 Osvětlení vozidel.....	14
4.1.4 Výhled z vozidla .....	20
4.2 Lidský zrak .....	27
4.2.1 Fyziologie vidění.....	27
4.2.2 Vnímání za zhoršených světelných podmínek .....	28
4.2.3 Oslnění.....	28
<b>5 Praktická část práce .....</b>	<b>30</b>
5.1 Měřená vozidla.....	30
5.1.1 Kategorie M1 .....	30
5.1.2 Kategorie N1.....	32
5.2 Metoda měření .....	35
5.3 Postup měření.....	35
5.4 Naměřená data .....	36
<b>6 Zhodnocení výsledků .....</b>	<b>37</b>
6.1 Porovnání s SUV.....	38
6.2 Mrtvý úhel .....	39
6.2.1 Levá strana.....	39
6.2.2 Pravá strana.....	41
6.3 Eliminace mrtvých úhlů .....	43
<b>7 Závěr a doporučení.....</b>	<b>45</b>
<b>8 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>46</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>51</b>
<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>52</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>53</b>

# 1 Úvod

Již od počátku automobilismu, lidé touží po vyšším výkonu a přepravní rychlosti. Samotné sestrojení prvních motorových vozidel bylo převratnou událostí, která značně urychlila přepravu osob i zboží po celém světě. Na přelomu 19. a 20. století byly automobily ale velmi drahé a dovolit si je mohl pouze bohatý člověk. O masové rozšíření osobní přepravy se zasloužil až Henry Ford s levným vozidlem nazvaným Ford model T. Počátkem 20. století automobily dosahovaly pouze relativně nízkých rychlostí a nebyl téměř žádný provoz. S postupným vývojem se však začala zvyšovat rychlost a na silnicích se začalo objevovat čím dál více vozidel. Bylo tedy nezbytné začít řešit i jejich bezpečnost.

V současné době je automobil nedílnou součástí lidských životů a mnoho lidí si život bez něj ani nedokáže představit. Při výběru nového vozidla je jedním ze základních faktorů právě bezpečnost, kterou se výrobci snaží neustále zlepšovat.

Moderní bezpečnost dělíme na aktivní a pasivní. Úkolem aktivní bezpečnosti je předejít dopravní nehodě, pasivní má za úkol zmírnit alespoň její následky. Do aktivní bezpečnosti řadíme např. světlomety, výhled z vozu, či moderní elektronické systémy zabráňující kolizi, popř. ztrátě ovladatelnosti vozidla. Pasivní ochranou se rozumí např. bezpečnostní pásy, airbagy, ale také deformační zóny, které mají za úkol pohltit energii nárazu.

Následující text bude zaměřen především na aktivní bezpečnost, zvláště pak na výhled z vozu a s ním související zorné pole řidiče a mrtvé úhly. Pro porovnání bude uvedeno několik typů osobních a lehkých užitkových automobilů, jež lze považovat za malé nákladní vozidla.

## 2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je definovat bezpečnost motorových vozidel, vytvořit přehled prvků ovlivňujících aktivní bezpečnost a porovnat nepřímá zorná pole několika řidičů běžných osobních a užitkových automobilů v České republice.

Tyto tři skupiny se dělí na dílčí cíle, které jsou:

- Objasnit rozdíl mezi pasivní a aktivní bezpečností.
- Přehledně popsat a vysvětlit funkci jednotlivých asistenčních systémů.
- Uvést moderní způsoby osvětlení motorových vozidel a vozovky.
- Definovat další faktory ovlivňující aktivní bezpečnost.
- Vybrat vhodná osobní a užitková vozidla pro porovnání nepřímého výhledu.
- Stručně popsat jednotlivá vozidla.
- Vytvořit jednoduchou a názornou metodu měření.
- Naměřená data zpracovat a na jejich základě provést porovnání kvality nepřímého výhledu.
- Určit velikosti mrtvých úhlů a definovat situace s vysokým rizikem dopravní nehody.
- Navrhnout možná opatření pro eliminaci mrtvých úhlů.

### 3 Metodika práce

V bakalářské práci bude nejprve uveden stručný úvod do problematiky bezpečnosti motorových vozidel. Následně budou popsány prvky aktivní bezpečnosti, kterými jsou zejména asistenční systémy vozidel, ale také další součásti, jako například osvětlení vozovky, či dostatečně velké průhledové plochy. Za tímto účelem bude využito odborně literárních zdrojů.

V praktické části bude vybráno několik typů vozidel, jež jsou hojně zastoupeny na tuzemských komunikacích. Tato vozidla budou sloužit jako referenční pro změření nepřímého zorného pole řidiče skrze vnější zpětná zrcátka. Metoda měření využije vlastnosti obecného trojúhelníku, jež vytvoří plocha viděná v zrcátku. Úhel plochy pokrytý odrazem v zrcátku bude vypočten na základě naměřených rozměrů jednotlivých stran trojúhelníku pomocí kosinové věty. Ze získaných hodnot budou následně definovány mrtvé úhly, respektive části prostoru, kam řidič vozidla nevidí prostřednictvím přímého ani nepřímého výhledu. Pro tyto zóny budou následně navržena jednoduchá opatření umožňující jejich zmenšení.

## 4 Přehled řešené problematiky

Bezpečnost v automobilovém odvětví se začala řešit až ve druhé polovině 20. století. Do té doby nebyly ve vozidlech téměř žádné bezpečnostní prvky. Auta tehdy sice jezdila daleko pomaleji než dnes a provoz na silnicích nebyl ani zdaleka takový, nicméně následky nehod byly povětšinou fatální. Možná právě to přimělo výrobce zamyslet se nad bezpečností svých vozidel.

Revolučním pokrokem v této oblasti byl vynález bezpečnostního pásu, jímž jako první začala své vozy vybavovat automobilka Volvo. Nejprve se začal používat tzv. dvoubodový bezpečnostní pás, který vedl diagonálně přes hrudník cestujícího. Kvůli umístění přezky ve vyšší hrudního koše ale docházelo k častým poraněním vnitřních orgánů. [1]

Za otce moderního třibodového pásu je považován bezpečnostní konstruktér Nils Bohlin, jenž si uvědomil, že je nutné udržet v sedadle horní i dolní část těla. V roce 1958 si tedy nechal patentovat pás, který byl uchycen ve třech bodech a po zapnutí vytvořil tvar písmene V. Tím se pás rozdělil do dvou částí, kdy horní část vedla diagonálně přes trup cestujícího a spodní část byla vedena přes jeho klín. Díky umístění kotevního bodu, do něž se pás zapínal, vedle sedadla se pak předešlo problémům s přezkou. [1]

Třibodový pás se rychle rozšířil a již od roku 1959 ho Volvo zařadilo do standardní výbavy svých vozů. [1]

Druhým velmi významným prvkem bezpečnosti je bezesporu airbag. Ten se používal již ve 40. letech minulého století v letectví. S myšlenkou použít vzduchový vak i v automobilu přišel v roce 1952 John W. Hetrick, který si nechal tento vynález patentovat. Reálné využití nastalo ovšem až v roce 1967, kdy Dr. David S. Breed doplnil airbag potřebnými snímači a prodal výsledky svojí práce automobilce Chrysler. [2; 3]

První sérii vozů s airbagy vyrobila v roce 1971 automobilka Ford. O rok později se začal airbag více rozšiřovat a to především díky vozu Chevrolet Impala, který byl oblíbený v USA. V té době byl ovšem airbag považován za náhradu bezpečnostního pásu. Teprve až v roce 1980 ho lidé začali považovat pouze za doplněk. Od roku 1987 se navíc začal dodávat i airbag spolujezce. K masovému rozšíření ale došlo až v 90. letech, kdy většina automobilek začala postupně dodávat airbagy jako součást standardní výbavy svých vozů. [2; 3]

Postupem času se airbagy začaly umisťovat po celém interiéru vozu. Proto v dnešních vozidlech nalezneme kromě čelních airbagů také airbagy boční, hlavové, kolenní a jiné. V posledních letech jsou známé i pokusy o umístění airbagu do kapoty vozidla pro případnou ochranu sraženého chodce. [2; 3]

Celkově lze bezpečnost provozu na pozemních komunikacích rozdělit do dvou hlavních částí. První částí je bezpečnost samotného motorového vozidla, druhou částí jsou pak vlastnosti řidiče, zejména jeho zrak.

## 4.1 Bezpečnost motorových vozidel

V současné době je na bezpečnost kladen velký důraz, a to zejména ze strany zákazníků, kteří chtějí bezpečný a pohodlný dopravní prostředek. Bezpečnost motorového vozidla se dělí na pasivní a aktivní, přičemž aktivní bezpečnost lze dále rozdělit na: asistenční systémy, osvětlení vozidel a výhled z vozidla.

### 4.1.1 Pasivní a aktivní bezpečnost

Cílem pasivních prvků bezpečnosti vozidla je minimalizovat následky dopravní nehody. Mezi nejdůležitější prvky pasivní bezpečnosti patří karoserie vozidla, zádržné systémy, opěrka hlavy a airbag. [4]

Karoserie automobilu je funkčně rozdělena na dvě části, a to na deformační část a prostor pro posádku. Funkcí deformační části je co největší pohlcení energie nárazu. Naopak kabina vozu se nárazem deformovat nesmí. [4]

Zádržné systémy se skládají z bezpečnostních pásů a jejich předpínačů. Úkolem tohoto systému je snížit riziko poranění uživatele při prudkém zpomalení vozidla, a to jeho udržením v sedačce. Nejrozšířenějším zádržným systémem jsou pak tříbodové pásy s pyrotechnickými předpínači. [4]

Hlavová opěrka je též velmi důležitým prvkem, jelikož zabraňuje nebo alespoň částečně snižuje poranění krční páteře při nárazu zezadu. Velký význam má i při čelním nárazu, kdy se tělo po zachycení pásem a airbagem začne v sedadle pohybovat zpět. [4]

Airbag slouží k ochraně určité části těla cestujícího před nárazem např. do volantu či palubní desky. Jedná se o vzduchový polštář, který se nafoukne bezprostředně po nárazu vozidla. [4]

Systém eCall je nejnovějším pokrokem v oblasti pasivní bezpečnosti. Vozidlo díky snímačům samo vyhodnotí, že došlo k vážné dopravní nehodě a automaticky zahájí tísňové

volání na linku 112. Současně odešle GPS souřadnice vozu a další informace o vozidle. Systém eCall je v České republice od roku 2018 povinný pro všechna nově homologovaná vozidla kategorie M1 a N1. [5]

Opakem pasivních prvků bezpečnosti jsou aktivní prvky bezpečnosti, jejichž úkolem je předejít samotné dopravní nehodě. Nejdůležitějším prvkem jsou bezesporu kvalitní brzdy a přesné řízení. Ovladatelnost vozidla a dobré jízdní vlastnosti spolu s dostatečně výkonným motorem se také významně podílejí na aktivní bezpečnosti. Dále zde můžeme zařadit například ergonomii vozu a dostatečný výhled. V posledních letech se velmi rozšířily všemožné asistenční systémy. Nejnámějším systémem je protiblokovací systém ABS, dále protipokluzový systém ASR a stabilizační systém ESP. [4]

V moderních vozidlech pak nalezneme také spoustu asistentů, kteří významně zvyšují komfort a bezpečnost přepravy. Jedná se například o parkovací asistent, adaptivní tempomat, udržování v jízdním pruhu a další. Asistenční systémy vozidla Audi A6 jsou znázorněny na obr. 1. Systémy aktivní bezpečnosti a asistenční systémy budou podrobně popsány dále v textu. [6]



Obr. 1 – Aktivní systémy Audi A6 [6]

#### 4.1.2 Asistenční systémy vozidel

Současné moderní technologie umožnily vznik velkého množství asistenčních systémů pro podporu řidiče. Díky těmto asistentům se v posledních letech výrazně zvýšila aktivní bezpečnost motorových vozidel. Do asistenčních systémů řadíme např: protiblokovací a stabilizační systém, dále brzdového asistenta, asistenta pro sledování mrtvých úhlů, udržování v jízdním pruhu a další.

##### 4.1.2.1 Protiblokovací systém

Protiblokovací systém neboli Anti-lock Brake System (ABS) patří v současné době k nejnámějším bezpečnostním prvkům motorových vozidel.

Při zkoumání historie tohoto systému zjistíme, že počátky sahají až do roku 1929, kdy si francouzský automobilový jezdec Gabriel Voisin všiml skutečnosti, že letadla jsou po usednutí na povrch a následném intenzivním brzdění zcela neovladatelná. Vytvořil proto jednoduchý systém se setrvačником a ventilem. Setrvačnik, jenž byl připojen k brzdovému kotouči, se otáčel stejnou rychlostí jako kolo, a to i při normálním brzdění. Při prudkém brzdění se ale setrvačnik otáčel rychleji a díky tomu otevřel ventil, který upustil část brzdové kapaliny, čímž se snížil tlak v brzdovém okruhu. Tento princip poté umožnil stálé odvalování kol a tím i ovladatelnost letadla. [7]

Do sériových vozidel se ABS začalo dostávat až o několik desítek let později. Zásahu na tom měl především výrazný pokrok v oblasti digitální techniky. Především analogové systémy byly totiž pro osobní dopravu příliš složité a nespolehlivé.

Za přelomový se považuje až rok 1978. V tomto roce společnost Mercedes-Benz společně s firmou Bosch představila plně funkční systém ABS. Na konci téhož roku se systém ABS dostal do příplatkové výbavy pro vůz Mercedes-Benz třídy S a postupně i do dalších modelů této značky. V roce 1981 byl systém uzpůsoben pro užitková vozidla a od roku 1992 se stal součástí standardní výbavy všech osobních automobilů Mercedes-Benz. [8]

Funkcí ABS je zabránit zablokování kol a následné ztrátě adheze při prudkém brzdění. Zablokované kolo totiž není schopné přenést boční sílu a automobil tak pokračuje v přímé jízdě i s vytočenými koly. Nejvyššího brzdícího účinku se ovšem dosahuje na mezi adheze, systém proto zajišťuje stálé odvalování kol a tím zabraňuje ztrátě přilnavosti mezi pneumatikou a vozovkou. Tímto způsobem je dosaženo zachování stability a ovladatelnosti vozidla i při prudkém brzdění na mokřém povrchu. [9]



Principem fungování ABS je regulace brzdné síly v brzdových třmenech. Každé kolo vozidla je vybaveno indukčním snímačem otáček, který předává informaci o rychlosti otáčení řídicí jednotce. Ta porovnává otáčky jednotlivých kol a pokud vyhodnotí, že je některé kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém okruhu a tím kolo odblokuje. Uvolnění kola může nastat 12x až 16x za sekundu, čímž se zajistí stálé odvalování kol a ovladatelnost vozidla. Při prudkém brzdění se proces blokování a odblokování kola stále opakuje až do úplného zastavení, tím se dosáhne nejvyššího brzdného účinku, jelikož je kolo stále udržováno na mezi adheze. [4]

#### 4.1.2.2 Protiprokluzový systém

Protiprokluzový systém známý pod zkratkou ASR zabraňuje protáčení hnaných kol. Zkratka pochází z anglického názvu Anti-Slip Regulation.

S prvním protiprokluzovým systémem nazvaným MacTrac přišla v roce 1971 automobilka Buick. Tento jednoduchý elektronický systém umožnil detekci prokluzujících kol, čemuž se následně snažil zabránit úpravou výkonu motoru. V roce 1979 vyvinula automobilka Cadillac podobný systém s názvem Traction Monitoring. Moderní systémy ASR se začaly do automobilů dodávat v roce 1986. [10]

Systém ASR funguje ve spolupráci se systémem EDS a řídicí jednotkou motoru. EDS je elektronická uzávěrka diferenciálu, která se snaží nahradit mechanickou uzávěrku přibrzděním protáčejícího se kola hnané nápravy. Toho se využívá zejména při rozjezdu, kdy se jedno hnané kolo nachází na povrchu s nižší adhezí. Zatímco systém EDS může pracovat pouze v malých rychlostech (cca do 40 km/h), systém ASR funguje v jakékoliv rychlosti. [4]

Ke své činnosti využívá ASR snímače otáček jednotlivých kol, které zároveň využívá i systém ABS. Oproti systému ABS ale ASR využívá data ze snímačů k porovnání otáček kol hnané nápravy s otáčkami kol nepoháněné nápravy. Pokud řídicí jednotka z dat vyhodnotí, že dochází k prokluzu jednoho či obou hnaných kol, vydá pokyn k přibrzdění protáčejícího se kola. Pokud dojde k prokluzu při vyšší rychlosti, je vydán pokyn ke snížení točivého momentu motoru. Důsledkem jednoho, či druhého zásahu je obnova adheze mezi pneumatikou a vozovkou. [4]

Označení ASR ovšem není jediné. V praxi se tak můžeme setkat s různým označením a zkratkami, přičemž princip činnosti všech systémů je prakticky stejný. U automobilky BMW tak nalezneme označení ASC (Automatic Stability Control), nebo DTC (Dynamic

Traction Control). U Hondy či Mitsubishi nalezneme zkratku TCS (Traction Control System). Opel používá zkratku TC (Traction Control). [10]

#### 4.1.2.3 Elektronický stabilizační program

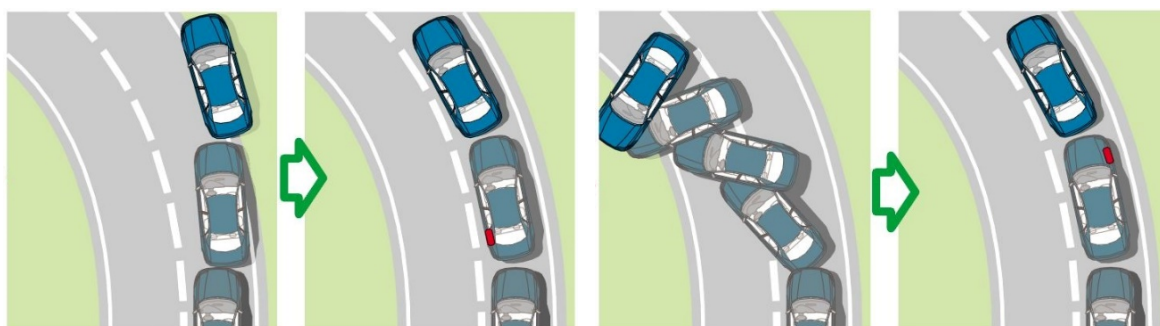
Dalším významným pokrokem v oblasti aktivní bezpečnosti bylo vytvoření systému pro stabilizaci vozidla při prudké změně směru jízdy. Elektronický stabilizační program se nejčastěji označuje zkratkou ESP z anglického Electronic Stability Program, mnozí výrobci vozidel však používají jiné zkratky např. ESC, DSC či A-TRC. Princip všech systémů je ale prakticky totožný a jedná se pouze o jiné obchodní označení.

