



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA VÝHLEDU ŘIDIČE Z VOZIDLA

ANALYSIS OF THE DRIVER'S VIEW FROM THE VEHICLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Lažek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Belák

BRNO 2018

Zadání VŠKP –Zde bude vloženo zadání práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou výhledu řidiče z vozidla, respektive měření polí výhledů a mrtvých úhlů, v oblasti 360° kolem vozidla. První část práce je věnována teoretickému popisu výhledu z vozidla. Čtenář je seznámen, s postupným vývojem od prvních zmínek daných výhledů až dodnes, s pozicí a pohybem očí ve vozidle, s podrobným popisem přímého výhledu vpřed a s funkcí zrcátek u nepřímého výhledu vzad. Následně se teoretická část věnuje metodice měření výhledů dle předepsaných norem SAE a EHK. Teoretickou část uzavírá kapitola objasňující, jak se zjištěná teorie dále využije v praktické části práce. Praktická část práce je věnována návrhu vlastního měření výhledů 360° z vozidla a popisu metodiky. Dalším prvkem praktické části je protokol měření s výpočty výhledů jednoho ze šestnácti měřených vozidel a v poslední kapitole jsou srovnány, vyhodnoceny a okomentovány výsledky všech měřených výhledů a mrtvých úhlů 360° kolem vozidla.

Abstract

This diploma thesis deals with the issue of the driver's view from the vehicle, respectively the measurement of the field of views and blind spots. This thesis takes into account the 360° view around the vehicle. The first part of the thesis is devoted to the theoretical outlook of the vehicle. The reader becomes acquainted with the progressive development of the 360° view in a vehicle, beginning with the past and leading up to the present enhancements in today's vehicles. The reader will also understand, the position and movement of the eyes in a vehicle, the detailed description of the direct forward look, and the indirect reverse look. Subsequently, the theoretical part is devoted to the methodology of visibility measurements according to the prescribed standards of SAE and EHK. The theoretical part concludes with a chapter explaining how the theory is used in the practical part of the thesis. The practical part is devoted to the design of the 360° views of the vehicle and the description of the methodology. Another element of the practical part is the measurement protocol. This section deals with all the calculations for the complete driver's view, which was shown as an example on one of the sixteen vehicles measured. The last chapter compares, evaluates and reviews the results of all measured 360° views and blind spots around the vehicle.

Klíčová slova

Výhled z vozidla, pole výhledu, přímý výhled, nepřímý výhled, mrtvý úhel vozidla, A–sluopek, zpětné zrcátko, pozice očí ve vozidle, ambinokulární pole výhledu, elipsa pozice očí, měření výhledu z vozidla.

Keywords

View out of vehicle, field of view, front view, rear view, vehicle blind spot, A–pillar, rear view mirror, eye position in vehicle, ambinocular field of view, eyellipse, measurement view out of vehicle.

Bibliografická citace

LAŽEK, J. *Analýza výhledu řidiče z vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2018. 117 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Michal Belák.

Prohlášení

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

V Brně dne

.....

Podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce inženýru Michalu Belákovi, za kvalitní vedení a odborné rady k problematice, dále týmu STK UH především panu inženýru Pavlovi Šrenkovi a Bc. Davidu Šrenkovi, za poskytnutí prostor nutných k provedení měření, panu Petrovi Bělochovi ze společnosti EUROPACK CHRUDIM, za výrobu metrické lepicí pásky a všem přátelům, kteří byli ochotni poskytnout svá vozidla k experimentálnímu měření.

OBSAH

OBSAH.....	9
ÚVOD.....	12
1 VÝHLED Z VOZIDLA	14
1.1 Nastavení sedadla	15
1.2 Fyziologie vidění	15
1.2.1 Základní pozice očí.....	16
1.2.2 Otáčení hlavy.....	16
1.3 Pole výhledu očí	17
2 PŘÍMÉ POLE VÝHLEDU Z VOZIDLA	19
2.1 Cíle, které by měl řidič vidět	21
2.1.1 Překážky na silnici.....	21
2.1.2 Směrové informace potřebné k následování a udržení pozice pruhu.....	21
2.1.3 Informace udávající řízení dopravy a navigaci.....	21
2.2 Vzdálenost mezi očima řidiče a A–sloupkem	22
2.3 Šířka A–sloupku	22
2.4 Úhel A–sloupku	23
2.4.1 Kolmější úhel A–sloupku (více než 40°).....	23
2.4.2 Ostřejší úhel A–sloupku (méně než 40°).....	24
2.5 Tvar A–sloupku	24
2.6 Výška očí řidiče	25
2.7 Předměty v interiéru bránící ve výhledu.....	26
2.8 Reálné situace stínícího mrtvého úhlu a–sloupku s účastníky dopravy na pozemních komunikacích	27
2.8.1 Pravoúhlé křižovatky.....	30
2.9 Asistenty a nové technologie pro zlepšení přímého pole výhledu	32
2.9.1 Konstrukční zlepšení přímého výhledu.....	32
2.9.2 Digitální zlepšení přímého výhledu.....	36
3 NEPŘÍMÉ POLE VÝHLEDU Z VOZIDLA.....	37
3.1 Optika zrcadel.....	37
3.1.1 Zobrazení zrcadly.....	37
3.1.2 Rovinné zrcadlo	37
3.1.3 Kulová (sférická) zrcadla	38
3.1.4 Nekulová (asférická) zrcadla.....	39

3.2	Zpětná zrcátka vozidel	39
3.2.1	<i>Interiérové zpětné zrcátko</i>	41
3.2.2	<i>Exteriérové zpětné zrcátko</i>	42
3.3	Správné nastavení zpětných zrcátek	45
3.4	Nově používané technologie zlepšení nepřímého výhledu	46
3.4.1	<i>Konstrukční (optické) zlepšení nepřímého výhledu</i>	47
3.4.2	<i>Digitální zlepšení nepřímého výhledu</i>	49
4	NORMY A PŘEDPISY VÝHLEDU Z VOZIDLA	54
4.1	Měření výhledu	54
4.1.1	<i>Přímý výhled</i>	54
4.1.2	<i>Nepřímý výhled</i>	61
5	ANALÝZA A MOŽNÉ VYUŽITÍ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ	65
6	ZPŮSOB MĚŘENÍ	69
6.1	Volba místa měření	69
6.2	Příprava prostor k měření	69
6.3	Měřidla	71
6.3.1	<i>Posuvné měřítko</i>	71
6.3.2	<i>Úhломěr</i>	72
6.3.3	<i>Měřicí pásma</i>	72
6.3.4	<i>Kolmý příložník s metrickou měrkou</i>	72
6.3.5	<i>Vodováha</i>	73
6.3.6	<i>Fotoaparát</i>	73
6.4	Příprava interiéru vozidla k měření	74
6.5	Provedení měření	75
7	ANALÝZA NAMĚŘENÝCH ÚDAJŮ	80
	PROTOKOL MĚŘENÍ	82
7.1	Přímý mrtvý úhel levý	83
7.2	Přímý mrtvý úhel pravý	83
7.3	Přímé mrtvé úhly celkem	84
7.4	Levá strana výhled	84
7.5	Pravá strana výhled	84
7.6	Výhled čelním oknem	85
7.7	Přímý výhled celkem	86
7.8	Levé zrcátko výhled	86
7.9	Pravé zrcátko výhled	87

7.10	Středové zrcátko výhled	87
7.11	Nepřímý výhled celkem.....	87
7.12	Zadní mrtvý úhel levý.....	88
7.13	Zadní mrtvý úhel pravý	88
7.14	Boční mrtvý úhel levý	89
7.15	Boční mrtvý úhel pravý	89
7.16	Mrtvé úhly nepřímé celkem.....	90
7.17	Výhledy celkem.....	90
7.18	Mrtvé úhly celkem.....	91
7.19	Ověření správnosti výsledků	91
7.20	Plocha A–sloupku.....	92
8	SROVNÁNÍ A SHRUTÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ U JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÝCH VOZIDEL	93
8.1	Srovnání přímého výhledu reálného.....	96
8.2	Srovnání přímého výhledu normalizovaného.....	97
8.3	Srovnání ploch A–sloupku	98
8.4	Porovnání normalizovaného výhledu a ploch A–sloupku.....	99
8.5	Srovnání nepřímého výhledu.....	100
8.6	Srovnání celkového výhledu reálného.....	101
8.7	Srovnání celkového výhledu normalizovaného.....	102
8.8	Porovnání celkového reálného a normalizovaného výhledu	103
	ZÁVĚR	105
	CITOVANÁ LITERATURA	108
	SEZNAM OBRÁZKŮ	112
	SEZNAM TABULEK	116
	SEZNAM PŘÍLOH.....	117

ÚVOD

Automobil, jako věrný pomocník nynější doby, je už dlouhé období součástí prostředí, ve kterém žijeme, avšak ne každý si uvědomuje, kolik práce se skrývá ve vývoji tohoto stroje, složeného z tisíce do sebe zapadajících částí. Aby fungoval, je za potřebí mnoho procesů běžících ve stejnou dobu v návaznosti na sebe. Postupem času se ve dvacátém století automobil vyvíjel od jednoduchého kočáru poháněného malým spalovacím motorem k dnešním robustním variacím tvarů, rozměrů a pohonných ústrojí. Základ konstrukce však zůstává stejný, karoserie a mechanické části ukryté pod ní. Tato práce se blíže zabývá problematikou spjatou s konstrukcí karoserií vozidel a to výhledem z místa řidiče, přímým vpřed a nepřímým, pomocí zrcátek, vzad. První normovaný předpis analýzy výhledu z vozidla byl vydán roku 1973, kdy se touto problematikou začala zabývat společnost SAE (Society of Automobile Engineers), jenž popisoval metodiku měření výhledů z vozidla. (1)

Zadání této práce je aktuální problematikou, jelikož se zakryté oblasti tvořené konstrukcí vozidla stávají častějším důvodem kolizí a je cílem této práce prozkoumat nejnovější poznatky z této oblasti, následně vytvořit metodu měření 360° výhledu z vozidla v horizontální rovině, se zaznamenáním výhledových a mrtvých úhlů. Výsledkem pak bude určení možného využití metodiky měření.

Práce je rozdělena do osmi kapitol, z nichž je pět věnováno současnému stavu poznání a legislativy v dané oblasti a navazující tři popisují metodu vyvinutou na základě získaných teoretických vědomostí a její aplikaci v praxi na konkrétních příkladech.

První kapitola práce, se soustřeďuje na teoretické aspekty výhledu z vozidla, počínaje samotným rozdělením výhledu vpřed a vzad. Následně se blíže specifikuje, pro ideální výhled, vhodné nastavení sedadla řidiče. V další řadě je objasněno, jak pracuje lidský zrak. Část práce se tedy zaměřuje na problematiku schopnosti očí vidět více, jelikož poskytují dva obrazy sledovaného prostoru. I když je pro člověka rozdíl nepatrný, v práci se později objasní i schopnost zraku zúžit šířku A–sloupku.

V druhé kapitole je popsáno, s jakými faktory ovlivňujícími přímý výhled, se řidič setkává na pozemních komunikacích, a co musí být viditelné z kokpitu vozidla. Poté je hlouběji rozebrána problematika A–sloupků, od počátku historie jejich vývoje ve srovnání s nynějšími komplexními sloupky. Aktuální typy A–sloupků jsou specifikovány a rozděleny na více druhů, s nimiž se světové automobilky prezentují na trhu vozidel. V této kapitole je

také uvedeno na jakých křižovatkách a při jakých rychlostech dochází k zastínění účastníků dopravy A–sloupkem. Druhou kapitolu uzavírá nástin budoucího vývoje eliminování mrtvého úhlu A–sloupku.

Třetí kapitola je věnována zpětným zrcátkům a začíná fyzikálním definováním principu odrazu a lomu, jenž následně přechází k vysvětlení typů zrcadel i jejich funkce. Jako další na řadě je pointa této kapitoly a to samotná zpětná zrcátka vozidel, počínaje historií prvního výskytu, až po dnešní sériově montovaná řešení. Před uzavřením třetí hlavy práce budoucím vývojem zpětných zrcátek, je ještě zmínka o nastavení zpětných zrcátek do ideálních pozic.

Vývoj vozidla automobilkou není pouze kreativní činností oddělení designu, vozidlo určené k pohybu na pozemních komunikacích musí respektovat určité normy a předpisy země/kontinentu, na kterém se bude pohybovat. Této problematice se věnuje čtvrtá kapitola práce, v níž je popsáno, jak měří výhledy výzkumné organizace udělující vozidlům povolení k bezpečnému provozu na pozemních komunikacích.

Pátý oddíl práce spojuje zjištěné poznatky teoretické části a objasňuje směr, jakým se bude z teorie čerpající praktická část ubírat.

Nejdůležitější kapitola číslo šest popisuje vyvinutou metodu měření výhledu, prezentuje prostory laboratoře měření, pravidla přípravy k měření, měřicí prostředky a provedení měření s metodikou výpočtu.

Sedmá kapitola je ukázkovým příkladem protokolu jednoho ze šestnácti měřených vozidel a následující osmý oddíl obsahuje tabulkově zpracované údaje všech měřených vozidel, dle daných výhledů, z nichž bude vycházet jednotlivé hodnocení každého analyzovaného vozidla.

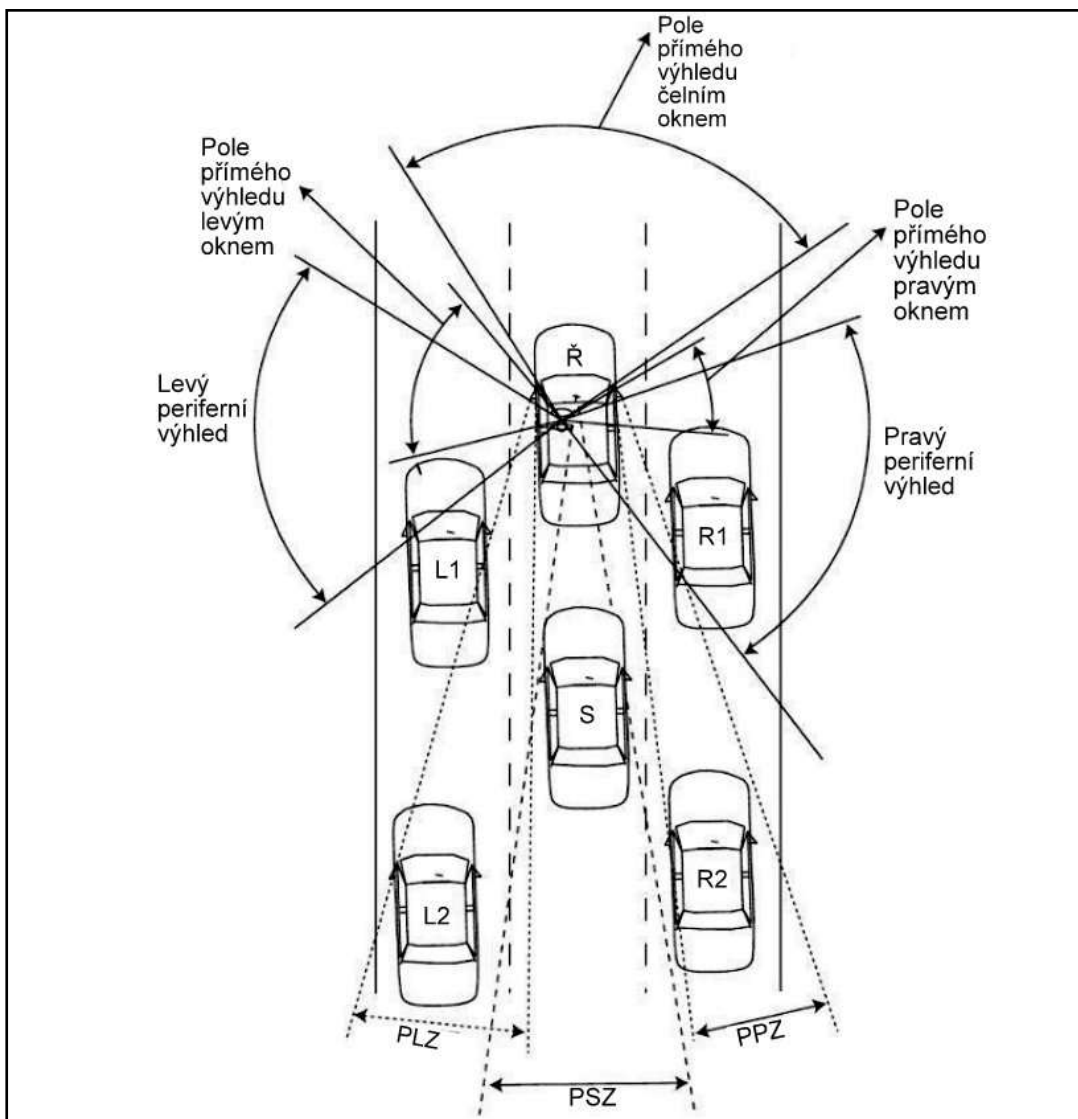
Práce je zpracována dle citační normy ČSN ISO 690 (číslování).

1 VÝHLED Z VOZIDLA

Výhledem z vozidla rozumíme, výhled konstrukčně uzpůsobenými výhledovými a odraznými plochami vozidla, tak aby byl řidič schopen mít přehled o situaci kolem vozidla (obr. č. 1) a neohrožoval okolní provoz na pozemních komunikacích. (2)

Výhled z místa řidiče je možné rozdělit na pole výhledu:

- vpřed – přímý okny
- vzad – nepřímý zrcátka



Obr. č. 1 – Výhled z vozidla znázorňuje řízené vozidlo Ř, vozidla L1 a L2 zobrazená v poli levého vnějšího zpětného zrcátka PLZ, vozidlo S zobrazené v poli interiérového středového zpětného zrcátka a vozidla R1 a R2 zobrazená v poli pravého vnějšího zpětného zrcátka PPZ. (3)

Pro ideální výhled z vozidla musí mít každý řidič nastavenou pozici sedadla tak, aby byl schopen při pohodlném ovládání vozidla mít také dobrý výhled z vozidla.

1.1 NASTAVENÍ SEDADLA

Sedadlo je při řízení vozidla hlavní součástí spojení těla řidiče s vozidlem a jeho správným nastavením je možné předejít krizovým situacím v silniční dopravě. Kromě nastavení vzdálenosti od pedálů a volantu ke zdárnému ovládnutí vozidla, je nutné mít nastavenou řádně výšku sedáku. Ideální nastavení výšky sedadla souvisí s výhledem, a proto by si měl každý řidič nastavit výšku do takové pozice, ze které mu ve výhledu bude bránit co nejméně překážek. Nepsaným pravidlem je výška sedadla seřízena tak, aby mezi střechou a hlavou řidiče bylo možné prostrčit sevřenou pěst na výšku. Oči by se měly nacházet těsně nad středem čelního skla, aniž by sklopené stínítko bránilo ve výhledu (**obr. č. 2**). Volant by měl být v pozici, jež nebrání ve výhledu na přístrojovou desku ani výhledu vpřed. (4)



Obr. č. 2 – Pozice očí ve vozidle (5)

Abychom se mohli výhledem jako takovým dále zabývat, je nutné mít poznatky o základech lidského zraku, o takzvané fyziologii vidění. (2)

1.2 FYZIOLOGIE VIDĚNÍ

Nejdůležitějším principem při řízení motorového vozidla je vidět a být viděn. Lidský zrak je velmi komplexní složkou biologické stavby těla a z hlediska měření výhledů

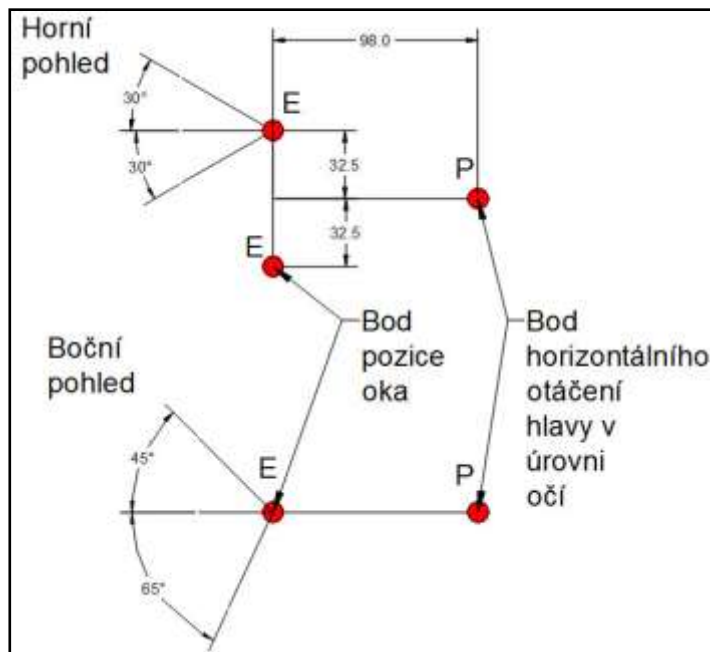
k pochopení dané problematiky je nutné si pozici i pohybové vlastnosti očí ve vozidle více osvětlit. (2)

1.2.1 Základní pozice očí

Pohyblivé lidské oko, hledící přímo vpřed, je schopno horizontálního otáčení v úhlu 30° doleva i doprava, tedy 60° celkem. Vertikálního úhlu 45° od vodorovné osy nahoru a 65° směrem dolů. Body znázorněny na obrázku (**obr. č. 3**) označeny písmeny *E* a *P* znázorňují:

(1)

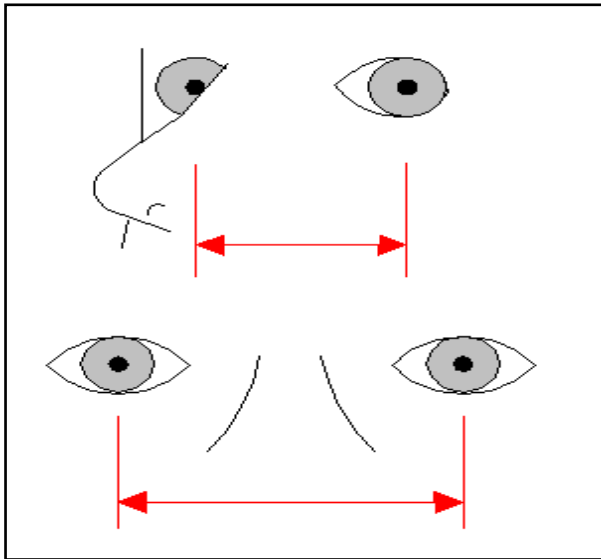
- **E** – bod pozice oka
- **P** – bod horizontálního otáčení hlavy v úrovni očí (krček)



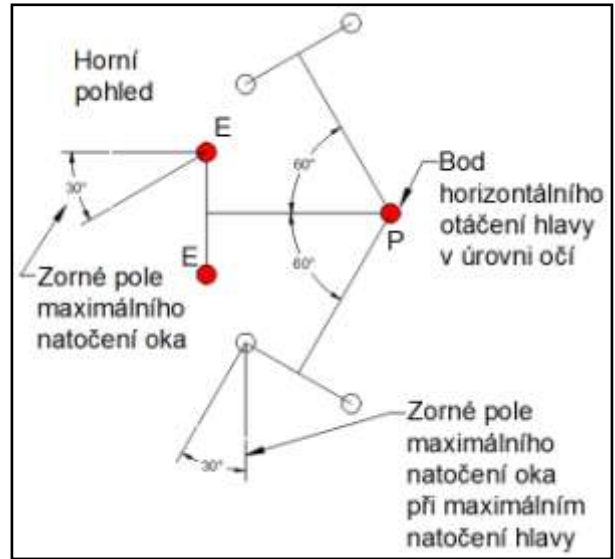
Obr. č. 3 – Rozsah možných úhlů očí (1) (úprava autor)

1.2.2 Otáčení hlavy

K možnosti rozhledu okem patří také otáčení hlavou, které redukuje mrtvý úhel, eliminuje stínění nosem (**obr. č. 4**) a umožňuje rozšířit možné úhly výhledu 60° oběma směry z horizontálního bodu otáčení (pohodlný úhel natočení je 45°). Při přičtení maximálního úhlu otočení oka se dostaneme na výsledných 90° možných vidět jedním okem a tedy pole 180° schopného vidět přímým výhledem z vozidla (**obr. č. 5**). (1)



Obr. č. 4 – Rozdíl vzdálenosti očí mezi přímým pohledem a pohledem s natočenou hlavou (6)



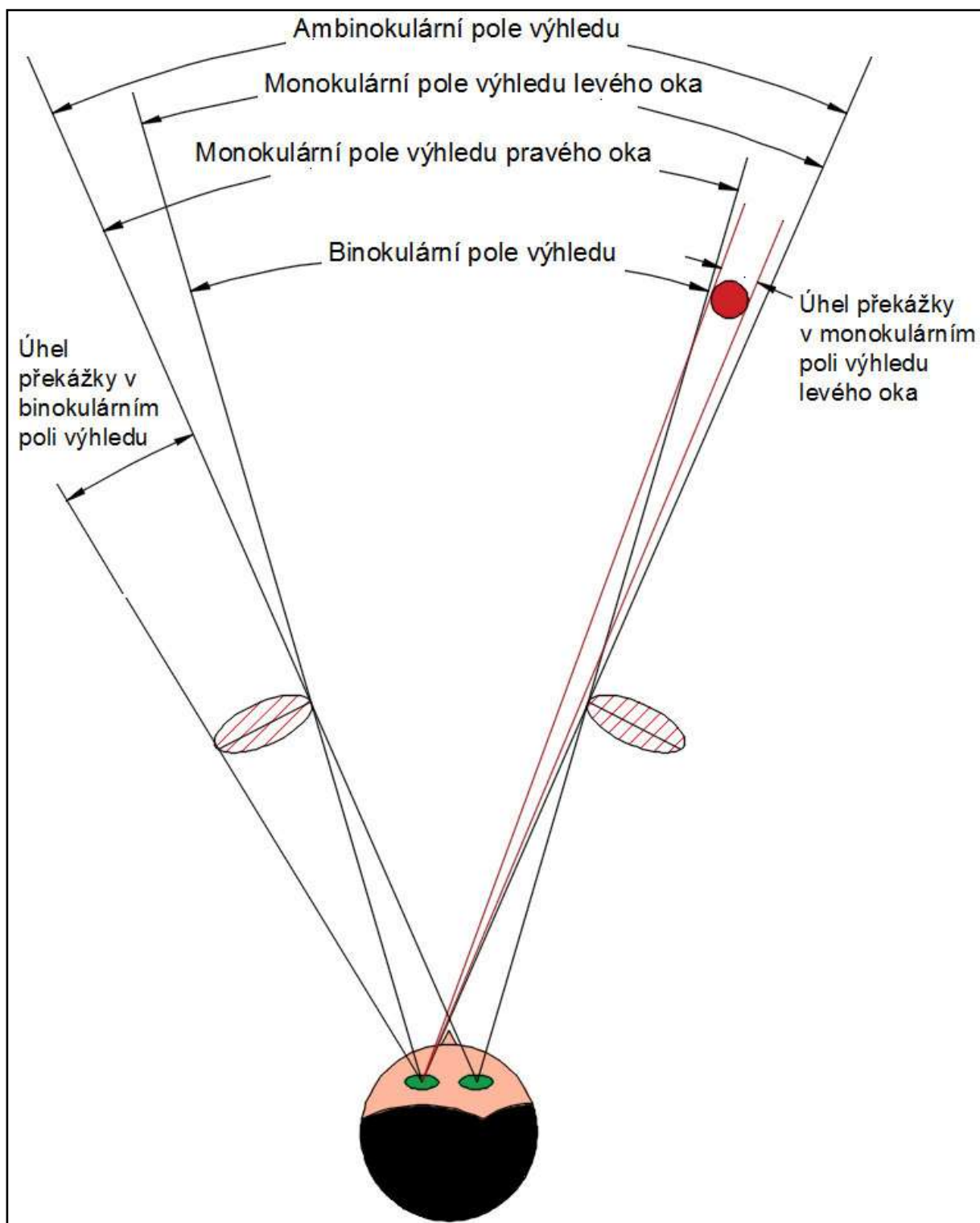
Obr. č. 5 – Rozsah možných úhlů očí s možným natáčením hlavy (1) (úprava autor)

1.3 POLE VÝHLEDU OČÍ

Pole výhledu očí je takové, které je možné vidět bez použití odrazných ploch a rozptylných zařízení jako jsou zrcátka atd. K pochopení problematiky je nutno brát na vědomí, že většina řidičů k dívání používá dvě oči a každé má odlišné pole výhledu vzhledem ke své pozici. Není však zakázáno vozidlo řídit, pouze s jedním vidícím okem, nebo s vadou zraku, pokud není zrak poškozen natolik, že zákaz vydá lékař kontrolující oči řidiče. Pole výhledu očima můžeme rozdělit na: (1)

- **Monokulární pole** výhledu – je takový výhled, který vidíme pouze jedním okem
- **Binokulární pole** výhledu – je nejmenší úhel výhledu, který mohou obě oči vidět zároveň
- **Ambinokulární pole** výhledu – je největší úhel výhledu, jaký mohou obě oči vidět zároveň

Nejlépe je možné pole výhledu očí pochopit z následujícího obrázku (**obr. č. 6**).



Obr. č. 6 – Pole výhledů očí (1) (úprava autor)

Binokulární překážka – Je jakýkoli objekt ve výhledu, jež vytváří prostor za ním, který nemůže být viděn současně levým a pravým okem.

Monokulární překážka – Je jakýkoli objekt viditelný pouze jedním okem, jež vytváří prostor za ním, který toto oko nemůže vidět.