Systém ESP porovnává směr požadované jízdy se skutečným směrem pohybu vozidla. K tomu využívá snímače natočení volantu, otáček kol, dostředivého zrychlení, tlaku brzdové kapaliny a snímač polohy plynového pedálu. K vlastní funkci pak využívá i systém ABS a ASR. [11]

Pokud řídicí jednotka vyhodnotí, že dochází k rozdílu mezi požadovaným a skutečným směrem jízdy, zasáhne řízeným přibrzděním některých kol a tím vozidlo stabilizuje. V případě nedotáčivosti neboli smyku přední nápravy (obr. 2 vlevo) využije řídicí jednotka ESP systém ASR, tím sníží točivý moment motoru a následně přibrzdí vnitřní zadní kolo vozidla. To vyvolá opačný otáčivý moment, jenž pomůže vozidlu zatočit do zatáčky. [11]

Při smyku zadní nápravy neboli přetáčivosti (obr. 2 vpravo) systém naopak přibrzdí vnější přední kolo. Pokud nedojde ke stabilizaci vydá navíc i pokyn ke krátkodobému zvýšení točivého momentu motoru. Tímto zásahem se opět vyrovnají momenty otáčivých sil. V principu se jedná o velmi podobný druh řízení, jaký využívají pásová vozidla. [11]

Prvním vozem, který byl vybaven tímto systémem se stal Mercedes-Benz třídy E v roce 1995. Postupem času se začalo ESP dodávat i do vozidel nižších tříd, minimálně jako příplatková výbava. V roce 2011 se tento systém stal součástí povinné výbavy všech nově vyrobených vozidel. [11]



Obr. 2 – Funkce ESP [11]

#### 4.1.2.4 Brzdový asistent

Brzdový asistent pracuje na principu měření intenzity sešlápnutí brzdového pedálu. Označuje se zkratkou EBA nebo BAS (z angl. Emergency Brake Assist nebo Brake Assistant System).

Většina řidičů při nouzovém brzdění sešlápnou brzdový pedál příliš pomalu a velkou silou, nebo příliš rychle a malou silou. Taková reakce řidiče ovšem nevyvolá v brzdové soustavě maximální tlak, čímž se výrazně prodlouží brzdná dráha vozidla. Pokud snímač umístěný pod brzdovým pedálem rozpozná takovéto krizové brzdění, automaticky se zvýší tlak v brzdové soustavě, který výrazně navýší brzdný účinek. Systém zůstává aktivní až do uvolnění brzdového pedálu. [12]

U novějších vozidel pracuje brzdový asistent nejen v součinnosti s ABS, ale i s radarem, díky kterému je schopen rozpoznat blížící se překážku a zabránit tak případné nehodě. [12]

#### 4.1.2.5 Adaptivní tempomat

Klasickým tempomatem jsou vozidla vybavena již několik desetiletí. Funkce tempomatu je pouze udržovat předvolenou rychlost, přičemž ostatní je na řidiči. Oproti tomu adaptivní tempomat označovaný zkratkou ACC (Adaptive Cruise Control) přidává navíc funkci přizpůsobení rychlosti v závislosti na dopravní situaci tak, aby byla vždy zachována bezpečná vzdálenost mezi vozidly (viz obr. 3). Chytřejší systémy spolupracují navíc i s navigačním systémem a systémem pro rozpoznávání dopravních značek, čímž výrazně rozšiřují pole působnosti tempomatu. Ten je díky tomu možné využít i mimo dálnici. Tento systém zvyšuje nejen komfort cestujících, ale také aktivní bezpečnost vozidla. [13; 14]



Obr. 3 – Funkce ACC [14]

Ke své funkci využívá ACC další systémy aktivní bezpečnosti. Systém ESP má na starost automatické přibrzdění, dále je nutná spolupráce s řídicí jednotkou motoru, která umožní zvýšení rychlosti a její udržování. Případně je využito i řízení automatické převodovky, jenž umožní úplné zastavení vozidla nebo změnu rychlosti ve velkém rozsahu. Nezbytným prvkem je ovšem ten, který umožní rozpoznat vzdálenost vozidla od objektu před ním. K tomu se využívá zejména radar, lidar, laser nebo stereokamera. [13]

#### 4.1.2.6 Udržování v jízdním pruhu

Neboli systém pro udržování vozidla v jízdním pruhu, nazývaný též Lane Assist, funguje na principu snímání vodorovného dopravního značení pomocí kamery umístěné v čelním skle za vnitřním zpětným zrcátkem. Díky svému umístění kamera nebrání řidiči ve výhledu. Počátek vývoje tohoto systému sahá až do roku 1992 a zasloužily se o něj především Japonské automobilky. [15]

Velmi užitečný je Lane Assist na dálnici, kdy je jízda monotónní a dlouhá. Na nejednoho řidiče tak může dolehnout únava, případně mikrospánek. V případě, že kamera rozpozná, že se vozidlo blíží k hranici jízdního pruhu, zasáhne asistent do řízení jemným pohybem volantu a vyzve řidiče k převzetí řízení. Pokročilejší systémy dokážou řízení korigovat průběžně a udržují tak vozidlo stále uprostřed jízdního pruhu. Řidič je pak pouze v určitém časovém intervalu vyzván k dotyku volantu, aby asistent ověřil jeho bdělost. [15]

Systém je aktivní při rychlostech vyšších než 65 km/h. V případě zapnutí směrového světla se systém deaktivuje a umožní tak plynulý předjížděcí manévr. Naopak pokud na vozovce chybí vodorovné značení, nebo jsou zhoršené povětrnostní podmínky, zůstává asistent neaktivní. Pro zachování bezpečnosti je samozřejmě umožněno vyjetí z pruhu i bez zapnutého směrového světla v případě náhlého výhybného manévru. [15]

#### 4.1.2.7 Sledování mrtvého úhlu

Blind Spot Assist nebo Side Assist jsou v podstatě velmi podobně fungující systémy. Hlavní rozdíl je v tom, že Side Assist funguje na větší vzdálenost, díky čemuž dokáže dříve a přesněji upozornit řidiče na vozidlo v mrtvém úhlu. Někteří výrobci používají k detekování vozidla v mrtvém úhlu kamery v zrcátkách, jiní radary v zadní části vozu. [16]

V případě, že asistent rozpozná v mrtvém úhlu vozidlo, je na tu skutečnost řidič upozorněn rozsvícením varovné kontrolky ve vnějším zpětném zrcátku. Jestliže řidič zapne směrové světlo, začne kontrolka v zrcátku blikat, případně zazní i zvukový signál a zobrazí

se upozornění na displeji. Velmi časté je propojení s Lane Assist, jenž se pokusí odvrátit případnou kolizi. [16]

Side Assist navíc obsahuje funkci Rear Traffic Alert. Ta je vhodná zejména při vycouvávání z řady kolmo zaparkovaných vozidel. Jestliže radar zaznamená při couvání blížící se objekt, zazní akustický signál společně s výstrahou na displeji. Pokud řidič nezareaguje, vozidlo automaticky zastaví. [17]

#### 4.1.2.8 Rozpoznávání dopravních značek

U dražších modelů téměř všech automobilek nalezneme také asistenta pro rozpoznávání dopravních značek. Ten je vhodný zejména ve městě, kde je nepřehledné množství zákazových značek, či značek omezujících rychlost. Téměř každému řidiči se tak již stalo, že si nebyl jistý, jaká rychlost je v daném úseku povolena. [18]

Systém funguje díky kameře v čelním skle, která neustále monitoruje dění před vozidlem. Díky softwaru je pak schopná rozpoznat normalizované svislé dopravní značení. Pro bezchybnou funkci navíc systém porovnává získaná data z kamery s daty z navigačního systému vozidla. Rozpoznaná značka omezující rychlost se následně zobrazí na informačním displeji, případně na Head-up displeji a řidič je tak v reálném čase informován o maximální povolené rychlosti. [18]

#### 4.1.2.9 Podpora při parkování

Parkovací senzory jsou ve vozidlech rozšířené již řadu let. Především při parkování ve stísněných prostorech nebo při parkování s rozměrným vozidlem se jedná o velmi užitečného pomocníka. Senzory umístěné v nárazníku se automaticky aktivují při zařazení zpátečky, nebo stiskem tlačítka. Řidič je pak informován o vzdálenosti od překážky pomocí akustického signálu, který zvyšuje svoji frekvenci úměrně s klesající vzdáleností. Pokud je vzdálenost již velmi malá přejde charakteristické pípání v souvislý tón.

Funkce senzoru je založena na ultrazvukovém měření vzdálenosti. Senzor vysílá zvukové signály o vysoké frekvenci, ty se odráží od snímaného objektu a vrací se zpět do senzoru. Na základě rozdílu času od vyslání signálu po jeho přijetí, řídicí jednotka vypočítává skutečnou vzdálenost od objektu. Pro přesné měření malých překážek je navíc použito více senzorů zároveň a následně je pomocí triangulace (určení výšky trojúhelníku) vypočtena přesná vzdálenost. [19]

Koncern VW nazývá tuto funkci jako ParkPilot, ta navíc k akustickému signálu přidává i schéma vozidla na displeji, kde se zobrazuje přibližná poloha překážky a její vzdálenost (obr. 4). V případě, že je vozidlo vybaveno navíc i parkovací kamerou, zobrazuje se na displeji infotainmentu obraz této kamery doplněný o vodící čáry, případně budoucí směr pohybu vozidla v závislosti na natočení volantu. [20]

Dalším pokrokem v oblasti parkování je tzv. Park Assist. Tento asistent dokáže po své aktivaci sám vyhledat vhodné parkovací místo a provést parkovací manévry. Řidič ovládá pouze pedály vozidla, případně je vyzván ke změně převodového stupně. [20]



Obr. 4 – ParkPilot [20]

#### 4.1.2.10 Další asistenti

Častým problémem řidičů bývá rozjezd vozidla v prudkém kopci, následkem čehož vznikají drobné nehody. Výrobci vozidel proto vymysleli asistenta rozjezdu do kopce, který označují zkratkou HSA či HHC. Zkratka pochází z anglického názvu Hill Start Assist, případně Hill Hold Control. Systém zabráňuje nechtěnému zpětnému pohybu vozidla směrem z kopce dolů.

Princip systému je založen na měření náklonu vozidla. Pokud při zastavení překročí náklon určitou mez (nejčastěji 5 %) od vodorovné polohy, systém rozpozná, že se vozidlo nachází ve svahu. Při následném rozjezdu proto ponechá tlak v brzdové soustavě ještě přibližně 2 sekundy po uvolnění brzdového pedálu. Během této doby má tak řidič dostatek času na přendání nohy z brzdového na plynový pedál. [21]

Dalším častým problémem, který dělá většině řidičů nemalé potíže je couvání s přívěsem. Automobilka Volkswagen proto vyvinula důmyslného asistenta nazývaného Trailer Assist, který couvání s přívěsem velmi usnadní. Princip funkce je založen

na parkovacím asistentu, jenž je doplněn o couvací kameru, která sleduje přívěs. Z obrazu kamery je pomocí speciálního algoritmu dopočítávána poloha přívěsu vůči tažnému vozidlu. Na základě této informace systém natáčí volantem, přičemž řidič ovládá pouze brzdu a plyn. Směr jízdy přívěsu pak ovlivňuje pomocí joysticku k nastavování zpětných zrcátek. [22]

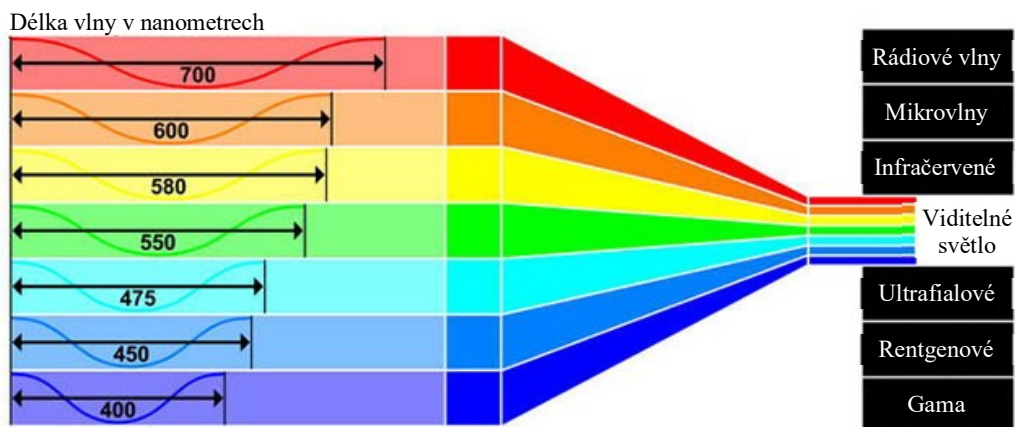
#### 4.1.3 Osvětlení vozidel

Jedním z hlavních prvků aktivní bezpečnosti je osvětlení vozidla, přičemž platí známá poučka, že je důležité nejen vidět, ale také být viděn. Moderní vozidla používají hned několik typů osvětlení, která lze rozdělit podle jejich účelu na světla osvětlovací, návěštní a ostatní. Osvětlovací světla (světlomety) mají za úkol osvětlit jízdní dráhu a umožnit tak řidiči dostatečný rozhled před a případně i za vozidlo. Do této kategorie patří tlumené, dálkové, přední mlhové a zpětné světlomety. Funkce návěštních světel, označovaných jako svítilny, spočívá v zajištění dostatečné viditelnosti vozidla. Za návěštní světla považujeme světla obrysová, brzdová, směrová, výstražná, zadní mlhová a také světla pro denní svícení. Mezi ostatní světla pak řadíme např. osvětlení interiéru či registrační značky.

##### 4.1.3.1 Základní vlastnosti světla

Viditelné světlo je druh elektromagnetického vlnění ležící mezi ultrafialovým a infračerveným zářením (viz obr. 5). Základními vlastnostmi viditelného světla jsou jeho vlnová délka a teplota chromatičnosti. [23]

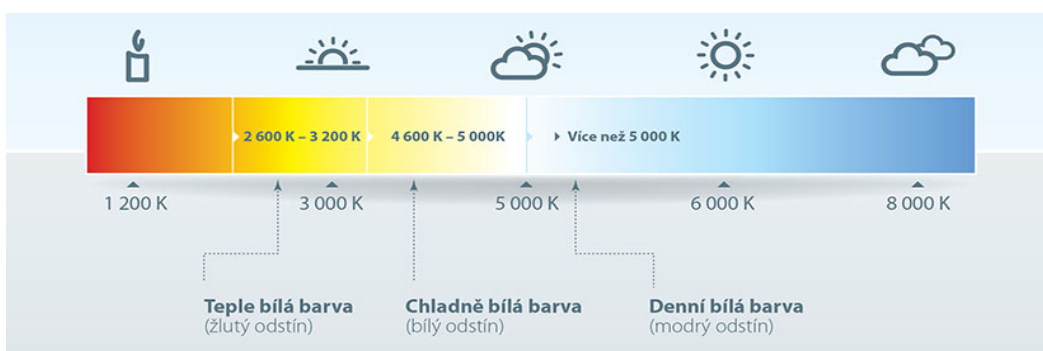
Vlnová délka, označovaná řeckým písmenem  $\lambda$ , udává vzdálenost, na které dochází k opakování tvaru vlny. V závislosti na vlnové délce rozlišujeme celé spektrum barev (obr. 5), a to od nejkratších přibližně 380 nm dlouhých vln fialové barvy až po přibližně 780 nm dlouhé vlny červené barvy. [23; 24]



Obr. 5 – Barevné spektrum světla [24]

Teplota chromatičnosti charakterizuje barevné vnímání a parametry emitovaného světla. Uvádí se v Kelvinech, přičemž světlo o hodnotě okolo 3000 K považujeme za teplé bílé, v rozmezí přibližně 4000 K až 6000 K hovoříme o neutrálním světle blízkém dennímu a při teplotách nad 6500 K se jedná o studené bílé až namodralé světlo. Toto rozdělení znázorňuje obr. 6. [23; 25]

Za bílé světlo považujeme celé barevné spektrum, v němž jsou jednotlivé barvy zastoupeny v určitém poměru. Toto světlo lze rozložit pomocí optického hranolu na jednotlivé složky. Bílé světlo vyzařuje například slunce, jehož světlo má spojité spektrum a teplotu chromatičnosti 5400 K. [26]



Obr. 6 – Teplota chromatičnosti [25]

Dalšími veličinami charakterizujícími zejména umělé světlo jsou svítivost, světelný tok a intenzita osvětlení. Svítivost udává intenzitu světelného toku v daném směru, světelný tok vyjadřuje množství světla vyzářené zdrojem do okolí za jednotku času a intenzita osvětlení je definována jako světelný tok dopadající na ozařovanou plochu. [26]

Barvy různých předmětů se pouze jeví v barvě světla, které odrážejí, přičemž zbytek světelného spektra je předmětem pohlcen. To znamená, že například červené těleso odráží pouze světelné paprsky o vlnové délce odpovídající červenému světlu, přičemž paprsky ostatních vlnových délek pohlcuje. Pokud ovšem těleso osvítime světlem neobsahujícím červenou složku, uvidíme místo červeného tělesa těleso černé. [26]

#### 4.1.3.2 Hlavní světlomety

Hlavními světlomety rozumíme potkávací tlumené a dálkové světlomety. Ty bývají u většiny vozidel umístěny v jednom funkčním celku společně s obrysovými, směrovými a denními světly. V závislosti na typu provedení mohou mít hlavní světlomety společnou parabolu, nebo být zcela oddělené. V případě společné paraboly je použita dvouvláknová žárovka, která v závislosti na rozsvíceném vlákne vytváří tlumené či dálkové světlo. [27]



Tlumené světlomety mají za úkol co nejlépe osvětlit vozovku a zároveň co nejméně oslnit protijedoucí řidiče. Za tímto účelem musí každý světlomet splňovat správnou geometrii svícení stanovenou v mezinárodních předpisech a současně být správně seřízen. V minulosti se používalo symetrické tlumené světlo, jež vytvářelo před vozidlem symetrický kužel. V současné době se používají asymetrická tlumená světla, kdy je pravá část vozovky společně s krajnicí osvětlována do větší vzdálenosti než levá část. Tímto způsobem je dosaženo optimálního osvětlení vozovky a současně zabráněno oslňování protijedoucích řidičů. [27]

Účelem dálkových světlometů je osvětlit vozovku před vozidlem na větší vzdálenost (řádově stovky metrů) a umožnit tak řidiči jízdu vyšší rychlostí. Podle předpisů ovšem nesmí být dálková světla použita v případě, že je vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, nebo by mohl být oslněn řidič protijedoucího vozidla, či řidič jiného vozidla v blízkosti. [27]

#### 4.1.3.3 Světelné technologie

Současná vozidla používají hned několik typů světelných zdrojů. Kromě klasických žárovek zde nalezneme také halogenové žárovky, xenonové výbojky, LED diody či laser.

Klasické žárovky jsou stále nejrozšířenějším zdrojem světla v motorových vozidlech. Světlo v nich vzniká pomocí rozžhaveného wolframového vlákna, které je uzavřeno ve skleněné baňce s netečným plynem (nejčastěji směs dusíku a argonu). Díky naplnění baňky plynem se výrazně sníží odpařování vlákna při vysokých teplotách. Důsledkem odpařování wolframu je zeslabení vlákna, které může vést až k jeho úplnému přetavení nebo přetržení. Jelikož je baňka pevně připojena k patici, nemá odpařený wolfram kam uniknout, a tak se usazuje na vnitřním povrchu baňky, čímž se postupně snižuje i světelná účinnost. [23]

Z principu fungování je patrné, že se jedná spíše o tepelný než o světelný zdroj, což negativně ovlivňuje účinnost. Výhodou ale je, že vyzařují spojité spektrum barev blízké slunci, které je pro člověka přirozené. Běžně používané jsou též dvouvláknové žárovky např. při kombinaci koncového a brzdového světla (obr. 7 vlevo). [23]

Halogenové žárovky jsou založeny na stejném principu jako klasické žárovky, tedy na rozžhaveném wolframovém vláknu. Oproti nim však mají menší baňku, která je navíc plněna plynem s příměsí prvků ze skupiny halogenů. To umožní dosažení vyšších teplot vlákna a tím i vyšší svítivost a delší životnost žárovky. Díky vyšším teplotám jsou ale tyto žárovky velmi náchylné na znečištění. Proto výrobci doporučují dotýkat se pouze patice, a nikoliv i krycího skla. [23]

V motorových vozidlech se tento typ žárovky používá především v hlavních světlometech, a to jak pro tlumená, tak i dálková světla. Nejčastějším provedením je typ H7 (obr. 7 uprostřed) pro tlumený světlomet a H1 pro dálkový světlomet, případně H4 s dvojitým vláknem pro kombinovaný světlomet.

Výbojky pracují na principu elektrického oblouku, díky čemuž jsou efektivním světelným zdrojem. Skládají se ze skleněné trubice s plynnou náplní a dvou elektrod. Působením vysokého napětí vznikne mezi elektrodami výboj, jenž vydává velmi intenzivní monochromatické světelné paprsky, které jsou velice podobné dennímu světlu. Výbojka se při provozu pouze mírně zahřívá, jelikož vzniklé světlo není závislé na teplotě výboje. [23]

Nejpoužívanějším typem výbojky je tzv. xenonová výbojka (obr. 7 vpravo), u níž je použito xenonu jako hlavního prvku v plynné náplni skleněné trubice. Z důvodu vysoké světelné intenzity musí být xenonové světlometry opatřeny automatickým nastavováním sklonu světelných paprsků a také ostřikovačem pro případ znečištění světlometu, jež by mohlo odklonit část světelných paprsků, které by tak mohly být nebezpečné pro ostatní účastníky silničního provozu. Pro správné zachování funkce světlometu musí být systém navíc doplněn o řídicí elektroniku a zapalovací jednotku, která zajistí potřebné vysoké napětí na elektrodách. Hlavní výhodou oproti halogenovým žárovkám je přibližně dvojnásobná světelná intenzita a výrazně delší životnost. [23]

U současných automobilů nalezneme jednoduché xenonové výbojky zajišťující funkci potkávacích světel, dálková světla jsou zde řešena halogenovou žárovkou. V případě, že jsou tlumená i dálková světla zajištěna xenonovou výbojkou, jedná se o tzv. bi-xenonové světlometry. Přepínání světel pak zajišťuje mechanická clonka uvnitř světlometu, která blokuje část světelných paprsků.



Obr. 7 – Běžná žárovka, halogenová žárovka, xenonová výbojka [28]

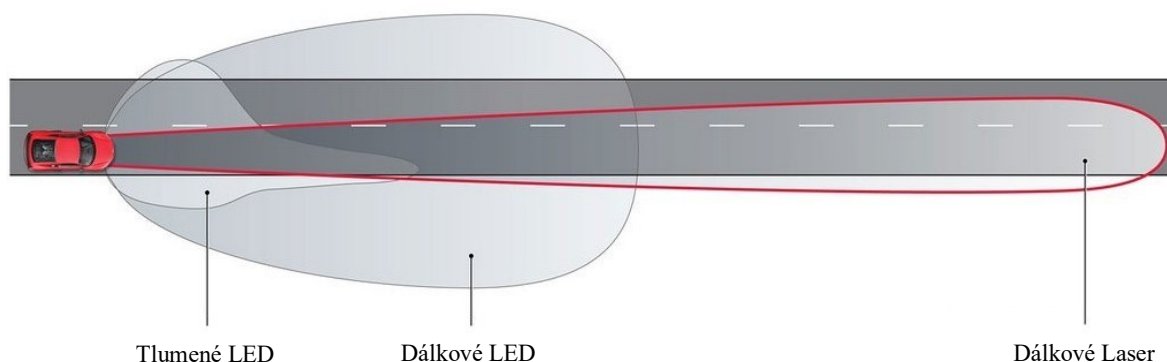
U moderních automobilů jsou xenonové výbojky postupně nahrazovány LED technologií, jenž umožňuje zmenšení světlometů, vyšší světelný výkon, nižší energetickou náročnost a také vytváření efektních světelných obrazců. [29]

LED diody se již řadu let používají pro osvětlení nejrůznějších kontrolky přístrojové desky. K vnějšímu osvětlení se jako první začaly používat ve třetím brzdovém světle. V současné době se jedná o velmi rozšířený světelný zdroj pro denní svícení, který postupně začíná nahrazovat klasické žárovky v koncových a směrových svítlnách. Výrobci je rovněž nabízejí jako náhradu halogenových žárovek a xenonových výbojek v hlavních světlometech pro jejich výhodné vlastnosti. [29]

LED dioda je polovodičová součástka obsahující PN přechod, na němž při průchodu elektrického proudu v propustném směru vzniká viditelné světlo. Barva světla je závislá na polovodičovém materiálu a dotujícím prvku použitým v konkrétní diodě. Na trhu tak nalezneme velký sortiment nejrůznějších barev, velikostí i svítivostí. Výhodou LED je především jejich dlouhá životnost v řádu desetitisíců hodin, vysoká účinnost, malá spotřeba energie, okamžitá reakce, nastavitelná svítivost, odolnost proti otřesům a také malá poruchovost. Nevýhodou pak může být vyšší pořizovací cena a značné zahřívání při velkém světelném výkonu, při kterém je nutné použít odpovídající chlazení. [26]

Nejnovějším pokrokem v oblasti osvětlení jsou pak laserové světlometry, které nabízejí dosvit až 600 metrů před automobil. Základem je několik vysoce výkonných laserových diod o malém průměru, jejichž světlo je soustředěno do jednoho laserového modulu, v němž se skrývá soustava zrcadel, určených k rozptylu přímých paprsků. Laserové světlo je výrazně odlišné od slunečního světla, proto je nutná jeho dodatečná úprava pomocí fosforového konvertoru a fluorescenční látky, která přemění modré laserové světlo na bílé. Výsledné vyzařované světlo je pak extrémně jasné a má čistě bílou barvu. [30; 31]

Oproti LED světlometům nabízejí vyšší účinnost a přibližně o polovinu nižší spotřebu energie. Srovnání dosvitu LED a laserových světlometů znázorňuje obr. 8. Největším úskalím je ovšem bezpečnost. Laserové světlometry sice mají velmi vysoký světelný výkon, ten ale představuje i značné nebezpečí. V případě defektu světlometu může totiž velmi snadno nastat poškození zraku při zásahu očí blízkých osob. Proto je nutné zajistit, aby i při vážné dopravní nehodě nemohlo ze světlometu vycházet nerozptýlené laserové světlo. [32]

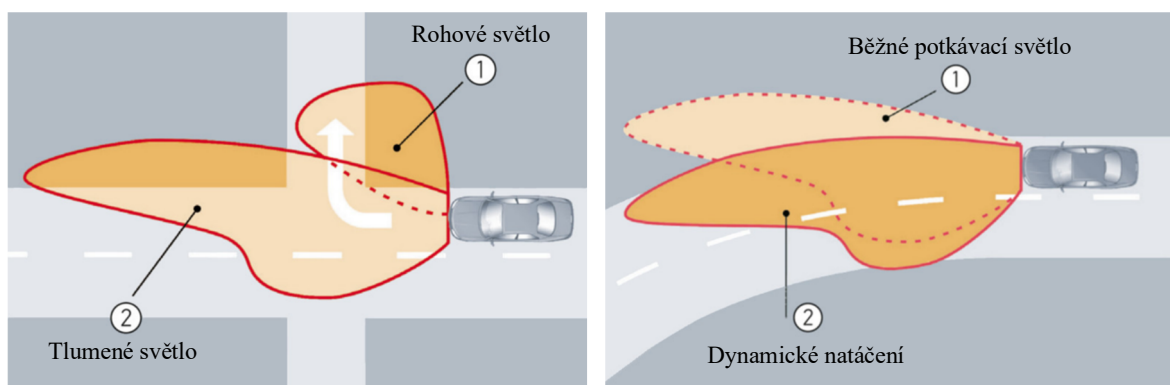


Obr. 8 – Srovnání LED a laserových světlometů [31]

#### 4.1.3.4 Adaptivní světlometry

Za první adaptivní světlometry lze považovat světlometry, které se natáčí kolem svislé osy při průjezdu zatáčkou, nebo osvětlují odbočovací prostor, kam tlumená světla téměř nesvítí. V současné době se stávají velmi populárními maticové LED matrix světlometry a nejnovějším pokrokem v této oblasti jsou tzv. Digital Light od společnosti Mercedes-Benz.

Systém AFL (Adaptive Forward Lighting), označovaný též zkratkou AFS (Advanced Front Lighting System), kombinuje statické přisvětlování do ostrých zatáček s dynamickým natáčením světlometů k dosažení maximálního osvětlení vozovky. Pro statické přisvětlování (obr. 9 vlevo) slouží přídatný světlomet, který je natočen do šikmého směru tak, aby osvětloval právě oblast šikmo před vozidlem. Světlomet je pak aktivován na základě rychlosti vozidla, úhlu natočení volantu a sepnutí směrových světel. K dynamickému natáčení světelného kužele (obr. 9 vpravo) slouží pohyblivé moduly hlavních světlometů umožňující natočení až  $15^\circ$  ve všech směrech. Natočení světlometu závisí na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu. Při vyšších rychlostech se automaticky mírně zvedne světelný paprsek tak, aby byl zajištěn dostatečný výhled z vozidla i při jízdě po dálnici. Samotný pohyb světlometů pak zajišťují malé elektromotorky s potřebnou řídicí elektronikou. [33]



Obr. 9 – Statické a dynamické svícení do zatáčky [33]

V moderních vozidlech nalezneme kromě obyčejných LED diod i tzv. adaptivní světlomety označované jako LED Matrix. U těchto světlometů je zdroj světla rozdělen do několika segmentů, které se mohou nezávisle na sobě rozsvěcovat a zhaset. U nejnovějších vozidel je zdroj světla rozdělen na několik desítek vysoce svítivých LED diod. [34]

Zjednodušeně lze říct, že technologie LED Matrix dovoluje používat dálková světla i v běžném provozu, jelikož elektronika zajišťuje plynulou regulaci světelného kužele. Pro správnou funkci musí být světlomety samozřejmě propojeny s kamerou, která rozpoznává okolní objekty a předává informace řídicí jednotce. Ta na základě zjištěných dat vydává pokyny pro omezení svitu jednotlivých segmentů. [34]

Systém tak automaticky zabraňuje oslnění ostatních řidičů a současně eliminuje nutnost přepínání mezi potkávacími a dálkovými světly. Tím se snižuje namáhání očí řidiče a současně se zlepšuje osvětlení vozovky. [35]

Samostatnou kapitolou vývoje jsou pak tzv. Digital Light světlomety vyvinuté automobilkou Mercedes-Benz. Tato technologie obsahuje v každém světlometu více než milion světelných bodů, což umožňuje světlo spíše promítat na vozovku než ho pouze vysílat do určitého směru. Díky tomu jsou světlomety schopné odstínit nejen protijedoucí vozidla, ale například i upozornit na špatně osvětleného chodce, kterému je pro vyšší bezpečnost odstíněna hlava tak, aby nebyl oslněn. Při nízkých teplotách dokážou upozornit řidiče na riziko možného náledí, případně signalizovat překročení povolené rychlosti. Světlomety spolupracují také s navigačním systémem, což dovoluje navigování v reálném čase, kdy jsou navigační pokyny promítány přímo na vozovku. [36]

Vše je založeno na dokonale propracovaném kamerovém systému a množství senzorů, které neustále sledují situaci před vozidlem a rozpoznávají ostatní účastníky silničního provozu, osoby nebo předměty. Řídicí elektronika pak během milisekund vyhodnocuje situaci a dává pokyny k přesnému řízení světelných paprsků. [37]

#### 4.1.4 Výhled z vozidla

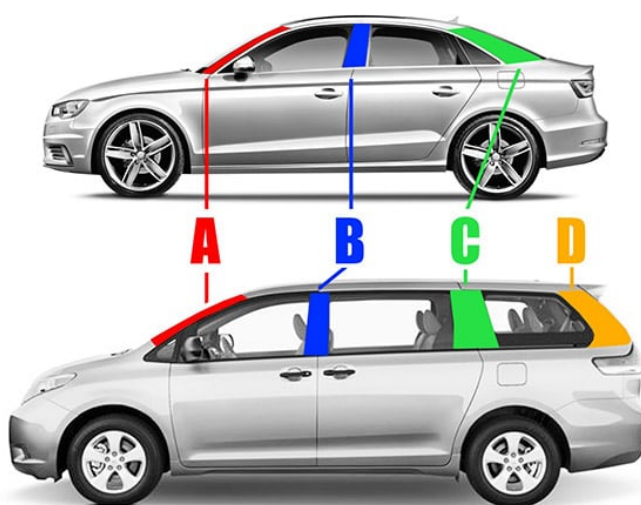
Dostatečný výhled z vozidla je hlavním prvkem aktivní bezpečnosti. Slouží zejména řidiči k zajištění bezpečného rozhledu tak, aby měl přehled o aktuální situaci na vozovce a zároveň nebyl hrozbou pro ostatní účastníky silničního provozu. Celkový výhled z vozidla velmi úzce souvisí se samotnou konstrukcí vozidla, která určuje velikost průhledových a odrazných ploch. Z hlediska pracovní pozice řidiče rozdělujeme celkový výhled z vozidla na přímý a nepřímý.

Kromě konstrukce má vliv na výhled a správné ovládání vozidla také stavba těla řidiče, proto u současných automobilů nalezneme celou škálu možností, jak lze nastavit polohu volantu, sedadla, případně i dalších ovládacích prvků. Pro správný výhled je nutné zajistit především správnou polohu očí ve vozidle. K tomu slouží u většiny vozidel výškově nastavitelná poloha sedadla. Oči by měly být umístěny přibližně ve středu čelního skla, nebo lépe těsně nad ním tak, aby sklopené stínítko nebránilo ve výhledu. Stejně tak volant by měl být nastaven do takové výšky, aby umožnil řidiči dostatečný průhled na přístrojový panel a zároveň nebránil výhledu z vozidla. [38]

#### 4.1.4.1 Přímé pole výhledu

Zajišťují průhledné části karoserie, tedy okna, která rozdělujeme na čelní a boční. Snahou výrobců automobilů je maximalizovat tyto plochy a tím umožnit co nejlepší přímý výhled, zároveň jsou ale limitováni celkovou pevností vozidla a s ní spojenými nárazovými zkouškami.

Hlavními prvky bránícími v přímém výhledu jsou střešní sloupky, které mají za úkol nést střechu automobilu. Tím ale rozdělují průhledovou plochu a vytváří tak pro řidiče zakrytou oblast, ve které se může snadno skrýt chodec, cyklista, případně i celý automobil. Z konstrukčního hlediska rozlišujeme sloupky na typ A, B, C a D (viz obr. 10). Přímému výhledu brání nejvíce sloupky typu A, přičemž velikost výsledné zakryté oblasti závisí nejen na jejich šířce, ale také na vzdálenosti očí řidiče od těchto sloupků. [39; 40]



Obr. 10 – Typy střešních sloupků [40]

Další vlastností, která ovlivňuje přímý výhled skrze A-sloupek je úhel, který svírá se spodní hranou bočního okna. Pro snížení aerodynamického odporu karoserie je v zájmu konstruktérů tento úhel snižovat. To má ale za následek opětovné zvýšení zakryté plochy.

V posledních letech se experimentuje s použitím kamer, přičemž možnosti, jak zprůhlednit A-sloupek jsou dvě. První možností je použít speciální polstrování sloupků a na něj promítat obraz z kamery. Druhou možností je pak použít tenké ohebné displeje umístěné na vnitřní straně sloupků a na nich v reálném čase zobrazovat dění za sloupkem. [41]

Přímý výhled z vozidla ovlivňuje i samotná průhledová plocha, kterou bývá nejčastěji sklo. Na trhu nalezneme hned několik typů skel lišících se svými vlastnostmi. Základním typem je standardní sklo, které se používalo u starších automobilů, kde ještě nebyl kladen velký důraz na bezpečnost. S postupem času se ale zjistilo, že takové sklo může způsobit velmi vážná poranění při dopravní nehodě. Právě to bylo podnětem k vytvoření tzv. bezpečnostních autoskel.