2 PŘÍMÉ POLE VÝHLEDU Z VOZIDLA

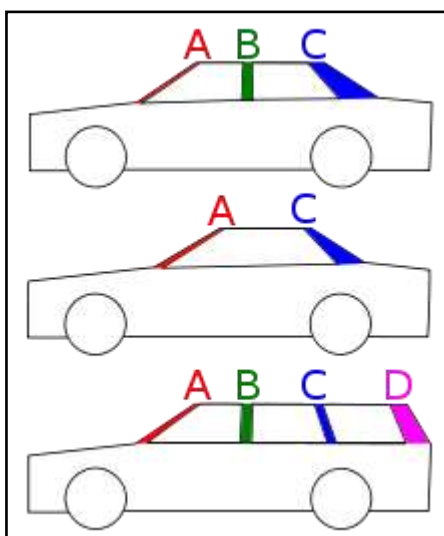
Automobilky dnes mají díky dosaženému pokroku ve výrobě možnost téměř neomezeně tvarovat design svých vozů a dopřát jim dříve nemyslitelné tvary. Přesto nebo možná právě proto má dnes řada aut poněkud nepraktické čelní sloupky, za kterými se mnohdy ztrácí část křižovatky a s ní i veškerý provoz v této zakryté oblasti se pohybující. (7)

Při řízení vozidla se setkáváme s pojmem mrtvý úhel. Mrtvý úhel je zakrytá oblast, kterou tvoří konstrukční část vozu a zabraňuje vidět cíle se vyskytující za touto částí. Mezi méně probírané patří mrtvé úhly v přímém výhledu z vozidla. (8)

Možnost vidět cíl v přímém poli výhledu závisí na jeho:

- pozici
- a pozici části vozidla, která brání možnosti cíl vidět

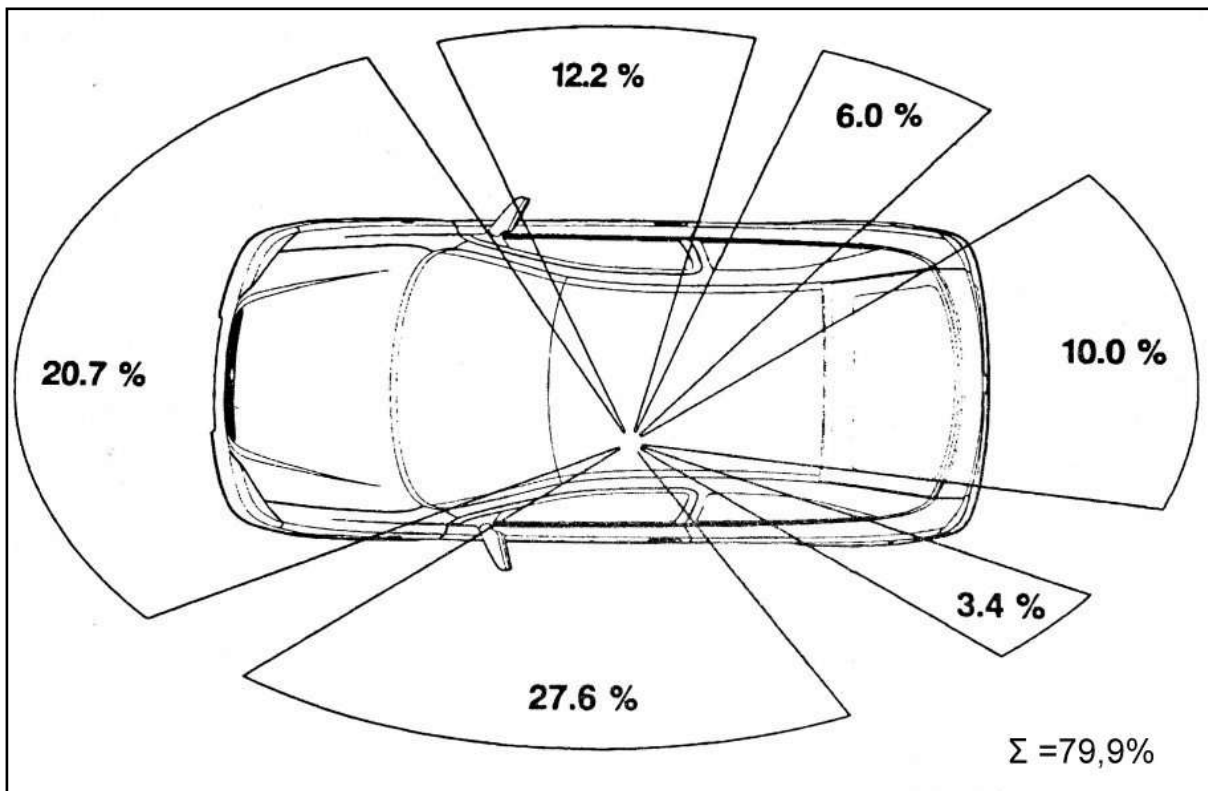
Hlavním omezením v přímém poli výhledu jsou sloupky, rozlišované na A, B, C a D podle jejich pozice (**obr. č. 7**), na kterých je uchycena střecha vozu. Za tyto konstrukční překážky se mohou za provozu skrýt různé cíle. (2)



Obr. č. 7 – Označení střešních sloupků vozidla (9)

František Vlk ve své knize o konstrukci automobilů udává celkovou procentuální hodnotu 80 % nezakrytého výhledu (viz. **obr. č. 8**) a popisuje ji takto:

„Výhled z vozidla směrem dopředu a do stran je určen vzájemnou polohou očí řidiče a neprůhledných částí karoserie (přední okenní sloupek „A“, střední dveřní sloupek „B“, zadní okenní sloupek „C“, rám předního okna a přední kapota), tedy v podstatě velikostí a polohou čelního okna vzhledem k poloze očí řidiče a délkou a výškou kapoty přední části vozidla“. (2)



Obr. č. 8 – Procentuální výhled z vozidla Opel Astra hatchback (2)

Řidiči v přímém poli výhledu překáží hlavně A–sloupky, jejichž šířka se kvůli bezpečnostním předpisům a v mnoha případech i zabudovaným airbagům, zvětšuje ve prospěch mrtvého úhlu, který narůstá.

Nejrizikovějšími místy, kde A–sloupek brání při jízdě, mohou být křižovatky, kruhové objezdy a přechody pro chodce. Podle Britského dopravního úřadu (United Kingdom Department of Transport) způsobí nepřehlednost na dopravní komunikaci z důvodu mrtvého úhlu tvořeného A–sloupkem, až 20 % z celkového počtu nehod ročně (obr. č. 9). (10)



Obr. č. 9 – Zakrytý výhled A–sloupkem (10)

Na bezpečnosti výhledu v přímém poli závisí faktory jako:

- tvar a velikost cíle, který by měl řidič vidět
- vzdálenost mezi očima řidiče a A–sloupkem
- šířka A–sloupku
- úhel A–sloupku
- tvar A–sloupku
- výška očí řidiče
- předměty v interiéru bránící ve výhledu
- situace s účastníky dopravy po pozemních komunikacích
- asistenty a nové technologie pro zlepšení přímého pole výhledu

2.1 CÍLE, KTERÉ BY MĚL ŘIDIČ VIDĚT

Věci nacházející se v cestě vozidla jsou tím nejdůležitějším, co musí řidič vidět. Většinou jsou to další vozidla, ale patří sem také ostatní účastníci provozu a věci, odehrávající se v běžném silničním provozu, které můžeme označit jako cíle. (8)

Cíle, které by měl řidič vidět, se mohou rozdělit na 3 druhy (8):

- Překážky na silnici
- Směrové informace potřebné k následování a udržení pozice pruhu
- Informace udávající řízení dopravy a navigaci

2.1.1 Překážky na silnici

Překážky na silnici jsou cíle, kterých je nutno se vyvarovat. Hlavními jsou chodci, cyklisté a ostatní vozidla, dále pak věci jako nečistoty na vozovce, stavební bariéry, výtluky a zvířata. (8)

2.1.2 Směrové informace potřebné k následování a udržení pozice pruhu

Směrové informace poskytují pruhy vymezené jako vodorovné značení, také obrubníky, sloupy vedení a kanalizace. Dále směr vymezují přírodní nerovnosti, jako je viditelná hranice mezi silnicí a příkopem, svodidlem, dlažbou a oplocením. (8)

2.1.3 Informace udávající řízení dopravy a navigaci

Do této části zapadá zařízení pro řízení provozu, jako jsou semaforey, dopravní značení, varovná značení, směrová značení. (8)

2.2 VZDÁLENOST MEZI OČIMA ŘIDIČE A A-SLOUPKEM

Vzdálenost očí od A-sloupku může mít vliv na velikost mrtvého úhlu za sloupkem. V případech, kdy řidič sedí moc blízko A-sloupku, nastává větší zastíněné pole mrtvého úhlu, které se postupně posuvem pozice vzad zmenšuje. Tuto problematiku demonstrují **obr. č. 10** a **obr. č. 11**.



Obr. č. 10 – Vzdálenější pohled na zakryvanou plochu A-sloupkem (autor)

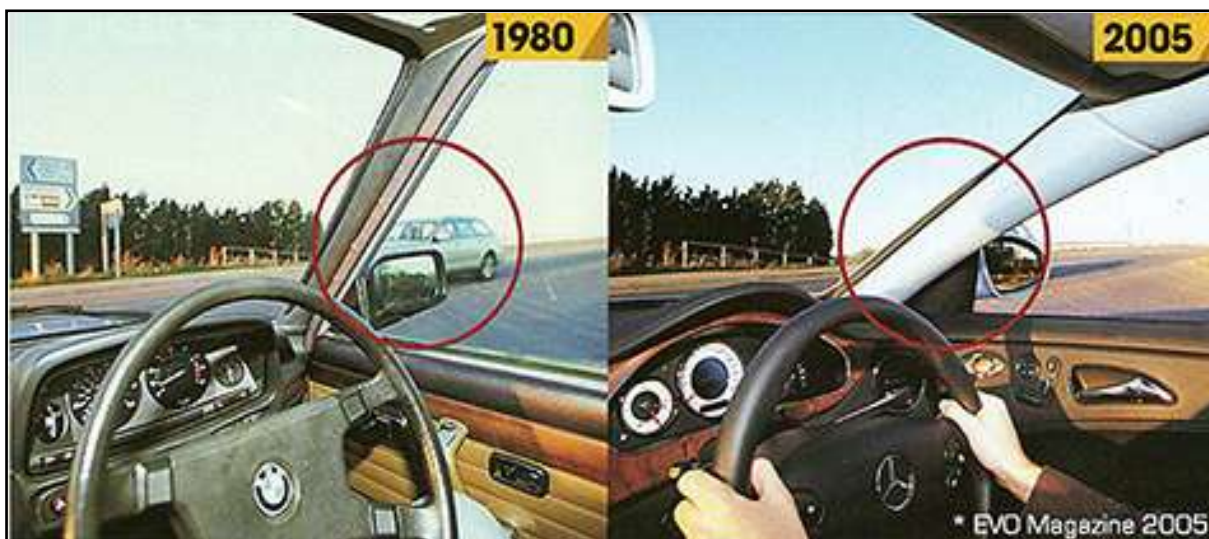


Obr. č. 11 – Bližší pohled na zakryvanou plochu A-sloupkem (autor)

2.3 ŠÍŘKA A-SLOUPKU

V počátcích automobilové dopravy se na A-sloupky nebrala z hlediska tuhosti zřetel, a proto byla šířka sloupku uzpůsobena pouze jako nosná část pro střechu vozidla. Postupem času se začalo na tuhost dbát více, jelikož vozidel přibývalo a tím se zvyšovala i nehodovost. Automobily se začaly vyrábět robustnější, aby posádka měla možnost vyvážnout z dříve smrtelné nehody, jen s lehkými poraněními. Robustnější se začaly vyrábět i A-sloupky, které navíc v některých případech obsahují i airbag. Za zmínku také stojí otevřené verze některých modelů vozidel, kde jsou A-sloupky také objemnější, z důvodu posílení tuhosti karoserie bez pevné střechy. (11)

Postupným rozvojem automobilismu se tedy zvětšoval mrtvý úhel A-sloupků až do podoby dnešních, jenž mohou v poli výhledu zakrýt mnohem větší cíle než dříve (**obr. č. 12**). Návrháři karoserií musí brát v potaz kompromis mezi tuhostí A-sloupků při deformaci, velikostí polstrování A-sloupku pro snížení úrazů při nárazu hlavy a překážení A-sloupku v přímém výhledu. Dále do šířky A-sloupku zasahují faktory jako rozdílné rozměry na konstrukci A-sloupku, tloušťka gumových těsnění k zajištění čelního skla a okrajové černé barvy používané na zakrytí nedokonalostí i ochraně proti UV záření lepicího tmelu skla. (3)



Obr. č. 12 – Rozdíl šířky A–sloupků vozidel různých generací (10)

2.4 ÚHEL A–SLOUPKU

S předchozí kapitolou úzce souvisí i úhel A–sloupku, jelikož čím ostřejší úhel A–sloupek se spodní hranou okna dveří svírá, tím více brání svojí plochou ve výhledu. Úhel A–sloupku je ovlivněn aerodynamickou konstrukcí vozidla. Výrobci se snaží mít čelní sklo v co neoptimálnějším úhlu, což je přibližně 40° , to dává vozu tuhou, aerodynamickou karoserii s dostatečně velkými předními dveřmi. (12)

2.4.1 Kolmější úhel A–sloupku (více než 40°)

Dále se můžeme setkat s kolmějším (vertikálním) uspořádáním A–sloupku, kde je výhledové pole řešeno panoramatickým oknem jaké bylo používané u historických vozů, které měly úhel sloupku i větší než 90° např. Ford Thunderbird r.v. 1957 (obr. č. 13), nebo Saabu 900 Turbo 55° (obr. č. 14). Takové konstrukční řešení zlepšuje pole výhledu vpřed, je však nemožné vyvinout malé aerodynamické vozidlo s vertikálním A–sloupkem, jelikož by toto řešení zmenšilo prostor pro velikost dveří a tím omezilo nastupování. (11)



Obr. č. 13 – Ford Thunderbird r.v.1957 (13)



Obr. č. 14 – Saab 900 Turbo (13)

2.4.2 Ostřejší úhel A–sloupku (méně než 40°)

U některých vozů se úhel A–sloupku dostává na hodnotu blízkou k 20°, např: Pontiac Firebird a Chevrolet Camaro (**obr. č. 15**) r.v. 1993–2002 mají úhel A–sloupku 22°, což pomáhá tuhosti karoserie při čelním nárazu a snižuje koeficient odporu vzduchu. Naopak nevýhodnou je snížení viditelnosti řidiče v zorném poli 180° zleva doprava. (14)



Obr. č. 15 – Chevrolet Camaro r.v. 1993 (13)

Z hlediska bezpečnosti chodců je ostrý úhel A–sloupku (čelního skla) šetrnější při kolizi, kdy má tělo tendenci pohybovat se nahoru a přes střechu místo přímo do čelního skla. (15)

2.5 TVAR A–SLOUPKU

Obloukový tvar A–sloupku začal být jedním z nově nastupujících prvků karoserie, když automobilky začaly přecházet z rovinného tvaru (**obr. č. 16**) na zakřivený (**obr. č. 17**), jenž při kolizi lépe přenáší sílu a omezuje riziko deformace A–sloupku do interiéru vozidla. Před počátky provádění bezpečnostních cash testů vozidel, byly obloukové tvary jen formou designu vozidla. (11)



Obr. č. 16 – BMW řady 3 typ E30 (13)



Obr. č. 17 – BMW řady 3 typ F30 (13)

U vozidel typu MPV, která jsou brána jako velkoprostorová vozidla, se A–sloupek u některých modelů rozdělil na dva sloupky. Toto řešení je bráno odborníky z oboru odlišně, jelikož část je toho názoru, že vytváří z jednoho problému dva.

Na příkladech obrázků vozidel níže je znázorněno řešení rozdělených A–sloupků, kde konstrukce vozidla Citroen C4 Picasso (**obr. č. 18**) se jeví jako povedenější, než-li druhé znázorněné provedení u vozidla Fiat 500L (**obr. č. 19**).



Obr. č. 18 – Rozdělený A–sloupek Citroenu C4 Picasso (13)



Obr. č. 19 – Rozdělený A–sloupek Fiatu 500L (13)

V roce 2003 se japonský expert zabýval problematikou mrtvého úhlu tvořeného konstrukcí zrcátka spolu s A–sloupkem. Jednoznačným výsledkem této studie bylo přesunout úchyt zrcátka z A–sloupku (**obr. č. 20**) na karoserii předních dveří (**obr. č. 21**), kde nebude tvořit mrtvý úhel v takové míře. (16)



Obr. č. 20 – Pozice bránící konstrukce zrcátka ve vozidle Volvo S80 (13)

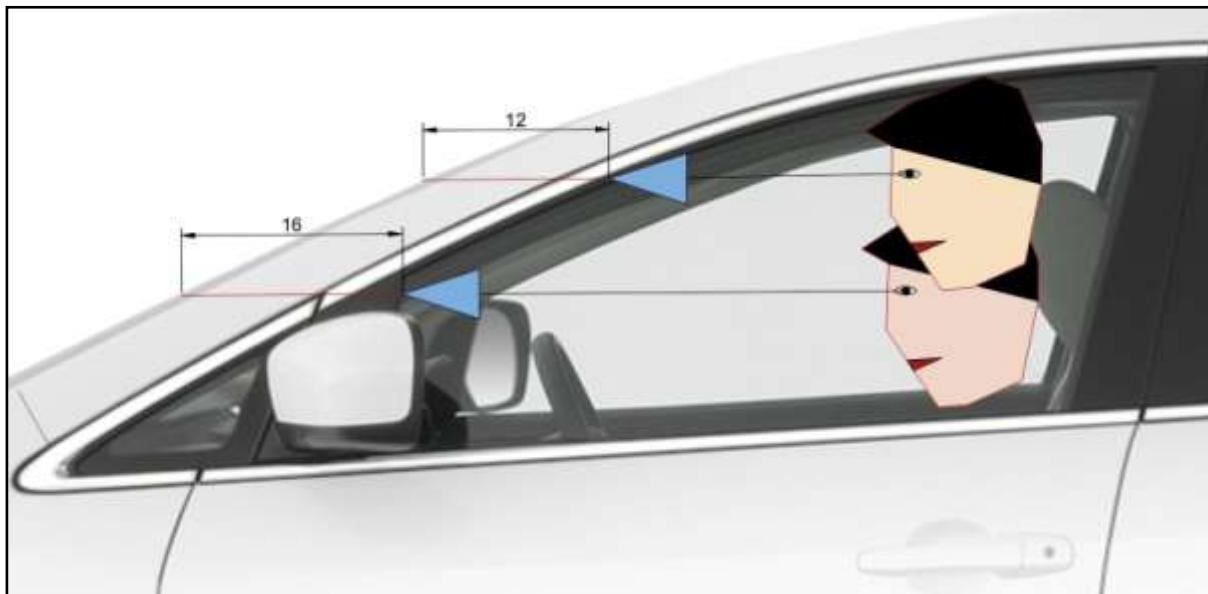


Obr. č. 21 – Pozice bezpečnější posunutě pozice zrcátka ve vozidle Volvo S90 (13)

2.6 VÝŠKA OČÍ ŘIDIČE

Výška řidiče také ovlivňuje viditelnost. A–sloupek, který je ve spodní část rozdělen, je vždy širší a tím zamezuje ve výhledovém poli větší částí svého vizuálního objemu řidiči menšího vzrůstu (**obr. č. 22**). Naopak vyšší řidič může mít problém s výhledem ve vozidle,

kde A–sloupek přechází do konstrukce střechy vozidla obloukovým tvarem. Z těchto důvodů je vhodné respektovat nastavení sedadla do pozice mírně nad střed čelního okna. (4)



Obr. č. 22 – Rozdíly šířek A–sloupku v závislosti na výšce očí ve vozidle Mazda CX–7 (13) (úprava autor)

2.7 PŘEDMĚTY V INTERIÉRU BRÁNÍ VE VÝHLEDU

Z běžného provozu vozidel po pozemních komunikacích lze vypožorovat, že řidiči si v zorném poli svého vozidla, ať už na zpětném zrcátku nebo přímo na čelním skle často nechávají předměty (**obr. č. 23**) jako: vůně do interiéru vozidla, ozdobné předměty, navigace, autokamery, atd. Na tyto předměty není brán takový zřetel jako na konstrukční uspořádání A–sloupku, avšak pod určitým úhlem jsou schopny bránit ve výhledovém poli řidiče.

Ve Vyhlášce 341/2014 Sb. je toto téma popsáno následovně: „V zorném poli řidiče nesmí být umístěny žádné předměty (např. okrasné a upomínkové předměty), které by omezovaly výhled řidiče všemi směry, s výjimkou schválených označení určených k umístění na skla vozidla nebo označení či zařízení povinně umístěvaných podle jiných právních předpisů jako například funkční elektronické zařízení pro úhradu mýtného nebo platný kupón prokazující uhrazení časového poplatku.“ (17)

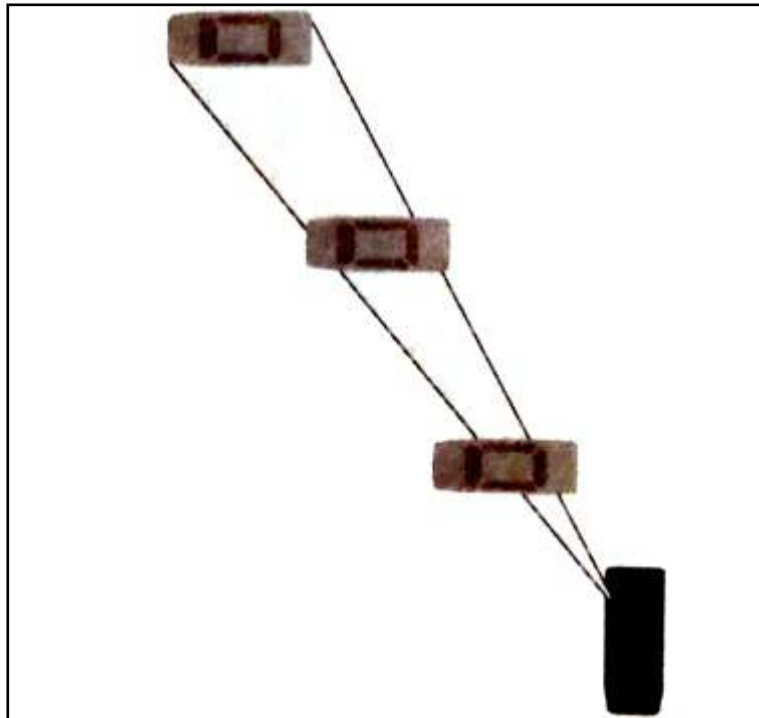
Tato práce se nebude touto problematikou zabývat, jelikož tyto překážky nejsou dány výrobcem vozidel.



Obr. č. 23 – Předměty bránící výhledu v interiéru vozidla (autor)

2.8 REÁLNÉ SITUACE STÍNÍČÍHO MRTVÉHO ÚHLU A–SLOUPKU S ÚČASTNÍKY DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Dříve zmíněné A–sloupky, které definují levý a pravý okraj čelního skla, zmenšují část předního zorného pole, které představuje problém pro jedoucí vozidla na křižovatce. Rozsah překážek závisí na tloušťce A–sloupků, které jsou výsledkem kompromisu mezi konstrukčním omezením dobrého vidění a robustní strukturou karoserie. Vnější zrcátka jsou namontována na nebo pod základnou A–sloupků, a pokud se oči řidiče nachází v jejich výšce, efektivně zvyšují šířku mrtvého úhlu u krátkých objektů. Pro daného řidiče je překážka také závislá na vzdálenosti oka řidiče od A–sloupku (čím bližší je sloupek, tím větší je překážka) a efektivní mezikruhovou vzdálenost (čím blíže jsou oči, tím větší je překážka). A hlavně, čím je předmět dále od objektu, tím větší je překážka. To je znázorněno na obrázku (obr. č. 24). (8)



Obr. č. 24 – Rozdílné velikosti mrtvého úhlu v závislosti na vzdálenosti vozidla (8)

Další obrázky jsou posloupnost tří dvojic "ambinokulárních" fotografií, pořízených ze sedadla řidiče (**obr. č. 25**). Levá a pravá fotografie jsou příslušně levé a pravé oko pohledu řidiče. V horním páru, je vozidlo 30 m vzdálené částečně viditelné levým okem, ale ne pro oko pravé, střední pár ukazuje, že je zakrytý jen střed vozidla na vzdálenost 23 m od vozu a ve spodním páru vozidla vzdáleného 15 m je viditelná velká část vozidla. Vozidlo bylo zcela zablokováno na 43 m (není znázorněno). (8)

Pohled levým okem

Pohled pravým okem



Obr. č. 25 – Pole viděná vždy pouze jedním okem u různých vzdáleností zastíněného vozidla A-sloupkem (8)

Ambinokulární překážka vytvořená levým A-sloupkem v běžných osobních vozidlech se může pohybovat od $3,5^\circ$ do $7,5^\circ$. Mezi překážky, které se mohou vyskytnout v levém mrtvém úhlu, patří ve větší míře motorky, cyklisté a chodci. (8)

V běžném provozu po pozemních komunikacích se setkáváme s nehodami způsobenými zastíněním mrtvým úhlem A-sloupku v procentuální účasti 20 % všech počtů nehod. Existuje mnoho scénářů, kde může A-sloupek zapříčinit možnost nevidět předmět

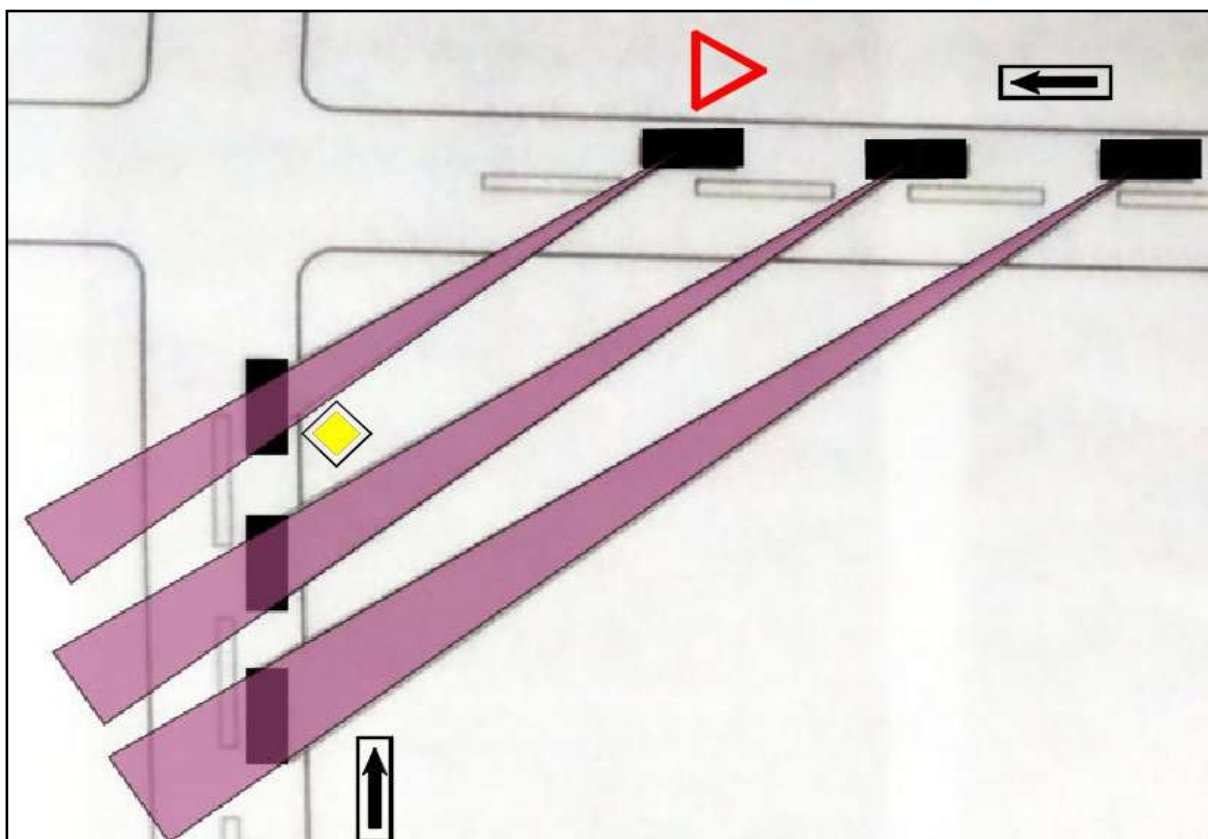
za ním zakrytý, v nichž převažují případy, kdy jsou oba účastníci nehody v pohybu za účelem změny směru jízdy. Je tedy nutné popsat pár dopravních situací, které mohou nastat v každodenním provozu. (8)

2.8.1 Pravoúhlé křižovatky

Nejčastějším místem zastínění výhledu A–sloupkem jsou pravoúhlé křižovatky bez světelné signalizace. Na těchto křižovatkách nastávají z hlediska mrtvého úhlu A–sloupku dvě možné situace, a to vozidlo přijíždějící zleva (větší mrtvý úhel) a vozidlo přijíždějící zprava (menší mrtvý úhel). (8)

Vozidlo přijíždějící zleva

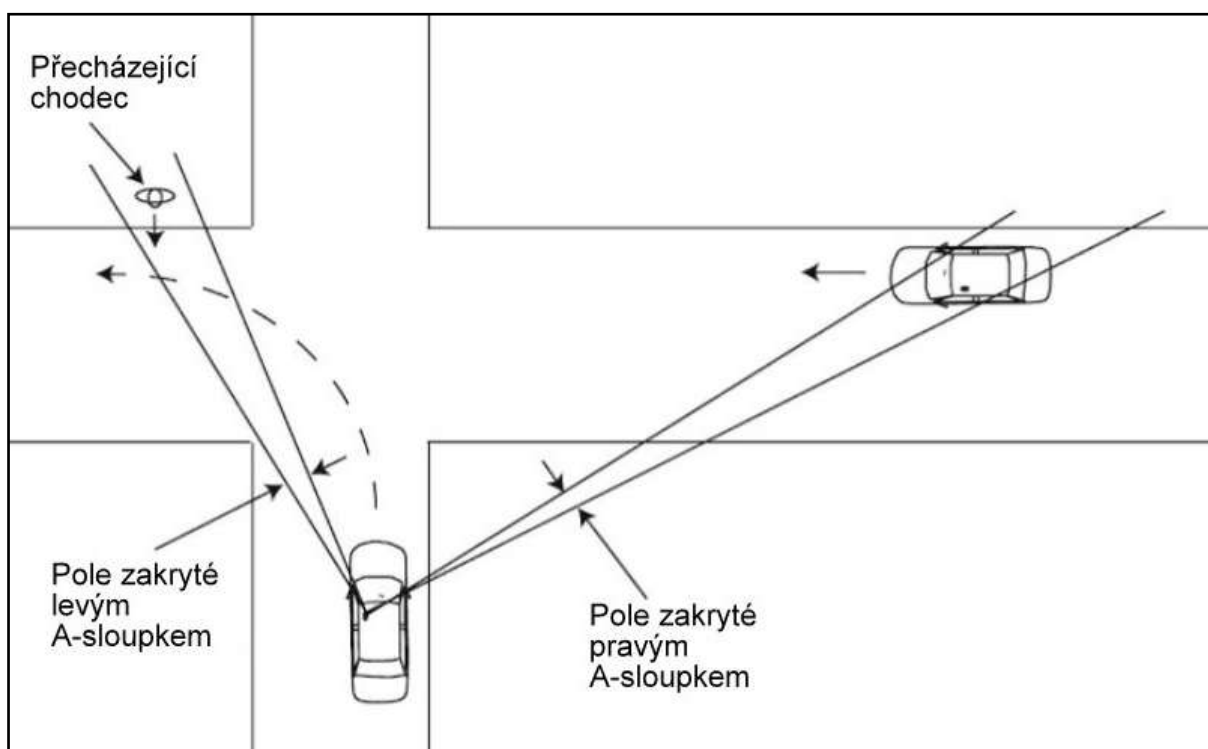
Vozidlo jedoucí směrem zprava doleva po komunikaci se změnou přednosti přijíždí ke křižovatce s hlavní komunikací konstantní rychlostí. Vozidlo jedoucí vzhůru jede po hlavní komunikaci také konstantní rychlostí a řidič očekává, že mu bude dána na křižovatce přednost. Řidič vozidla mířícího doleva vozidlo nevidí z důvodu mrtvého úhlu levého A–sloupku. Pokud jedou obě vozidla stejnou rychlostí je mrtvý úhel 45° u vozidla jedoucího na obrázku doleva (**obr. č. 26**). (8)



Obr. č. 26 – Rozdílný mrtvý úhel A–sloupku jedoucího vozidla v závislosti na vozidle přijíždějícím na křižovatce zleva (úprava autor) (8)

Vozidlo přijíždějící zprava

Celkový rozptyl mrtvého úhlu je mezi 30° a 50° v závislosti na poloze sedadla řidiče, konstrukci vozidla, rozdílných rychlostech obou vozidel. Například pokud brání A–sloupek ve 35° u vozidla jedoucího směrem doprava, je vytvářen mrtvý úhel pravým A–sloupkem tohoto vozidla vůči vozidlu pohybujícím se směrem nahoru. To může způsobit, že řidiči se uvidí před nehodou až na poslední chvíli. V takové situaci platí koeficient 0,7 (pro úhel 35°) násobek rychlosti rychlejšího vozidla. Kupříkladu pro situaci, kdy vozidlo jedoucí severním směrem jede rychlostí 100 km/h a vozidlo jedoucí směrem doprava 70 km/h , nastává vzájemné zastínění A–sloupky s možností nehody. Pokud vezmeme v potaz velikost vozidel je riziko kolize pro ostatní rozměrově menší účastníky provozu po pozemních komunikacích větší (**obr. č. 27**). (8)



Obr. č. 27 – Rozdílný mrtvý úhel A–sloupků vzhledem k chodci a automobilu. (3)

Tabulka na další straně popisuje velikost vozidla ve stupních vůči rychlosti vozidel a času do střetu (**tab. č. 1**). (8)

Tab. č. 1 – Velikost zakrytí vozidla v mrtvém úhlu, závislá na rychlosti a času (8)

Rychlost vozidla jedoucího severně (km/h)	Rychlost vozidla jedoucího východně (km/h)	Čas do střetu vozidel				
		4,0	3,0	2,0	1,0	0,5
64	45	2,5°	3,6°	4,9°	9,2°	16,2°
80	56	2,0°	2,7°	4,0°	7,6°	13,7°
96	67	1,7°	2,3°	3,4°	6,4°	11,8°
112	78	1,5°	2,0°	2,9°	5,6°	10,3°

Stejnými způsoby s jiným koeficientem násobení rychlejšího z účastníků dopravní situace se mohou odehrát scénáře křižovatek s nepravouhlým uspořádáním. (8)

2.9 ASISTENTY A NOVÉ TECHNOLOGIE PRO ZLEPŠENÍ PŘÍMÉHO POLE VÝHLEDU

Na bezpečnost výhledu z vozidla se od roku 2000 kladlo více nároků jednotlivými předpisy unií/států. Tato situace některé automobilky nutila investovat do vývoje řešení, které povede ke zlepšení výhledu přes A–sloupky.