Za základní typ bezpečnostního skla považujeme sklo tvrzené neboli kalené, které se vyznačuje vysokou pevností a současně přijatelně nízkou hmotností. Hlavní vlastnost je ale ta, že v případě roztržení se sklo rozpadne na velké množství malých neostrých střepů, čímž se výrazně sníží riziko poranění posádky vozidla. Tato vlastnost je ovšem nežádoucí u čelního skla, jelikož by se sklo při silnějším nárazu např. od letícího kamínku snadno roztržilo a zasypano tak posádku velkým množstvím střepů. Proto byla vytvořena skla vrstvená. [42]

Vrstvená skla se skládají ze dvou nebo i více vrstev, mezi které je vložena průhledná fólie. Ta v případě rozbití zabrání rozpadu skla, díky čemuž zůstane zachován jeho tvar. Současně se výrazně zvýší odolnost proti nárazu a také celková pevnost. Díky tomu může sklo částečně sloužit i jako opora pro střechu vozidla. Vysoká odolnost může být výhodou proti zlodějům, zároveň je ale nevýhodou v případě nouzové situace, kdy při vážné dopravní nehodě značně komplikuje práci záchranářům. Z tohoto důvodu se vrstvená skla používají ve většině případů pouze pro čelní okna. Pro zadní a boční se používá sklo kalené, které lze snadno rozbít, což umožní rychlejší vyproštění posádky z havarovaného vozidla. [42]

Zásadou moderních technologií vznikly další typy skel zvyšující komfort posádky, základní koncepce skla ale zůstává stejná. Na trhu tak nalezneme skla, která například odrážejí tepelné záření, odpuzují vodu, propouštějí méně hluku, nebo obsahují různé antény či senzory. Skla mohou být rovněž vyhřívaná, což výrazně usnadňuje odstranění námrazy či zamlžení oken v zimním období. [43]

Průhledové plochy by ovšem byly k ničemu, pokud by nebyla zajištěna jejich průhlednost. K této funkci slouží stírací a ostříkovací systém, který je nedílnou součástí výbavy všech vozidel. Funkce stěračů spočívá v odstranění nečistot a vodní vrstvy z čelního skla tak, aby se zabránilo případnému zhoršení viditelnosti z vozidla. Přední stěrače s ostříkovacím systémem jsou povinnou součástí vozidel, zatímco zadní stěrač není nutností, ale je pouze dobrovolný a u osobních automobilů doporučený.

Vůbec první stěrače byly ovládány mechanicky řidičem pomocí páčky uvnitř vozidla. Později začalo být manuální ovládání nahrazováno elektromotorkem, jenž obstarával pohyb stěračů. Následně se začala zavádět regulace rychlosti stírání až se dospělo k vytvoření prvních cyklovačů. V průběhu sedmdesátých let 20. století se začaly stěrače s cyklovačem postupně dostávat do běžných automobilů. Moderní automobily mohou mít cyklovač doplněný o dešťový senzor, díky kterému jsou stěrače schopné automaticky reagovat na změnu intenzity deště a upravovat tak rychlost stírání pro zachování optimálního výhledu z vozidla. Senzor funguje na principu lomu světla a je umístěn v čelním skle, obvykle za zpětným zrcátkem, kde nebrání řidiči ve výhledu. [44; 45]

Důležitou součástí stěračů je ostříkovací systém, jehož úkolem je usnadnit odstranění zaschlých nečistot. Kapalina je nasávána z nádržky elektrickým čerpadlem, poté je hadičkami rozvedena a následně pomocí trysek rozprášena na sklo. Trysky mohou být i vyhřívané pro zajištění správné funkčnosti systému za velmi nízkých teplot. [44]

#### 4.1.4.2 Nepřímé pole výhledu

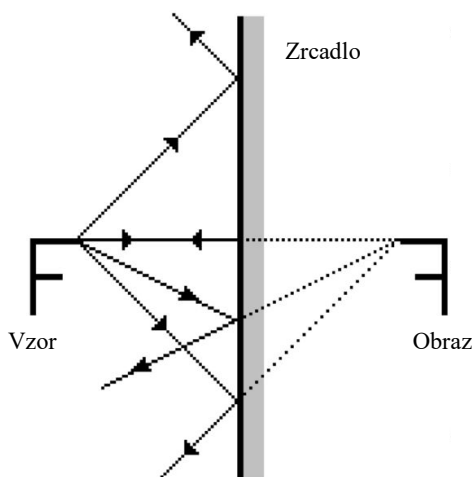
Nepřímým polem výhledu rozumíme takové pole, do kterého vidíme pomocí optického zařízení. Tím bývají především odrazné plochy, tedy vhodně umístěná zrcadla, případně kamery. U osobních automobilů nalezneme dvě vnější a jedno vnitřní zpětné zrcátko. U užitkových vozidel nalezneme pouze dvě vnější zrcátka, jelikož mívají neprůhlednou zadní část. Naopak nákladní vozidla používají hned několik typů zrcátek, neboť díky velkým rozměrům má řidič dosti omezený výhled.

Současným trendem v této oblasti je stále se rozšiřující použití kamer, které usnadňují parkování a manévrování ve stísněných prostorech. Zpětné kamery navíc zlepšují celkovou aerodynamiku a současně zmenšují zakrytý prostor v oblasti A-sloupku.

Nejrozšířenějším zařízením pro nepřímý výhled jsou ale stále zrcadla, která lze rozdělit do několika kategorií. Za zrcadlo považujeme plochu o vysokém lesku, v níž vzniká světelný odraz. Základním typem je rovinné zrcadlo, dále rozlišujeme zrcadla sférická a asférická.



Rovinná zrcadla poskytují ideální světelný odraz, avšak pro použití ve vozidlech jsou méně vhodná vzhledem k malým rozměrům zrcátek zde použitých. Paprsky ze světelného zdroje dopadající na rovinné zrcadlo, jsou odraženy podle zákona odrazu, který říká, že paprsky jsou odraženy pod stejným úhlem, pod jakým dopadají. Přitom vytvářejí rozbíhavý svazek, díky čemuž vzniká neskutečný obraz. Ten vidíme okem v průsečíku zpětně prodloužených paprsků tzn. v prostoru za zrcadlem (obr. 11). Vytvořený obraz je tedy zdánlivý, stranově převrácený a osově souměrný se svým vzorem podle roviny zrcadla. [46]



Obr. 11 – Rovinné zrcadlo [46]

Sférická zrcadla, nazývaná též kulová, mají odraznou plochu tvořenou částí kulové plochy. V závislosti na straně umístění odrazné plochy rozlišujeme zrcadla dutá neboli konkávní a vypuklá neboli konvexní. [47]

V automobilovém průmyslu se používají především vypuklá zrcadla, jelikož dokážou zobrazit větší plochu oproti zrcadlům rovinným. Vzniklý obraz je vždy přímý a zdánlivý. Nevýhodou ale může být zmenšení zobrazených předmětů a s ním spojený špatný odhad řidiče na vzdálenost od okolních překážek. [47]

Dutá zrcadla se v automobilovém průmyslu nepoužívají, jelikož vlastnosti obrazu se mění v závislosti na vzdálenosti předmětu od odrazné plochy. Výsledný obraz tak může být zmenšený i zvětšený, přímý i převrácený, zdánlivý i skutečný. [47]

Asférická zrcadla se vyznačují nerovnoměrným zakřivením odrazné plochy, která umožní pokrýt větší obrazové pole. Široké uplatnění nachází tento typ zrcadla u vnějších zpětných zrcátek automobilů, jelikož značně eliminuje mrtvý úhel. Asférické zpětné zrcátko je na vnější straně více zakřivené, případně lomené a obraz je v této části mírně deformovaný. Deformace obrazu je zde sice nežádoucí, ale je kompenzována zvětšením zorného pole. Více zakřivená část zrcátka je navíc oddělena přechodovou linkou. [48]

Zpětná zrcátka jako taková dělíme na vnitřní a vnější, dále se však tato zrcátka dělí do několika tříd. Třídy zrcátek jsou rozděleny dle jejich určení pro zobrazení různých ploch v okolí vozidla. Podrobným popisem zařízení pro nepřímý výhled z vozidla se zabývá předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 46. Jednotlivé třídy zrcátek jsou uvedeny a popsány v příloze A této bakalářské práce.

Předpis říká, že zrcátka musí být umístěna tak, aby řidič sedící na sedadle v normální jízdní poloze měl jasný výhled na silnici za vozidlem, po straně (stranách) vozidla nebo před vozidlem, přičemž všechna zrcátka musí být seřiditelná. Vnější zrcátka musí být viditelná bočními okny nebo částí čelního skla stíranou stěračem. Odrazný povrch musí být buď rovinný, nebo sféricky vypuklý. Vnější zrcátka mohou mít hlavní plochu doplněnou o asférickou část, která musí mít dostatečnou velikost a tvar, aby mohla poskytnout řidiči užitečné informace. Nejmenší přípustná šířka asférické části je 30 mm. Všechna zařízení pro nepřímý výhled musí být k vozidlu připevněna takovým způsobem, aby jejich pohyb, popř. chvění neovlivnilo interpretaci viděného obrazu. [49]

Nejnovějším pokrokem v oblasti nepřímého výhledu z vozidla jsou tzv. zpětné kamery, které nahrazují vnější zpětná zrcátka. Díky nim je možné snížit aerodynamický odpor, jelikož místo velkého držáku zrcátka vyčnívá z karoserie pouze úzký držák kamery. Obraz z kamery je poté v reálném čase přenášen na displej v interiéru vozidla. Problém ovšem nastává s výběrem vhodné pozice pro displej. Většina řidičů se ze zvyku podívá do oblasti, kde je obvykle zrcátko, tam ale uvidí pouze malý držák kamery. Proto se výrobci snaží umístit displeje co nejbližší k tomuto místu. [50]

Osobní automobily mají zrcátka orientovaná na šířku, což znesnadňuje výběr vhodné pozice. Někteří výrobci připevňují displeje na okraj přístrojové desky do zákrytu A-sloupku, jiní je integrují do dveří. Velký potenciál mají tyto kamery s displejem u nákladních vozidel, která mají zrcátka orientována na výšku. Díky tomu je možné využít pro displej celou plochu A-sloupku a současně s tím vylepšit přímý výhled z kabiny (obr. 12), jelikož řidiči nebrání v šikmém směru rozměrná zrcátka. [50; 51]

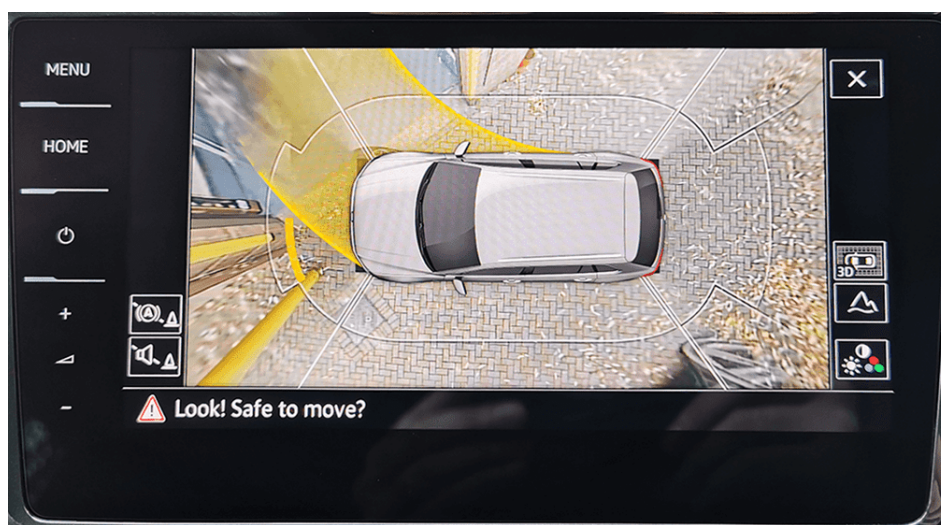
Hlavní výhodou oproti konvenčním zrcátkům je velikost zorného pole, které je kamera schopná pokrýt. Při jízdě v noci dokáže poskytnout lepší obraz, za deště není tolik náchylná na znečištění a zpětnému výhledu nebrání ani zamlžení, znečištění či zamrznutí oken. Snížením aerodynamického odporu lze navíc dosáhnout nižší spotřeby paliva a nižší úrovně hluku při vyšších rychlostech. Displej také umožní zobrazovat doplňkové funkce jako například zvýraznění blížícího se vozidla, či zobrazení kontrolky mrtvého úhlu.

System dokáže reagovat i na samotnou jízdu, kdy např. při sepnutí směrového světla automaticky rozšíří zobrazenou oblast na příslušné straně. [52]



Obr. 12 – Zlepšení přímého výhledu z tahače Mercedes-Benz [51]

Užitečným pomocníkem v oblasti nepřímého výhledu je též systém Area View. Ten dokáže pomocí čtyř širokoúhlých kamer zobrazit vozidlo z ptačí perspektivy i s jeho okolím, čímž usnadní parkování a manévrování v těsných prostorech. Kamery jsou umístěny v masce chladiče, zpětných zrcátkách a v zadní části vozu nejčastěji pod výklopným logem výrobce nebo v oblasti madla pro otevření zavazadlového prostoru. Jednotlivé obrazy z kamer jsou spojeny dohromady a řidiči se zobrazuje na displeji infotainmentu pohled na blízké okolí vozidla z ptačí perspektivy (obr. 13). Zároveň zůstává zachována možnost zobrazení obrazu pouze z jedné kamery, případně jejich přepínání. Zásluhou umístění přední a zadní kamery je také časnější zobrazení překážky blížící se ze strany, kterou řidič může přehlédnout například pokud vyjíždí z řady kolmo zaparkovaných vozidel. Pokročilejší systémy pak navíc umožňují i zobrazení okolí vozidla ve 3D. [53]



Obr. 13 – Area View [54]

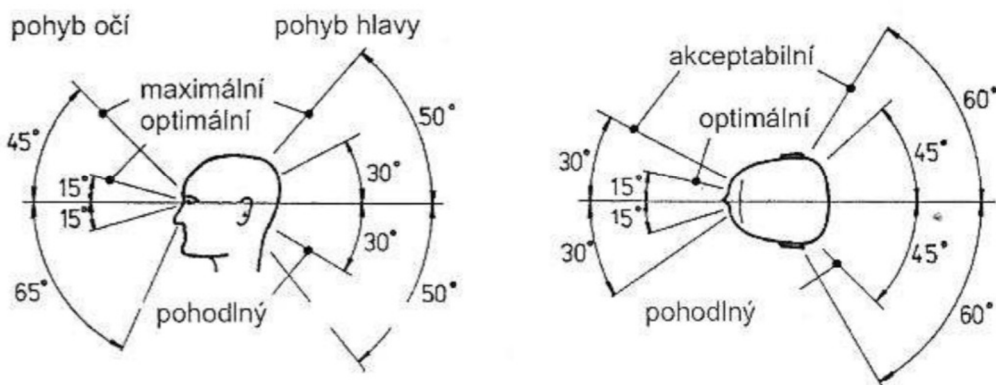
## 4.2 Lidský zrak

Pro bezpečnost silničního provozu je zrak vůbec nejdůležitějším smyslem. Zrak umožňuje vnímat světlo, různé barvy, tvary, ale především slouží k orientaci v prostoru. Schopnost vidět negativně ovlivňují různé okolnosti např. soumrak, povětrnostní vlivy, znečištěná skla atd. Za těchto podmínek proto hrozí mnohem vyšší riziko nehody. Další zdroj nebezpečí představuje neustále rostoucí mobilita lidí a stále hustější provoz.

### 4.2.1 Fyziologie vidění

Obraz, který člověk vidí lze rozdělit do tří kategorií v závislosti na pohybu hlavy a očí. Z tohoto hlediska rozeznáváme pole zorné, pohledové a rozhledové. Za zorné pole považujeme prostor, který vidíme okem při pohledu před sebe, při zachování stálé pozice všech částí těla. Pohledovým polem rozumíme část prostoru viditelnou při stálé pozici těla i hlavy, povolený je pouze pohyb očí. Maximální úhel natočení očí od přímého směru je  $30^\circ$  do stran,  $45^\circ$  nahoru a  $65^\circ$  dolů, přičemž za nezátěžující natočení se běžně považuje úhel  $15^\circ$  do všech směrů. [39]

Do rozhledového pole pak zahrnujeme pohyb očí i hlavy při zachování stálé pozice těla. Otáčení hlavy do stran okolo vertikální osy je až  $60^\circ$ , přičemž pohodlné natočení je přibližně do  $45^\circ$ . Okolo horizontální osy lze natočit hlavu až o  $50^\circ$ , ale přirozené je natočení do  $30^\circ$ . Pokud sečteme maximální možná natočení očí i hlavy, dostaneme pole rozhledu o velikosti  $180^\circ$ . Grafické znázornění pohybu hlavy a očí uvádí obr. 14. [39]



Obr. 14 – Úhly natočení hlavy a očí [39]

Vzhledem k rozdílné pozici očí dopadá do každého oka mírně odlišný obraz, čímž vzniká efekt prostorového vidění. Z hlediska vnímání obrazu rozlišujeme dva základní typy viditelného pole, a to pole monokulární a binokulární. Monokulární pole je takové pole, které vidíme pouze pravým nebo levým okem. Naopak binokulárním polem rozumíme pole viditelné oběma očima zároveň. Právě v tomto poli vzniká kvalitní prostorový vjem. [55]

#### 4.2.2 Vnímání za zhoršených světelných podmínek

Častou příčinou dopravních nehod je tzv. šeroslepost. Počty dopravních nehod způsobených zhoršenou rozlišovací schopností lidského oka jsou přibližně srovnatelné s počty dopravních nehod zaviněných požitím alkoholu nebo jiných omamných látek. [56]

Při setmění dochází k roztažení oční zornice tak, aby se do oka mohlo dostat co nejvíce světla. Díky tomu jsou oči citlivější na světlo, čímž umožní lepší vidění a orientaci při pohybu v méně osvětleném, či téměř neosvětleném prostoru. [55]

Ke správnému vidění jsou v oku potřeba speciální buňky, zvané tyčinky, které zajišťují vnímání světelného kontrastu a tím i černobílé vidění. Pokud je funkce tyčinek z nějakého důvodu, byť jen částečně narušena, snižuje se schopnost vidění za šera a tmy. Pokud pak tyto buňky přestanou fungovat úplně, stává se člověk šeroslepým. Šeroslepost může být způsobena řadou faktorů, přičemž nejčastější je nedostatek vitamínu A. [55]

Druhou speciální buňkou v lidském oku jsou tzv. čípky. Ty jsou schopné rozlišit různé vlnové délky světla, čímž poskytují člověku možnost barevného vidění. Čípky jsou ale méně citlivé na světlo, což způsobuje zhoršené vnímání barev při nedostatečném osvětlení za šera a tmy. Nedostatečná činnost očních čípků se projevuje špatnou rozlišovací schopností různých barevných odstínů, případně úplnou ztrátou barevného vidění. [55]

#### 4.2.3 Oslnění

Za oslnění považujeme stav lidského zraku, kdy se oko nedokáže dostatečně rychle, či vůbec přizpůsobit okolním světelným podmínkám. To může vyvolat dojem krátkodobé až úplné slepoty, čímž je zásadně ovlivněno správné vidění člověka a s ním spojené vykonávání zrakově náročných činností. [57]

K oslnění dochází, pokud je oko vystaveno náhlým změnám světla nebo vysokým hodnotám okolního jasu. Oslnění může být přímé, způsobené světelným zdrojem o vysoké intenzitě, nebo nepřímé, způsobené odrazem od lesklých ploch. [57]

Typickým příkladem nepřímého oslnění od lesklého povrchu může být odraz světlometů protijedoucích vozidel od mokré vozovky (obr. 15) v noci a za nebo po prudkém dešti. V takovém případě je lidské oko velmi negativně ovlivněno rozdílnými světelnými podmínkami a výrazně tak klesá schopnost bezpečného řízení motorového vozidla.



*Obr. 15 – Odraz světlometů od mokré silnice  
[autor]*

## 5 Praktická část práce

Důležitým prvkem aktivní bezpečnosti je dostatečný výhled z vozidla směrem vzad. Z tohoto důvodu se zbytek práce zaměří na porovnání nepřímého pole výhledu vnějšími zpětnými zrcátky.

### 5.1 Měřená vozidla

Porovnání bude provedeno pro 3 osobní automobily kategorie M1 a pro 3 užitkové potažmo nákladní automobily kategorie N1 různých velikostí. V kategorii M1 byly vybrány: Škoda Fabia první generace, Ford Focus druhé generace a Škoda Octavia třetí generace. Jako zástupci kategorie N1 byli zvoleni: Fiat Fiorino čtvrté generace, Fiat Doblo druhé generace a Volkswagen Crafter druhé generace.

#### 5.1.1 Kategorie M1

Pro kategorii osobních vozidel byly vybrány 3 běžné automobily, které jsou hojně zastoupeny na českých silnicích. V následujícím textu budou stručně popsány základní parametry jednotlivých vozidel.

##### 5.1.1.1 Škoda Fabia I

Populární model domácí značky Škoda, který se hojně vyskytuje na českých silnicích. První generace Fabie se vyráběla v letech 1999 až 2007. Svými rozměry se řadí do kategorie malých vozů, kam spadá například i konkurenční Renault Clio nebo Ford Fiesta. Fabia se nabízela jako hatchback, combi, sedan a jako užitková verze Praktik. Zajímavostí této generace Fabie je rozdílná velikost vnějších zpětných zrcátek, kdy je pravé zrcátko výrazně menší než levé, což značně ovlivňuje výhled z vozidla směrem vzad. Takto rozdílná zrcátka se ovšem vyskytují i u jiných automobilů z konce 90. let minulého století. Oproti tomu levé zrcátko je u Fabie dosti široké, a navíc je zakončeno asférickou částí, která přispívá k širšímu poli obsaženém v zrcátku. [58]

Testovaná Fabia v klasické karosářské verzi hatchback (obr. 16) pochází z roku 2005. V tomto provedení má na délku 3 960 mm, na šířku 1 646 mm a na výšku 1 451 mm.



*Obr. 16 – Škoda Fabia [autor]*

#### 5.1.1.2 Ford Focus II

Druhá generace Fordu Focus je oblíbený vůz nižší střední třídy se skvělými jízdními vlastnostmi. Hlavními konkurenty jsou VW Golf či Opel Astra. Tato generace se vyráběla v letech 2004 až 2010 hned v několika karosářských variantách. Základem byl tři a pěti dveřový hatchback, dále se nabízelo provedení combi, sedan či cabrio známé pod zkratkou CC. V nabídce nechyběly ani sportovně laděné modely označované jako ST a RS. [59]

Testovaný Focus (obr. 17) pochází z roku 2007, jedná se tedy o původní model, jelikož facelift proběhl až v roce 2008. S faceliftem se mírně změnil vzhled a také zrcátka, která oproti předchozí verzi značně narostla. Měřené vozidlo je v provedení hatchback 5dv, jehož základní rozměry jsou: délka 4 342 mm, šířka 1 840 mm, výška 1 497 mm.



*Obr. 17 – Ford Focus [autor]*



### 5.1.1.3 Škoda Octavia III

Známý model mladoboleslavské automobilky oblíbený zejména pro svou praktičnost a univerzálnost. Octavia spadá do kategorie nižší střední třídy, ale díky základnímu tvaru karoserie typu liftback nelze přímo srovnávat s ostatními vozidly v tomto segmentu, jelikož ty mají většinou základní karoserii typu hatchback. Oproti tomu v karosářském provedení combi mohou ostatní vozy této třídy Octavii plně konkurovat. Jelikož je automobilka Škoda Auto součástí koncernu VW, sdílí Octavia většinu techniky společně s Golfem, Seatem Leon a Audi A3. Hlavními konkurenty jsou např. Hyundai i30 či Renault Mégane. Třetí generace Octavie se vyráběla mezi lety 2013 a 2020, přičemž v roce 2017 prodělala facelift. [60]

Testovaná Octavia (obr. 18) byla vyrobena v roce 2015 v karosářské verzi liftback. Rozměry tohoto vozidla jsou 4 659 mm na délku, 1 814 mm na šířku a 1 461 mm na výšku.



Obr. 18 – Škoda Octavia [autor]

### 5.1.2 Kategorie N1

Jedná se o lehká užitková vozidla konstruovaná a vyráběná především pro přepravu nákladu. Maximální povolená hmotnost těchto vozidel je 3,5 t. Dále budou opět stručně popsána jednotlivá měřená vozidla.

#### 5.1.2.1 Fiat Fiorino Cargo IV

Malý užitkový automobil vhodný zejména do městského provozu. Jedná se v podstatě o nejmenší automobil dodávkového typu, jenž se prodává také pod označením Citroen Nemo či Peugeot Bipper. Fiorino čtvrté generace se vyrábí od roku 2008 až do současnosti stále ve stejné podobě pouze s lehkou modernizací, která proběhla během roku 2016. Nákladový prostor nabízí objem 2,8 m<sup>3</sup> a nosnost až 610 kg. Dostupné je též provedení s motorem

spalujícím zemní plyn. Kromě varianty Cargo, označované také jako Van, se nabízí i provedení Combi, které kombinuje praktičnost dodávky s možností přepravy více cestujících. Na trhu nalezneme i osobní verzi tohoto modelu označovanou jako Fiat Qubo. [61]

Testované Fiorino (obr. 19) pochází z roku 2016. Jeho délka je pouze 3 957 mm, což zajišťuje dobrou ovladatelnost. Šířka je pak 1 716 mm a výška 1 721 mm.



Obr. 19 – Fiat Fiorino [autor]

#### 5.1.2.2 Fiat Doblo Maxi II

Doblo je velmi populární užitkový vůz využívaný zejména kurýrními službami pro doručování malých a středně velkých zásilek. Současně se ale jedná o velmi praktický vůz, který využívá i mnoho jiných firem. Doblo druhé generace je na trhu od roku 2009, přičemž v roce 2015 prodělalo facelift a vyrábí se hned v několika variantách. Setkat se tak můžeme s variantou určenou pro přepravu osob (Combi), nákladu (Cargo) či provedení s valníkovou nebo skříňovou nástavbou. V nabídce jsou 2 délky rozvoru náprav, kdy prodloužená verze je o 350 mm delší než standardní varianta, díky čemuž je zde větší i nákladový prostor. Ten může mít v závislosti na variantě až 5,4 m<sup>3</sup> a nosnost až 1 005 kg. [62]

Konkrétní testované Doblo (obr. 20) s prodlouženým rozvorem je z roku 2019. Délka tohoto provedení činí 4 756 mm, šířka 1 832 mm a výška 1 880 mm.



*Obr. 20 – Fiat Doblo [autor]*

#### 5.1.2.3 Volkswagen Crafter II

Crafter je oblíbená dodávka vyráběná od roku 2006. Současná generace přišla v roce 2016 s bohatou výbavou a moderním designem. Nabízí dvě délky rozvoru náprav a hned tři délky ložného prostoru. Celková délka se pohybuje mezi 5 986 mm a 7 391 mm, přičemž různá může být i výška. V provozu se ale setkáme i s dalšími variantami Crafteru včetně obytné verze, či minibusu. Dále se nabízí také jako valník, sklápěč, či samotný podvozek s jednoduchou nebo dvojitou kabinou. Zajímavostí je pak elektrický eCrafter určený zejména pro kurýrní služby operující ve velkých městech. Objem nákladového prostoru u skříňové varianty se pohybuje v závislosti na verzi v rozmezí 9,9 m<sup>3</sup> až 18,4 m<sup>3</sup>. [63]

Měřený Crafter (obr. 21) byl vyroben v roce 2018 v nejmenším provedení s klasickou střechou, což znamená celkovou délku 5 986 mm, šířku 2 040 mm a výšku 2 590 mm.



*Obr. 21 – Volkswagen Crafter [autor]*

## 5.2 Metoda měření

Pro měření bude použita metoda, která využije vlastnosti obecného trojúhelníku. Nejprve bude označena pozice vnější hrany odrazné plochy zrcátka, jež vytvoří první vrchol budoucího trojúhelníku. Poté se vyznačí přímka přibližně kolmá na podélnou osu vozidla, a to v úrovni zadního nárazníku. Následně se vyznačí přímka přibližně rovnoběžná s podélnou osou vozidla, která bude vycházet z bodu označujícího pozici zrcátka. Tato přímka protne v určitém místě již vyznačenou kolmou přímku a tím vznikne druhý vrchol trojúhelníku. Následně bude za pomoci asistenta označena hranice viděného pole v zrcátku na úrovni zadního nárazníku vozidla. Tím vznikne třetí vrchol přibližně pravoúhlého trojúhelníku, který spojíme přímkou s prvním vrcholem označujícím zrcátko. Po vyznačení vrcholů bude změřena vzdálenost mezi jednotlivými body a vypočítán úhel mezi přímkou rovnoběžnou s podélnou osou vozidla a přímkou šikmou označující hranici viděného pole.

Jelikož bude vzniklý trojúhelník pouze přibližně pravoúhlý, nelze k výpočtu použít goniometrické funkce. Z tohoto důvodu bude k výpočtu využita kosinová věta, pomocí níž lze úhel mezi přímkami vypočítat i v obecném trojúhelníku, pokud známe jeho rozměry. Vypočtený úhel dále poslouží pro porovnání kvality nepřímého výhledu a velikosti mrtvých úhlů u jednotlivých vozidel.

## 5.3 Postup měření

Jednotlivá vozidla byla postupně změřena pomocí výše popsané metody za použití svinovacího metru o délce 7,5 m a bílých kříd sloužících pro vyznačení jednotlivých vrcholů trojúhelníku. Výhledové pole v zrcátkách samozřejmě značně ovlivňuje jejich správné nastavení podle pozice řidiče ve vozidle, proto byla zrcátka a poloha sedadla před měřením vždy nastavena na stejného řidiče tak, aby se cítil ve vozidle pohodlně a zároveň viděl v zrcátkách malou část boku automobilu.

Pro zvýšení přesnosti naměřených dat byla navíc všechna vozidla změřena dvakrát a jednotlivé výsledky byly následně zprůměrovány, aby se alespoň částečně eliminovala chyba měření. Vyznačení nepřímých polí viděných ve zpětných zrcátkách u měřeného vozidla Škoda Octavia znázorňuje obr. 22.



Obr. 22 – Měření Škoda Octavia [autor]

#### 5.4 Naměřená data

Naměřené rozměry jednotlivých trojúhelníků byly zapsány a následně zpracovány. Současně byly změřeny i rozměry jednotlivých odrazných ploch a výška jejich umístění od země. Konkrétní naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze B této bakalářské práce.

Zobrazená plocha v levém zrcátku u vozidel kategorie M1 vytvořila pole o vrcholovém úhlu u Škody Fabie  $29,1^\circ$ , u Fordu Focus  $25,1^\circ$  a u Škody Octavie  $25,9^\circ$ . Odrazná plocha pravého zrcátka v této kategorii vytvořila pole o vrcholovém úhlu: Škoda Fabia  $14,4^\circ$ , Ford Focus  $18,0^\circ$ , Škoda Octavia  $18,7^\circ$ .

V kategorii N1 byla naměřena plocha u levého zrcátka s vrcholovým úhlem: Fiat Fiorino  $21,4^\circ$ , Fiat Doblo  $19,6^\circ$  a VW Crafter  $24,1^\circ$ . Levé širokouhlé zrcátko VW Crafteru poskytlo pole o vrcholovém úhlu  $41,2^\circ$ . Pravá zrcátka měřených vozidel kategorie N1 nabídla pole o vrcholovém úhlu: Fiat Fiorino  $16,7^\circ$ , Fiat Doblo  $15,2^\circ$  a VW Crafter  $16,5^\circ$ . Pravé širokouhlé zrcátko VW Crafteru pak zobrazilo pole o vrcholovém úhlu  $33,1^\circ$ .

Výška umístění odrazné plochy u vozidel kategorie M1 se pohybovala v rozmezí 94 cm až 99 cm nad zemí. Její šířka byla v rozmezí 15,5 cm až 17 cm a výška v rozmezí 10 cm až 12 cm. Výjimku v šířce odrazných ploch vytvořilo pouze pravé zrcátko Škody Fabie, jehož šířka byla 12,5 cm.

Odrazné plochy měřených vozidel kategorie N1 byly umístěny ve výšce od 99,5 cm do 140 cm nad zemí. Jejich šířka se pohybovala v rozmezí od 14 cm do 17 cm a jejich výška od 17,5 cm do 21 cm. Pouze výška u širokouhlého zrcátka VW Crafteru byla 6,5 cm.

## 6 Zhodnocení výsledků

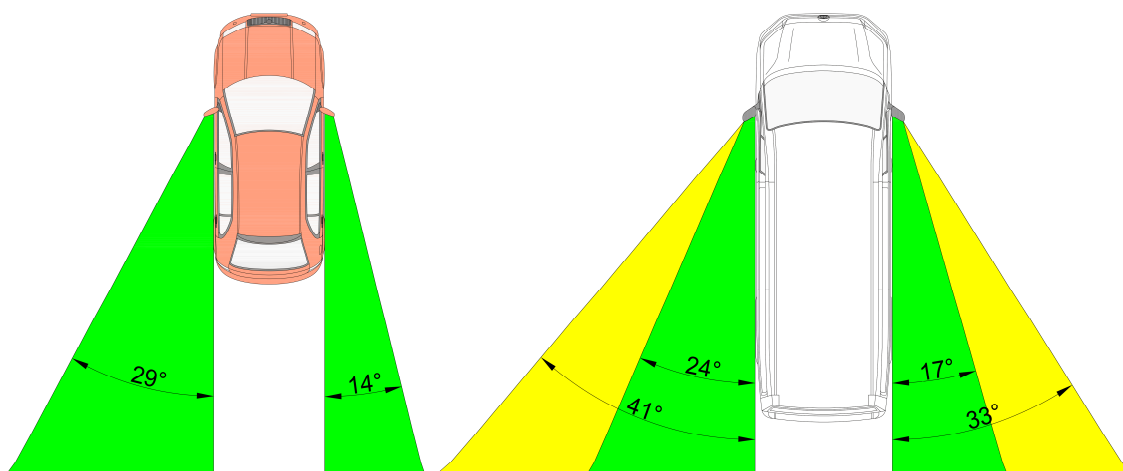
Z vypočtených výsledků je patrné, že u levého zrcátka vozidel kategorie M1 má největší úhel záběru Škoda Fabia (obr 23 vlevo). Tato skutečnost je ovšem způsobena krajní asférickou částí zrcátka, jež značně zvětšuje viděné pole. Oproti tomu Ford Focus i Škoda Octavia mají pouze obyčejná sférická zrcátka, tudíž má i řidič o něco menší výhledové pole skrze tuto odraznou plochu.

Ve výhledovém poli skrze pravé zrcátko u kategorie M1 nejvíce zaostává Škoda Fabia (obr. 23 vlevo), naopak Ford Focus i Škoda Octavia mají výhledová pole velice podobná. Tento rozdíl v hodnotách, který je přibližně  $4^\circ$  v neprospěch Fabie, je způsoben zejména nesymetrií zrcátek u tohoto modelu, jelikož pravé zrcátko je oproti levému přibližně o čtvrtinu menší.

V kategorii N1 jednoznačně zvítězil Volkswagen Crafter, který díky svým rozměrným zrcátkům nabízí opravdu dobrý přehled o dění okolo vozidla (obr. 23 vpravo). Navíc jsou zde klasická zrcátka doplněna o menší širokoúhlá zrcátka, jež značně rozšiřují viděné pole a stávají se tak nepostradatelným pomocníkem.

O něco hůře je na tom Fiat Fiorino, který ale stále nabízí dostatečně velké výhledové pole skrze zrcátka vzhledem k malým rozměrům tohoto vozidla.

Nejhůře z testovaných vozidel dopadl Fiat Doblo. V porovnání s ostatními vozidly kategorie N1 i M1 značně zaostává ve viděném poli skrze levou i pravou odraznou plochu. Hůře už je na tom pouze pravé zrcátko Škody Fabie. Vzhledem k ne úplně malým rozměrům tohoto vozidla (na délku téměř 4,8 m), nejsou takto malá zrcátka úplně adekvátní.



Obr. 23 – Porovnání naměřených polí [autor]

## 6.1 Porovnání s SUV

Při měření vybraných vozidel se naskytla také možnost změřit nepřímé zorné pole řidiče u moderního SUV Volvo XC90 (obr. 24) z roku 2019. Toto vozidlo se řadí do kategorie velkých osobních automobilů, jelikož má na délku 4950 mm, na šířku 1923 mm a na výšku 1776 mm. Na palubě též najdeme spoustu moderních technologií podporujících řidiče včetně ultrazvukových senzorů, radarů i kamerového systému. Naměřené rozměry jednotlivých polí jsou opět uvedeny v příloze B této bakalářské práce.



Obr. 24 – Měření Volvo XC90 [autor]

Zobrazovaná plocha v levém zrcátku vytvořila trojúhelník o vrcholovém úhlu  $35,1^\circ$ , zatímco v pravém zrcátku se objevila plocha o vrcholovém úhlu  $19,4^\circ$ . Odrazné plochy jsou u tohoto automobilu 17,5 cm široké, 14 cm vysoké a začínají 117,5 cm nad zemí. Levé zrcátko má navíc na svém okraji asférickou část. U obou zrcátek pak nalezneme i proužek asistenty sledování mrtvých úhlů, který se rozsvítí, případně zabliká, pokud se v této oblasti nachází jiné vozidlo.

Podle naměřených hodnot je patrné, že viděné nepřímé pole na straně řidiče je u měřeného SUV úplně na jiné úrovni oproti výše testovaným vozidlům. To je způsobeno jednak o něco větším rozměrem odrazné plochy, ale také jejím zakončením asférickou částí.

Na straně spolujezdce již není rozdíl tak výrazný, avšak stále je více než zřejmý, jelikož se zde projevuje pouze větší rozměr zrcátka.

Z výše testovaných vozidel se nabízí k porovnání s tímto SUV zejména Fiat Doblo, díky relativně podobným rozměrům. Rozdíl v nepřímém zorném poli řidiče je zde viditelný na první pohled. Zatímco Fiat Doblo nabízí na levé straně pouze  $19,6^\circ$ , Volvo XC90 zde nabídne  $35,1^\circ$ . Tento rozdíl se pro představu projeví v šířce viděného pole ve vzdálenosti

10 m za zrcátky vozidla přibližně o 3,5 m, což může představovat například jeden jízdní pruh na více proudé komunikaci. Pole na pravé straně je na tom o poznání lépe, avšak stále je zde rozdíl 4,2° v neprospěch Fiatu Doblo. Zde rozdíl v šíři viditelného pole ve vzdálenosti 10 m za zrcátka představuje přibližně 0,8 m.