2.9.1 Konstrukční zlepšení přímého výhledu

V roce 2001 společnost Volvo, jenž se pyšní reputací výrobce nejbezpečnějších vozidel na světě, představila studii vozidla Volvo SCC (Safety Concept Car) na Detroitském autosalonu. Tato studie se vyznačovala dvěma zásadními prvky bezpečnosti výhledu z vozidla a to vnitřním uspořádáním vozu, které umožní samočinně nastavit celý interiér tak, aby se oči řidiče nacházely v místě nejlepšího výhledu z vozu (**obr. č. 28**) a „průhlednými“ A–sloupky příhradové konstrukce (**obr. č. 29**). Tato přelomová řešení se však do sériové výroby nedostala. (18)



Obr. č. 28 – Možné seřízení řídicích prvku pro ideální výhled z vozidla Volvo SCC (13)



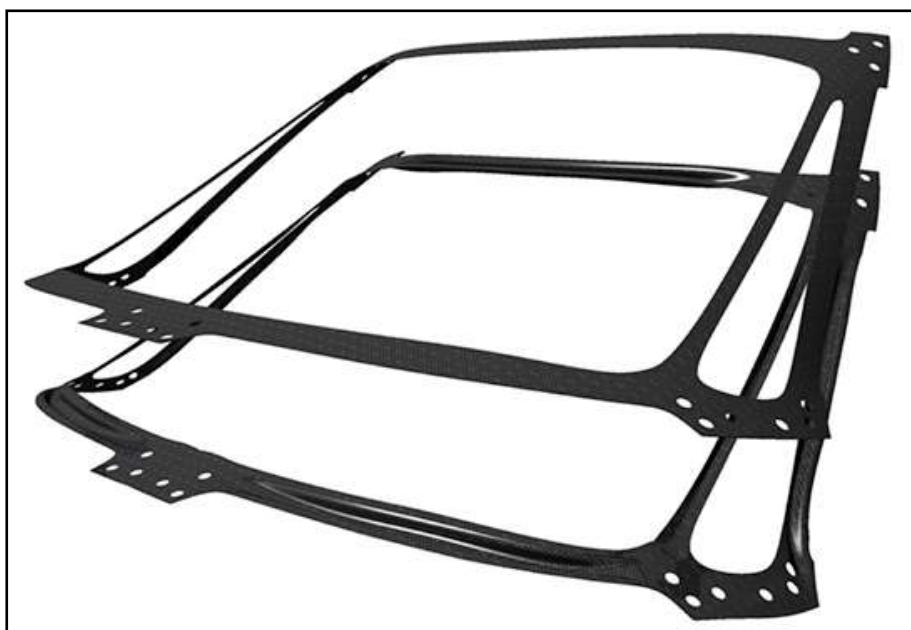
Obr. č. 29 – Průhledný A–sloupek vozidla Volvo SCC (13)

O podobné řešení A–sloupků, jako u studie Volva, se pokusila automobilka KIA v roce 2014 s konceptem KIA Stinger GT4 (**obr. č. 30**). Tento konstrukční prvek se ale opět do výroby nedostal.



Obr. č. 30 – Průhledný A–sloupek vozidla Kia Stinger GT4 (13)

16. srpna 2012 byla vydána zpráva automobilovým designérem Colinem Martinem, který problematiku mrtvého úhlu A–sloupku řeší konstrukčním rozdělením A–sloupku na dva nosné sloupky (**obr. č. 31**) tvaru–U (**obr. č. 32**). Tato konstrukce A–sloupku je pak součástí celého rámu čelního skla, vytvořeného ze dvou kusů kompozitního materiálu. Konečná konstrukce má dvě menší okna sestávající z menších kompozitních A–sloupků spojených s horním a spodním nosníkem, což zvyšuje torzní tuhost celého vozu při současném snížení hmotnosti a zvýšení výhledu řidiče. Kompozitní rám je připevněn či našroubován na podvozkové platformě (**obr. č. 33**). (10)



Obr. č. 31 – Rozdělení A–sloupku na dva s průhledovou plochou (10)

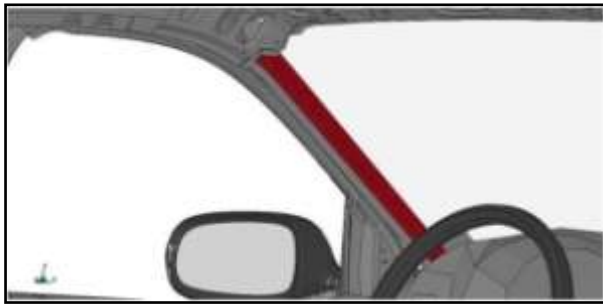


Obr. č. 32 – Detail konstrukce tvaru–U (10)

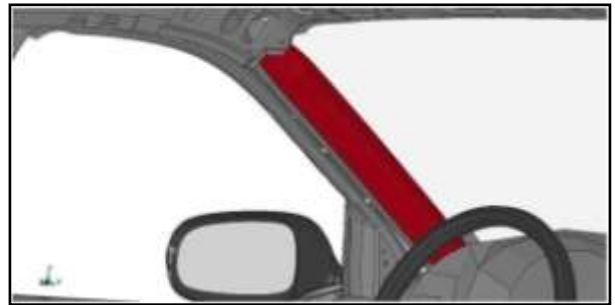


Obr. č. 33 – Konstrukce připevněná k platformě vozidla (10)

V roce 2011 představil specialista na aktivní bezpečnostní části karoserie vozidel Dr. Bengt Pipkorn pracující pro společnost Autoliv ve spolupráci s automobilkou SAAB projekt expanzní A–sloupek, jako aktivní bezpečnostní prvek. Za normálních okolností je sloupek asi třikrát tenčí, než u ostatních vozidel, ale po nárazu se rozloží z poskládané pozice, podobně jako airbag. A–sloupek používá vysoce kvalitní ocel, je svařen vzduchotěsně a na jednom z konců je plynová patrona, jenž se aktivuje v případě vážné nehody. Před nárazem je šířka A–sloupku 23 mm (**obr. č. 34**) a během deseti milisekund se sloupek rozšíří na 73 mm (**obr. č. 35**), aby poskytl požadovanou tuhost. Se zánikem automobilky SAAB však nejsou známy další kroky na tomto projektu. (19)

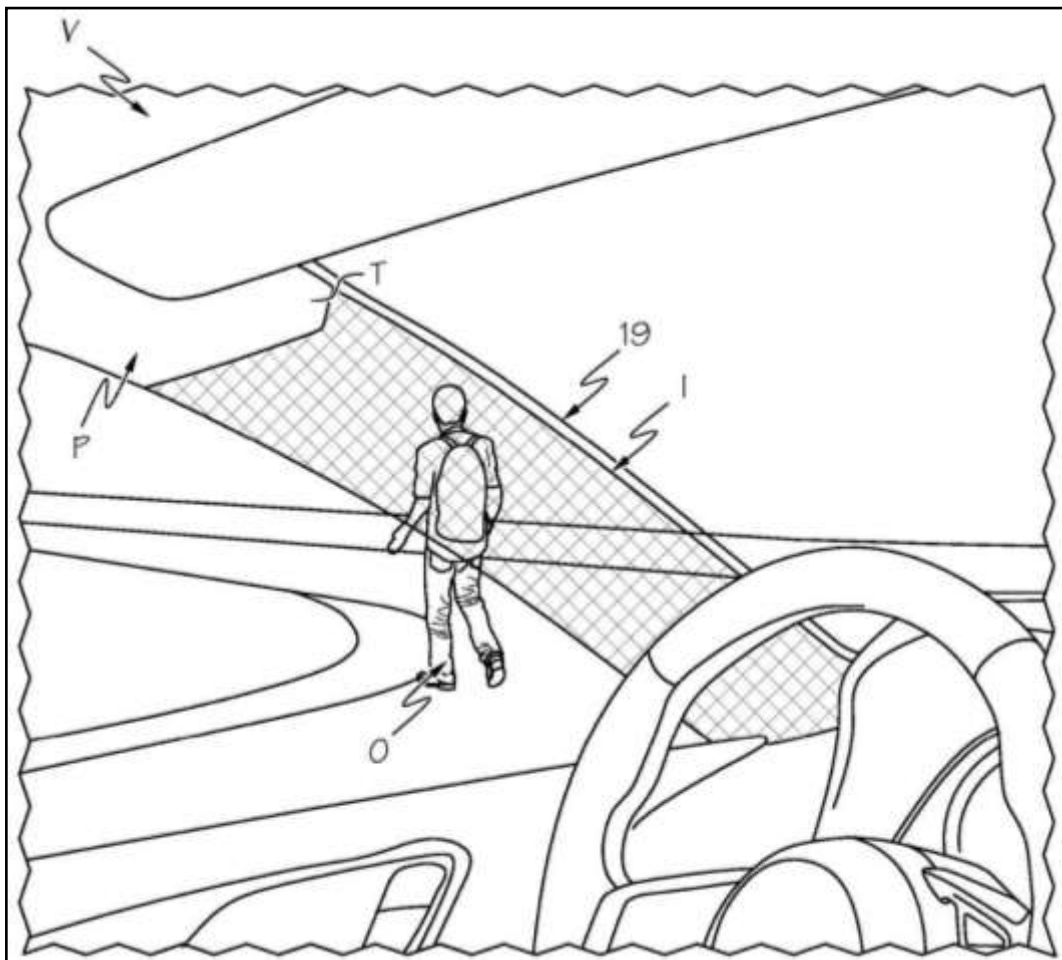


Obr. č. 34 – Běžná velikost A–sloupku (19)



Obr. č. 35 – Rozšířený A–sloupek (19)

Nejaktuálnější zprávou na téma zmenšení rizika mrtvého úhlu A–sloupku vydanou 14.8.2017, je patent automobilky Toyota. Patent pojednává o průhledném A–sloupku zkonstruovaném za pomoci optických hranolů umístěných v konstrukci sloupku pod takovými úhly, aby se sloupek v interiéru jevil jako průhledný (**obr. č. 36**). Tato konstrukce by mohla být méně nákladná, než kamerové systémy, avšak zatím není známo, jak by sloupek fungoval při nehodě. (20)



Obr. č. 36 – Patentový náčrt průhlednosti A–sloupku automobilky Toyota (20)

2.9.2 Digitální zlepšení přímého výhledu

Společnost Jaguar v roce 2014 představila „transparentní“ sloupky, nejedná se však o A–sloupky s prosklenými částmi, ale místo toho je na vnitřní část předních sloupků promítán obraz z kamery, díky čemuž se za ně žádná osoba či dopravní prostředek nebo překážka neschovají (**obr. č. 37**). Transparentní sloupek sepne teprve ve chvíli, kdy řidič pohne hlavou a naznačí změnu směru jízdy. Za normálních situací jsou sloupky neprůhledné a tím řidiče nijak nerozptylují. (7)



Obr. č. 37 – Průhledové sloupky vozidla Jaguar (7)

Pokud by se tyto revoluční technologie staly nutným prvkem výbavy všech vozidel jako například ABS/ESP, bylo by zaručeno, že se výše zmiňovaných 20 % nehod, způsobených mrtvým úhlem A–sloupku, zredukuje minimálně na polovinu.

3 NEPŘÍMÉ POLE VÝHLEDU Z VOZIDLA

Nepřímým polem výhledu z vozidla je myšleno pole viděné v odrazu zpětných zrcátek. Běžně se do vozidel instalují tři zpětná zrcátka, avšak v některých užitkových vozech mohou být pouze dvě exteriérová kvůli plným zadním dveřím. U starších vozidel je možné vidět také řešení s použitím pouze dvou zpětných zrcátek a to středového v interiéru vozidla a jednoho na straně řidičova exteriéru vozidla. (21)

K pochopení problematiky výhledu vzad je nutno objasnit si důležité pojmy z oblasti optiky zrcadel zaměřené pouze na zrcadla využívaná v zařízeních pro nepřímý výhled z vozidla. (21)

3.1 OPTIKA ZRCADEL

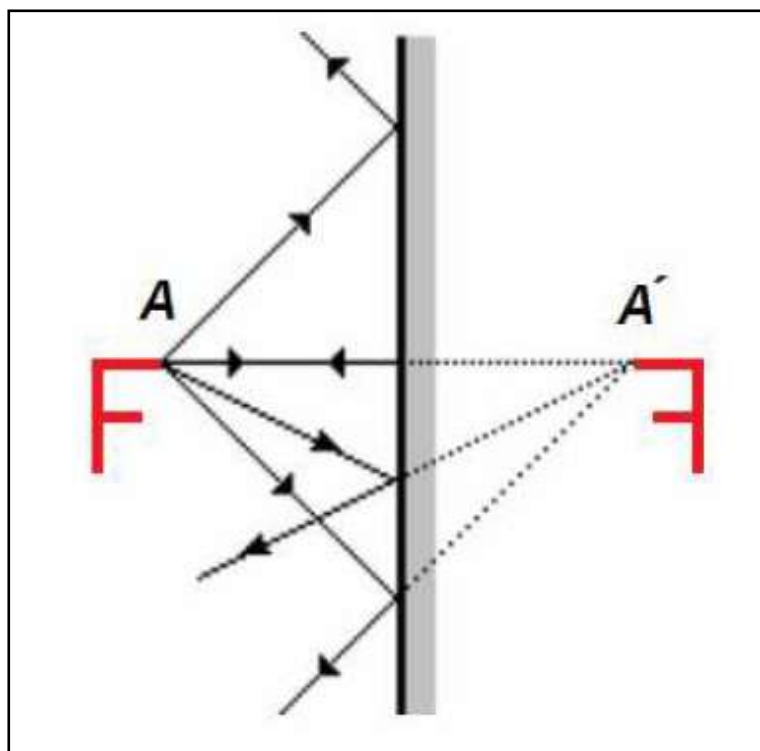
Zrcadlo funguje jako odrazná plocha, z tohoto důvodu funguje na základním principu zákona odrazu a lomu. Předměty viděné v zrcátku jsou pak nazývány optická zobrazení. (21)

3.1.1 Zobrazení zrcadly

Ideální optické zobrazení poskytuje rovinné zrcadlo, toto však svými parametry nespĺňuje potřebnou plochu vizuálního obrazu při rozměrech zrcátka montovaného do vozidla, a proto jsou používány odrazné plochy prohnuté konkávní (dutá), konvexní (vypuklá) a asférické. (21)

3.1.2 Rovinné zrcadlo

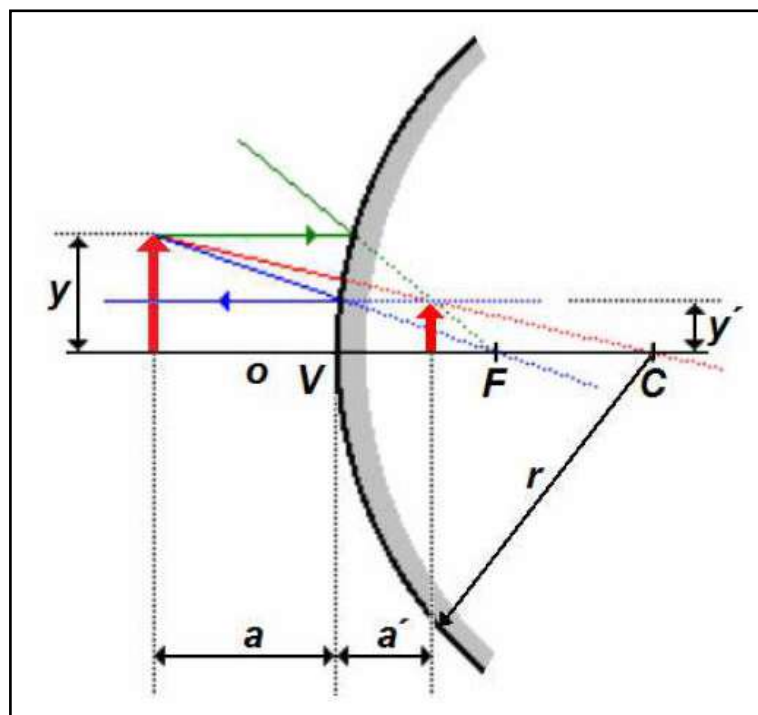
Rovinné zrcadlo poskytuje nejjednodušší zobrazení odrazem na lesklé rovinné ploše. Zobrazování funguje následovně: Paprsky dopadající na rovinu zrcadla od zdroje světla v prostoru před zrcadlem se odrážejí podle zákona odrazu. Odražené paprsky tvoří rozbíhavý svazek, při zobrazení zrcadlem tedy vzniká neskutečný obraz. Při pohledu okem je daný obraz vidět v průsečíku zpětně prodloužených paprsků, tedy v prostoru za zrcadlem. Obraz vytvořený rovinným zrcadlem je osově souměrný se svým vzorem podle roviny zrcadla (**obr. č. 38**). (22)



Obr. č. 38 – Vlastnosti rovinného zrcadla (22)

3.1.3 Kulová (sférická) zrcadla

Kulová zrcadla, také nazývaná sférická zrcadla, pracují na principu odrazu povrchu kulové plochy. Podle toho, jestli jsou vypuklá nebo dutá jsou kulová zrcadla rozdělována na konvexní (vypuklá) a konkávní (dutá). Na vozidla montovaná zrcátka jsou konvexní, jelikož poskytují zobrazení větší zabírané plochy. Obrázek níže (**obr. č. 39**) znázorňuje princip zobrazení sférickým zrcadlem. Bod C je střed křivosti a bod V vrchol zrcadla. Přímka procházející oba těmito body se nazývá optická osa o zrcadla. Poloměr křivosti zrcadla $r = |CV|$ je vzdálenost mezi body C a V . Bod F je ohnisko kulové plochy. Vzdálenost ohniska F od vrcholu V kulového zrcadla je označována jako ohnisková vzdálenost f . Platí, že velikost ohniskové vzdálenosti je polovina poloměru křivosti zrcadla ($f = r/2$). Ohnisko u vypuklého zrcadla je neskutečné. Vzdálenost $a = |AV|$ předmětu od vrcholu zrcadla je označována jako předmětová vzdálenost. Vzdálenost $a' = |A'V|$ je obrazová vzdálenost. Při zobrazení vypuklým kulovým zrcadlem vždy vzniká zmenšený, vzpřímený a zdánlivý obraz. Tento obraz je vždy neskutečný a leží mezi zrcadlem a ohniskem F . (23)



Obr. č. 39 – Vlastnosti kulového zrcadla (23)

3.1.4 Nekulová (asférická) zrcadla

Asférická zrcadla jsou specifická tím, že jejich plocha je nerovnoměrná a jejich poloměr křivosti není v jednotlivých bodech odrazné plochy konstantní. Odrazná plocha nekulového zrcadla je tvořena fragmenty rotačních těles, které vzniknou otočením elipsy, paraboly anebo jednoho ramene hyperboly okolo své osy, jedná se tedy o části paraboloidu, elipsoidu anebo hyperboloidu. Poloměr křivosti zrcadel se měří pomocí sférometru. (24)

Jako příklad mohou posloužit zrcadla na zábavních atrakcích jako zrcadlové bludiště apod., kde je lidská postava v odrazu zdeformovaná, z důvodu různě prohnutého zrcadla. Nejužitečnější uplatnění však tyto zrcadla nachází v automobilovém průmyslu.

3.2 ZPĚTNÁ ZRCÁTKA VOZIDEL

První zmínka o zpětném zrcátku na vozidle sahá do roku 1906, když bylo popsáno v obchodním časopisu „Trade magazine“ jako pomůcka pro vozidla s uzavřenou karoserií. Prvenství, pro závodní vozidlo vybavené zpětným zrcátkem připevněným na vzpěrách nad předním polem výhledu, drží automobilový závodník Ray Harroun, jehož vozidlo "Wasp" (obr. č. 40) v roce 1911 startovalo na závodu Indianapolis 500. Harroun později přiznal, že viděl něco podobného v roce 1904 na kočáru taženém koňmi. (25) Přesto je za vynálezce zpětného zrcátka považován Elmer Berger, který byl prvním, kdo zpětné

zrcátko v roce 1921 vyvinul a patentoval pro začlenění do výroby vozidel jeho Berger and Company. (26)



Obr. č. 40 – První zaznamenané zpětné zrcátko na vozidle (25)

Stále se však jednalo o interiérové středové zpětné zrcátko, které se svou odraznou plochou doposud moc nezměnilo, může být ploché, popř. panoramatické (konvexní) s ohledem na splnění předepsaného zorného pole.

Ve 30. letech se začala objevovat exteriérová zpětná zrcátka jako příplatková nadstandardní výbava (**obr. č. 41**). Konec nastal počátkem let 60., jelikož začalo přibývat vozidel a silnice se z dvouproutých rozšiřovaly na čtyř – a více proutové, stalo se externí zpětné zrcátko standardní výbavou vozidla jako předpisem daný bezpečnostní prvek. (27)



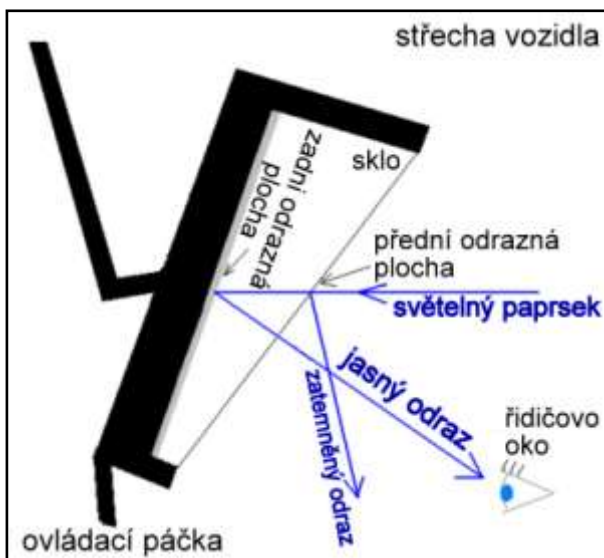
Obr. č. 41 – Konstrukce vnějšího zpětného zrcátka na blatníku u historického vozidla (27)

3.2.1 Interiérové zpětné zrcátko

Ve vozidle je zpětné zrcátko obvykle připevněno uprostřed horní části čelního skla na dvojitém otočném držáku, který umožňuje přizpůsobit výšku a pozorovací úhel každého řidiče. Standardní funkcí interiérového zrcátka je také zatemnění, aby vozidla jedoucí v noci s rozsvícenými dálkovými světlomety neoslňovalo řidiče. Dříve byla používána prizmatická zrcátka s přepínáním odrazné plochy mezi jízdou ve dne a v noci. (28)

„Prizmatická zrcátka tvoří sklo s klínovitým průřezem. Jejich přední a zadní plochy nejsou rovnoběžné. V denní poloze je přední plocha skloněná a vysoce reflexní zadní plocha dává jasný obraz (obr. č. 42). Za tmy se zrcátko překlopí, takže tato denní plocha odráží mimo zorné pole řidiče, který dostává zatemněný obraz z nízkoreflexní plochy (obr. č. 43).“ (28)

Tato zrcátka se ovládají manuálně, obvykle páčkou za spodní hranou zrcátka, běžně se začaly používat začátkem sedmdesátých let a bývají součástí levnějších vozidel dodnes. (28)



Obr. č. 42 – Prizmatické zrcátko ve dne (29)
(úprava autor)



Obr. č. 43 – Prizmatické zrcátko v noci (29)
(úprava autor)

S rozvojem elektroniky se dostávají v osmdesátých letech do vozidel také automaticky zaclonitelná interiérové zrcátka, která jsou používána častěji v dnešní době. Tato zrcátka používají fotosenzory přímo ve své konstrukci, které na základě intenzity dopadajícího světla elektrochromaticky redukuje odrazivost speciálního gelu (**obr. č. 44**). (28)



Obr. č. 44 – Rozdíl běžného a automaticky zaclonitelného zpětného zrcátka (30)

3.2.2 Exteriérové zpětné zrcátko

V roce 1979 se automobilka Volvo, jako průkopník v oblasti bezpečnosti motorových vozidel, stává prvním výrobcem, který začal sériově instalovat do svých osobních vozidel širokoúhlá vnější zpětná zrcátka s konvexní odraznou plochou (**obr. č. 45**). Později, v 80. letech, si tento typ zpětného zrcátka nachází uplatnění i u ostatních automobilek. (21)



Obr. č. 45 – Konvexní (vypuklé) zpětné zrcátko (31)

V 90. letech se pak začínají u výrobců osobních vozidel postupně uplatňovat asférická vnější zpětná zrcátka. Asférické zpětné zrcátko má speciálně upravený tvar odrazové plochy tak, aby zmenšovalo mrtvý úhel a zajišťovalo permanentní viditelnost vozu předjíždějícího z levé strany. Asférické zpětné zrcátko je na vnější straně buď zakřivené (**obr. č. 47**), nebo lomené. Tyto dvě rozdílné zrcadlové plochy jsou mezi sebou vždy odděleny tenkou plnou, anebo tečkovanou čarou viditelnou z místa řidiče (**obr. č. 46**). Řidič sice vidí obraz v této části zrcátka mírně zdeformovaný, ale za to ho vidí včetně mrtvého úhlu. Nezkreslený obraz v prostoru za vozidlem řidiče zprostředkovává větší hlavní část. (21)



Obr. č. 46 – Asférické zpětné zrcátko (31)



Obr. č. 47 – Zakřivení asférické plochy zrcátka vůči rovině (autor)

Pro vnější zpětné zrcátko na straně spolujezdce bývá použito konvexní, nebo asférické odrazné plochy, s ohledem na větší vzdálenost oka řidiče. Častěji je na straně spolujezdce použito konvexní zpětné zrcátko. Konvexnost však zmenšuje zobrazované předměty a takovéto objekty se zdají v zrcadle dál, než jsou ve skutečnosti. (21)

U vozidla vybaveného těmito zrcátky může nastat nebezpečná situace při změně jízdního pruhu, kdy řidič vozidla může z výhledu tímto zrcátkem zahájit daný manévru s předpokladem, že vozidlo jedoucí v jízdním pruhu, do kterého on přejíždí je v bezpečné vzdálenosti za jeho vozidlem a nemůže ho tak svým manévrem omezit, popř. ohrozit, v jeho jízdě. Reálně je však vozidlo za ním blíže, protože se tento odraz ve vypouklém tvaru zrcátka zkresluje a tedy špatně odhaduje. Jako názorný rozdíl mezi velikostmi zabíraných polí výhledu různých odrazných ploch vnějších zpětných zrcátek slouží dva obrázky níže, kde první znázorňuje odraz rovinným zrcátkem (**obr. č. 48**) a druhý odraznou plochou asférickou (dokud není obraz příčně deformovaný, v polovině viděného vozu, jedná se o konvexní plochu) (**obr. č. 49**). (21)



Obr. č. 48 – Rovinné zpětné zrcátko (32)



Obr. č. 49 – Asférické zpětné zrcátko (32)

Automobilky mohou na tento jev upozorňovat potíštěním zrcátka varovným nápisem: Objekty v zrcátku jsou blíže, než se zdají (například nejběžnější „*Objects in mirror are closer than they appear*“ používané v USA). Pro Evropu však toto varování není povinností. (21)

Ovládání zrcátka může být ruční nebo elektrické. Nejnovější vozidla už jsou vybavena elektricky vyhřívanými vnějšími zpětnými zrcátky, která zamezují orosení či pokrytí zrcadla námrazou, s automatickým zacloňováním jako u interiérového zrcátka (**obr. č. 50** a **obr. č. 51**).



Obr. č. 50 – Zrcátko vybavené automatickým zacloňováním před aktivací (33)



Obr. č. 51 – Zrcátko vybavené automatickým zacloňováním aktivované (33)

3.3 SPRÁVNÉ NASTAVENÍ ZPĚTNÝCH ZRCÁTEK

Ve většině případů se při nahlédnutí do vozidel setkáváme se špatně nastavenými zpětnými zrcátky řidičů. Často není využita celá zobrazovací plocha, kterou jsou tři zpětná zrcátka schopna pokrýt a to z důvodu jistoty výhledu na své vozidlo jako měřítko vzdálenosti vůči ostatním vozidlům, případně orientace v prostoru. Automobilky se snaží tuto „lenost“ řešit panoramatickými zrcátky nebo elektronickými pomocníky. Přitom je velmi jednoduché zrcátka do ideálních pozic nastavit při každém nasednutí do vozu a zamezit tak problémovým situacím.

Aby byl řidič vozidla schopen pokrýt pole nepřímého výhledu co nejlépe, musí mít zpětná zrcátka nastavena ideálně pouze kolem svého vozidla. Toho dosáhne nejlépe tak, že se za volantem nakloní k levému bočnímu oknu (může se dotknout okna hlavou) a nastaví zrcátko do pozice, ve které vidí onen kousek vozidla (**obr. č. 52**). Pravé zrcátko nastaví podobným způsobem, jen s tím rozdílem, že se nakloní nad středovou konzolu (mezi přední sedadla) (**obr. č. 53**). V běžné pozici za volantem své vozidlo neuvidí, ale výrazně sníží mrtvý úhel. (34)

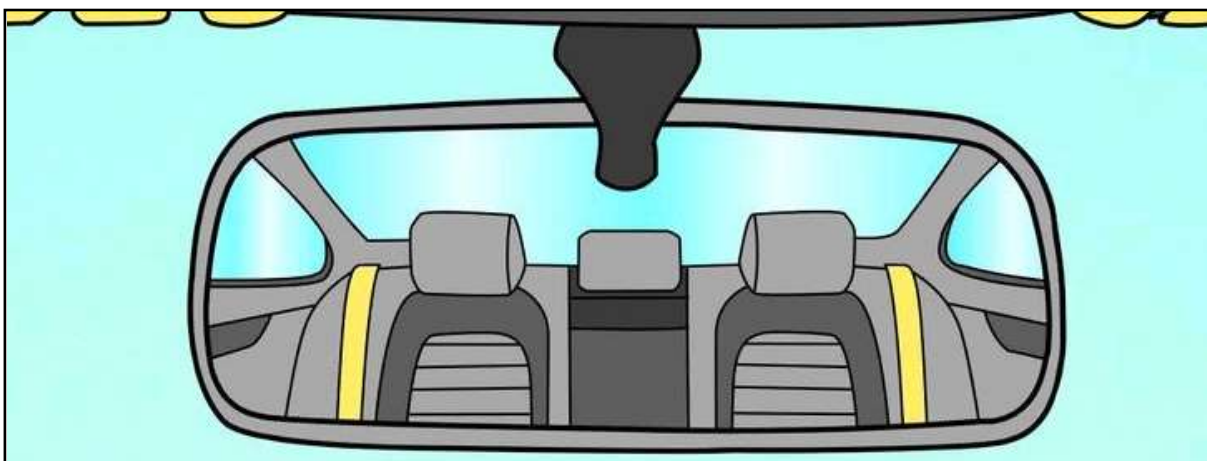


Obr. č. 52 – Nastavení levého zpětného zrcátka (34)



Obr. č. 53 – Nastavení pravého zpětného zrcátka (34)

Výsledek se poté uzavře nastavením středového zrcátka do co nejpřesnější pozice, aby v odrazu viděl střed zádě vlastního vozidla (**obr. č. 54**). (34)



Obr. č. 54 – Nastavení interiérového zpětného zrcátka (34)

Ve výsledku by se odrazy jednotlivých zrcátek neměly překrývat, ale přecházet plynule z jedné strany na druhou (**obr. č. 55**). (34)



Obr. č. 55 – Výsledná viditelnost ve zpětných zrcátkách (35)

3.4 NOVĚ POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE ZLEPŠENÍ NEPŘÍMÉHO VÝHLEDU

Stejně jako u A–sloupků se dají moderní technologie rozdělit vylepšení výhledu na konstrukční a digitální. Na téma mrtvého úhlu zrcátek se výrobci vozidel zaměřují mnohem více, a proto je vývoji nových technologií věnována větší pozornost.

3.4.1 Konstrukční (optické) zlepšení nepřímého výhledu

Jako konstrukční zlepšení nepřímého výhledu je myšleno tvarování odrazných ploch dle nově vymyšlených výpočetních metod do takového tvaru, aby byly tyto odrazné plochy zrcátek schopny zobrazit nepřímé zorné pole větší, než doposud zrcátka dodávané výrobcí vozidel.

Interiérové zrcátko

Interiérová zrcátka mohou „vylepšit“ panoramatická zpětná zrcátka, jenž zvětšují zobrazovanou plochu až na 170° a dají se na trhu sehnat v různých variantách, aby si každý řidič mohl vybrat právě to, které sedí do jeho vozu (**obr. č. 56** a **obr. č. 57**). Poskytují navíc proti sériovému zrcátku výhled do stran za vozidlem, přičemž záleží na počtu a konstrukci střešních sloupků a také obsazení sedadel pasažéry jako možných prvků bránících ve výhledu. Jediným zásadním problémem těchto nesériových doplňků je, po montáži na sériové zrcátko, ztráta všech schopností sériově montovaného jako je zacloňování apod. Pokud tedy není panoramatickým zrcátkem vozidlo vybaveno z výroby, není nutností jej do vozidla instalovat.

(21)



Obr. č. 56 – Panoramatické interiérové zpětné zrcátko (autor)



Obr. č. 57 – Dodatečné panoramatické interiérové zpětné zrcátko (autor)

Z hlediska mrtvého úhlu se jeví lépe novinka roku 2017 a tím je set dvou přídavných zrcátek umístitelných na strany sériového zrcátka. Je tedy zachována funkce sériového zrcátka rozšířena o pokrytí mrtvých úhlů (**obr. č. 58**).



Obr. č. 58 – Doplněk k interiérovému zpětnému zrcátku na hlídání mrtvých úhlů (36)

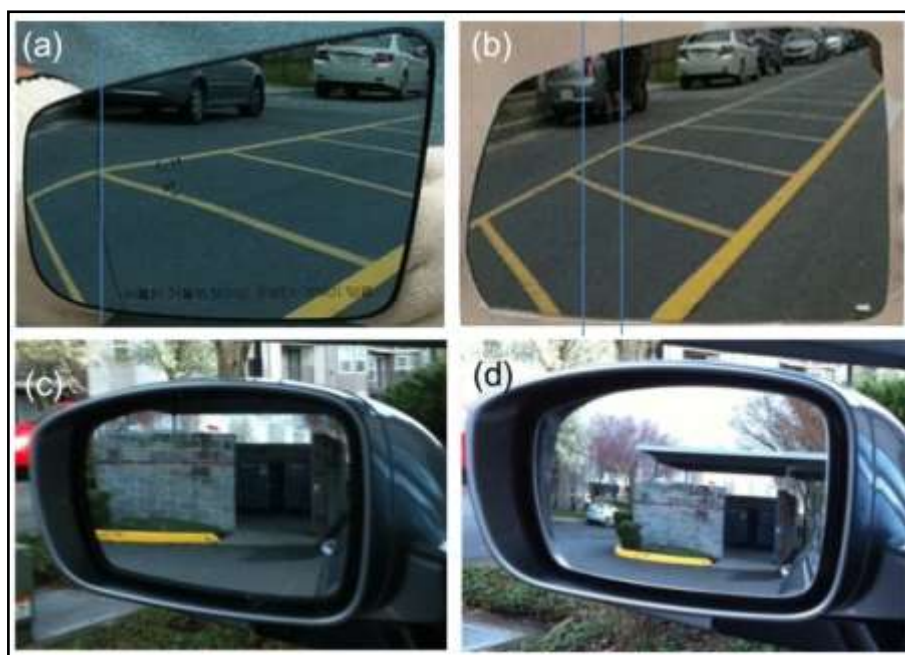
Exteriérové zrcátko

Užitečným pomocníkem může být sekundární širokoúhlé zpětné zrcátko, jenž se nalepuje na odraznou plochu vnějšího zpětného zrcátka, případně montuje nad nebo pod zrcátko. Tímto zrcátkem se řidiči zvětšuje zorné pole, avšak nevýhodou je nutná koncentrace na dvě různé odrazné plochy a v případě nalepovacího typu zabrání (zakrytím části) odrazné plochy sériového zrcátka (**obr. č. 59**). (21)



Obr. č. 59 – Sekundární zpětná zrcátka (21)

Nejnovější inovací na poli odrazných ploch exteriérových zrcátek je použití zrcátka se zorným úhlem 45° , který vyvinul a patentoval americký matematik Andrew Hicks z Drexel University ve Filadelfii. Toto zrcátko je zkonstruováno podle matematického algoritmu a skládá se z desítky tisíc malých plošek nasměrovaných tak, že dávají čistý široký odraz. O „protlačení“ tohoto zrcátka do automobilového světa, přes předpisy různých zemí, se snaží jihokorejsko–americká trojice Hocheol Lee, Dohyun Kim z National University v Korei a Sung Yi Portland State University v Oregonu. Pokud by se zrcátka objevila na vozidlech, znamenalo by to krok správným směrem a nebylo by potřeba sekundárních zrcátek (**obr. č. 60**). (37)



Obr. č. 60 – Srovnání běžně používaného vnějšího zpětného zrcátka a nově vyvinutého s odraznou plochou 45° (37)

3.4.2 Digitální zlepšení nepřímého výhledu

Digitálními technologiemi se, s vývojem elektroniky, auta stávají nejen jednoduššími k ovládání ale i bezpečnějšími. Pomine-li se nástup autonomních řízení, snaží se výrobci zajistit mrtvý úhel nepřímého výhledu do posledního detailu, co předpisy a prostředky dovolí.

Interiérové zrcátko

Jediné možné vylepšení interiérového zpětného zrcátka je příchod takzvaného chytrého zrcátka, které se ve svých útrokách skládá z odrazné plochy vyrobené z propustného zrcadla, za nímž se nachází display. Jedním stiskem tlačítka se z běžného pole výhledu odraznou plochou stane pole větší o 300 % a navíc bez viditelných částí interiéru případně

pasážerů atd. (**obr. č. 61**). Toto zrcátko má navíc samostatný režim pro couvání pro bezpečnost malých dětí, které se mohou za spodní hranou zadního skla snadno skrýt a přijít k úrazu vlivem mrtvého úhlu. (21)

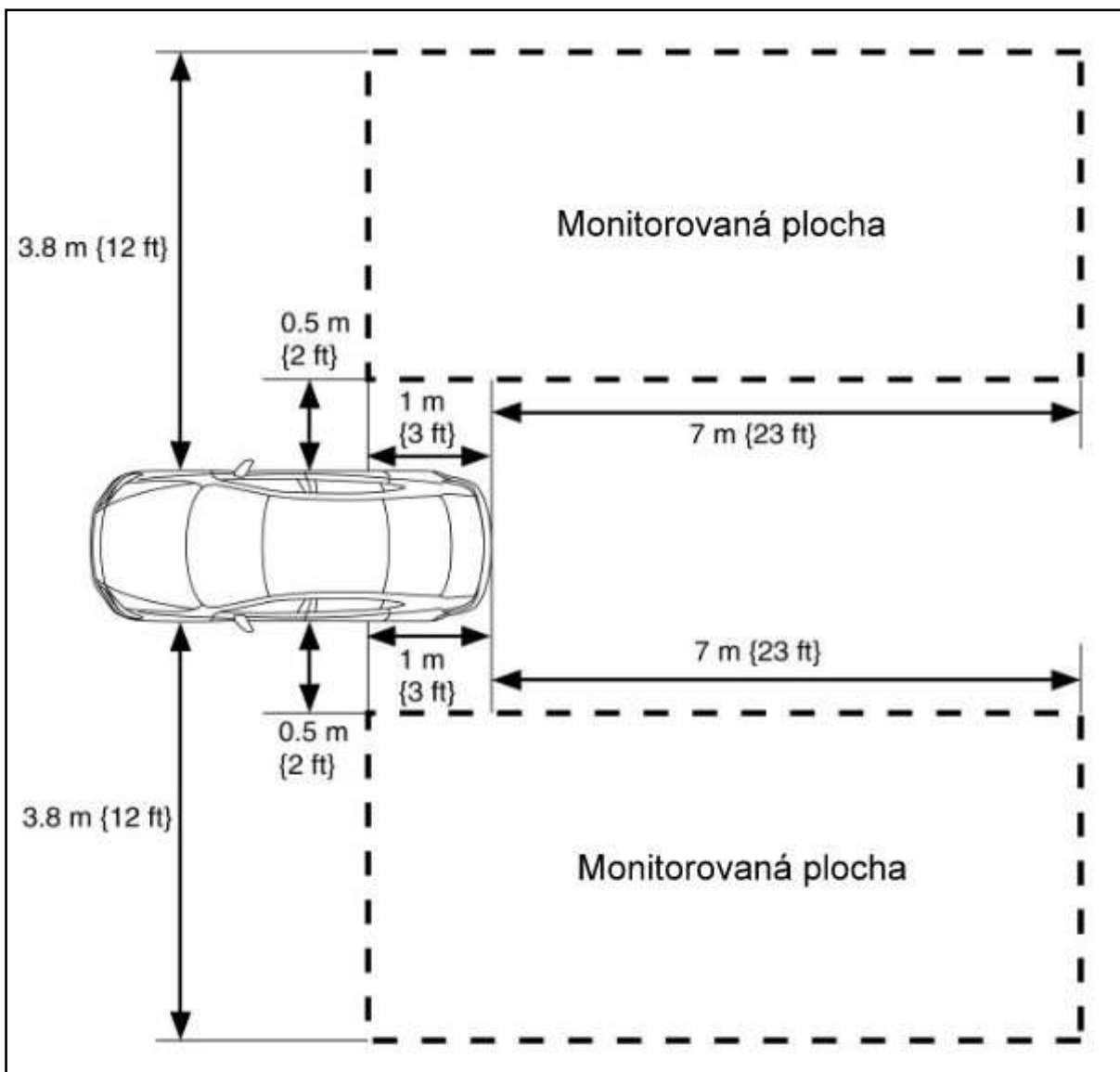


Obr. č. 61 – Srovnání běžného interiérového zpětného zrcátka a chytrého zpětného zrcátka (38)

Exteriérové zrcátko

Hlavním tvůrcem mrtvého úhlu nepřímého výhledu jsou vnější zpětná zrcátka, a proto mají výrobci stále větší úsilí vyvinout systém, jenž dokáže doplnit zrcátko a mít bezpečnostní účinnost 100 %.

Dnes už standardní systémy monitorování mrtvého úhlu BLIS (Blind spot information systém), které jsou založeny na principu zaznamenání různých obrazových signálů monitorovaných kamerou a následného rozeznání změny, jako přibližujícího se vozidla, jsou schopny zaslat signál do diody umístěné v blízkosti zrcátka, jenž slouží k upozornění řidiče na vozidlo v mrtvém úhlu. Systém snímá plochu 9,5 m na délku a 3 m na šířku od zpětného vnějšího zrcátka, pod kterým je digitální kamera umístěna (**obr. č. 62**). (21)



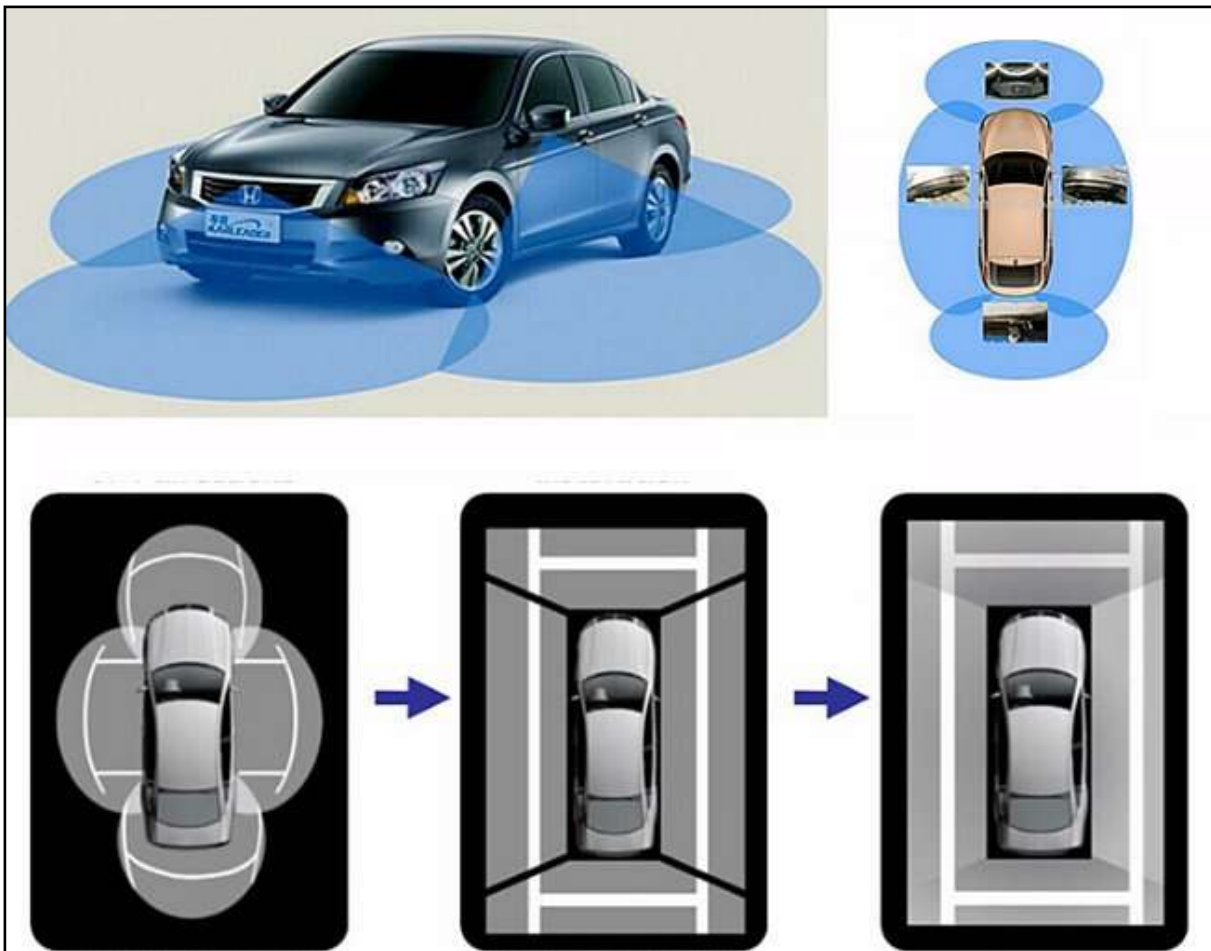
Obr. č. 62 – Systém monitoringu mrtvých úhlů BLIS/BSM (39) (úprava autor)

Další metodou, jenž má stejný výstupní signál je monitoring na základě pasivních radarových senzorů zakomponovaných v zádi případně boku karoserie vozidla. Ty indikují vzdálenost překážky jako u parkování (obr. č. 63). Proti kamerovým systémům mají radarové nevýhodu v rozeznávání statických předmětů jako stojící zaparkovaná vozidla. (21)



Obr. č. 63 – Radarový systém monitoringu mrtvých úhlů (21)

Pro pomalejší rychlosti byl vyvinut systém zobrazení 360° prostoru kolem vozidla na základě přenesených obrazů ze čtyř kamer s rybím okem, nacházejících se, jedna v přídí směřující vpřed, jedna v zádi směřující vzad a zespod na každém vnějším zpětném zrcátku směřující do stran. Přijímaný obraz je převeden softwarem do reálného zobrazení na display infotainmentu v interiéru vozidla (**obr. č. 64**).



Obr. č. 64 – Zobrazení 360° kamerovým systémem kolem vozidla (40)

Kamerové systémy namísto zrcátek ve vozidle jsou z větší části úřady brány jako nespolehlivé, jelikož se čočka snadno znečistí a také může přijít k selhání systému. V roce 2016 se však Japonsku povedlo úplné nahrazení zrcátek kamerami legislativně povolenými. (41)

Na toto povolení reagovala společnost Camera Monitor Systems ve spolupráci s automobilkou BMW a představila na veletrhu elektroniky CES v Las Vegas produkci blízký prototyp BMW i8 Mirrorless (v překladu bez zrcátek). Systém ve vozidle zpracovává obrazové informace ze čtyř kamer, ze dvou umístěných namísto obou vnějších zpětných zrcátek a dvou vedle sebe pod horní hranou zadního okna. Obraz z těchto kamer

je softwarem transformován do jednoho displeje umístěného v pozici vnitřního zpětného zrcátka a pro lepší orientaci je zobrazováno také schéma řízeného vozidla (obr. č. 65). Řidiči by se tak museli naučit vnímat pouze jeden zdroj obrazu dění za vozidlem. (42)



Obr. č. 65 – Display namísto zrcátka v BMW i8 Mirrorless (42)

4 NORMY A PŘEDPISY VÝHLEDU Z VOZIDLA

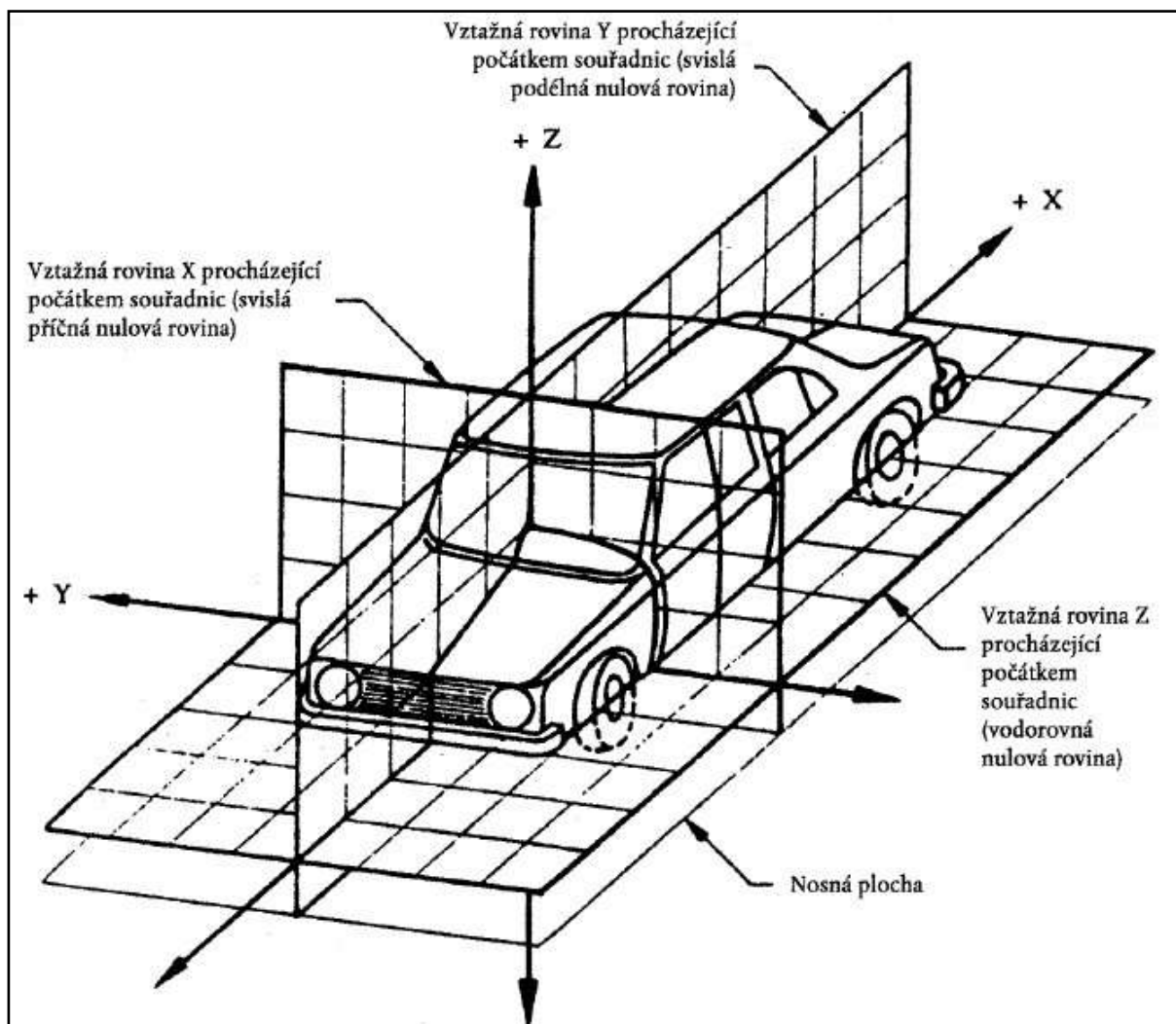
Specifické normy a předpisy si určují jednotlivé kontinenty, společenství zemí nebo jen země samy. Tato část práce se věnuje světově nejrozšířenější normě SAE a předpisu EHK.

4.1 MĚŘENÍ VÝHLEDU

Výhled z vozidla v předprodukční fázi je měřen z důvodů schválení minimálních zorných úhlů, jenž jsou nutné pro homologaci na daných trzích.

4.1.1 Přímý výhled

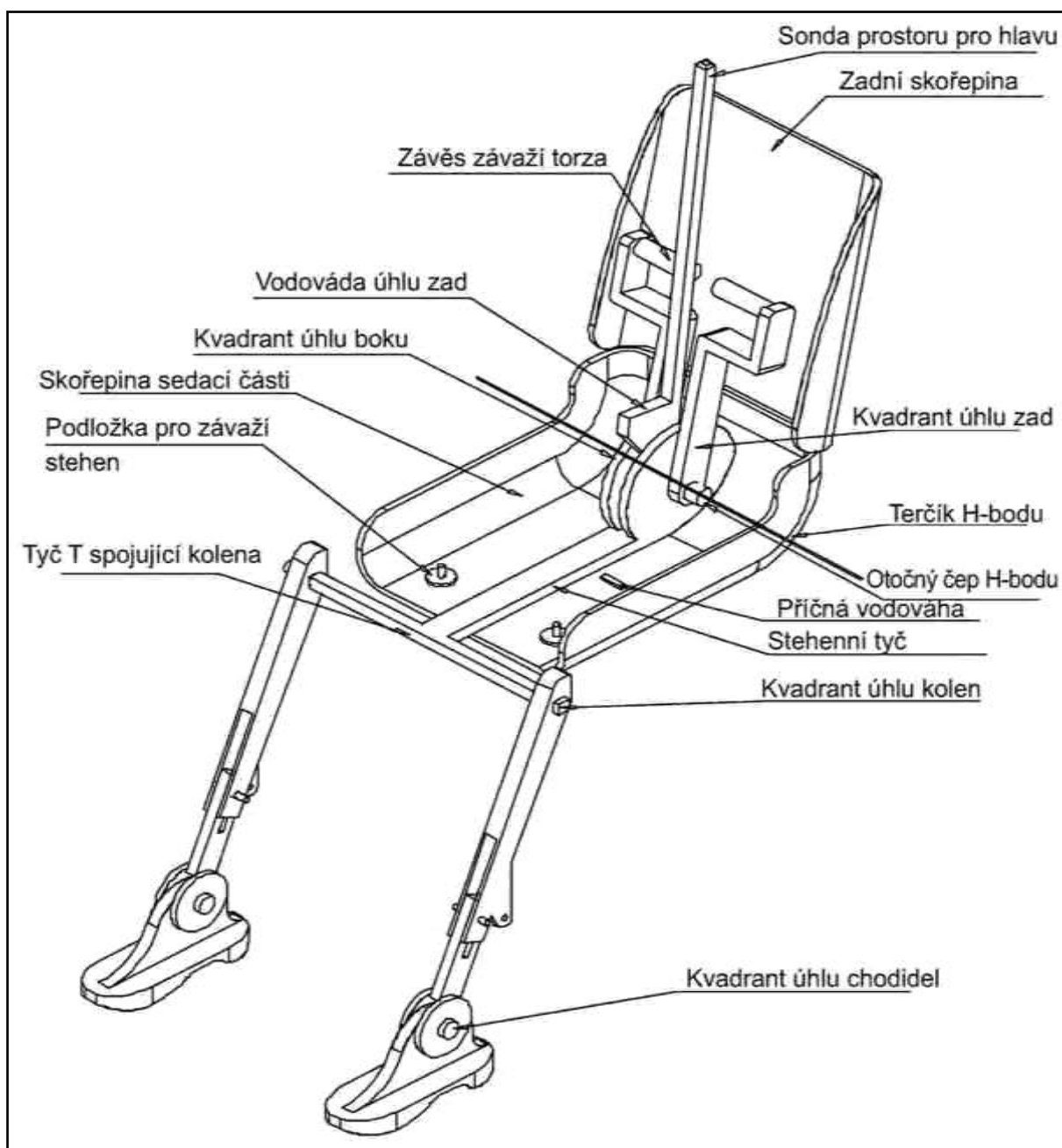
Základním prvkem při měření výhledu je trojrozměrný vztažný systém se třemi pravoúhlými rovinami v prostoru pro měření o minimální velikosti 4 m na šířku a 8 m na délku (obr. č. 66). (43)



Obr. č. 66 – Trojrozměrný vztažný systém se třemi pravoúhlými rovinami pro měření výhledů vozidla (43)

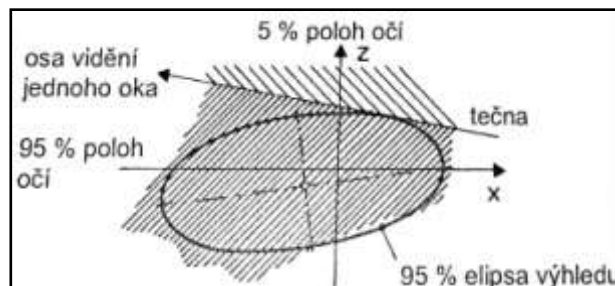
Je nespočetně značek vozidel, které mají ve své nabídce už po léta různé konstrukce vyráběných modelů, navíc se v interiéru mohou nastavovat sedadla, aby pojmulu různě velké řidiče.

Kvůli zmiňovaným důvodům se k měření výhledů používá trojrozměrná figurína posazena na sedadlo řidiče (**obr. č. 67**), na ní je vyznačen konstrukční vztažný bod sezení H (dříve nazýván R), od kterého se znázorňují polohy očí. Do této části se normy, SAE J1050 a předpis EHK č.125, shodují, dále je metoda měření rozdílná, jelikož pozice očí je v každé normě řešena jiným způsobem.



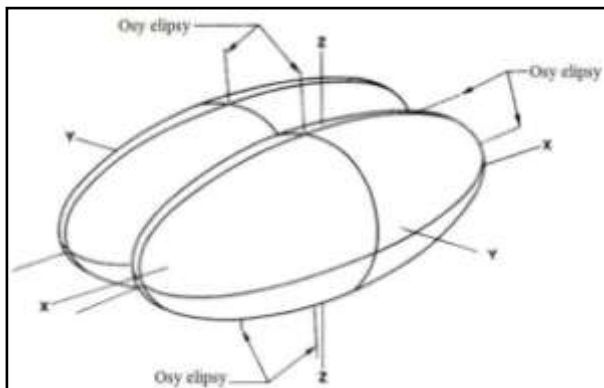
Obr. č. 67 – Trojrozměrná figurína používaná k měření výhledů z vozidla (43)

SAE J1050 znázorňuje pole rozptylu polohy očí jako elipsy (prostorový elipsoid) dle SAE J1941 zabývající se pozicí očí ve vozidle, jenž ukazuje 95 % možných pozic očí (**obr. č. 68**). Dále se můžeme setkat s 90 % a 99 %, ty se ale nepoužívají při výrobě automobilů. (1)

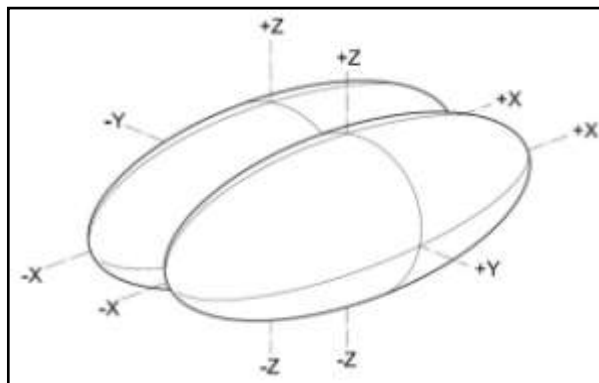


Obr. č. 68 – Prostorový elipsoid s vyznačením 95% poloh očí a zbylých 5% nestandardních, používaných ke konstrukci vozidla (2)

Před rokem 2010 byly k měření dle normy SAE J941 využívány středově vyosené elipsy pozice očí (**obr. č. 69**), jenž novela v tomto roce nahradila novým designem elipsoidů pozice očí v přímém směru (**obr. č. 70**) sjednoceným s normou ISO 4513. (44)

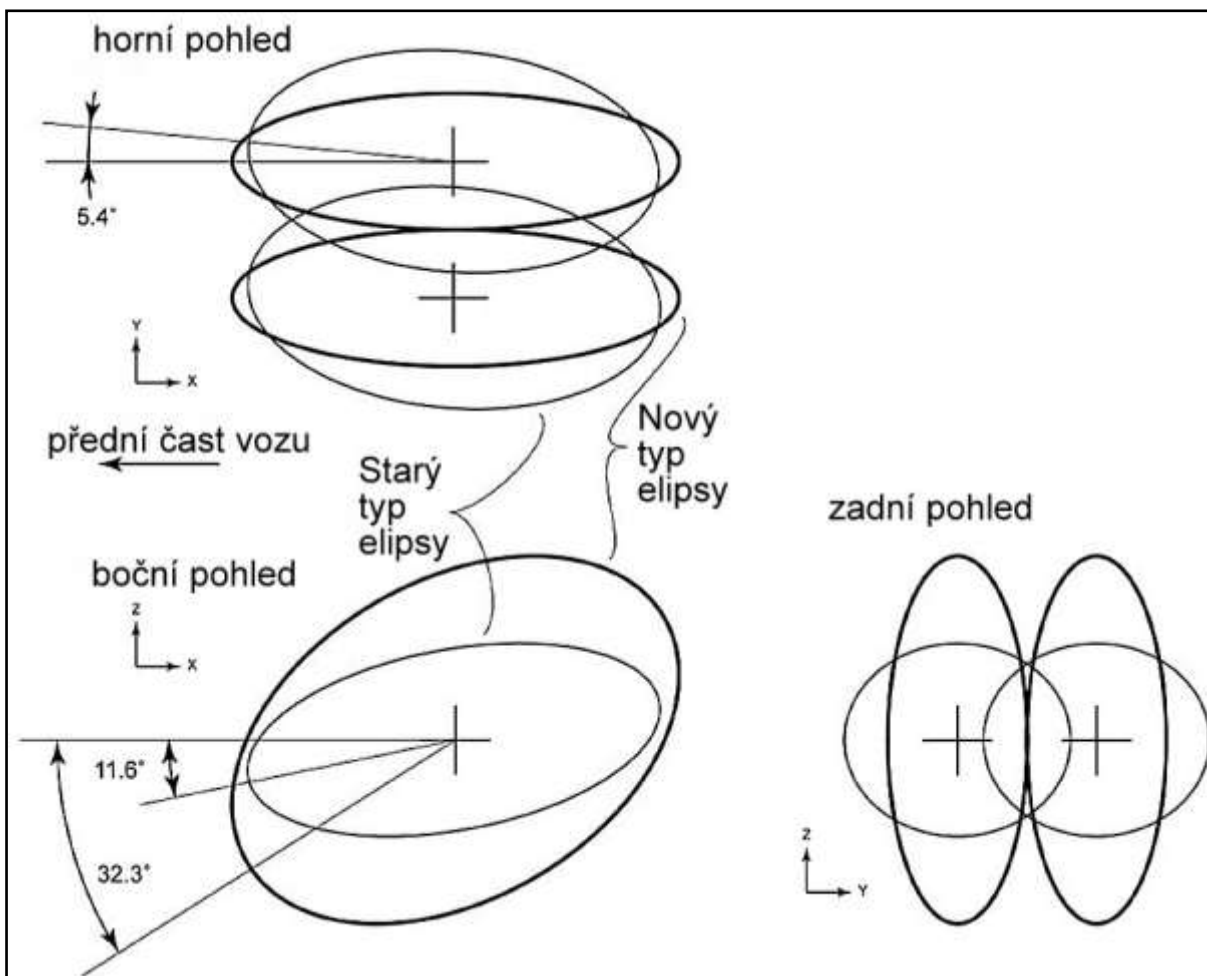


Obr. č. 69 – Starý design prostorových elipsoidů s vyosením (44)



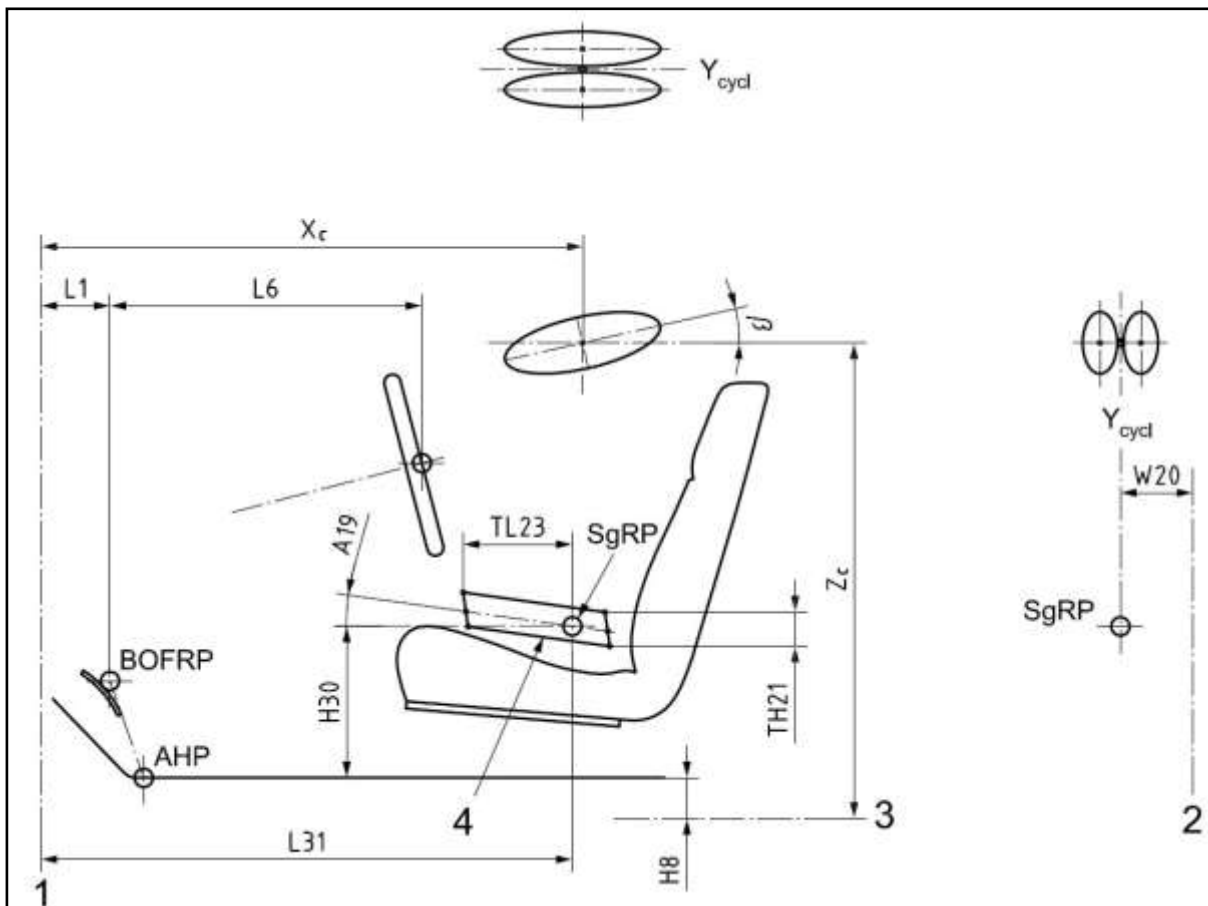
Obr. č. 70 – Nový design prostorových elipsoidů bez vyosení (44)

Srovnání rozměrů starého a nového designu prostorových elipsoidů (**obr. č. 71**).