Aktivní bezpečnost z hlediska nepřímého výhledu je u měřeného SUV oproti výše testovaným vozidlům na velmi vysoké úrovni, a to nejen z hlediska velikosti viditelných polí, ale také z hlediska asistenčních systémů.

## 6.2 Mrtvý úhel

Z naměřených dat lze definovat mrtvý úhel, tedy prostor kam řidič vozidla nevidí prostřednictvím přímého ani nepřímého výhledu. Jelikož jsou mrtvé úhly vznikající za nosnými sloupky střechy u současných vozidel velmi malé, téměř neovlivňují aktivní bezpečnost. Z tohoto důvodu se jimi tato práce nebude dále zabývat a v dalším textu se zaměří pouze na mrtvý úhel vznikající šikmo za vozidlem.

### 6.2.1 Levá strana

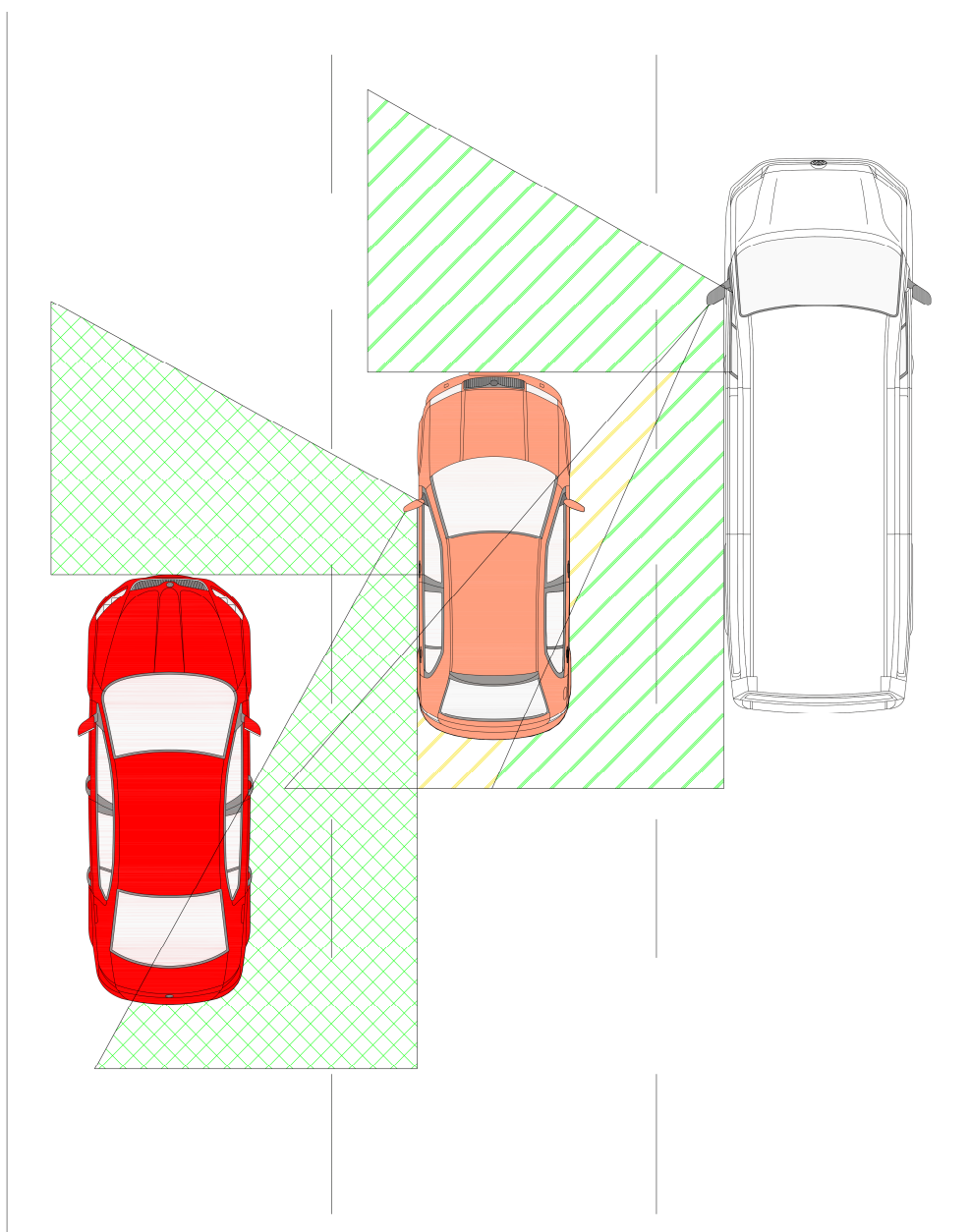
Mrtvý úhel na levé straně vozidla se nejvíce projevuje na víceproudých komunikacích při přejíždění z pravého jízdního pruhu do levého. V České republice se s touto situací setkáme nejčastěji na dálnici při předjíždění pomaleji jedoucího vozidla. Právě přehlédnutí již jedoucího vozidla v levém jízdním pruhu je častou příčinou vážných dopravních nehod.

U současných vozidel jsou zpětná zrcátka již natolik velká, že mrtvý úhel na straně řidiče téměř eliminují. Navíc s rozvojem moderních asistentů zejména asistenta pro sledování mrtvého úhlu a radarových systémů se stává mrtvý úhel na levé straně vozidla v podstatě zanedbatelným.

Jediným problémem v otázce aktivní bezpečnosti vozidla na této straně zůstává správné seřízení zpětného zrcátka, které je závislé na poloze řidiče ve vozidle. Dalším problémem může být též nepozornost, jež se výrazně zvýšila s rozvojem mobilních technologií. Zanedbat nelze ani agresivitu řidičů, případně nepoužívání směrových světel, které by včas upozornilo řidiče jedoucího v levém jízdním pruhu.



Pro představu o dané problematice byl vytvořen obrázek č. 25, jenž zobrazuje předjíždějící se vozidla na dálnici. Na obrázku jsou znázorněna 3 měřená vozidla a vyznačeno přímé výhledové pole levým oknem a nepřímé výhledové pole levým zrcátkem. Dále jsou vyznačeny 3 jízdní pruhy o šířce 3,5 m. Obrázek byl nakreslen podle reálných rozměrů jednotlivých vozidel a naměřených hodnot.



Obr. 25 – Předjíždějící se vozidla [autor]

Z obrázku č. 25 je patrné, že ve chvíli, kdy předjíždějící vozidlo začne svojí zadní částí opouštět nepřímé pole zpětného zrcátka, začne také svojí přední částí vjíždět do přímého zorného pole řidiče předjížděného vozidla.

Reálnou situaci z městského provozu zachycuje obrázek č. 26 pořízený z vozidla Volkswagen Crafter. Fotografie ovšem mírně zkresluje danou situaci, jelikož kvůli zachycení detailu v zrcátku musel být fotoaparát posunut blíže k oknu. Záslouhou toho se zmenšilo zachycené přímé pole výhledu z vozidla.



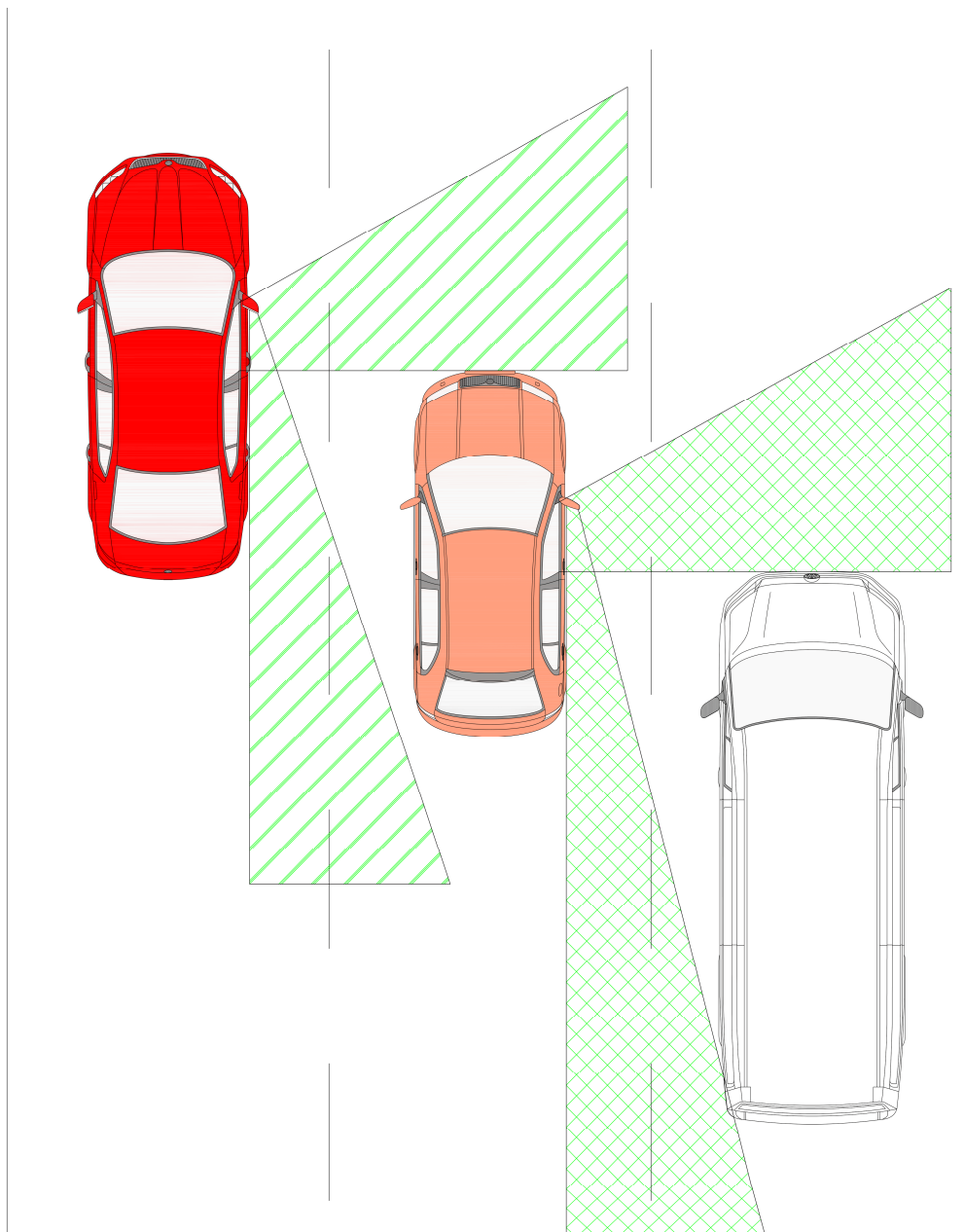
Obr. 26 – Překrytí viděných polí u předjíždějícího vozidla [autor]

### 6.2.2 Pravá strana

Na pravé straně je situace mírně odlišná. Zde se mrtvý úhel projevuje nejčastěji při souběžné jízdě na víceproudech komunikacích zejména pak ve větších městech. Na dálnicích není jeho význam až tak podstatný, jelikož při předjíždění pomaleji jedoucího vozidla a následném přejíždění z levého jízdního pruhu do pravého, řidič předjíždějícího vozidla většinou zahájí manévr až když vidí v pravém zrcátku celé vozidlo. Na víceproudech komunikacích ve městech nebývají až tak vážné dopravní nehody, jelikož se tyto nehody odehrávají většinou při nižších rychlostech.

Stejně jako u levého zpětného zrcátka jsou i pravá zpětná zrcátka u dnešních vozidel natolik velká, že do značné míry snižují mrtvý úhel za vozidlem na straně spolujezdce. Nicméně z naměřených hodnot je patrné, že viděné pole na pravé straně je výrazně menší než na straně levé. V důsledku toho zde nedochází k tak výrazné eliminaci mrtvého úhlu jako u předchozího případu, ale pouze k jeho zmenšení, kdy je do jisté míry stále zachován. Právě tuto pro řidiče skrytou oblast mají na starosti v novějších vozidlech asistenční systémy, které v případě potřeby vyšlou varovný signál.

K lepšímu pochopení této problematiky byl vytvořen obrázek č. 27. Na obrázku jsou znovu nakresleny 3 jízdní pruhy a 3 měřená vozidla u kterých jsou vyznačena přímá výhledová pole pravým oknem a nepřímá výhledová pole pravým zrcátkem



Obr. 27 – Souběžně jedoucí vozidla [autor]

Jak je znázorněno na obrázku č. 27, situace se odlišuje od předchozí tím, že vozidlo v pravém jízdním pruhu se v jednu chvíli dostane mimo výhledová pole vlevo jedoucího vozidla a řidiči se tak úplně ztratí ze zorného pole. Tato skutečnost je samozřejmě závislá na rozměrech vpravo jedoucího vozidla, kdy se u větších vozidel stává téměř zanedbatelnou, jelikož stejně jako u levého zrcátka řidič stále vidí nějakou část vedle jedoucího vozidla.

Naopak u menších vozidel se může již jednat o nezanedbatelnou zónu, ve které může vpravo jedoucí vozidlo při souběžné jízdě setrvat i několik sekund.

U osobních vozidel kategorie M1 není ovšem tato neviditelná oblast nikterak velká. Navíc při pohledu do pravého zpětného zrcátka většina řidičů otáčí celou hlavou, čímž se změní pohledové pole a v případě vedle jedoucího vozidla ho řidič zaregistruje periferním viděním. Toto ovšem neplatí u vozidel Kategorie N1, jelikož ta mají zadní okna zaslepena nebo je nemají vůbec. Zde se tedy slepá zóna projevuje v plné míře a o její další eliminaci se starají širokoúhlá zrcátka.

Velikost této oblasti je závislá také na pozici vozidla v daném jízdním pruhu. Zdaleka ne všichni řidiči udržují stále své vozidlo přesně uprostřed jízdního pruhu, a tím zvětšují či zmenšují řešenou problematickou oblast. Čím jsou totiž vozidla dále od sebe, tím je neviditelná oblast větší. Naopak pokud jsou vozidla blíže sobě, neviditelná oblast je menší.

### 6.3 Eliminace mrtvých úhlů

Moderní vozidla mají již natolik dobře zkonstruovanou karoserii, že do značné míry omezují slepé zóny kolem vozidla. Stále častějším prvkem výbavy se stává asistent sledování mrtvých úhlů, který svým způsobem naprosto eliminuje skrytá místa.

Do budoucna lze předpokládat výrazné rozšíření moderních technologií i ve vozidlech nižší kategorie, ať už se jedná o asistenty mrtvých úhlů, radarové či kamerové systémy. Realitou se začínají pomalu stávat i zpětné kamery místo klasických zrcátek, které dokážou zachytit větší plochu a také se dynamicky přizpůsobovat aktuální jízdní situaci. Dalším prvkem snažícím se o eliminaci mrtvých úhlů za nosnými sloupky střechy se mohou stát kamery umístěné v horní části střešního sloupku, jejichž obraz by se v reálném čase zobrazoval přímo na vnitřní straně sloupku.

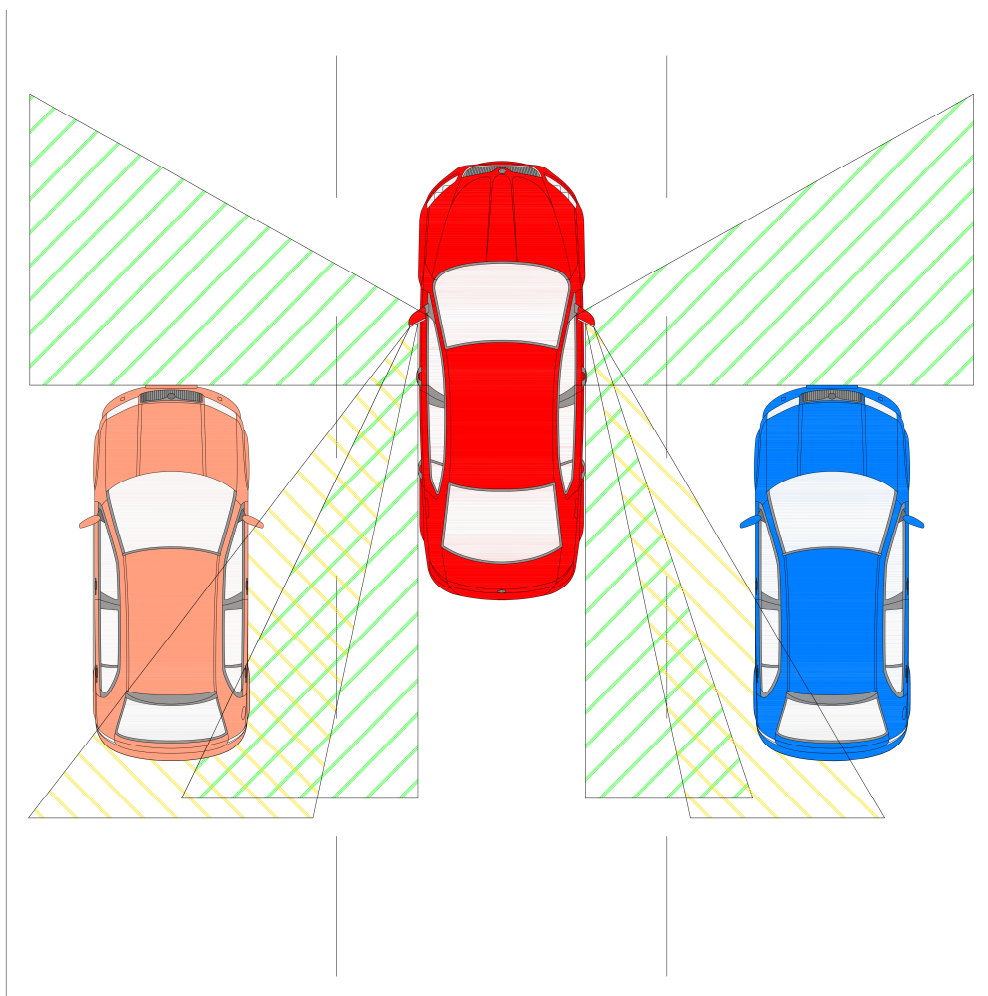
U starších vozidel musí řidiči věnovat větší pozornost sledování dění okolo vozidla a nezapomínat sledovat zpětná zrcátka, jelikož přehlédnutí blížícího se vozidla může způsobit vážnou dopravní nehodu.

Základním předpokladem je správné seřízení zpětných zrcátek, jež je závislé na pozici očí řidiče ve vozidle. Pouze tímto správným nastavením se slepé zóny značně omezí. Ve většině případů pak dochází k překrytí této oblasti díky rozměrům vedle jedoucího vozidla. Pro další zmenšení slepé zóny u vozidel s malými zrcátky je nutné, aby řidič častěji sledoval provoz za vozidlem, případně se při přejíždění z pruhu do pruhu podíval do

zpětného zrcátka několikrát, protože vedle jedoucí vozidlo může v každém okamžiku změnit svojí pozici. Právě jeden z těchto letmých pohledů pak může zaznamenat jinak skryté vozidlo.

Jinou možností, jak nahlédnout do skryté oblasti, je změna pozorovacího úhlu. Té lze snadno dosáhnout mírným předkloněním z obvyklé jízdní pozice. V důsledku toho se změní úhel, pod kterým se světlo v zrcátku odráží, podle definice zákona odrazu. V této chvíli řidič sice nevidí okraj svého vozidla, avšak vidí do jinak skryté oblasti, ve které se může nacházet potenciálně kolizní objekt. Zmíněnou změnu pozorovacího úhlu znázorňuje obr. 28.

Poslední možností eliminace a tím zvýšení bezpečnosti provozu je otočení celé hlavy řidiče, případně i částečné pootočení celého těla. To lze ale použít pouze v případě, že má vozidlo průhlednou zadní část.



Obr. 28 – Změna pozorovacího úhlu předkloněním [autor]

## 7 Závěr a doporučení

Aktivní bezpečnost motorových vozidel je širokou oblastí, která za poslední tři desetiletí prošla ohromným vývojem. Výrobci se jí i nadále snaží vylepšovat, díky čemuž můžeme v moderních vozidlech nalézt nespočetné množství asistenčních systémů pro podporu řidiče a dalších prvků zvyšujících bezpečnost. Veškerá tato snažení pomalu ale jistě směřují k autonomní jízdě, kdy se řidič stane pouze pasažérem a vše ostatní zajistí moderní technologie. V současné době již taková vozidla, schopná částečné nebo plně autonomní jízdy, existují. Problémem ale zůstává ve většině případů legislativa jednotlivých států a zejména pak zodpovědnost za způsobené škody v případě havárie.

Za přelomové lze považovat vytvoření systémů ABS a ESP, které značně omezily nehody způsobené ztrátou ovladatelnosti vozidla při prudkém brzdění, nebo náhlé změně směru jízdy. Moderním asistentem zvyšujícím bezpečnost ale i komfort přepravy je funkce adaptivního tempomatu ACC, kdy vozidlo udržuje přednastavenou rychlost a v případě potřeby jí sníží, či úplně zastaví. Pro bezpečnou jízdu za zhoršených světelných podmínek je důležité osvětlení vozidel, jež od počátku automobilismu prošlo dlouhým vývojem. V posledních letech se stávají populárními především LED světlomety, díky vysokému světelnému výkonu, nízké spotřebě energie a řadě dalších výhod. K aktivní bezpečnosti přispívá též konstrukce karoserie vozidla, zejména pak velikost průhledových ploch a střešních sloupků. Nejdůležitějším faktorem je ale stále řidič, jehož zrak je zodpovědný za přijímání vizuálních informací.

Důležitým prvkem je i výhled z vozidla směrem vzad. Ten zatím obstarávají odrazné plochy zpětných zrcátek. Pro porovnání nepřímého výhledu byli vybráni 3 zástupci z řad běžných osobních automobilů a 3 zástupci z řad užitkových automobilů. Pro zajímavost bylo navíc změřeno i moderní SUV vyšší třídy. Ze získaných hodnot následně vyplynulo, že velikost nepřímého pole výhledu se v kategorii osobních vozidel liší pouze minimálně, až na výjimku u Škody Fabie, která má nesymetrická zrcátka. U užitkových automobilů byly rozdíly již více patrné. Nejlepší výhled zde nabídl Volkswagen Crafter, díky rozměrným zrcátkům, naopak nejmenší Fiat Doblo, u kterého nejsou použita zrcátka příliš adekvátní. Moderní SUV pak bylo oproti testovaným vozidlům úplně na jiné úrovni. Z hlediska mrtvých úhlů šikmo za vozidlem dochází ve většině případů k překrytí neviditelné oblasti díky rozměrům vedle jedoucího vozidla. V některých případech se ale mohou menší vozidla zcela skrýt, a právě proto by měli být řidiči připraveni vždy reagovat.

## 8 Seznam použitých zdrojů

- [1] DUCHOŇ, Jiří. Bezpečnostní pás slaví padesát let. *Autorevue.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2009 [cit. 2020-09-28]. Dostupné z: [https://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let\\_3](https://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let_3)
- [2] SAJDL, Jan. Airbag. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-09-29]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [3] STANO, Peter. Odkdy nás airbagy chrání?. *Grandmagazine* [online]. Bratislava: ARGUS MEDIA, 2018 [cit. 2020-09-29]. Dostupné z: <https://grandmagazine.argusmedia.sk/cs/2018/03/08/odkdy-nas-airbagy-chrani>
- [4] VLK, František. *Automobilová elektronika 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [5] PECÁK, Radek. Systém eCall bude od dubna povinný. Přinášíme vše, co musíte vědět. *Autorevue.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, 2018 [cit. 2020-09-30]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/system-ecall-bude-od-dubna-povinny-zde-jsou-zasadni-otazky-a-odpovedi>
- [6] Driver assistance systems. In: *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-bezpecnost/>
- [7] SVATOŠ, Patrik. Technologie v autech: ABS. *Fdrive.cz* [online]. Praha: 24net, 2017 [cit. 2020-10-02]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/technologie-v-autech-abs-616>
- [8] ABS slaví 40 let: Připomeňte si historii jednoho ze zásadních vynálezů. *Autoweb* [online]. Praha: VIASO, 2018 [cit. 2020-10-02]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/abs-slavi-40-let-pripomente-si-historii-jednoho-ze-zasadnich-vynalezu/>
- [9] SAJDL, Jan. ABS (Anti-lock Braking System). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-10-05]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [10] SAJDL, Jan. ASR (Antriebschlupfregelung). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-10-06]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>
- [11] SAJDL, Jan. ESP (Electronic Stability Programme). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [12] EBA – Nouzový brzdový asistent. *Šmucler magazin* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/eba-nouzovy-brzdny-system/>
- [13] DUSIL, Tomáš. Adaptivní tempomat: Jak funguje? A jaké známe druhy?. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364>
- [14] Adaptivní tempomat. In: *Mercedes-Benz.cz* [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/safety.pi.html/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/safety/assistancesystems/driving-assistance>
- [15] NOVÁK, Martin. Jak funguje Lane Assist? Vysvětlíme vám vše o systému hlídání jízdních pruhů. *Autohled* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z:

- <https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-lane-assist-vysvetlime-vam-vse-o-systemu-hlidani-jizdnich-pruhu/248>
- [16] ZELINKA, Jiří. Jak funguje Side Assist? Změnu jízdního pruhu ohlídá až do 70 metrů. *Autohled* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-side-assist-zmenu-jizdniho-pruhu-ohlida-az-do-70-metru/1511>
- [17] ZELINKA, Jiří. Rear traffic Alert. *Autohled* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/rear-traffic-alert/1471>
- [18] NOVÁK, Martin. Asistent rozpoznávání dopravních značek umí zobrazovat aktuální informace v reálném čase. *Autohled* [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/asistent-rozpoznavani-dopravnich-znacek-umi-zobrazovat-aktualni-informace-v-realnem-case/796>
- [19] SAJDL, Jan. Parkpilot. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/parkpilot/>
- [20] VALÁŠEK, Dominik. Jak fungují parkovací senzory? A co všechno umí parkovací asistent?. *Automix.cz* [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://automix.denik.cz/zivot-ridice/jak-funguji-parkovaci-senzory-a-co-parkovaci-asistent-20170607.html>
- [21] Asistent rozjezdu do kopce. *Šmucler magazin* [online]. [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/asistent-rozjezdu-do-kopce/>
- [22] REJLEK, Jakub. Parkování s přívěsem není žádným problémem. Aspoň pro VW ne. *Garaz.cz* [online]. [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/parkovani-s-privesem-neni-zadnym-problem-aspon-pro-vw-ne-652>
- [23] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jindřich KUBÁT. *Automobily: Elektrotechnika motorových vozidel II*. 1. vydání. Brno: Avid, 2008. ISBN 978-80-87143-07-0.
- [24] Světlo: Co to je a jak funguje?. In: *Philips* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.lighting.philips.cz/consumer/advice-on-lighting-ideas/jak-funguje-svetlo>
- [25] Jak vybrat správnou barvu světelného zdroje?. In: *Svět-svitidel.cz* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/clanky-detail-jak-vybrat-spravnou-barvu-svetelneho-zdroje.htm>
- [26] TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. 2., dopl. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-867-0613-3.
- [27] ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika motorových vozidel: praktická příručka*. Brno: Computer Press, 2008. Rady a tipy pro řidiče (Computer Press). ISBN 978-80-251-2114-6.
- [28] *Automobilové žárovky* [online]. [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://shop.berner.eu/cz-cs/dc/43577011-automobilove-arovky/>
- [29] LED autožárovky – nejlepší osvětlení automobilů. *Automoto24* [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.automoto24.cz/led-osvetleni/>
- [30] OLIVÍK, Pavel. Laserové světlomety – postrach tmy. *Technický týdeník* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy\\_32367.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy_32367.html)
- [31] MIČKA, Jan. Laserové světlomety Audi R8 svítí až 600 metrů daleko. Fungují tak i v praxi?. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z:



- <https://www.auto.cz/laserove-svetlomety-audi-r8-sviti-az-600-metru-daleko-funguji-tak-i-v-praxi-94234>
- [32] VAVERKA, Lukáš. Žárovka, výbojka, diody a laser: Jak fungují různé typy světlometů. *Autobible.cz* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/zarovka-vybojka-diody-laser-funguji-ruzne-typy-svetlometu/>
- [33] Bend lighting. *Hella.com* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.hella.com/techworld/uk/Technical/Automotive-lighting/Bend-lighting-703/>
- [34] NOVÁK, Martin. Víte, jak fungují LED Matrix světlomety a proč je opravdu dobré je mít? Vysvětlíme vám to. *Autohled* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/vite-jak-funguji-led-matrix-svetlomety-a-proc-je-opravdu-dobre-je-mit-vysvetlime-vam-to/195>
- [35] LED-Matrix světlomety volí u Škody Superb většina majitelů. U verze Scout takřka všichni. *Auto-mania.cz* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/led-matrix-svetlomety-voli-u-skody-superb-vetsina-majitelu-u-verze-scout-takrka-vsichni/>
- [36] Digital Light: Future headlamp technology in HD quality. *Mercedes-Benz* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.com/en/innovation/vehicle-development/digital-light-headlamps-in-hd-quality/>
- [37] Digital Light: The light of the future hits the road. *Daimler* [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.daimler.com/innovation/specials/geneva-2018/digital-light.html>
- [38] KOLÁR, Jakub. Sedíte správně za volantem? Podívejte se, jak na to!. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/sedite-spravne-za-volantem-podivejte-se-jak-na-to-98089>
- [39] VLK, František. *Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]*. 1. vydání. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
- [40] A Pillar. In: *Edmunds* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.edmunds.com/glossary/a-pillar.html>
- [41] LAŽEK, Jan. *Analýza výhledu řidiče z vozidla*. Brno, 2018, 117 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Michal Belák.
- [42] MAŠEK, František. Co možná nevíte o svém automobilu: autoskla nejen pro krásný výhled na svět (6. díl). *TipCars* [online]. [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/co-mozna-nevite-o-svem-automobilu-autoskla-nejen-pro-krasny-vyhled-na-svet-6-dil.html>
- [43] Přehled typů autoskel. *AUTOSKLO - H.A.K.* [online]. [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: <http://www.autosklo-hak.cz/prehled-typu-autoskel>
- [44] KRÁL, Tomáš. *Posouzení výhledu z osobního automobilu*. Ostrava, 2019. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy. Vedoucí práce Michal Richtář.
- [45] DUSIL, Tomáš. Automobilové stěrače: Kde se vzaly? A co stálo za jejich vznikem?. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automobilove-sterace-kde-se-vzaly-a-co-stalo-za-jejich-vznikem-105726>

- [46] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Zobrazení rovinným zrcadlem. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/473-zobrazeni-rovinnym-zrcadlem>
- [47] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Zobrazení kulovým zrcadlem. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/475-zobrazeni-kulovym-zrcadlem>
- [48] SAJDL, Jan. Asférické zpětné zrcátko. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/asfericke-zpetne-zrcatko/>
- [49] *Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 46: Jednotná ustanovení pro schvalování zařízení pro nepřímý výhled a motorových vozidel z hlediska montáže těchto zařízení.* In: . 2014. Dostupné také z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42014X0808\(02\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42014X0808(02))
- [50] JÁNSKÝ, Martin. Zpětná zrcátka, nebo zpětné kamery? Bitva začíná!. *Garáž.cz* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/zpetna-zrcatka-nebo-zpetne-kamery-bitva-zacina-21001316>
- [51] MOHN, Holger. Easy Tech: The MirrorCam from Mercedes-Benz. *Daimler* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.daimler.com/magazine/technology-innovation/easy-tech-mirrorcam.html>
- [52] MAZAL, Mirek. Nejnovější Lexus přišel o zpětná zrcátka. Podívejte se, co má místo nich. *Autoforum.cz* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/predstaveni/nejnovejsi-lexus-prisel-o-zpetna-zrcatka-podivejte-se-co-ma-misto-nich/>
- [53] Výhled do všech stran a bezpečné manévrování díky systémům „Area View“ a „Rear View“. *Autobible.cz* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/vyhled-vsech-stran-bezpecne-manevrovani-diky-systemum-area-view-rear-view/>
- [54] GENUINE VW AREA VIEW 360° PARKING CAMERA SYSTEM. In: *HazyDayz* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.hazydayz.com/genuine-vw-area-view-360-parking-camera-system---supply--fit-9275-p.asp>
- [55] Zrak. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Zrak>
- [56] HADAČ, Tomáš. Šeroslepost za volantem aneb Víte, že nic nevidíte? Špatný zrak je „nevinný“ zabiják. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/seroslepost-za-volantem-aneb-vite-ze-nic-nevidite-spatny-zrak-je-nevinny-zabijak-131548>
- [57] Oslnění - UGR. *Gigalighting* [online]. [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: <http://www.gigalighting.cz/oslneni-ugr.htm>
- [58] ŽÁK, Dalibor. Ojetá Škoda Fabia Combi 1. generace: 1.4 MPI je nejlepší volba. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/ojeta-skoda-fabia-combi-1-generace-1-4-mpi-je-nejlepsi-volba-86357>
- [59] ŽÁK, Dalibor. Ojetý Ford Focus II (2004-2011): Rozumná volba. *Auto.cz* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/ojety-ford-focus-ii-2004-2011-rozumna-volba-88704>
- [60] MOKŘÍŠ, Jakub. Vše o voze Škoda Octavia 3. generace - historie a komplexní pohled na tento model. *Portál řidiče* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/skoda-octavia-treti-generace>

- [61] Fiorino Van: Dodávka stvořená pro město. *Fiat Professional* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.fiatprofessional.com/cz/fiorino-dodavka>
- [62] Doblò Cargo: Práce nikdy nekončí. *Fiat Professional* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.fiatprofessional.com/cz/doblo-cargo>
- [63] Crafter skříňový vůz. *Volkswagen užitkové vozy* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.vw-uzitkove.cz/crafter-skrinovy-vuz>

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Aktivní systémy Audi A6 [6].....	6
Obr. 2 – Funkce ESP [11].....	9
Obr. 3 – Funkce ACC [14] .....	10
Obr. 4 – ParkPilot [20] .....	13
Obr. 5 – Barevné spektrum světla [24].....	14
Obr. 6 – Teplota chromatičnosti [25].....	15
Obr. 7 – Běžná žárovka, halogenová žárovka, xenonová výbojka [28].....	17
Obr. 8 – Srovnání LED a laserových světlometů [31] .....	19
Obr. 9 – Statické a dynamické svícení do zatáčky [33] .....	19
Obr. 10 – Typy střešních sloupků [40].....	21
Obr. 11 – Rovinné zrcadlo [46] .....	24
Obr. 12 – Zlepšení přímého výhledu z tahače Mercedes-Benz [51].....	26
Obr. 13 – Area View [54] .....	26
Obr. 14 – Úhly natočení hlavy a očí [39] .....	27
Obr. 15 – Odraz světlometů od mokré silnice [autor].....	29
Obr. 16 – Škoda Fabia [autor].....	31
Obr. 17 – Ford Focus [autor] .....	31
Obr. 18 – Škoda Octavia [autor] .....	32
Obr. 19 – Fiat Fiorino [autor] .....	33
Obr. 20 – Fiat Doblo [autor] .....	34
Obr. 21 – Volkswagen Crafter [autor].....	34
Obr. 22 – Měření Škoda Octavia [autor] .....	36
Obr. 23 – Porovnání naměřených polí [autor] .....	37
Obr. 24 – Měřené Volvo XC90 [autor] .....	38
Obr. 25 – Předjíždějící se vozidla [autor].....	40
Obr. 26 – Překrytí viděných polí u předjíždějícího vozidla [autor] .....	41
Obr. 27 – Souběžně jedoucí vozidla [autor] .....	42
Obr. 28 – Změna pozorovacího úhlu předkloněním [autor].....	44

## Seznam zkratek

ABS	Anti-Lock Brake System, Protiblokovací systém
ACC	Adaptive Cruise Control, Adaptivní tempomat
AFL	Adaptive Forward Lighting, Adaptivní přední světlomety
AFS	Advanced Front Lighting System, Adaptivní systém předních světel
ASC	Automatic Stability Control, Automatický stabilizační program
ASR	Anti-Slip Regulation, Protiprokluzový systém
A-TRC	Active Traction Control, Aktivní kontrola trakce
BAS	Brake Assistant System, Brzdový asistent
CC	Coupe Cabrio
DSC	Dynamic Stability Control, Dynamická kontrola stability
DTC	Dynamic Traction Control, Dynamická kontrola trakce
EBA	Emergency Brake Assist, Asistent nouzového brzdění
eCall	Emergency Call, Nouzové volání
EDS	Elektronická uzávěrka diferenciálu
EHK	Evropská hospodářská komise
ESC	Electronic stability control, Elektronická kontrola stability
ESP	Electronic Stability Program, Elektronický stabilizační program
GPS	Global Positioning System, Globální polohový systém
HHC	Hill Hold Control, Asistent rozjezdu do kopce
HSA	Hill Start Assist, Asistent rozjezdu do kopce
LED	Light Emitting Diode, Světlo vyzařující dioda
OSN	Organizace spojených národů
RS	Rallye Sport