Obr. č. 71 – Srovnání starého a nového typu designu elipsy pozice očí (44)

V normě se pozice elipsy očí určuje dle všech, v interiéru nastavitelných částí, jenž mohou mít vliv na určení výchozího bodu měření (**obr. č. 72**). (44)



Obr. č. 72 – Rozměrové znázornění elipsoidů pozice očí dle normalizačního měření (44)

Legenda k obrázku:

A19 – zvedání dráhy sedadla

AHP – bod patky akcelérátoru

BOFRP – referenční bod břicha palce nohy

H8 – Z – souřadnice AHP

H30 – Z vzdálenost SgRP od AHP

L1 – X – souřadnice BOFRP

L6 – X vzdálenost od středu volantu k BOFRP

L31 – X – souřadnice SgRP

SgRP – referenční bod sedadla

TH21 – vertikální nastavení H bodu

TL23 – trať pohybu sedadla

W20 – Y – souřadnice SgRP

Xc – x – souřadnice středu oční elipsy

Ycycl – střední souřadnice Y oční elipsy

Zc – Z – souřadnice středu oční elipsy

β – úhel elipsy boční pohled

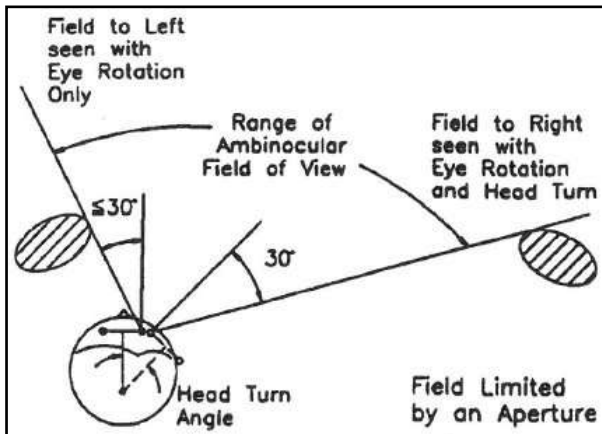
1 – nula X souřadnice

2 – nula Y souřadnice

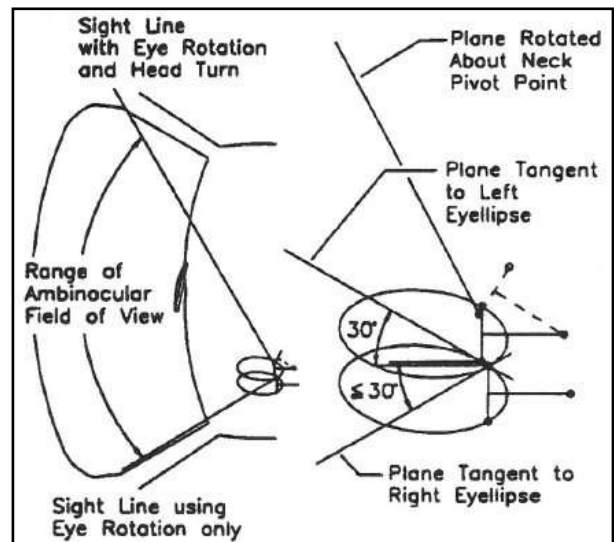
3 – nula Z souřadnice

4 – dráha H bodu

Metoda měření přímého výhledu dle SAE 1050 se praktikuje pomocí ambínokulárního vidění, tedy jakýkoli bod nebo úhel je považován za viditelný, pokud ho vidí alespoň jedno z očí. Využívá se také simulace pohybu očí a hlavy (**obr. č. 73** a **obr. č. 74**). (1)



Obr. č. 73 – Schéma pole měření přímého výhledu dle SAE J1050 (1)

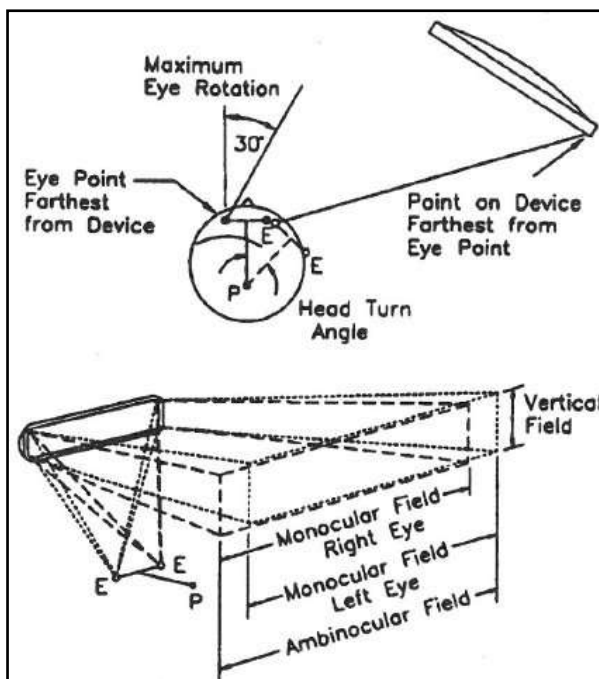


Obr. č. 74 – Schéma pole měření přímého výhledu dle SAE J1050 s vyobrazením pozice elipsoidů pozice očí (1)

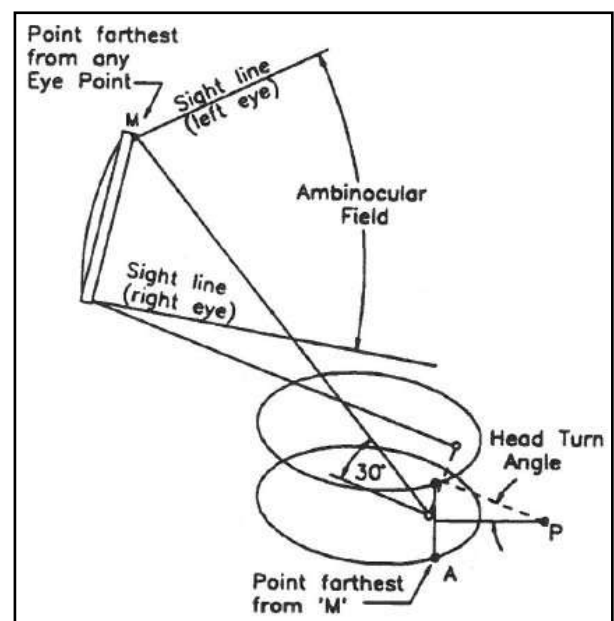
K fyzickému měření se používá laserový přístroj. Laserová trubice s heliem a neonem se upevňuje na třírozměrnou figurínu. Přístroje mají dělič paprsku, který umožňuje současný pohled z obou očních bodů, čímž je možno také zjistit úhel zakrytí při binokulárním vidění.

(1)

Měření nepřímého výhledu dle SAE 1050 se praktikuje stejným ambinokulárním způsobem jako u metody přímého výhledu (obr. č. 75 a obr. č. 76). (1)

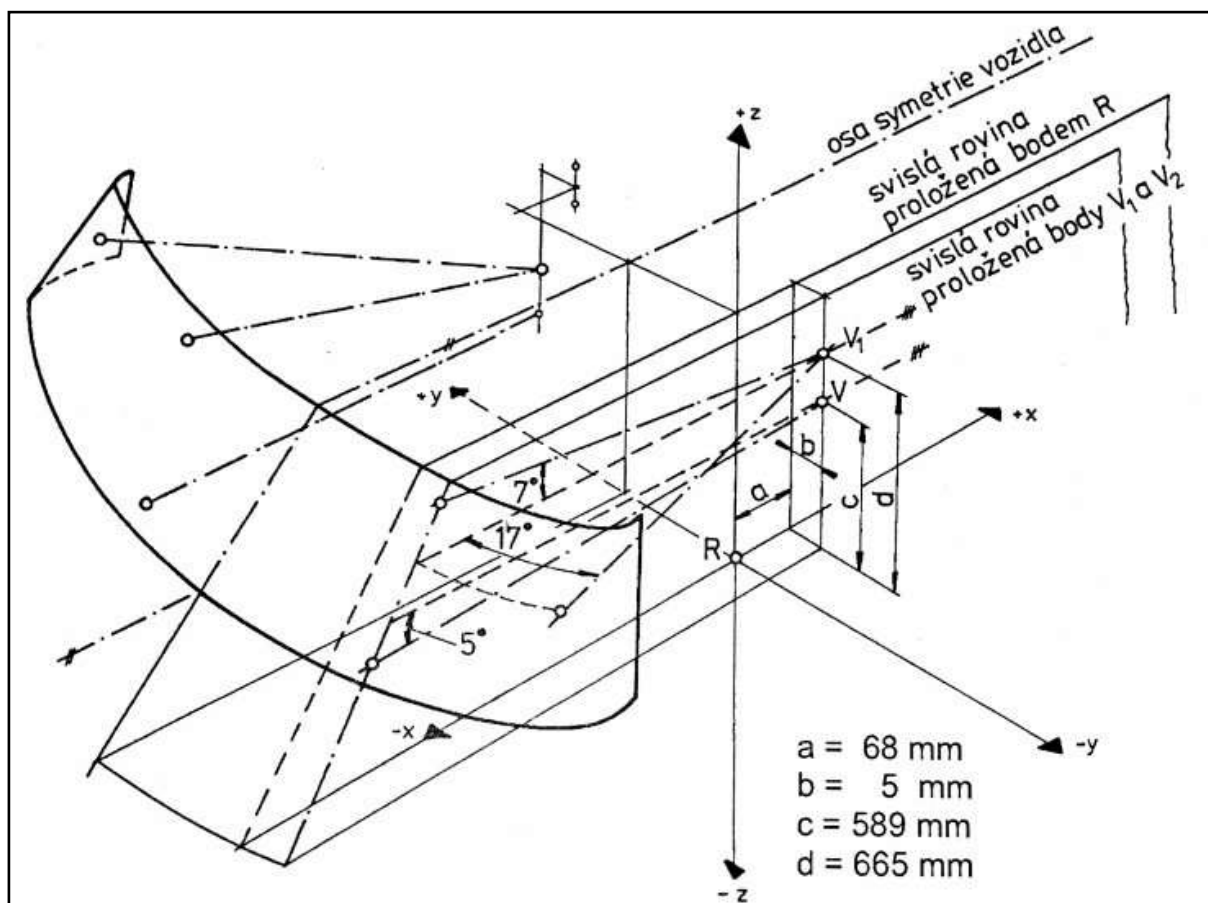


Obr. č. 75 – Schéma pole měření nepřímého výhledu dle SAE J1050 (1)



Obr. č. 76 – Schéma pole měření nepřímého výhledu dle SAE J1050 s vyobrazením pozice elipsoidů pozice očí (1)

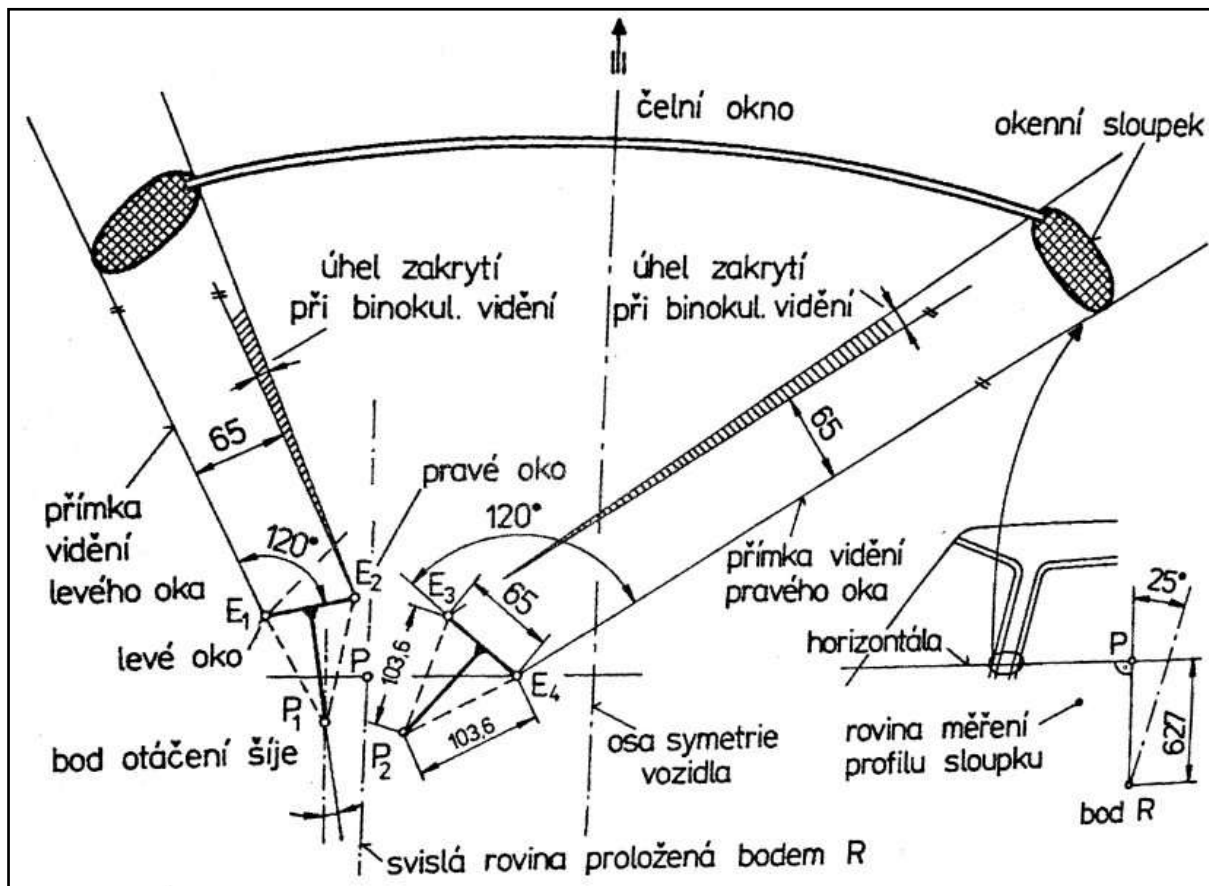
Předpis EHK č.125 pro měření přímého výhledu z vozidla nepoužívá elipsy pozice očí, ale definuje úhlové veličiny, jenž se vztahují na natáčení paprsku kolem dvou V bodů, jejichž poloha je v souřadném systému měřeného vozidla definována vzhledem k poloze projektovaného (konstrukčního) bodu sedění R . Plocha čelního skla obsahuje 6 údajových bodů, vzniklých jako průsečíky přímek vycházejících z V bodů s vnějším povrchem čelního skla (**obr. č. 77**). (45)



Obr. č. 77 – Schéma pozice bodů měření přímého výhledu z vozidla dle předpisu EHK č.125 (45)

„Podle předpisů se zjišťuje úhel zakrývání dvojokého (ambinokulárního) výhledu sloupky čelního okna ve vodorovné rovině procházející tečnami k obrysům těchto sloupků, vycházejícími z výhledových bodů; jeho hodnota nesmí být větší než 6° . Tento požadavek a metoda zjišťování úhlu zakrývání (binokulární úhel zakrytí) je vysvětlena na **obr. č. 78**. Vychází se z předpokladu, že řidič může natáčet oči o úhel 30° ve vodorovné rovině a větší úhlové rozmezí dosáhne natáčením hlavy kolem bodu otáčení šije P_1 doleva, popř. kolem bodu P_2 doprava. Body E_1, E_2 , popř. E_3, E_4 jsou výhledové body očí. Dvojice výhledových bodů pootočíme kolem středů P_1 a P_2 do takové polohy, aby vnější zorné paprsky dotýkající se sloupků svíraly se spojnicí příslušných výhledových bodů E_1, E_2 , popř. E_3, E_4 , úhel 120° .

Úhel sevřený vnějším a vnitřním paprskem dotýkajícím se sloupku představuje úhel zakrývání při binokulárním vidění a podle předpisů nesmí překročit 6° (obr. č. 78).“ (45)



Obr. č. 78 – Schéma měření zakrývaných úhlů přímého výhledu z vozidla podle stanovených měřících bodů dle předpisu EHK č.125 (45)

4.1.2 Nepřímý výhled

„Měření výhledu zpětnými zrcátky se provádí optickým zařízením ustaveným na třírozměrné figuríně. Kontrolní body pro ověření úhlu výhledu dozadu jsou vzdáleny příčně o 32,5 mm od bodu P. Aby byl při kontrole zahrnut účinek binokulárního vidění, je nutno zkontrolovat levý okraj zrcátka z pravého bodu a pravý okraj z levého bodu. U tohoto způsobu měření je uváženo spojení vjemů obou očí a využito překrytí monokulárních zorných polí.“ (45)

Konstrukční prvky zrcátek a jejich odrazivost pak řeší předpis EHK č.46, na který v České republice navazuje platný předpis instrukcí pro STK č. 3/2010 změna kontrolního úkonu č. 520 (v plném znění v příloze), zabývající se zpětnými zrcátky a podle nějž se samotná zrcátka na stanicích technické kontroly kontrolují. Pro osobní vozidla kategorie M_1 platí povinnost vybavení třemi zrcátky, jedním vnitřním kategorie I a dvěma malými

vnějšími kategorie III (alternativně velkými kategorie II), jedním na straně řidiče a druhým na straně spolujezdce. (46)

Na osobní vozidla M₁ soustředěná část předpisu popisuje problematiku následovně:

„Zařízení pro nepřímý výhled musí být schváleného provedení a musí být namontováno takovým způsobem, aby jeho držák, nebo jiné zařízení svým pohybem významně neměnilo pole výhledu nebo aby se nechvělo takovou měrou, že by mohlo být příčinou nesprávné interpretace obrazu vnímaného řidičem.“ (46)

„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. Vnější zrcátka musí být viditelná bočními okny nebo částí čelního skla stíranou stíračem.“ (46)

„Zrcátka nesmějí přečnívat přes vnější obrys karoserie vozidla podstatně více, než je nezbytné ke splnění požadavků na pole výhledu jimi zajišťované. Je-li spodní okraj vnějšího zrcátka vzdálen od vozovky méně než 2 m, nesmí toto zrcátko přečnívat více než 250 mm přes celkovou šířku vozidla měřenou bez zrcátek, u traktorů pak o 200 mm.“ (46)

„Řidič musí mít možnost seřizovat vnitřní zrcátko ze své jízdní polohy.“ (46)

„Vnější zrcátka umístěná na straně řidiče musí být možno seřizovat zevnitř vozidla při zavřených dveřích, okno však může být otevřené. Poloha zrcátka se však může aretovat zvenčí.“ (46)

„Povinné zrcátko nesmí být vysleplé nebo poškozené natolik, aby nezabezpečovalo pole výhledu jemu příslušející. Zařízení pro nepřímý výhled nesmí mít nebezpečné výčnělky nebo ostré hrany. Hrany musí být zaobleny poloměrem křivosti nejméně 2,5 mm. Je-li jako zařízení pro nepřímý výhled použito jiné zařízení než zrcátko (např. „kamera – monitor“) musí být toto zařízení funkční a musí zabezpečovat jemu příslušející pole výhledu.“ (46)

„Na zařízení pro nepřímý výhled a na zasklení vozidla se nesmí umísťovat žádná zařízení nebo předměty, které by zmenšovaly pole nepřímého výhledu z vozidla.“ (46)

„Sklopné držáky vnějších zrcátek, jejich aretační mechanismus nebo obdobný mechanismus mající bezpečnostní funkci, je-li jimi vozidlo vybaveno, musí být funkční.“ (46)

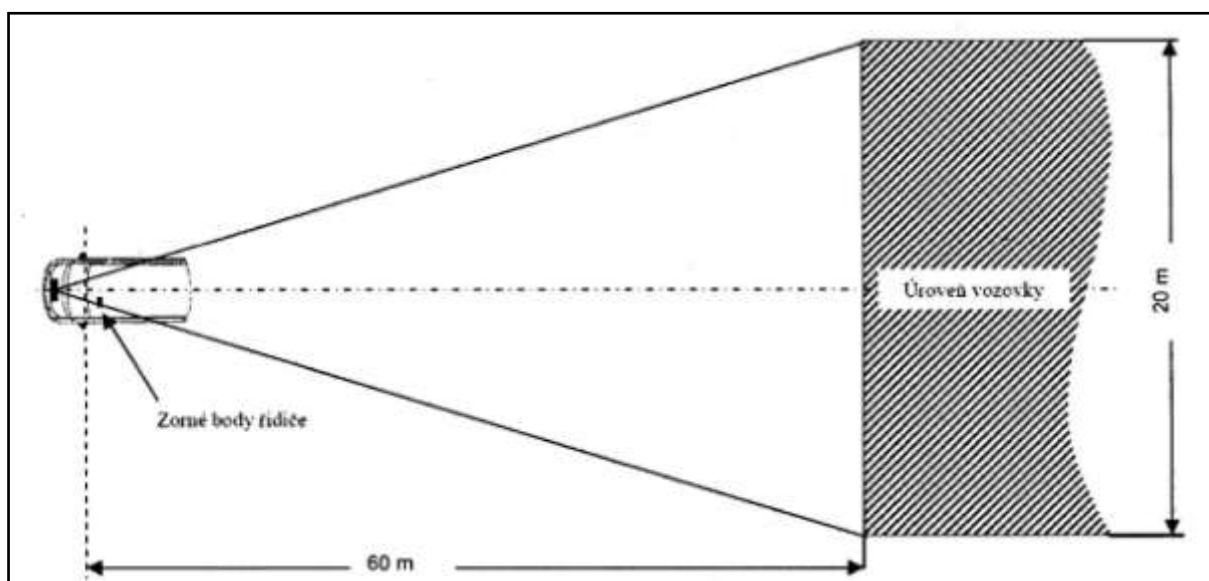
„Pozn.: Pro motorová vozidla, schválená v ČR k provozu s pravostranným řízením pro pravostranný provoz, platí výše uvedené podmínky analogicky a to tak, že zařízení pro

nepřímý výhled musí z hlediska vybavení vozidla a pole výhledu splňovat příslušné podmínky, vážící se ke kategorii vozidla pro pravostranný provoz.“ (46)

Důležitými údaji pro tuto práci jsou rozměrové specifikace polí výhledu jednotlivých tříd zpětných zrcátek:

Třída I – vnitřní zpětné zrcátko

„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 20 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která má střed na střední podélné svislé rovině vozidla a sahá od místa vzdáleného 60 m za zornými body řidiče k obzoru (obr. č. 79).“ (46)



Obr. č. 79 – Schéma úhlu vnitřního zpětného zrcátka (46)

Ze znázorněných vzdáleností lze vypočítat minimální potřebný úhel pole zobrazeného interiérovým zpětným zrcátkem $18,925^\circ$. Jsou známé vyobrazené rozměry rovnoramenného trojúhelníku základna $z = 20\text{ m}$ a výška $v = 60\text{ m}$ z **obr. č. 79**.

$$\text{Výpočet dle vzorce: } \tan \beta/2 = \frac{z/2}{v} = \frac{10}{60} \Rightarrow \beta/2 = 9,4625^\circ \Rightarrow \beta = 18,925^\circ$$

Třída III – hlavní vnější Zpětná zrcátka třídy III

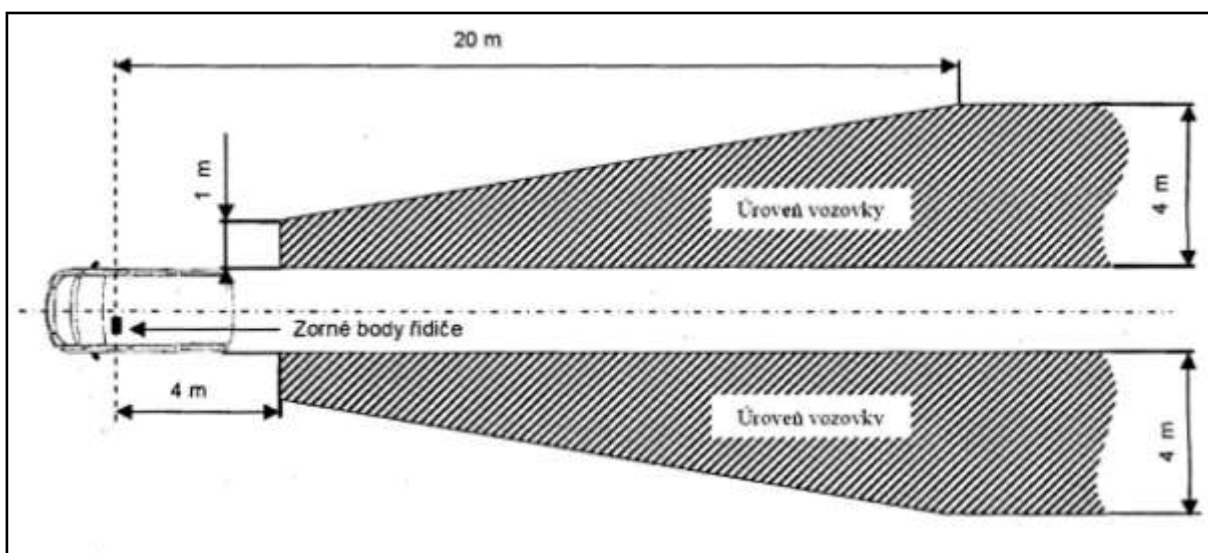
a) Hlavní vnější zpětné zrcátko na straně řidiče

„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 4 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla na straně řidiče a která sahá od místa vzdáleného 20 m za zornými body řidiče k obzoru (obr. č. 80). Kromě toho musí řidič vidět pás vozovky o šíři 1 m, který je ohraničen rovinou rovnoběžnou se střední

podélnou svislou rovinou vozidla, procházející krajním bodem vozidla vymezujícím šířku vozidla a který začíná 4m za svislou rovinou procházející zornými body řidiče.“ (46)

b) Vnější Zpětné zrcátko na straně spolujezdce

„Pole výhledu musí být takové, aby řidič viděl přinejmenším 4 m širokou rovinnou a vodorovnou část vozovky, která je ohraničena rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla a procházející krajním bodem vozidla na straně spolujezdce a která sahá od místa vzdáleného 20 m za zornými body řidiče k obzoru (obr. č. 80). Kromě toho musí řidič vidět pás vozovky o šíři 1 m, který je ohraničen rovinou rovnoběžnou se střední podélnou svislou rovinou vozidla, procházející krajním bodem vozidla vymezujícím šířku vozidla a který začíná 4m za svislou rovinou procházející zornými body řidiče.“ (46)



Obr. č. 80 – Schéma úhlu vnějších zpětných zrcátek (46)

Ze znázorněných vzdáleností lze vypočítat minimální potřebný úhel pole zobrazeného v každém z vnějších zpětných zrcátek a to $14,036^\circ$ při vzdálenosti 4 m a šířce 1 m. Jelikož na vzdálenosti 20 m a šířce 4 m je úhel $11,42^\circ$ bude brán větší ke srovnání. Jsou známé vyobrazené rozměry pravoúhlého trojúhelníku základna $z = 1\text{ m}$ a výška $v = 4\text{ m}$ z obr. č. 80.

$$\text{Výpočet dle vzorce: } \tan \beta = \frac{z}{v} = \frac{1}{4} \Rightarrow \beta = 14,036^\circ$$

5 ANALÝZA A MOŽNÉ VYUŽITÍ ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

Pro další postup je nutné uvést směr, jakým byla vymyšlena metoda měření výhledu z vozidla. Ze skutečností uvedených v rešeršní části této diplomové práce vyplývá, že nejde pouze o vozidlo samotné, ale také o řidiče v něm posazeném a jeho fyziologii vidění. Je tedy nutné stanovit tolerance, jenž budou zohledňovat vlastnosti lidského zraku při použití fotoaparátu s jednou čočkou, aplikované na měřené stínění stanovenými prvky vozidla.

Jsou vytyčeny tři prvky vozidla, na kterých bude veškeré měření záviset a to:

- Levý A–sloupek s levým vnějším zpětným zrcátkem
- Pravý A–sloupek s pravým vnějším zpětným zrcátkem
- Středové interiérové zrcátko

U A–sloupků se setkáváme s ambinokulárním zmenšením šířky A–sloupku, jelikož každé z očí je schopno sloupek monokulárně obhlédnout z jiné strany. Na obrázcích níže je vidět rozdíl levého (**obr. č. 81**) a pravého oka (**obr. č. 82**) soustředíme-li se na keř v oblasti, kde se A–sloupek spojuje se zpětným zrcátkem. (3)



Obr. č. 81 – Pohled na A–sloupek levým okem (3)



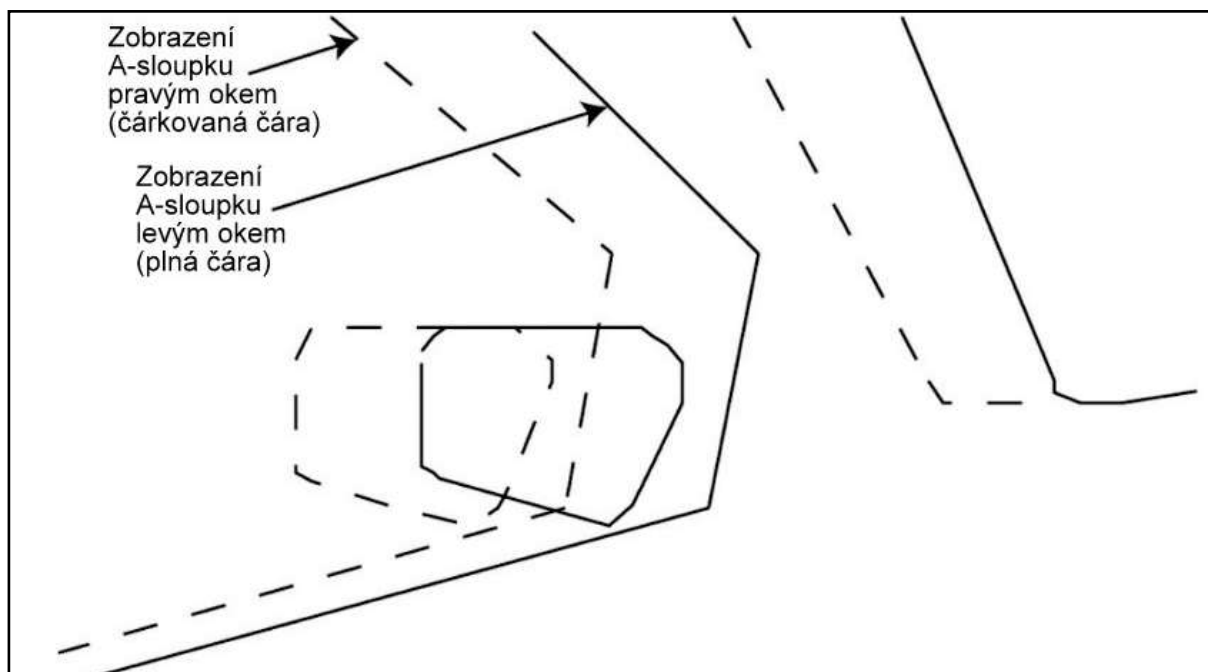
Obr. č. 82 – Pohled na A–sloupek pravým okem (3)

Pokud jsou tyto dva obrazy překryty, je obraz rozmazaný a dezorientující (**obr. č. 83**) (3)



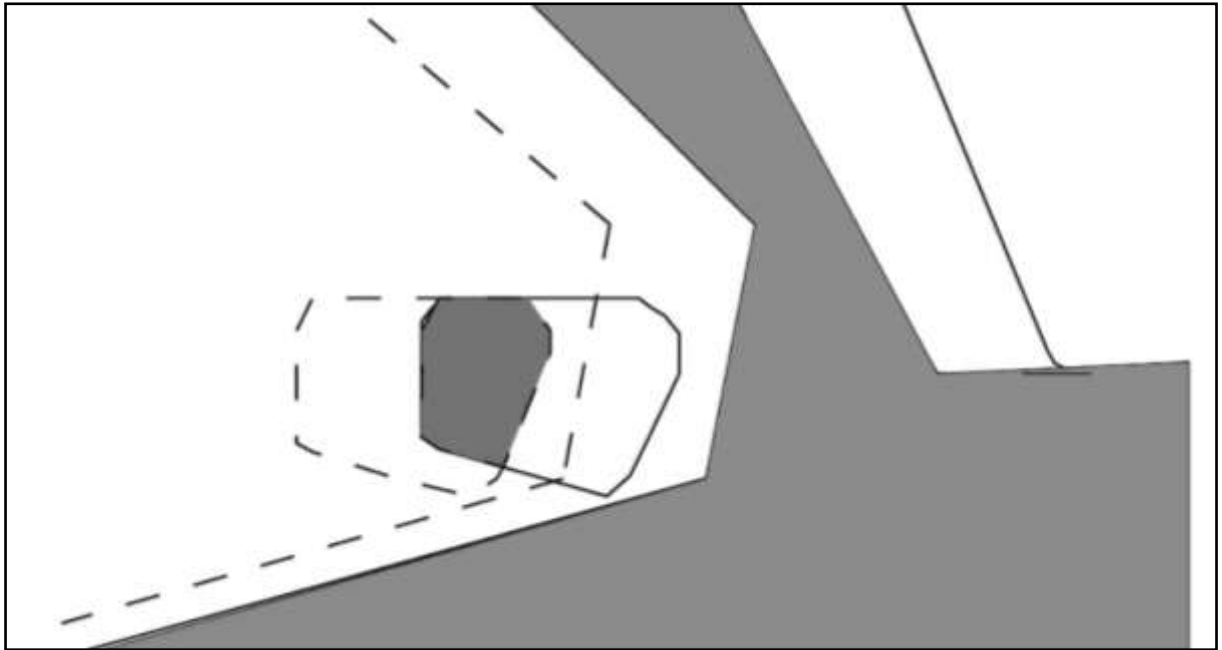
Obr. č. 83 – Překryté obrazy levého a pravého oka (3)

Avšak je nutné si uvědomit jakým způsobem je schopen lidský mozek obraz transformovat (**obr. č. 84**) a přijmout. (3)



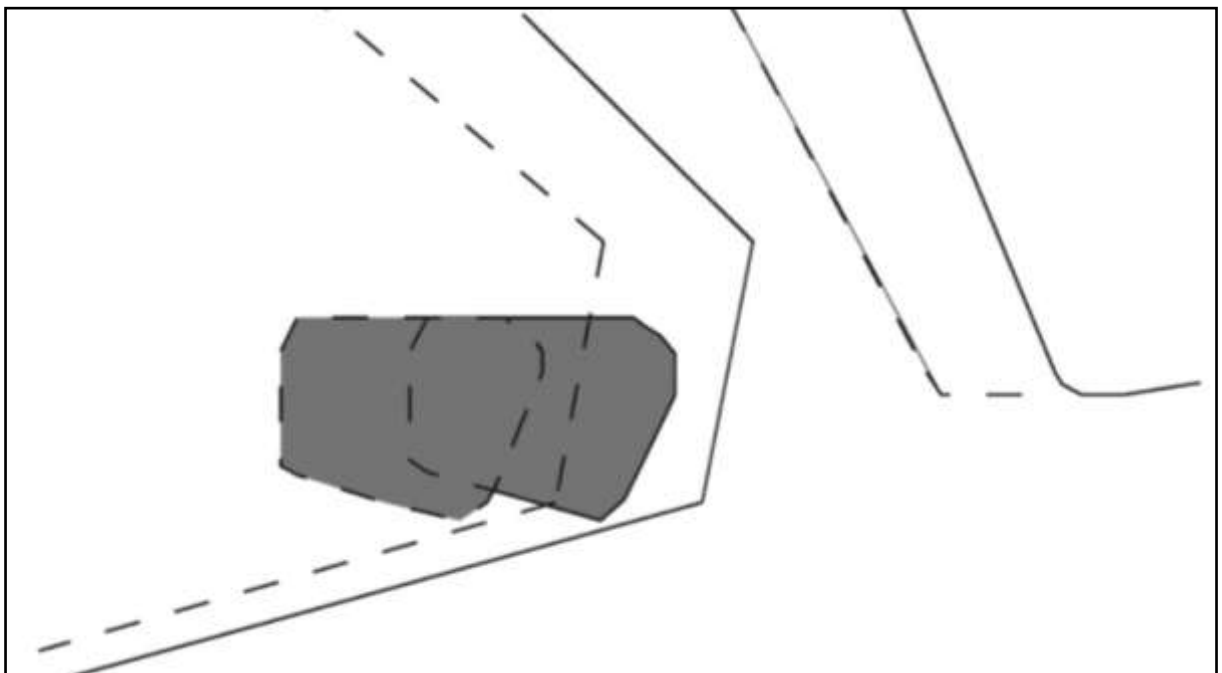
Obr. č. 84 – Obraz před zpracováním mozkiem (3)

Přijátá obrazová informace je mozkiem vnímána, pro A–sloupek a zpětné zrcátko, rozdílně. Pohledem na A–sloupek (případně i část zpětného zrcátka) a při snaze pohledu přes něj, se velikost zmenší (**obr. č. 85**). (3)



Obr. č. 85 – A–sloupek (případně i část zpětného zrcátka) užší po zpracování obrazové informace mozkem (3)

Naopak kterékoli zpětné zrcátko zabírá v ambinokulárním pohledu větší plochu, než při záběru fotoaparátem (**obr. č. 86**). (3)



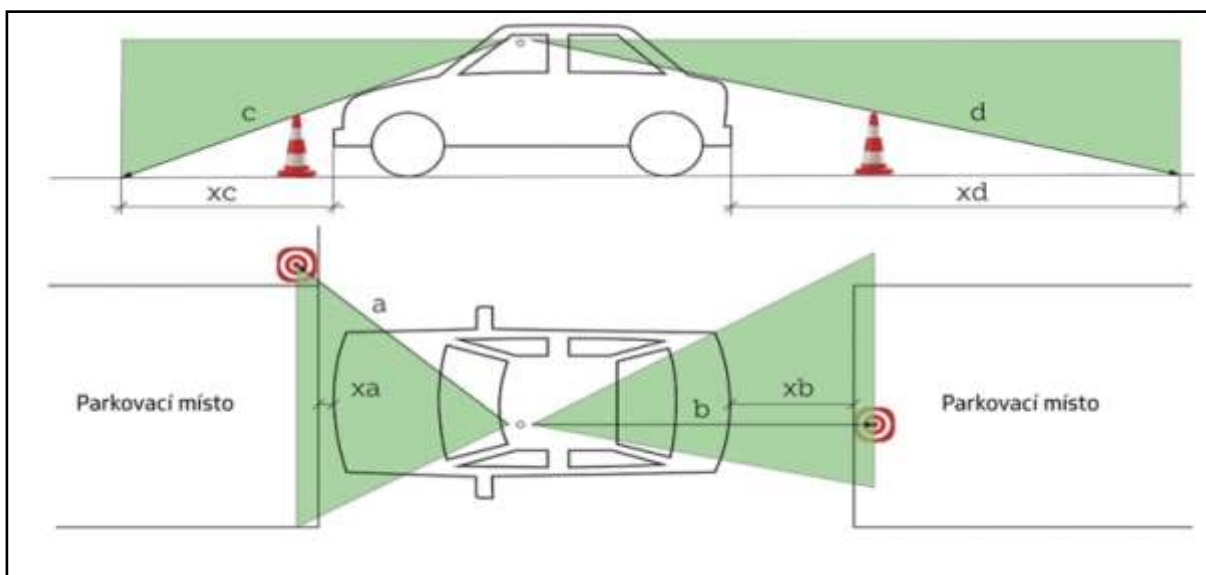
Obr. č. 86 – Reálná velikost obrazu ve zpětném zrcátku (3)

S praktickou částí je také vhodné srovnání s podobnou prací (výzkumem) na téma výhledu kolem vozidla. Shodou okolností, při vytváření této práce byl 13. 9. 2017 vydán výzkum švýcarskou společností TCS (Touring Club Suisse), na téma výhledu z vozidla

při manévrování v malých prostorách a parkování. Toto téma sice nevystihuje přesné zadání práce, ale výsledky stejných vozidel by mohly být podobné. (47)

Výzkum hodnotil 69 vozidel kategorií: malé vozidlo, kombi, kompakt, limuzína, VAN a SUV. Hodnocení probíhalo následovně:

U výhledu dopředu a dozadu (vzdálenost c a d) byla měřena vzdálenost, na kterou řidič nevidí dopředu a dozadu (xc a xd). Co se týče výhledu při parkování (vzdálenost a a b) byla měřena vzdálenost k zaparkovanému vozu, na kterou již řidič nevidí nárazník tohoto vozu (xa a xb). Tento nárazník představoval 50 centimetrů vysoký kužel. Do výsledků testování se promítlo i hodnocení parkovacích asistenčních systémů. Znamka 100 % byla udělena vozům, u nichž jsou sériově namontovány parkovací senzory vpředu i vzadu a parkovací kamera. Pokud nebyly ve vozidle namontovány žádné parkovací asistenční systémy, byla udělena známka 20 %. Za široké sloupky nebo velké plochy zrcátek byly uděleny subjektivní známky od 20 do 100 % (obr. č. 87). (48)



Obr. č. 87 – Schéma principu měření výhledu dle TCS (48)

Výsledky jednotlivých kategorií byly vyjádřeny tabulkově (tab. č. 2). Nejlépe byla hodnocena vozidla kategorie malé vozidlo, naopak nejhůře kategorie SUV. (47)

Tab. č. 2 – Výsledky testu TCS (48)

Typ karoserie	Hvězdičky	Celková známka	Počet testovaných vozů
Malé vozidlo	★★★★☆	74%	14
Kombi	★★★★☆	69%	9
Kompakt	★★★★☆	64%	11
Limuzína	★★★★☆	63%	8
VAN	★★★★☆	63%	6
SUV	★★☆☆☆	59%	21

6 ZPŮSOB MĚŘENÍ

Základní podmínkou pro vyvinutí metody měření výhledů a mrtvých úhlů vozidla je, jednoduchost provedení měření, při využití dostupných prostředků a snadná manipulace s měřidly. Metoda vychází z předpisů EHK, které jsou využívány v Evropě, protože měřená vozidla se pohybují po evropských komunikacích. V předpisech EHK uvedené minimální hodnoty výhledů, nebo maximální hodnoty mrtvých úhlů, slouží k přizpůsobení postupu měření, aby výsledné hodnoty měřených vozidel mohly být srovnány, zda odpovídají limitním hodnotám daného výhledu nebo mrtvého úhlu. Vyvinutá metoda měření je prováděna v laboratorních podmínkách, jako v předpisu EHK. Pro vizuální zobrazení výhledu a zachování naměřených hodnot je zvolen princip měření pomocí pořízení fotografie z vozidla, simulující reálný výhled z vozidla.

6.1 VOLBA MÍSTA MĚŘENÍ

Aby bylo možné vozidlo měřit, musí být ve statické poloze na vodorovné podlaze. Pro účely měření byly zprostředkovány prostory měření emisí STK (**obr. č. 88** a **obr. č. 89**), jenž mají rozměry $8 \times 8 \text{ m}$ a na jednom stání pro vozidlo splňují, dle předpisu EHK č.125, předepsané minimální rozměry 4 m šířka, 8 m délka.



Obr. č. 88 – Připravený prostor laboratoře měření (autor)

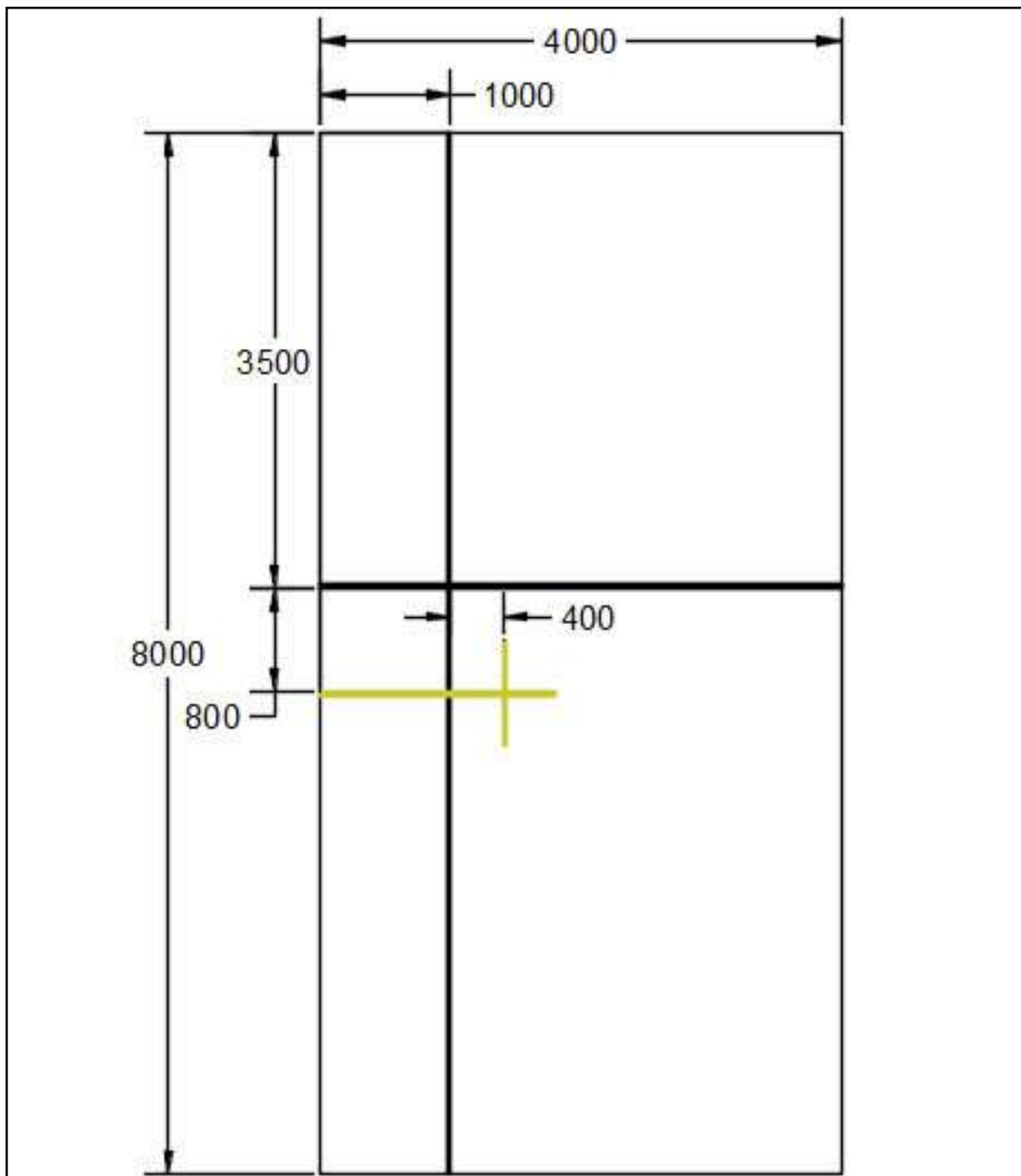


Obr. č. 89 – Připravený prostor laboratoře měření s pozicí vozidla dle najížděcího pásu a pásu pozice zrcátek (autor)

6.2 PŘÍPRAVA PROSTOR K MĚŘENÍ

Pro ideální měřená data je nutné vyznačit na podlahu body pro pozici vozidla a řidiče v něm, ve vodorovném souřadném systému. Dva hlavní, na sebe kolmé, černé pásy vyznačují podélnou rovinu pro najíždění vozidla a na ni kolmou rovinu pro pozici vnějších zrcátek.

Žlutý kříž simuluje centrální pozici očí, v níž je umístěn zaznamenávající fotoaparát. Pozice středového zrcátka a pravého zrcátka je odvozena od šířky vozidla (**obr. č. 90**).

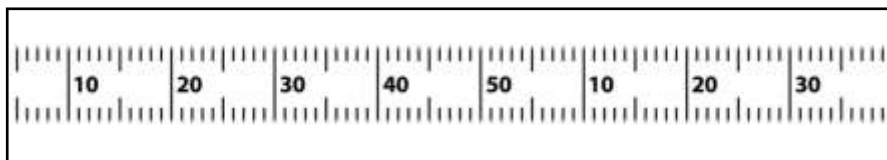


Obr. č. 90 – Rozměry rozmístění pásů pro pozici vozidla v laboratoři měření v mm (autor)

Na zdech, kolem půdorysu s vyznačenými body souřadnicového systému, jsou nalepeny metrickou lepicí (**obr. č. 91** a **obr. č. 92**) páskou výhledové pásy ve výšce 1000 mm a 1300 mm kolem celé měřené plochy tak, aby bylo možné změřit úhly pole výhledu 360° kolem měřeného vozidla (**obr. č. 93**).



Obr. č. 91 – Metrická lepicí páska (autor)



Obr. č. 92 – Schéma měrky metrické lepicí pásky (autor)



Obr. č. 93 – Reálná fotografie vozidla v prostoru měřicí laboratoře (autor)

6.3 MĚŘIDLA

Měřidla musejí být snadno ovladatelná, aby se dala bez problémů použít manipulující osobou v laboratoři i terénu, za asistence maximálně jednoho pomocníka.

6.3.1 Posuvné měřítko

Posuvné měřítko (obr. č. 94) slouží ke změření šířky A-sloupku z pohledové pozice s_{As} . Měřené místo je voleno podle nejčastější pozice očí, ve středu A-sloupku nebo lehce nad středem a v nejužším místě.



Obr. č. 94 – Posuvné měřítko (autor)

6.3.2 Úhломěr

Úhломěr s digitální měrkou dlouhý 200 mm (**obr. č. 95**) pro měření úhlu A–sloupku α_{As} vůči spodní hraně bočního okna. Alternativou může být např. použití aplikace úhloměru v chytrém mobilním telefonu.



Obr. č. 95 – Digitální úhломěr (autor)

6.3.3 Měřicí pásmo

Metrické měřicí pásmo (**obr. č. 96**) je použito na změření reálných délek výhledů a mrtvých úhlů vynesných na vodorovnou plochu podlahy v stanoveném souřadném systému.



Obr. č. 96 – Měřicí pásmo (autor)

6.3.4 Kolmý příložník s metrickou měrkou

Příložník (**obr. č. 97**) slouží k vyobrazení velikosti prostoru odráženým zpětným zrcátkem. Je přiložen ke spodní hraně konce předního bočního okna, kde začíná mrtvý úhel tak, aby bylo v odrazu zpětného zrcátka vidět měрку.



Obr. č. 97 – Kolmý příložník s metrickou měrkou (autor)

6.3.5 Vodováha

Vodováha o délce dva metry slouží k přenesení délky z vertikální hodnoty metrické pásky na vodorovnou měřicí rovinu, při zachování stálé pozice vyfocené délky (**obr. č. 98** a **obr. č. 99**).



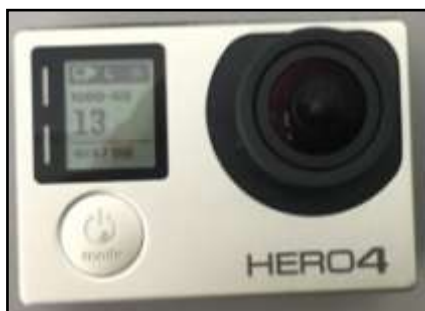
Obr. č. 98 – Způsob přenesení naměřené délky na vodorovnou rovinu (autor)



Obr. č. 99 – Měrka (bublínka) vodováhy vyznačující kolmost k podložce (autor)

6.3.6 Fotoaparát

Jako fotoaparát slouží akční kamera GoPro (**obr. č. 100**), jelikož svými kompaktními rozměry umožňuje jednoduché ustavení do pozice mezi očima. Pro zabránění plochy využívá širokoúhlé čočky (rybí oko), díky ní je schopna zobrazit 150° výhled. K focení je nutné mít fotoaparát s vysokým rozlišením v případě GoPro *12 megapixelů*, aby bylo možné z pořízené fotografie po přiblížení vyčíst údaje na měřce lepicí pásky.

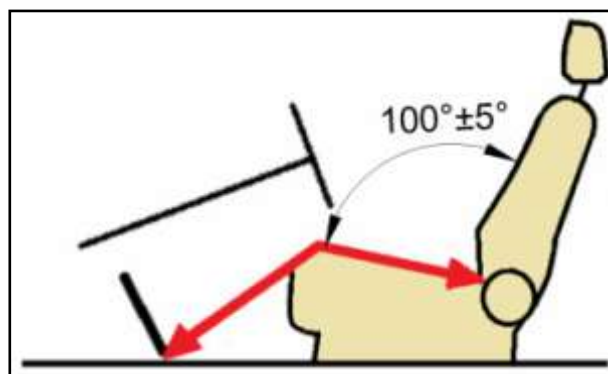


Obr. č. 100 – Kamera GoPro (autor)

6.4 PŘÍPRAVA INTERIÉRU VOZIDLA K MĚŘENÍ

S vozidlem stojícím v pozici připravené k měření se provede ještě několik úprav. V první řadě se provede kontrola výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem vzad, a pokud ve výhledu na metrickou měрку za vozidlem brání zadní hlavové opěrky, musí se vyjmout ze zadních sedadel, aby nepřekážely ve výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem. Tato operace se provádí z důvodu změření plného výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem, následně je v poznámce protokolu měření uvedeno, zda byly opěrky vyjmuty.

Jako další krok se provede nastavení sedadla řidiče. Sedadlo se posune až na doraz dozadu, aby se předešlo rozšíření A–sloupku viz. kapitola 2.2. Úhel sedáku vůči zádové opěrce se nastaví do úhlu $100^\circ (\pm 5^\circ)$, což je průměrná hodnota nastavení sedadla řidiče u čtyřiceti náhoně změřených vozidel. Následně se změří podélná vzdálenost sedáku od spodní hrany plynového pedálu v místě, kde je kotven k podlaze, až ke konci sedáku u spodní hrany zádového opěradla červený rozměr (**obr. č. 101**), aby bylo jasné, v jaké vzdálenosti se sedadlo řidiče při měření nachází. Pokud není plynový pedál uchycen k podlaze, měří se od kolmého průmětu hrany pedálu k podlaze. Výška sedadla, by měla být taková, aby se oči řidiče nenacházely pod polovinou čelního skla, níže než metrická měřka kolem vozidla, ideálně dle kapitoly 1.1.



Obr. č. 101 – Nastavení sedadla k provedení měření (21) (úprava autor)

Jakmile je pozice sedadla připravená, seřídí se ještě vnější zpětná zrcátka do takové pozice, v níž nebude odrazná plocha zobrazovat boční část karoserie vozidla, aby bylo možné, po přiložení kolmého příložníku s metrickou měrkou, změřit reálný úhel vyobrazený odraznou plochou, protože metrická měřka příložníku začíná až od přikládání hrany k vnějšku vozidla. Pokud by zrcátko zobrazovalo část vozidla před přikládání hrany začátku metrické měřky příložníku, byl by o tuto část zmenšen zobrazovaný rozměr a tím by se vyhodnotil menší úhel výhledu měřeného vnějšího zpětného zrcátka.

Pro pozdější relevantnost pozice interiérového zpětného zrcátka je měřena vzdálenost odrazné plochy od horní hrany čelního skla. Tento rozměr je poté znovu naměřen od horní hrany na levém okraji čelního okna a vodováhou přenesen na vodorovný souřadnicový systém, kde se od pásu pozice vnějších zpětných zrcátek naměří vzdálenost, o kterou je interiérové zpětné zrcátko posunuto vůči vnějším zpětným zrcátkům.

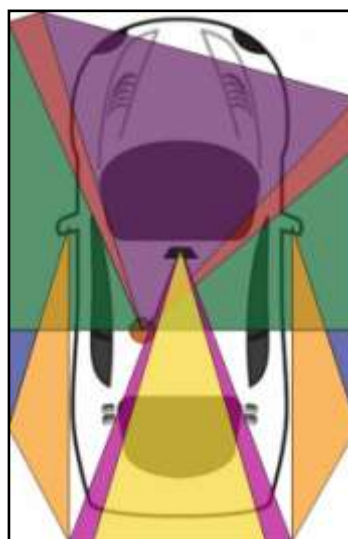
Pokud by interiér vozidla nebyl připraven dle popisu výše, bylo by umístění kamery nevhodné a měření by bylo nepřesné. Příprava interiéru vozidla je nejdůležitější částí měření.

6.5 PROVEDENÍ MĚŘENÍ

Cílem metody měření je zajistit pole 360° výhledů a mrtvých úhlů. Tohoto výsledku se docílí za pomoci šesti výhledových úhlů a šesti mrtvých úhlů viděných z vozidla (**tab. č. 3** a **obr. č. 102**). Úhly budou měřeny vynesemím rozměrů z pořízené fotografie, na vodorovnou rovinu. Vždy ze tří změřených délek, uzpůsobených do obecného trojúhelníku se vypočítá úhel γ pomocí kosinové věty: $\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$ odvozené z: $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$.

Tab. č. 3 – Měřené úhly

Přední mrtvý úhel levý
Přední mrtvý úhel pravý
Levá strana výhled
Pravá strana výhled
Čelní okno výhled
Levé zrcátko výhled
Pravé zrcátko výhled
Boční mrtvý úhel levý
Boční mrtvý úhel pravý
Středové zrcátko výhled
Zadní mrtvý úhel levý
Zadní mrtvý úhel pravý



Obr. č. 102 – Schéma měřených výhledů z vozidla (autor)

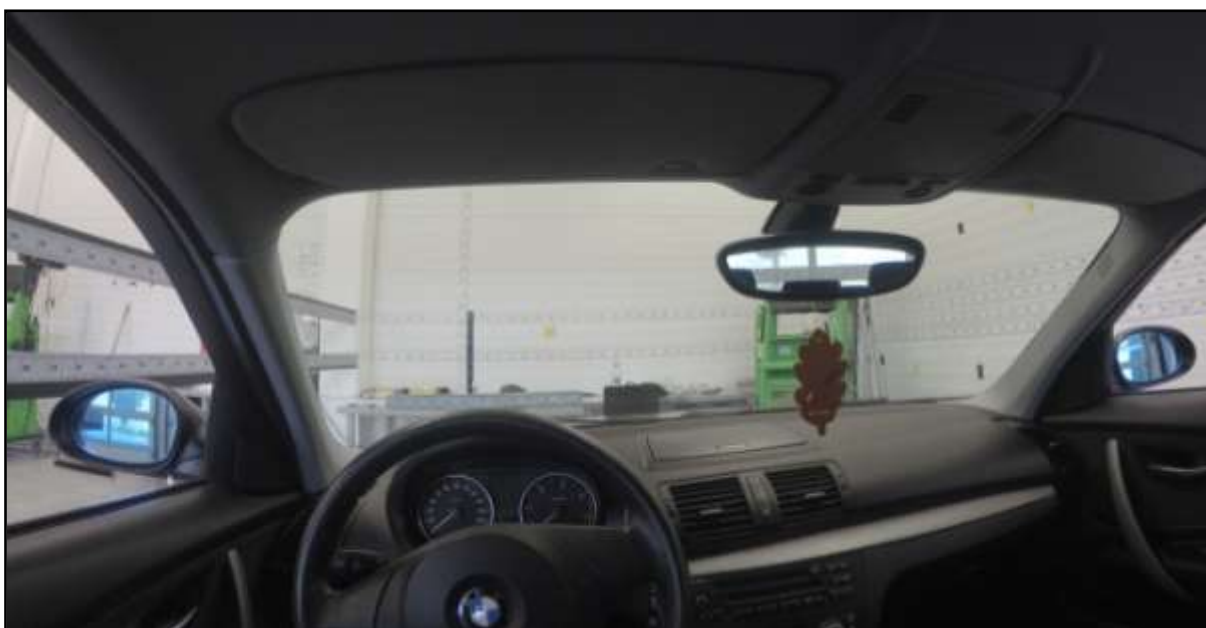
Před započítáním měření je nutné zjistit z osvědčení o registraci část II. (velký technický průkaz), případně např. z webových auto-katalogů, šířku vozidla a polovinu ze šířky, aby bylo možné zaměřit pozici pravého vnějšího zpětného zrcátka i v polovině umístěného interiérového středového zpětného zrcátka.