ST	Sport Technologies
SUV	Sport Utility Vehicle, Sportovní užitkové vozidlo
TC	Traction Control, Kontrola trakce
TCS	Traction Control System, Systém kontroly trakce
VW	Volkswagen

## **Seznam příloh**

Příloha A – Třídy zrcátek

Příloha B – Naměřené hodnoty

# Přílohy bakalářské práce

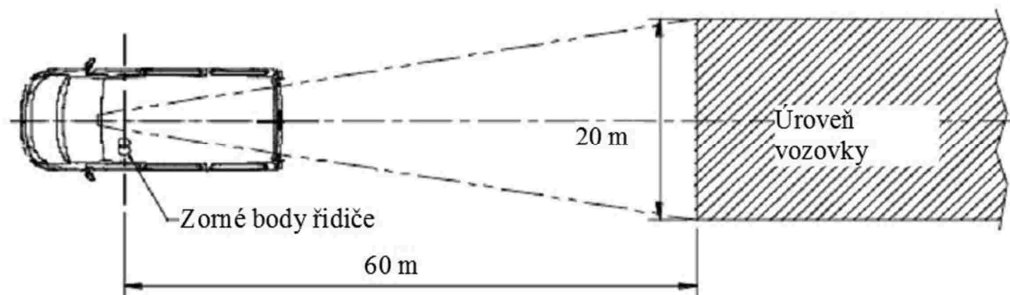
## Příloha A

### Třídy zrcátek

#### Třída I – vnitřní zrcátko

Pole výhledu vnitřním zpětným zrcátkem musí tvořit nejméně 20 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, jejíž střed se nachází ve střední podélné svislé rovině vozidla ve vzdálenosti 60 m za zornými body řidiče. [49]

Vnitřní zrcátko třídy I je povinné pro vozidla kategorie M<sub>1</sub> a N<sub>1</sub>, není-li vozidlo vybaveno čímkoli jiným než materiálem bezpečnostního zasklení v poli výhledu. To znamená, že toto zrcátko je povinné, pokud je zadní část vozidla tvořena průhlednou plochou. [49]



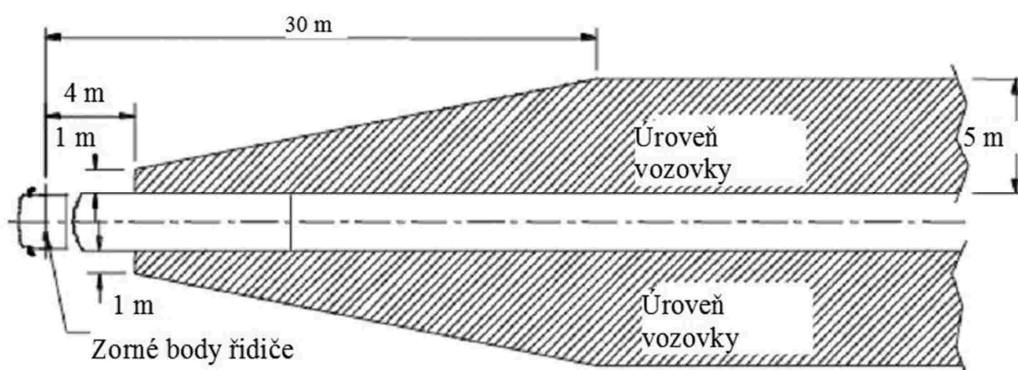
*Pole výhledu zrcátek třídy I [49]*

#### Třída II – hlavní vnější zpětná zrcátka (velká)

Na straně řidiče musí nejmenší pole výhledu tvořit alespoň 5 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena rovinou procházející krajním bodem vozidla na straně řidiče rovnoběžně s jeho podélnou rovinou, a to ve vzdálenosti 30 m za zornými body řidiče. Zároveň musí řidič tímto polem vidět také pás vozovky o šíři 1 m od vozidla ve vzdálenosti 4 m za zornými body řidiče. [49]

Na straně spolujezdce je nejmenší pole výhledu obdobné jako na straně řidiče, pouze je ohraničené rovinou procházející krajním bodem vozidla na straně spolujezdce. [49]

Hlavní zrcátko třídy II je povinné pro vozidla kategorie M<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> a M<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>, a to jak na straně řidiče, tak na straně spolujezdce. [49]

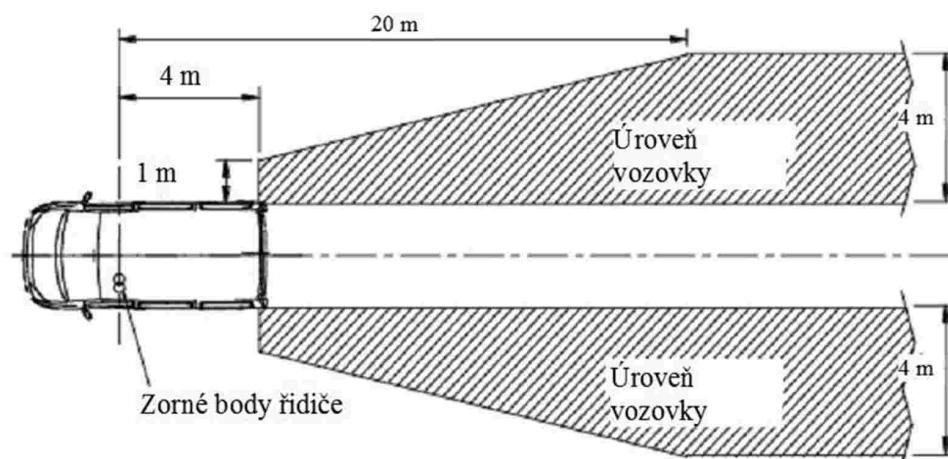


*Pole výhledu zrcátek třídy II [49]*

### Třída III – hlavní vnější zpětná zrcátka (malá)

Pokrývají pole výhledu na straně řidiče i spolujezdce a to tak, aby řidič viděl přinejmenším 4 m širokou a vodorovnou část vozovky, jež je ohraničena rovinou rovnoběžnou se střední podélnou rovinou vozidla a zároveň prochází krajním bodem vozidla na straně řidiče (resp. spolujezdce) a to ve vzdálenosti 20 m za zornými body řidiče. Současně musí řidič vidět pás vozovky o šířce 1 m od vozidla ve vzdálenosti 4 m od svislé roviny procházející zornými body řidiče. [49]

Hlavní zrcátko třídy III je povinné pro vozidla kategorie M<sub>1</sub> a N<sub>1</sub>, přičemž musí být montováno na stranu řidiče i spolujezdce. Alternativně mohou být místo zrcátek třídy III namontována zrcátka třídy II. Pro ostatní kategorie vozidel nejsou tato zrcátka dovolena. [49]



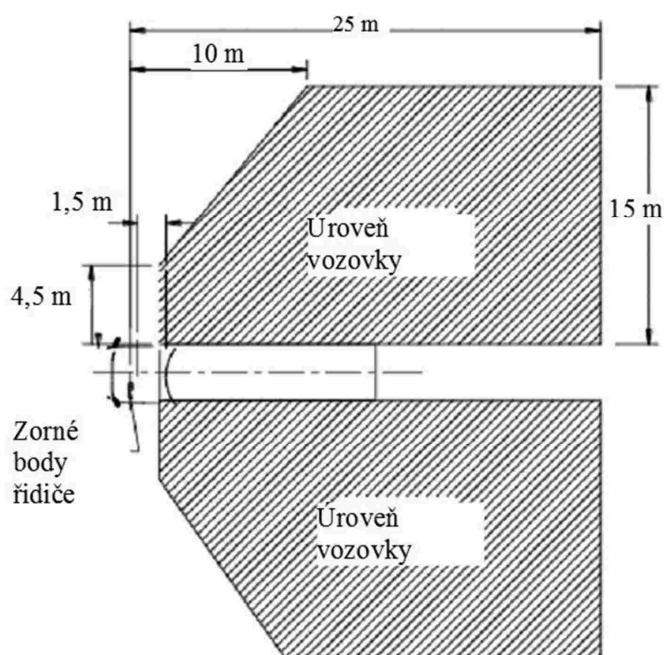
*Pole výhledu zrcátek třídy III [49]*



#### Třída IV – širokoúhlé vnější zrcátko

Tímto zrcátkem musí řidič vidět nejméně 15 m široký pás vozovky od krajního bodu vozidla, který začíná ve vzdálenosti maximálně 10 m a končí nejméně ve vzdálenosti 25 m za zornými body řidiče. Kromě toho musí vidět také plochu o šíři 4,5 m od krajního bodu vozidla začínající ve vzdálenosti 1,5 m za zornými body řidiče. [49]

Širokoúhlé zrcátko třídy IV je nepovinné pro vozidla kategorie M a N<sub>1</sub>, ale může být namontováno na jedné nebo obou stranách vozidla. Oproti tomu je pro kategorie N<sub>2</sub> a N<sub>3</sub> povinné na obou stranách, přičemž výjimku mají pouze vozidla kategorie N<sub>2</sub> do 7,5 t, u kterých je povinné pro obě strany pouze pokud lze namontovat zrcátko třídy V. [49]



*Pole výhledu zrcátek třídy IV [49]*

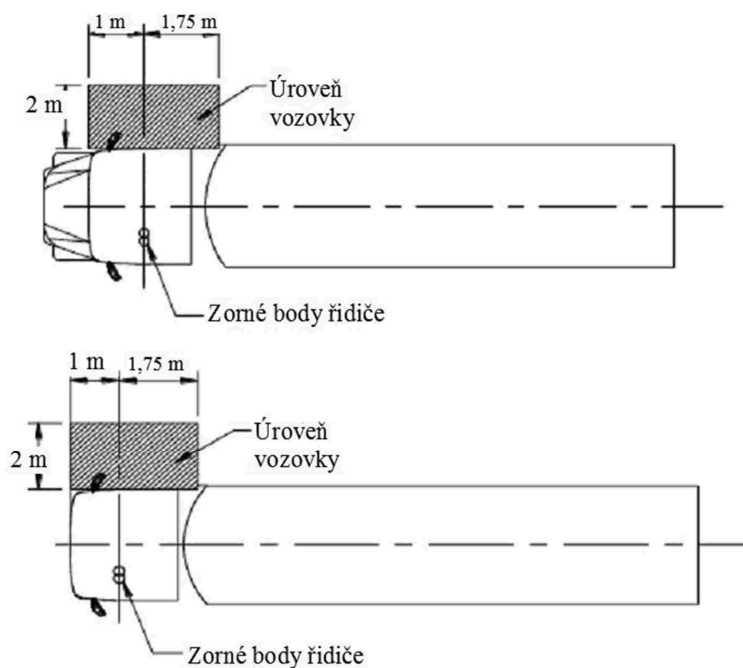
#### Třída V – blízkopohledové vnější zrcátko

Pole výhledu vytvořené tímto zrcátkem musí pokrývat část vozovky podél vozidla, jež je ohraničena následujícími rovinami [49]:

- 1) Rovinnou rovnoběžnou s podélnou rovinou vozidla, která prochází krajním bodem kabiny na straně spolujezdce a k ní rovnoběžnou rovinou ve vzdálenosti 2 m od krajního bodu kabiny.
- 2) Rovinnou kolmou k podélné rovině vozidla ve vzdálenosti 1,75 m za a 1 m před zornými body řidiče. V případě, že rovina před zornými body řidiče prochází přední hranou nárazníku ve vzdálenosti menší než 1 m, omezí se pole výhledu touto rovinou.

Toto zrcátko je nepovinné pro kategorie vozidel M a N<sub>1</sub>. V případě, že je instalováno na straně řidiče či spolujezdce, musí být umístěno nejméně 2 m nad vozovkou. Pro kategorie N<sub>2</sub> a N<sub>3</sub> je povinné na straně spolujezdce a nepovinné na straně řidiče, obě ale musí být namontovány nejméně 2 m nad vozovkou. [49]

Montáž blízkopohledového zrcátka třídy V není povinná, pokud lze výše popsané pole zprostředkovat kombinací širokoúhlého zrcátka třídy IV a předního zrcátka třídy VI. [49]



*Pole výhledu zrcátek třídy V [49]*

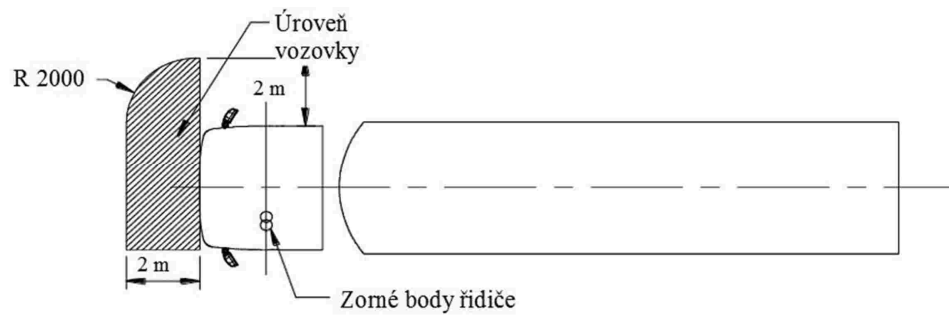
#### Třída VI – přední zrcátko

Pole výhledu předního zrcátka musí řidiči umožnit výhled nejméně na rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena [49]:

- 1) Příčnou svislou rovinou procházející krajním bodem přední části vozidla a k ní rovnoběžnou rovinou ve vzdálenosti 2 m před vozidlem.
- 2) Podélnou svislou rovinou, jež je rovnoběžná se střední podélnou svislou rovinou vozidla a zároveň prochází jeho krajním bodem na straně řidiče.
- 3) Podélnou svislou rovinou, jež je rovnoběžná se střední podélnou svislou rovinou vozidla a současně prochází bodem vzdáleným 2 m od krajního bodu vozidla na straně spolujezdce.

Přední část tohoto pole může být na straně spolujezdce zaoblena poloměrem 2 m. [49]

Pro kategorie vozidel M, N<sub>1</sub> a N<sub>2</sub> do 7,5 t je přední zrcátko třídy VI nepovinné. Naopak povinné je pro bezkapotové kabiny vozidel kategorie N<sub>2</sub> nad 7,5 t a N<sub>3</sub>, přičemž musí být použito alespoň jedno. Všechna zrcátka třídy VI musí být instalována nejméně 2 m nad povrchem vozovky. [49]

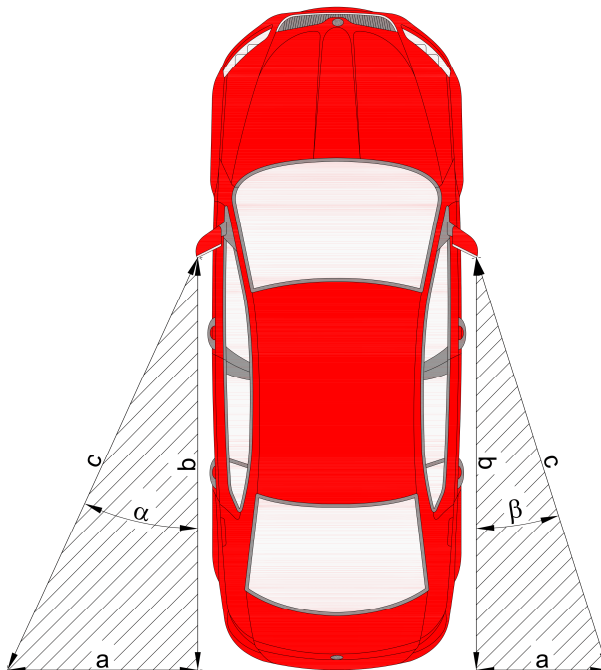


*Pole výhledu zrcátek třídy VI [49]*

## Příloha B

### Naměřené hodnoty

Označení stran a úhlů



Označení stran a úhlů [autor]

### Vozidla M1

Vozidlo	a [cm]	b [cm]	c [cm]	$\alpha$ [°]
Škoda Fabia	139,3	251,0	286,5	<b>29,1</b>
Ford Focus	131,8	280,8	310,0	<b>25,1</b>
Škoda Octavia	147,3	302,3	337,0	<b>25,9</b>

Pole levého zrcátka M1

Vozidlo	Šířka [cm]	Výška [cm]	Výška umístění [cm]
Škoda Fabia	17	10	94
Ford Focus	16	11	99
Škoda Octavia	15,5	12	96

Rozměry levého zrcátka M1

Vozidlo	a [cm]	b [cm]	c [cm]	$\beta$ [°]
Škoda Fabia	63,5	247,3	255,0	<b>14,4</b>
Ford Focus	89,3	275,5	288,0	<b>18,0</b>
Škoda Octavia	100,0	297,0	312,5	<b>18,7</b>

*Pole pravého zrcátka M1*

Vozidlo	Šířka [cm]	Výška [cm]	Výška umístění [cm]
Škoda Fabia	12,5	10	94
Ford Focus	16	11	99
Škoda Octavia	15,5	12	96

*Rozměry pravého zrcátka M1*

## Vozidla N1

Vozidlo	a [cm]	b [cm]	c [cm]	$\alpha$ [°]
Fiat Fiorino	97,3	248,5	266,7	<b>21,4</b>
Fiat Doblo	116,5	327,5	347,5	<b>19,6</b>
VW Crafter	201,8	451,7	494,7	<b>24,1</b>
VW Crafter š.z.	395,0	451,7	599,5	<b>41,2</b>

*Pole levého zrcátka N1*

Vozidlo	Šířka [cm]	Výška [cm]	Výška umístění [cm]
Fiat Fiorino	14	17,5	99,5
Fiat Doblo	14,5	17,5	111
VW Crafter	17	21	140
VW Crafter š.z.	17	6,5	132,5

*Rozměry levého zrcátka N1*

\*š.z. – širokouhlé zrcátko

Vozidlo	a [cm]	b [cm]	c [cm]	$\beta$ [°]
Fiat Fiorino	74,2	247,2	257,8	<b>16,7</b>
Fiat Doblo	89,8	329,5	341,8	<b>15,2</b>
VW Crafter	132,8	450,3	468,3	<b>16,5</b>
VW Crafter š.z.	295,2	450,3	541,2	<b>33,1</b>

*Pole pravého zrcátka N1*

Vozidlo	Šířka [cm]	Výška [cm]	Výška umístění [cm]
Fiat Fiorino	14	17,5	99,5
Fiat Doblo	14,5	17,5	111
VW Crafter	17	21	140
VW Crafter š.z.	17	6,5	132,5

*Rozměry pravého zrcátka N1*

\*š.z. – širokoúhlé zrcátko

## SUV

Zrcátko	a [cm]	b [cm]	c [cm]	$\alpha/\beta$ [°]
Levé	218	311,5	379	<b>35,1</b>
Pravé	112	315	336,5	<b>19,4</b>

*Hodnoty Volvo XC90*