Vozidlo je nejprve v prostoru kontrolováno, zda je v každém z výhledů vidět metrickou měрку na zdech laboratoře, aby bylo možné započít měření.

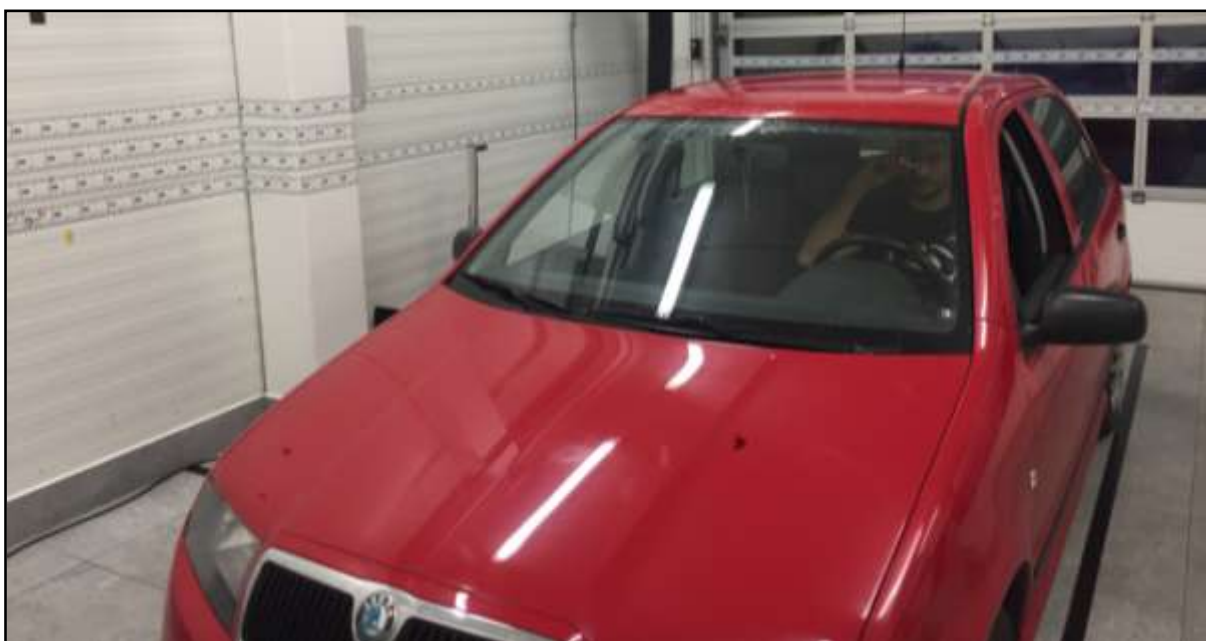
Přímým pořízením snímku fotoaparátem mezi očima ze sedadla řidiče, se získá výhled čelním oknem, také na něm upevněným zpětným zrcátkem a zastíněný výhled oběma A–sloupky (**obr. č. 103** a **obr. č. 104**). Nevýhodou pro výslednou fotku je zkreslená šířka A–sloupku, jelikož je pole zabíráno pouze jednou čočkou fotoaparátu. Do výpočtu je nutné uvést schopnost lidského zraku zmenšit A–sloupek, a to srovnáním šířky A–sloupku vyfocené s šířkou, kterou vidí řidič. Pro verifikaci zúžení A–sloupku lidským zrakem je dán průměr hodnot viděných z pozice řidiče vozidla deseti figuranty. Výsledným procentuálním průměrem zmenšení šířky lidským zrakem deseti figurantů je o 40 % menší mrtvý úhel A–sloupku ve srovnání s fotkou, při sedadle posunutém na zadní doraz. Z tohoto důvodu je volen „ambinokulární koeficient“ $k_{am} = 0,6$, kterým se výsledný mrtvý úhel A–sloupku vynásobí.

Následně se musí hodnoty projevit ve výhledech vpřed a do boku, a to tak, že se hodnota mrtvého úhlu A–sloupku před vynásobením ambinokulárním koeficientem (stanoveném na výhledu deseti figurantů), vynásobí „monokulárním koeficientem“ téhož A–sloupku, aby se prokázal plný výhled, jenž byl zmenšený vlastnostmi fotoaparátu. Monokulární koeficient má hodnotu $k_{mo} = 0,2$, tedy 20 % jen pro jedno oko na výhledy do boku. Pro přímý výhled je započítán sečtený monokulární výhled obou A–sloupků. Jednoduchým vysvětlením: Rozměr, o který jsou oči schopny šířku A–sloupku zmenšit, je přičten k poli výhledu.

U zpětných zrcátek je v odrazu při ambinokulárním pohledu vidět větší plocha, než na pořízené fotografii, pro měření se však použijí rozměry z fotografií, monokulární výhled, jelikož se tím určí minimální možná plocha výhledu, jehož je schopno lidské oko při pouhé kontrole dějiště za vozidlem.



Obr. č. 103 – Fotografie použitá k měření přímého výhledu (autor)



Obr. č. 104 – Princip pořizování fotografie z vozidla (autor)

Plocha zabíraná vnitřním zpětným zrcátkem se zajistí metrickou měrkou viděnou přes zadní okno z fotografie (**obr. č. 105**). Počátek měření tj. pozice středového zrcátka, se na vodorovný souřadnicový systém vyznačí pomocí zjištěné poloviny z šířky vozidla, a následně vyznačení tohoto rozměru na pásu pozice vnějších zpětných zrcátek. Od tohoto rozměru se ještě kolmo na pás pozice vnějších zpětných zrcátek vyznačí rozměr pozice středového interiérového zpětného zrcátka změřený při přípravě interiéru vozidla, aby byla jasně dána pozice počátku měření úhlu výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem.



Obr. č. 105 – Metrická měřka ve zpětném zrcátku zobrazující zabíraný rozměr 167cm z metrické pásky za vozidlem (autor)

Poté je fotoaparát potočen do bočních pohledů vlevo (**obr. č. 106**) a vpravo (**obr. č. 107**), aby bylo možné zaznamenat výhledy stranových úhlů.



Obr. č. 106 – Fotografie levé měřené strany výhledu (autor)



Obr. č. 107 – Fotografie pravé měřené strany výhledu (autor)

Dalšími snímky jsou zobrazeny odrazy ve vnějších zpětných zrcátkách za pomoci příloženku s metrickou měrkou vzdáleného 500–1000mm od zrcátka, v závislosti na počátku B-sloupku karoserie (**obr. č. 108** a **obr. č. 109**). Pokud je konstrukce vozidla bez B-sloupku, příloženík je přiložen do vzdálenosti počátku bočního mrtvého úhlu nepřímého, který dán zadní svislou hranou předního bočního okna, kde bývá těsnicí proužek. Pro pravé zrcátko, je potřeba znát šířku vozidla, ze které se poté odvíjí počátek měření pravého zpětného zrcátka, vyznačeném na pásu pozice vnějších zpětných zrcátek.



Obr. č. 108 – Způsob měření vnějších zpětných zrcátek (autor)

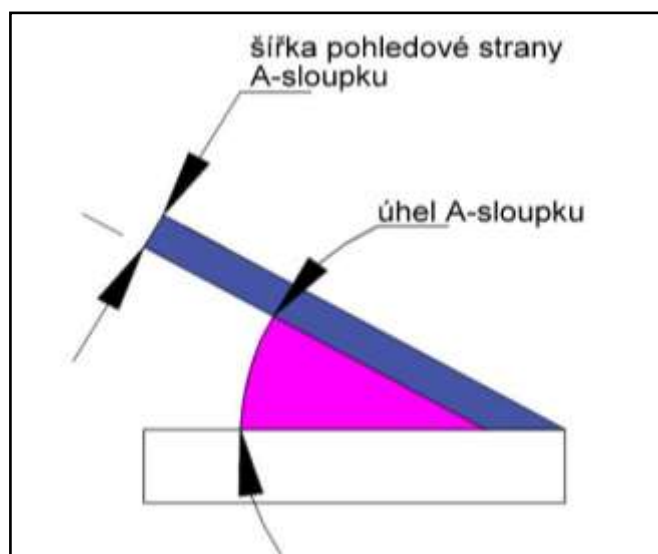


Obr. č. 109 – Detail měřky ve vnějším zpětném zrcátku zobrazující 43cm (autor)

Jako poslední krok v pozici interiéru vozidla se provede změření úhlu α_{As} a šířky A-sloupku na straně řidiče v pohledové pozici s_{As} (**obr. č. 110**), aby se hodnoty mohly uvést do vzorce pro výpočet plochy stíněné A-sloupkem. Pro výpočet je volena výška zorného pohledu jako jedna jednotka $1j$, jelikož je do výpočtu zahrnuta šířka A-sloupku v nejužším místě a délka počítané plochy je pro výpočet nepotřebná. Plocha v úhlu je vyjádřena ze vzorce

$\sin \alpha_{As} = \frac{1j}{a}$ z tohoto vzorce je vyjádřeno $a = \frac{1j}{\sin \alpha_{As}}$ a výsledná hodnota a je vynásobena

šířkou A-sloupku v pohledové pozici $a \times s_{As}$. Výsledkem je plocha zabíraná A-sloupkem S v cm^2 srovnaná s ideální hodnotou S_i , jenž je stanovena $\alpha_{As} = 30^\circ$, $s_{As} = 11cm$ (110 mm), což jsou hodnoty dosažené zprůměrováním hodnot naměřených u 20 vozidel od roků výroby 2000 až 2017.



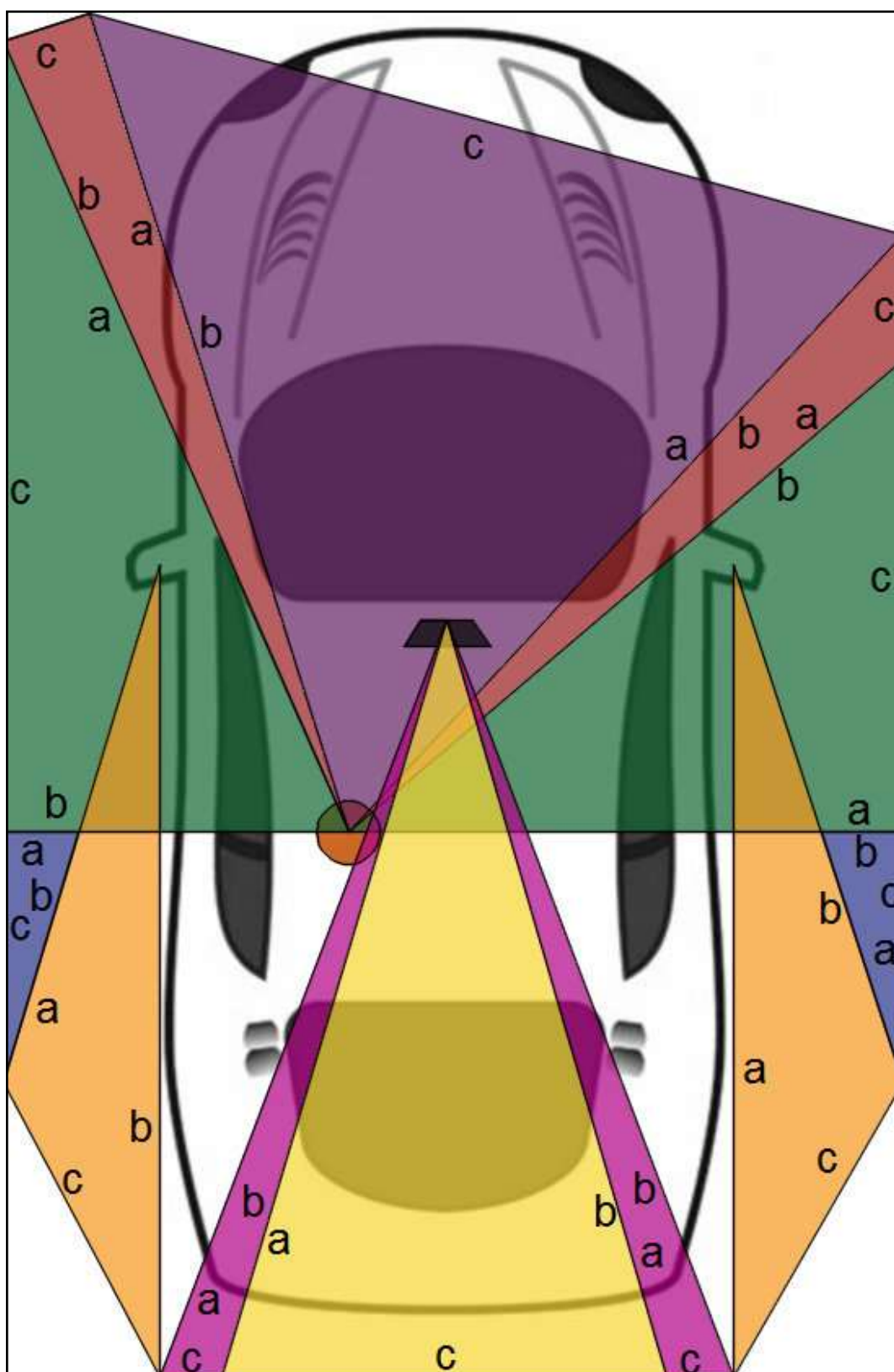
Obr. č. 110 – Schéma měřených údajů potřebných k výpočtu plochy stínícího A-sloupku (autor)

7 ANALÝZA NAMĚŘENÝCH ÚDAJŮ

K výpočtu naměřených údajů slouží protokol měření a kalkulačka výpočtu výhledu z vozidla, jenž je součástí příloh této diplomové práce spolu s tabulkou k výpočtu plochy stíněné A–sloupkem.

Vychází se z délek promítaných na rovinnou plochu, na které vozidlo stojí (podlaha laboratoře), poté co jsou potřebné rozměry vyčteny na metrické měřce z pořízené fotografie daného vozidla. K dosažení výsledných 12 potřebných úhlů, je zapotřebí z naměřených délek, uzpůsobených do obecného trojúhelníku, vypočítat pohledové úhly pomocí kosinové věty.

V obdélníkovém prostoru souřadného systému podstavy, probíhá měření vždy tří délek vyznačených z pohledového bodu anebo bodu zrcátek. První stanovenou délkou je vždy výhledová c a z jejích koncových bodů hraniční délky, pravá a a levá b , ke kříži pozice očí (**obr. č. 111**). Vyfocené výhledy se mohou v prostoru laboratoře zkreslovat kolmými zdmi, aby se dosáhlo pouze tří délek pro výpočet trojúhelníku, měří se pouze od bodů vyfocených koncových hran interiérového výhledu z vozu.



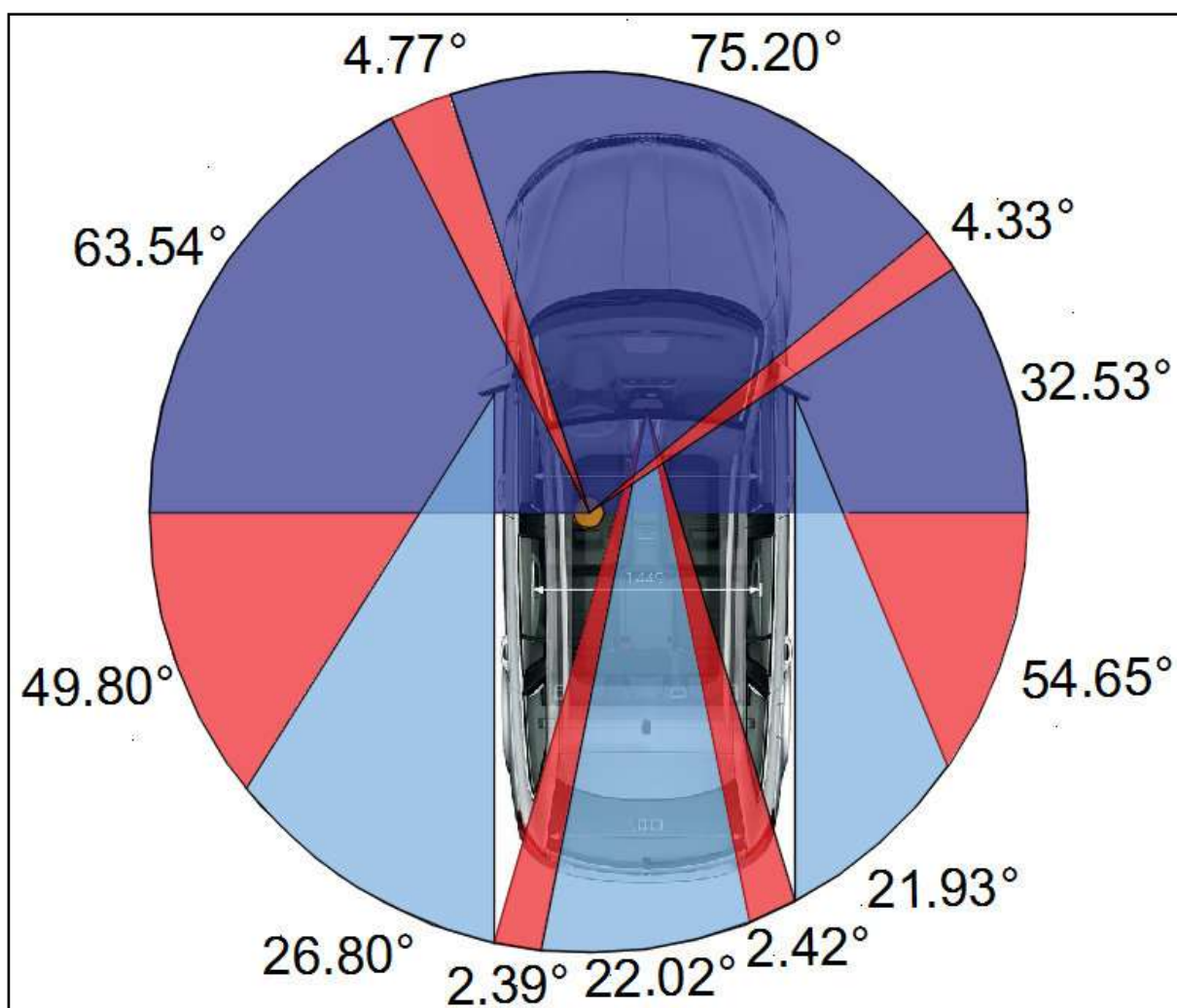
Obr. č. 111 – Schéma principu postupných výpočtů výhledů z vozidla (autor)

Počátek výpočtů naměřených délek je vždy u předního levého a pravého mrtvého úhlu, z nichž se poté odvíjí výpočet přímých výhledů do boků a vpřed.

Jako příklad měření bylo vybráno vozidlo Škoda Octavia Combi třetí generace.

PROTOKOL MĚŘENÍ

Značka vozidla:	Škoda		
Obchodní označení vozidla, generace a rok výroby:	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI 2014		
Šířka vozidla:	181,4cm	Polovina šířky (interiérové středové zpětné zrcátko):	90,7cm
Vzdálenost B sloupku od zrcátka (umístění příložníku):	80cm		
Vzdálenost interiérového zpětného zrcátka od vnějších:	35cm		
Výhled měřen ve výšce:	100cm		
Výška očí figuranta:	180cm	Podélný posuv sedadla na zadní doraz:	115cm
Poznámky:	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:NE, P:NE		




Obr. č. 112 – Schéma výhledu z měřeného vozidla Škoda Octavia Combi (3G)

7.1 PŘÍMÝ MRTVÝ ÚHEL LEVÝ

Přímý mrtvý úhel levý γ_{PMUL} , tvoří v přímém směru ve většině případů větší vypočítanou hodnotu než pravý, jelikož je k čočce fotoaparátu blíže. Může se stát, že vozidlo má konstrukčně řešen A–sloupek v přímém směru užší, než při bočním pohledu. Vypočtený úhel se násobí zvoleným ambinokulárním koeficientem $k_{am} = 0,6$, aby bylo možné získat úhel o který je lidský zrak schopen A–sloupek vizuálně zúžit (**tab. č. 4**).


Tab. č. 4 – Výpočet přímého mrtvého úhlu levého

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	358	270	98
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{PMUL} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{358^2 + 270^2 - 98^2}{2 \times 358 \times 270} = 7,95^\circ$ $\gamma_{PMUL} = \gamma \times k_{am} = 7,95^\circ \times 0,6 = \underline{\underline{4,77^\circ}}$		

7.2 PŘÍMÝ MRTVÝ ÚHEL PRAVÝ

Přímý mrtvý úhel pravý γ_{PMUP} , tvoří v přímém směru ve většině případů menší vypočítanou hodnotu než levý, jelikož je od čočky fotoaparátu dále. Může se stát, že vozidlo má konstrukčně řešen A–sloupek v přímém směru užší, než při bočním pohledu. Vypočtený úhel se násobí zvoleným ambinokulárním koeficientem $k_{am} = 0,6$, aby bylo možné získat úhel o který je lidský zrak schopen A–sloupek vizuálně zúžit (**tab. č. 5**).


Tab. č. 5 – Výpočet přímého mrtvého úhlu pravého

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	308	334	48
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{PMUP} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{308^2 + 334^2 - 48^2}{2 \times 308 \times 334} = 7,21^\circ$ $\gamma_{PMUP} = \gamma \times k_{am} = 7,21^\circ \times 0,6 = \underline{\underline{4,33^\circ}}$		

7.3 PŘÍMÉ MRTVÉ ÚHLY CELKEM

Přímé mrtvé úhly celkem $PMUC$ je součtem přímých mrtvých úhlů levého γ_{PMUL} a pravého γ_{PMUP} (tab. č. 6). Výsledná hodnota slouží pro porovnání velikosti mrtvých úhlů přímých u měřených vozidel.


Tab. č. 6 – Součet přímých mrtvých úhlů

	Přední mrtvý úhel levý	Přední mrtvý úhel pravý
	4,77°	4,33°
	Výpočet úhlu	
	$PMUC = \gamma_{PMUL} + \gamma_{PMUP} = 4,77^\circ + 4,33^\circ = \underline{\underline{9,10^\circ}}$	

7.4 LEVÁ STRANA VÝHLED

Výpočet úhlu výhledu na levou stranu γ_{LSV} z vozidla se provádí až po výpočtu levého mrtvého úhlu tvořeného A–sloupkem, jelikož je nutné do výpočtu přičíst poloviční část úhlu, o který jsou oči schopné šířku A–sloupku zúžit, vzhledem k bočnímu výhledu. Přičítá se hodnota úhlu levého A–sloupku před vynásobením ambino kulárním koeficientem k_{am} , vynásobená monokulárním koeficientem $k_{mo} = 0,2$, jenž k výhledu do boku přidá oněch 20%, o které byla tato strana výhledu stíněna A–sloupkem (tab. č. 7).

Tab. č. 7 – Výpočet úhlu výhledu na levou stranu


	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	268	141	237
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{LSV} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{268^2 + 141^2 - 237^2}{2 \times 268 \times 141} = 61,95^\circ$ $\gamma_{LSV} = (\gamma_{ml} \times k_{am}) + \gamma = (7,95^\circ \times 0,2) + 61,95^\circ = \underline{\underline{63,54^\circ}}$		

7.5 PRAVÁ STRANA VÝHLED

Výpočet úhlu výhledu na pravou stranu γ_{PSV} z vozidla se provádí až po výpočtu pravého mrtvého úhlu tvořeného A–sloupkem, jelikož je nutné do výpočtu přičíst poloviční

část úhlu, o který jsou oči schopné šířku A–sloupku zúžit, vzhledem k bočnímu výhledu. Přičítá se hodnota úhlu pravého A–sloupku před vynásobením ambinoikulárním koeficientem k_{am} , vynásobená monokulárním koeficientem $k_{mo} = 0,2$, jenž k výhledu do boku přidá v předchozí kapitole zmiňovaných 20 %, o které byla tato strana výhledu stíněna A–sloupkem (tab. č. 8).


Tab. č. 8 – Výpočet úhlu výhledu na pravou stranu

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	262	306	158
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{PSV} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{262^2 + 306^2 - 158^2}{2 \times 262 \times 306} = 31,09^\circ$ $\gamma_{PSV} = (\gamma_{mp} \times k_{am}) + \gamma = (7,21^\circ \times 0,2) + 31,09^\circ = \underline{\underline{32,53^\circ}}$		

7.6 VÝHLED ČELNÍM OKNEM

Výpočet úhlu výhledu čelním oknem γ_{VCO} se provádí po výpočtu obou mrtvých úhlů tvořených A–sloupky, jelikož je nutné do výpočtu přičíst poloviční část mrtvého úhlu každého A–sloupku, o který jsou oči schopné šířku A–sloupku zúžit, vzhledem k výhledu čelním oknem. Přičítá se zvláště hodnota úhlů obou A–sloupků před vynásobením ambinoikulárním koeficientem k_{am} , vynásobená monokulárním koeficientem $k_{mo} = 0,2$, jenž k výhledu do boku přidá v předchozí kapitole zmiňovaných 20 %, o které byl výhled čelním oknem stíněn A–sloupky (tab. č. 9).


Tab. č. 9 – Výpočet úhlu výhledu čelním oknem

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	334	358	408
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{VCO} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{334^2 + 358^2 - 408^2}{2 \times 334 \times 358} = 72,16^\circ$ $\gamma_{VCO} = (\gamma_{ml} \times k_{am}) + (\gamma_{mp} \times k_{am}) + \gamma =$ $= (7,95^\circ \times 0,2) + (7,21^\circ \times 0,2) + 72,16^\circ = \underline{\underline{75,20^\circ}}$		

7.7 PŘÍMÝ VÝHLED CELKEM

Přímý výhled celkem je součtem úhlů výhledu levého γ_{LSV} , pravého γ_{PSV} a čelním oknem γ_{VCO} (tab. č. 10). Výsledný výhled je reálný viditelný výhled z vozidla PVC_R při natáčení hlavou, pro další měření se však vychází z normalizovaného PVC_N pole výhledu a to 180° vpřed a 180° vzad. Proto se od předních 180° odečte součet mrtvých úhlů A-sloupků. Výsledná hodnota slouží pro porovnání velikosti výhledových úhlů přímých u měřených vozidel.


Tab. č. 10 – Součet úhlů přímých výhledů

 <p style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">171.27°</p>	Levá strana výhled	Pravá strana výhled	Výhled čelním oknem
	65,54°	32,53°	75,20°
	Výpočet úhlu		
	$PVC_R = \gamma_{LSV} + \gamma_{PSV} + \gamma_{VCO} = 65,54^\circ + 32,53^\circ + 75,20^\circ = \underline{\underline{171,27^\circ}}$ $PVC_N = 180^\circ - PMUC = 180^\circ - 9,10^\circ = \underline{\underline{170,90^\circ}}$		

7.8 LEVÉ ZRCÁTKO VÝHLED

Výpočet úhlu výhledu levým vnějším zpětným zrcátkem γ_{LZV} z vozidla se provádí bez použití koeficientů, jelikož výsledek je nejmenším úhlem jaký je vidět pouze jedním okem. Výsledný úhel, je srovnáván s úhlem uvedeným legislativou $14,036^\circ$ (tab. č. 11).


Tab. č. 11 – Výpočet úhlu výhledu pomocí vnějšího levého zpětného zrcátka

 <p style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">26.80°</p>	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	95	81	43
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{LZV} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{95^2 + 81^2 - 43^2}{2 \times 95 \times 81} = \underline{\underline{26,80^\circ}}$ $26,80^\circ > 14,036^\circ \Rightarrow \text{vyhovuje}$		

7.9 PRAVÉ ZRCÁTKO VÝHLED

Výpočet úhlu výhledu pravým vnějším zpětným zrcátkem γ_{PZV} z vozidla se provádí bez použití koeficientů, jelikož výsledek je nejmenším úhlem jaký je vidět pouze jedním okem. Výsledný úhel, je srovnáván s úhlem uvedeným legislativou $14,036^\circ$ (**tab. č. 12**).


Tab. č. 12 – Výpočet úhlu výhledu pomocí vnějšího pravého zpětného zrcátka

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	82	95	36
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{PZV} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{82^2 + 95^2 - 36^2}{2 \times 82 \times 95} = \underline{\underline{21,93^\circ}}$ $21,93^\circ > 14,036^\circ \Rightarrow \text{vyhovuje}$		

7.10 STŘEDOVÉ ZRCÁTKO VÝHLED

Výpočet úhlu výhledu interiérovým zpětným zrcátkem γ_{SZV} z vozidla se provádí bez použití koeficientů, jelikož výsledek je nejmenším úhlem jaký je vidět pouze jedním okem a v mnoha případech také ovlivněn tvarem zadního okna. Výsledný úhel, je srovnáván s úhlem uvedeným legislativou $18,925^\circ$ (**tab. č. 13**).


Tab. č. 13 – Výpočet úhlu výhledu pomocí interiérového zpětného zrcátka

	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	387	388	148
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{SZV} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{387^2 + 388^2 - 148^2}{2 \times 387 \times 388} = \underline{\underline{22,02^\circ}}$ $22,02^\circ > 18,925^\circ \Rightarrow \text{vyhovuje}$		

7.11 NEPŘÍMÝ VÝHLED CELKEM

Nepřímý výhled celkem NVC je součtem úhlů výhledu pomocí zrcátka levého γ_{LZV} , pravého γ_{PZV} a interiérového středového zrcátka γ_{SZV} (**tab. č. 14**). Výsledná hodnota je minimální úhel nepřímého výhledu, jakého je řidič schopen a slouží pro porovnání velikosti výhledových úhlů nepřímých u měřených vozidel.


Tab. č. 14 – Součet úhlů nepřímých výhledů

 <p>70.74°</p>	Levé zrcátko výhled	Pravé zrcátko výhled	Střed. zrcátko výhled
	26,80°	21,93°	22,02°
	Výpočet úhlu		
	$NVC = \gamma_{LZV} + \gamma_{PZV} + \gamma_{SZV} = 26,80^\circ + 21,93^\circ + 22,02^\circ = \underline{\underline{70,74^\circ}}$		

7.12 ZADNÍ MRTVÝ ÚHEL LEVÝ

Pokud je hodnota výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem větší, než šířka vozidla, jsou výpočty zadních mrtvých úhlů vynechány. V případě šířky vozidla větší nežli rozměru strany SVZ_c výhledu středovým zpětným zrcátkem se zjistí rozměr c zadního mrtvého úhlu levého tak, že se od šířky vozidla odečte strana c výhledu středovým zpětným zrcátkem, a výsledek se vydělí dvěma. Jakmile je rozměr vypočítán, je možné zaměřit všechny tři délky nutné k výpočtu úhlu γ_{ZMUL} (tab. č. 15).


Tab. č. 15 – Výpočet zadního mrtvého úhlu levého

 <p>2.39°</p>	Šířka vozidla v cm		SVZ _c v cm
	181,4		148
	$ZMUL_c = \frac{sv - SVZ_c}{2}$		
	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	391	387	16,7
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{ZMUL} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{391^2 + 387^2 - 16,7^2}{2 \times 391 \times 387} = \underline{\underline{2,39^\circ}}$		

7.13 ZADNÍ MRTVÝ ÚHEL PRAVÝ

Pokud je hodnota výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem větší, než šířka vozidla, jsou výpočty zadních mrtvých úhlů vynechány. V případě šířky vozidla větší nežli rozměru strany SVZ_c výhledu středovým zpětným zrcátkem se zjistí rozměr c zadního mrtvého úhlu pravého tak, že se od šířky vozidla odečte strana c výhledu středovým zpětným zrcátkem, a výsledek se vydělí dvěma. Jakmile je rozměr vypočítán, je možné zaměřit všechny tři délky nutné k výpočtu úhlu γ_{ZMUP} (tab. č. 16).


Tab. č. 16 – Výpočet zadního mrtvého úhlu pravého

	Šířka vozidla v cm		SVZ _c v cm
	181,4		148
	$ZMUP_c = \frac{sv - SVZ_c}{2}$		
	Strana a v cm	Strana b v cm	Strana c v cm
	388	391	16,7
	Výpočet úhlu		
	$\cos \gamma_{ZMUL} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{388^2 + 391^2 - 16,7^2}{2 \times 388 \times 391} = \underline{\underline{2,42^\circ}}$		

7.14 BOČNÍ MRTVÝ ÚHEL LEVÝ

Výpočet bočního úhlu levého γ_{BMUL} se provádí jako poslední, jelikož na jeho velikosti závisí všechny ostatní vypočítané úhly. Od úhlu 270° se odečte součet poloviny hodnoty středové zrcátka výhled γ_{SZV} , levé zrcátko výhled γ_{LZV} , zadní mrtvý úhel levý γ_{ZMUL} a hodnota pole výhledu vpřed 180° (tab. č. 17).


Tab. č. 17 – Výpočet bočního mrtvého úhlu levého

	Střed. zrcátka výhled	Levé zrcátka výhled	Zadní mrtv. úhel levý
	22,02°	26,80°	2,39°
	Výpočet úhlu		
	$\gamma_{BMUL} = 270^\circ - \left(\frac{\gamma_{SZV}}{2} + \gamma_{LZV} + \gamma_{ZMUL} + 180^\circ \right) =$ $= 270^\circ - \left(\frac{22,02^\circ}{2} + 26,80^\circ + 2,39^\circ + 180^\circ \right) = \underline{\underline{49,80^\circ}}$		

7.15 BOČNÍ MRTVÝ ÚHEL PRAVÝ

Výpočet bočního úhlu levého γ_{BMUP} se provádí jako poslední, jelikož na jeho velikosti závisí všechny ostatní vypočítané úhly. Od úhlu 270° se odečte součet poloviny hodnoty středové zrcátka výhled γ_{SZV} , pravé zrcátka výhled γ_{PZV} , zadní mrtvý úhel levý γ_{ZMUP} a hodnota pole výhledu vpřed 180° (tab. č. 18).


Tab. č. 18 – Výpočet bočního mrtvého úhlu pravého

	Střed. zrcátko výhled	Pravé zrcátko výhled	Zadní mrt. úhel pravý
	22,02°	21,93°	2,42°
	Výpočet úhlu		
$\gamma_{BMUP} = 270^\circ - \left(\frac{\gamma_{SZV}}{2} + \gamma_{PZV} + \gamma_{ZMUP} + 180^\circ \right) =$ $= 270^\circ - \left(\frac{22,02^\circ}{2} + 21,93^\circ + 2,42^\circ + 180^\circ \right) = \underline{\underline{54,65^\circ}}$			

7.16 MRTVÉ ÚHLY NEPŘÍMÉ CELKEM

Mrtvé úhly nepřímé celkem $MUNC$ je součtem mrtvých úhlů nepřímých zadních levého γ_{ZMUL} a pravého γ_{ZMUP} a bočních levého γ_{BMUL} a pravého γ_{BMUP} . Výsledná hodnota slouží pro porovnání velikosti mrtvých úhlů nepřímých u měřených vozidel (**tab. č. 19**).


Tab. č. 19 – Součet nepřímých mrtvých úhlů

	ZMUL	ZMUP	BMUL	BMUP
	2,39°	2,42°	49,80°	54,65°
	Výpočet úhlu			
$MUNC = \gamma_{ZMUL} + \gamma_{ZMUP} + \gamma_{BMUL} + \gamma_{BMUP} =$ $= 2,39^\circ + 2,42^\circ + 49,80^\circ + 54,65^\circ = \underline{\underline{109,26^\circ}}$				

7.17 VÝHLEDY CELKEM

Hodnota výhledy reálné celkem VC_R je součtem hodnot přímý výhled reálný celkem PVC_R , nepřímý výhled celkem NVC a představuje hodnotu výhledu, jakého je řidič vozidla schopen při natáčení hlavou. Hodnota výhledy normalizované celkem VC_N je součtem hodnot přímý výhled normalizovaný celkem PVC_N , nepřímý výhled celkem NVC a představuje nejmenší hodnotu výhledu, jakého je řidič vozidla schopen. Výsledné hodnoty slouží pro porovnání velikosti celkových výhledových úhlů u měřených vozidel (**tab. č. 20**).


Tab. č. 20 – Součet všech výhledových úhlů

 <p>241.64°</p>	PVC_R	PVC_N	NVC
	171,27°	170,90°	70,74°
	Výpočet úhlu		
	$VC_R = PVC_R + NVC = 171,27^\circ + 70,74^\circ = \underline{\underline{242,01^\circ}}$ $VC_N = PVC_N + NVC = 170,90^\circ + 70,74^\circ = \underline{\underline{241,64^\circ}}$		

7.18 MRTVÉ ÚHLÝ CELKEM

Hodnota mrtvé úhly celkem MUC je součtem hodnot přední mrtvé úhly celkem $PMUC$, mrtvé úhly nepřímé celkem $MUNC$ a představuje hodnotu velikosti mrtvých úhlů daného vozidla. Výsledná hodnota slouží pro porovnání velikosti mrtvých úhlů u měřených vozidel (tab. č. 21).

Tab. č. 21 – Součet všech mrtvých úhlů

 <p>118.36°</p>	$PMUC$	$MUNC$
	9,10°	109,26°
	Výpočet plochy	
	$MUC = PMUC + MUNC = 9,10^\circ + 109,26^\circ = \underline{\underline{118,36^\circ}}$	

7.19 OVĚŘENÍ SPRÁVNOSTI VÝSLEDKŮ

Výsledných 360° výhledů a mrtvých úhlů z vozidla, je dosaženo vždy součtem hodnot výhledy normalizované celkem VC_N a mrtvé úhly celkem MUC . Hodnota výhledy reálné celkem VC_R uvádí hodnoty měřené z reálných fotek, a do 360° výhledu se neuvádí z důvodu možného zkreslení optikou fotoaparátu. Tento bod je v protokolech měření vynechán, jelikož ověření probíhá v kalkulačce výhledů a mrtvých úhlů vozidla, která je součástí příloh.

7.20 PLOCHA A-SLOUPKU

Výpočet plochy A-sloupku je dodatkové měření, jež slouží pro srovnání s hodnotami předních mrtvých úhlů. Poukazuje na nezávislost šířky A-sloupku vůči šířce viděné ze sedadla řidiče, tedy jakým způsobem je interiérový prostor přímého výhledu ve vozidle uzpůsoben (tab. č. 22).

Tab. č. 22 – Výpočet plochy A-sloupku

	Šířka pohledové strany A-sloupku	Úhel A-sloupku
	10cm	28,4°
	Výpočet úhlu	
	$a = \frac{1j}{\sin \alpha_{As}} = \frac{1}{\sin 28,4^\circ} = 2,10$ $S_i = a \times S_{As} = 2,10 \times 10 = 21,02 \text{ cm}^2$	

8 SROVNÁNÍ A SHRNU TÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ U JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÝCH VOZIDEL

Ke srovnání naměřených hodnot bylo využito šestnáct vozidel, z nichž ke každému je vyhotoven protokol výpočtu výhledu z vozidla, který je součástí příloh. Seznam vozidel je uveden v tabulce níže (**tab. č. 23**).

Tab. č. 23 – Seznam měřených vozidel

Číslo protokolu / Vozidlo	Značka vozidla	Obchodní označení (generace)	Rok výroby
1.	Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	2007
2.	BMW	118d (1G)	2007
3.	Mercedes-Benz	C 220d Estate	2017
4.	Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	2004
5.	Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	2012
6.	Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	2011
7.	Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	2003
8.	Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	2003
9.	Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	2007
10.	Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	2010
11.	Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	2014
12.	Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	2014
13.	Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	2004
14.	Škoda	Yeti 2.0 TDI	2011
15.	Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	2017
16.	VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	2011

Mezi uvedenými protokoly měřených vozidel, je také uveden příklad chybného měření, a to protokol č.13 Škoda Superb (1G) 1.9 TDI. V tomto vozidle bylo nastavení sedadla řidiče nesprávné a dále v práci budou naměřené hodnoty z protokolu vozidla uváděny jako etalon chyby měření.

Každé vozidlo podrobené měření je nutné popsat detailněji, aby bylo objasněno, jakým způsobem bylo k měření připraveno, nebo jaká zpětná zrcátka jsou na vozidle montována (**tab. č. 24**).

Tab. č. 24 – Popis detailů ovlivňujících měření vozidel

Značka vozidla	Obchodní označení (generace)	Popis detailů vozidla ovlivňující měření
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:NE, P:NE
BMW	118d (1G)	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:ANO
Mercedes-Benz	C 220d Estate	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:ANO
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled a hodnotu na metrické pásce ve výšce 130cm, jelikož metrická páska ve výšce 100cm byla zakryta. Asférické zrcátka: L:NE, P:NE
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:NE, P:NE
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné použít hodnotu na metrické pásce ve výšce 130cm, jelikož metrická páska ve výšce 100cm byla zakryta. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
Škoda	Yeti 2.0 TDI	K změření výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné použít hodnotu na metrické pásce ve výšce 130cm, jelikož metrická páska ve výšce 100cm byla zakryta. Asférické zrcátka: L:NE, P:NE

Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	K změřeni výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled a hodnotu na metrické pásce ve výšce 130cm, jelikož metrická páska ve výšce 100cm byla zakryta. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	K změřeni výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem bylo nutné odstranit hlavové opěrky zadních sedadel pro plný výhled. Asférické zrcátka: L:ANO, P:NE

U vozidla Škoda Yeti nebylo nutné odstranit hlavové opěrky, jelikož nebrání ve výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem, ale z důvodu zvýšené podvozkové konstrukce vozidla, bylo nutné pro změřeni výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem využít metrickou měрку za vozidlem ve výšce 130 cm. Podobně tomu bylo u vozidel Toyota Avensis Combi a Škoda Octavia Liftback (3G), kde konstrukčním uzpůsobením zadního okna nebyla vidět metrická měрка za vozidlem ve výšce 100 cm a musela být využita metrická měрка ve výšce 130 cm za vozidlem i přesto že byly odstraněny hlavové opěrky zadních sedadel. U vozidla Škoda Superb, uvedeného jako etalon chyby měření, nebyly hlavové opěrky zadních sedadel odstraněny a překážely ve výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem na metrickou měрку za vozidlem ve výšce 100 cm (viz. příloha fotodokumentace), proto je uvedena využitá metrická měрка ve výšce 130 cm.

U každého vozidla byla změřena pozice sedadla posunutého na zadní doraz.

Tab. č. 25 – Podélný posuv sedadla na zadní doraz

Číslo protokolu	Značka vozidla	Obchodní označení (generace)	Posun sedadla
1.	Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	111cm
2.	BMW	118d (1G)	114cm
3.	Mercedes-Benz	C 220d Estate	115cm
4.	Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	112cm
5.	Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	111cm
6.	Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	111cm
7.	Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	113cm
8.	Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	113cm
9.	Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	114cm
10.	Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	114cm
11.	Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	115cm
12.	Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	115cm
13.	Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	115cm
14.	Škoda	Yeti 2.0 TDI	111cm
15.	Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	115cm
16.	VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	115cm

Jak je z tabulky **tab. č. 25** patrné, tak posuv sedadla byl v rozsahu *111 cm až 115 cm*. Zajímavým zjištěním je, jak automobilka Škoda u modelů Octavia postupně s novými generacemi vozidla prodlužuje dráhu maximálního posuvu sedadla.

8.1 SROVNÁNÍ PŘÍMÉHO VÝHLEDU REÁLNÉHO

Reálné výhledy z vozidel jsou závislé na velikosti oken přímého výhledu z vozidla. Právě proto jsou rozdílné hodnoty ve výhledech větší než u výhledu normalizovaného, který následuje. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 26**).

Tab. č. 26 – Srovnání přímého výhledu reálného

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Přímý výhled R.	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	169,91°	13.
BMW	118d (1G)	164,44°	16.
Mercedes-Benz	C 220d Estate	169,11°	14.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	171,27°	8. –9. –10.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	181,38°	3. –4.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	181,38°	3. –4.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	170,31°	11. –12.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	170,31°	11. –12.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	176,12°	5. –6.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	176,12°	5. –6.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	171,27°	8. –9. –10.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	171,27°	8. –9. –10.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	197,39°	1.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	166,47°	15.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D–4D	182,55°	2.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	172,27°	7.

Nejlepší hodnotou naměřeného reálného výhledu je dle tabulky **tab. č. 26** hodnota výhledu $197,39^\circ$ vozidla Škoda Superb, ale jedná se o chybně změřené vozidlo, ve kterém bylo sedadlo řidiče blíže u volantu a tím byla zkreslena i celková fotodokumentace. Ve výpočtech pak byly A–sloupky příliš široké a výhled do boku levým oknem změřen příliš velký, z důvodu využití širokoúhlé čočky fotoaparátu.

Další vozidla už byla měřena dle výše popsané metodiky, a proto je největší relevantní hodnotou naměřeného reálného výhledu vozidlo Toyota Avensis Combi s výhledem $182,55^\circ$. Všechny hodnoty reálného výhledu z měřených vozidel nad 175° , jsou důkazem dobrého konstrukčního řešení vozidla z hlediska výhledu přímého. Počínaje velkými bočními okny předních dveří, přes umístění sedadla řidiče posunutého co nejvíce dozadu, až po B–sloupek

karoserie, který nepřekáží ve výhledu do stran bočními okny i řidičům vyšších postav. Nejhuře zde vyšla hodnota vozidla BMW 118d $164,44^\circ$, jenž je zapříčiněna malými bočními okny předních dveří a konstrukčním uzpůsobením B-sloupku, který brání v poli výhledu z vozidla do boku při posunutí sedadla co nejvíce dozadu.

8.2 SROVNÁNÍ PŘÍMÉHO VÝHLEDU NORMALIZOVANÉHO

Normalizované výhledy z vozidel jsou závislé na velikosti A-sloupků vozidla. Od normou daného výhledu vpřed 180° je odečítán součet mrtvých úhlů A-sloupků. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 27**).

Tab. č. 27 – Srovnání přímého výhledu normalizovaného

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Přímý výhled N.	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	$170,47^\circ$	8.
BMW	118d (1G)	$172,00^\circ$	1.
Mercedes-Benz	C 220d Estate	$170,02^\circ$	10.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	$169,60^\circ$	13.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	$169,61^\circ$	11. –12.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	$169,61^\circ$	11. –12.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	$170,80^\circ$	5. –6.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	$170,80^\circ$	5. –6.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	$169,39^\circ$	14. –15.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	$169,39^\circ$	14. –15.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	$170,90^\circ$	3. –4.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	$170,90^\circ$	3. –4.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	$169,19^\circ$	16.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	$170,57^\circ$	7.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	$170,10^\circ$	9.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	$171,87^\circ$	2.

Nejlepší hodnotou naměřeného normalizovaného výhledu je dle tabulky **tab. č. 27** hodnota výhledu $172,00^\circ$ vozidla BMW 118d, které v předchozím srovnání výsledků reálných výhledů vyšlo nejhuře. To je dáno rozdílným principem provedení výpočtu u normalizovaného výhledu, ve kterém se počítá s výhledovou plochou 180° a od ní se odečte úhel tvořený mrtvými úhly A-sloupků. U vozidla BMW 118d jsou tedy A-sloupky úzké, a brání ve výhledu minimálně. Naopak u vozidla Škoda Superb se setkáváme s nejhorší hodnotou výhledu normalizovaného $169,19^\circ$, kvůli nesprávnému nastavení sedadla řidiče blíže u volantu. Čočka fotoaparátu byla ve Škodě Superb blíže k levému A-sloupku a na pořízeném snímku A-sloupek tvoří větší zakrytou plochu $6,73^\circ$, což je rozměr větší než udává

předpis EHK. Limitní hodnota mrtvého úhlu tvořeného jedním A–sloupkem dle EHK je při tom jen 6° , a tím udává nejnižší možnou hodnotu normalizovaného výhledu 168° , pokud odečteme oba limitní rozměry A–sloupku od 180° . Všechna relevantně měřená vozidla měla hodnoty normalizovaného výhled do limitu 168° , avšak nejhorší výsledek $169,39^\circ$ byl u dvojice vozidel Škoda Octavia Liftback (2G) a Škoda Octavia Combi (2G) Facelift.

8.3 SROVNÁNÍ PLOCH A–SLOUPKU

Srovnání ploch A–sloupku na straně řidiče je spjato s předchozí kategorií a poukazuje na nezávislost viděné šířky ze sedadla řidiče, vůči ploše, kterou A–sloupek rozměrově zabírá. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 28**).

Tab. č. 28 – Srovnání ploch A–sloupku

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Šířka A–sloupku	Úhel A–sloupku	Plocha A–sloupku	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	10,9 cm	$30,3^\circ$	$21,60\text{cm}^2$	8.
BMW	118d (1G)	10,3 cm	$34,5^\circ$	$18,18\text{cm}^2$	3.
Mercedes–Benz	C 220d Estate	10,66 cm	29°	$21,99\text{cm}^2$	9.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	12,13 cm	$32,6^\circ$	$22,51\text{cm}^2$	10.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	10,24 cm	$34,9^\circ$	$17,90\text{cm}^2$	1–2.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	10,24 cm	$34,9^\circ$	$17,90\text{cm}^2$	1–2.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	11,74 cm	31°	$22,79\text{cm}^2$	11. –12.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	11,74 cm	31°	$22,79\text{cm}^2$	11. –12.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	11,3 cm	$28,5^\circ$	$23,68\text{cm}^2$	14. –15.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	11,3 cm	$28,5^\circ$	$23,68\text{cm}^2$	14. –15.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	10 cm	$28,4^\circ$	$21,02\text{cm}^2$	5. –6.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	10 cm	$28,4^\circ$	$21,02\text{cm}^2$	5. –6.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	11,31 cm	$29,6^\circ$	$22,90\text{cm}^2$	13.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	11,55 cm	$35,8^\circ$	$19,75\text{cm}^2$	4.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D–4D	10,64 cm	$23,7^\circ$	$26,47\text{cm}^2$	16.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	9,77 cm	27°	$21,52\text{cm}^2$	7.

Z uvedenými hodnotami v tabulce **tab. č. 28** jsou srovnány hraniční rozměry šířky A–sloupku pod 11 cm a úhel A–sloupku nad 30° . Tyto rozměry určí mezní hodnotu plochy A–sloupku 22 cm^2 , z které se dále vychází. V předchozí kapitole bylo uvedeno, že všechna relevantně změřená vozidla vyhověla do daného limitu mrtvého úhlu A–sloupku, ale pokud je brána i plocha A–sloupku u řidiče projeví se, jak obtížné pro řidiče může být A–sloupek obhlédnout. Pokud je úhel A–sloupku pod 30° jeho plocha k obhlédnutí je větší a musí být kompenzována menší šířkou než je 11 cm , jako u vozidel Mercedes Benz C Estate, Škoda

Octavia (3G) a VW Passat Variant. Naopak je tomu u vozidla Škoda Yeti, kde je šířka sloupku 11,55 cm kompenzována úhlem A–sloupku 35,8°. Hodnoty ploch A–sloupku do 22 cm² jsou u vozidel do devátého umístění hodnoceny jako lépe obhlédnutelné. Ostatní vozidla umístěná hůře, mají jejich plochu A–sloupku hodnocenou jako hůře obhlédnutelnou. Nejlépe dopadla Škoda Fabia (2G) v obou verzích s hodnotou 17,90cm², jelikož má A–sloupek široký 10,24 cm a úhel A–sloupku 34,9° což má za následek výbornou možnost A–sloupek obhlédnout. Naopak Toyota Avensis Combi má sice šířku sloupku 10,64 cm, ale konstrukcí A–sloupku odpovídající sportovním vozům je dán úhel 23,7° a výsledná hodnota plochy A–sloupku 26,47 cm² představuje nejhůře obhlédnutelný A–sloupek z měřených vozidel.

8.4 POROVNÁNÍ NORMALIZOVANÉHO VÝHLEDU A PLOCH A–SLOUPKU

Porovnání normalizovaného výhledu a ploch A–sloupku, představuje srovnání, jak se liší výhled přes A–sloupky, proti samotné ploše A–sloupkem zabírané. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže. (tab. č. 29).

Tab. č. 29 – Porovnání normalizovaného výhledu a ploch A–sloupku

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Přímý výhled N.	Porovnání	Plocha A– sloupku	Umístění po srovnání
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	8.	=	8.	8.
BMW	118d (1G)	1.	<	3.	1.
Mercedes–Benz	C 220d Estate	10.	>	9.	11.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	13.	>	10.	12.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	11. –12.	>	1–2.	6. –7.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	11. –12.	>	1–2.	6. –7.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	5. –6.	<	11. –12.	9. –10.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	5. –6.	<	11. –12.	9. –10.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	14. –15.	=	14. –15.	14. –15.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	14. –15.	=	14. –15.	14. –15.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	3. –4.	<	5. –6.	2. –3.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	3. –4.	<	5. –6.	2. –3.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	16.	>	13.	16.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	7.	>	4.	5.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D–4D	9.	<	16.	13.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	2.	<	7.	4.

Legenda k tabulce:

- $x = y$ znamená, že x a y reprezentují stejnou hodnotu
- $x < y$ znamená, že hodnota x je menší než y
- $x > y$ znamená, že hodnota x je větší než y

Uvedená tabulka **tab. č. 29** porovnává umístění vozidel v kategoriích, přímý výhled normalizovaný a plocha A–sloupku. Předchozí dosažení hodnot těchto dvou kategorií jsou rozdílná v principu měření i výpočtů. I přes to je ve výsledném umístění zřejmá určitá souvislost výsledků u vozidel, Alfa Romeo 159 Sportwagon, BMW 118d, Škoda Fabia Hatchback (1G), Škoda Octavia (2G) a Škoda Yeti. Všechny těchto šest vozidel má A–sloupky konstrukčně blíže k řidiči, tudíž jejich mrtvý úhel (normalizovaný výhled) je podobný ploše A–sloupku. První umístěné BMW 118d má A–sloupky velmi dobře uzpůsobeno a tím zaručuje nejlepší možné obhlédnutí A–sloupku, které je z hlediska bezpečného řízení velmi důležité. Nejhůře umístěné vozidlo, pomineme-li Škodu Superb, je Škoda Octavia (2G) v obou vyhodnocovaných provedeních. Konstrukce A–sloupku u Octavie (2G) je příliš široká jak v případě výhledu, tak v případě výpočtu jeho plochy, tomu odpovídá stejné umístění v obou kategoriích.

8.5 SROVNÁNÍ NEPŘÍMÉHO VÝHLEDU

Nepřímý výhled je složen ze součtu tří úhlů měřených zpětných zrcátek vozidel. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 30**).

Tab. č. 30 – Srovnání nepřímého výhledu

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Nepřímý výhled	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	76,34°	6. –7.
BMW	118d (1G)	84,14°	1.
Mercedes-Benz	C 220d Estate	73,63°	11.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	74,68°	10.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	80,15°	4.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	79,82°	5.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	76,34°	6. –7.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	73,49°	12.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	70,42°	15.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	75,18°	9.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	73,02°	13.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	70,74°	14.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	83,04°	2.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	67,89°	16.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	80,24°	3.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	76,08°	8.

Největší nepřímý výhled zpětnými zrcátky $84,14^\circ$ je dle tabulky **tab. č. 30** naměřen u vozidla BMW 118d, které je vybaveno vnějšími zrcátky s asférickou částí. Všechna ostatní relevantně měřená vozidla vyšla mezi hodnotami 70° až 80° . Vozidlo Škoda Yeti je hodnoceno nejhůře $67,89^\circ$, protože má konstrukčně menší zadní okno a není vybaveno vnějšími zpětnými zrcátky s asférickou plochou, ale jako jediné z měřených vozidel mělo hlavové opěrky zadních sedadel uzpůsobené tak, aby nepřekážely ve výhledu interiérovým středovým zpětným zrcátkem. Hodnota plochy výhledu je tedy nejmenší ale pocitově má řidič v reálném provozu větší výhled. Hodnota nepřímého výhledu ze Škody Superb je z nevhodné pozice sedadla řidiče blíže k zrcátkům brána jako chybná, jelikož čím blíže k zrcátku fotoaparát je, tím větší plochu v odrazu zabírá.

8.6 SROVNÁNÍ CELKOVÉHO VÝHLEDU REÁLNÉHO

Celkový výhled reálný je součtem hodnot reálného přímého výhledu a nepřímého výhledu. Udává celkový obraz reálného výhledu z každého vozidla podrobeného měření v okruhu 360° kolem daného vozidla. Tabulka srovnání vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 31**).

Tab. č. 31 – Srovnání celkového výhledu reálného

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Celkový výhled R.	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	246,25°	10.
BMW	118d (1G)	248,58°	6.
Mercedes-Benz	C 220d Estate	242,74°	14.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	245,95°	11.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	261,53°	3.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	261,20°	4.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	246,65°	8.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	243,98°	13.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	246,54°	9.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	251,30°	5.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	244,29°	12.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	242,01°	15.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	280,43°	1.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	234,45°	16.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	262,79°	2.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	248,35°	7.

V tabulce **tab. č. 31** celkových výhledů reálných je zřetelné nejlepší a nejhorší umístění relevantně měřených vozidel. Největší rozměr 262,79° naměřený z vozidla Toyota Avensis Combi vychází, z velkých prosklených ploch tohoto vozidla, z konstrukčně řešených A- a B-sloupků co nejdále od řidiče vozidla a dostatečně velkých odrazných ploch všech zpětných zrcátek. Na opačném konci hodnocení umístěná Škoda Yeti s hodnotou 234,45°, ke které přispěla hlavně robustní konstrukce karoserie s menšími prosklenými plochami a odrazné plochy vnějších zpětných zrcátek bez asférické části.

8.7 SROVNÁNÍ CELKOVÉHO VÝHLEDU NORMALIZOVANÉHO

Celkový výhled normalizovaný je součtem normalizovaného přímého výhledu a nepřímého výhledu. Dává v součtu s mrtvými úhly společně celkový obraz výhledů a mrtvých úhlů 360° kolem vozidla. Tabulka srovnání normalizovaného výhledu z vozidel a jejich umístění je přiložena níže (**tab. č. 32**).

Tab. č. 32 – Srovnání celkového výhledu nromalizovaného

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Celkový výhled N.	Umístění
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	246,81°	8.
BMW	118d (1G)	256,14°	1.
Mercedes-Benz	C 220d Estate	243,65°	13.
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	244,28°	11.
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	249,76°	4.
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	249,43°	5.
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	247,14°	7.
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	244,29°	10.
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	239,81°	15.
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	244,57°	9.
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	243,92°	12.
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	241,64°	14.
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	252,23°	2.
Škoda	Yeti 2.0 TDI	238,55°	16.
Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	250,34°	3.
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	247,95°	6.

Jak už naznačují předchozí tabulky hodnot výhledů normalizovaných a nepřímých, kde na prvním místě je vždy BMW 118d, sečtením těchto hodnot je z tohoto vozidla dán celkový výhled normalizovaný $256,14^\circ$. Tato hodnota vychází z malých mrtvých úhlů A-sloupků vozidla a odrazných ploch vnějších zpětných zrcátek s asférickou částí. Znovu se na posledním místě nachází Škoda Yeti i když změřené mrtvé úhly A-sloupků má průměrné, již zmiňovaná oblast výhledu zpětnými zrcátky omezí hodnotu normalizovaného výhledu na $238,55^\circ$.

8.8 POROVNÁNÍ CELKOVÉHO REÁLNÉHO A NORMALIZOVANÉHO VÝHLEDU

Závěrečným srovnáním je porovnání celkových výhledů normalizovaných a reálných, které poukazuje na rozdílné hodnoty měřených vozidel. Tabulka porovnání hodnot vozidel je přiložena níže (**tab. č. 33**).

Tab. č. 33 – Porovnání celkového normalizovaného reálného a normalizovaného výhledu

Značka vozidla	Obchodní označení generace	Celkový výhled R.	Porovnání	Celkový výhled N.	Rozdíl
Alfa Romeo	159 Sportwagon 2.4 JTD	246,25°	<	246,81°	-0,56°
BMW	118d (1G)	248,58°	<	256,14°	-7,56°
Mercedes-Benz	C 220d Estate	242,74°	<	243,65°	-0,91°
Škoda	Fabia Hatchback (1G) 1.2HTP	245,95°	>	244,28°	+1,67°
Škoda	Fabia Hatchback (2G) 1.4 16V	261,53°	>	249,76°	+11,77°
Škoda	Fabia Combi (2G) 1.2 TSI	261,20°	>	249,43°	+11,77°
Škoda	Octavia Liftback (1G) 1.9 TDI	246,65°	<	247,14°	-0,49°
Škoda	Octavia Combi (1G) 1.6	243,98°	<	244,29°	-0,31°
Škoda	Octavia Liftback (2G) 1.9 TDI	246,54°	>	239,81°	+6,73°
Škoda	Octavia Combi (2G) Facelift 1.9 TDI	251,30°	>	244,57°	+6,73°
Škoda	Octavia Liftback (3G) 2.0 TDI	244,29°	>	243,92°	+0,37°
Škoda	Octavia Combi (3G) 2.0 TDI	242,01°	>	241,64°	+0,37°
Škoda	Superb (1G) 1.9 TDI	280,43°	>	252,23°	+28,20°
Škoda	Yeti 2.0 TDI	234,45°	<	238,55°	-4,10°
Toyota	Avensis Combi 2.0 D-4D	262,79°	>	250,34°	+12,45°
VW	Passat Variant (6G) 2.0 TDI	248,35°	>	247,95°	+0,40°

Legenda k tabulce:

- $x = y$ znamená, že x a y reprezentují stejnou hodnotu
- $x < y$ znamená, že hodnota x je menší než y
- $x > y$ znamená, že hodnota x je větší než y

V závěrečné tabulce **tab. č. 33** je uváděn rozdíl hodnot celkového výhledu reálného a normalizovaného u každého z vyhodnocených vozidel. U Škody Superb není hodnota brána jako relevantní. Rozdíl je vždy počítán od celkového výhledu reálného. Výsledky v kladných číslech poukazují na konstrukční uzpůsobení vozidla, z něhož je i na zadním dorazu sedadla řidič schopen vidět v reálných podmínkách více, než uvádí norma. Záporné hodnoty jsou pak důkazem výhledu zmenšeného proti normě, což není špatně, ale pro danou metodu je reálný výhled menší. S největším rozdílem ve prospěch reálného výhledu bylo naměřeno vozidlo Toyota Avensis Combi, ze kterého je proti normalizovanému výhledu o 12,45° lepší výhled. Nejhorší hodnota rozdílu celkového výhledu reálného a normalizovaného vyšla u vozidla BMW 118d, u něhož byl výsledek o 7,56° horší než normalizovaný.

ZÁVĚR

Předložená práce se zabývá vývojem metodiky, pomocí které by bylo možné analyzovat horizontální výhled 360° z vozidla. Práce je obsahem rozsáhlejší, jelikož výhledy vpřed a vzad jsou všude ve zdrojích, ze kterých bylo čerpáno, řešeny zvlášť jako samostatná témata. Po důkladné rešerši, od historie přes současný stav až po budoucí vývoj tématu, následovalo vytvoření metody analýzy výhledu z vozidla. K ověření relevantnosti vytvořené metody bylo podrobena měření 16 vozidel. Z uvedených výsledků je zřejmé, že se metodou docílilo dvou druhů 360° výhledů a mrtvých úhlů, reálného a normalizovaného. Rozdíly mezi těmito výhledy měly ukázat různé rozměry výhledu viděné lidským zrakem ve srovnání se změřenou velikostí úhlů podobnou takové, jenž se inspirovala normou. Odlišné velikosti u vozidla byly vždy na výhledech vpřed, protože se měřilo dvěma způsoby, s tím že výhled vzad byl vždy stejný. Metodou pořizování fotografií, které jsou součástí příloh, ze sedadla řidiče vozidla, jenž bylo přistaveno do laboratoře. Měřeno bylo 12 úhlů, které byly následně graficky vykreslovány na půdorysech vozidel.

Při tvorbě metody bylo využíváno vozidlo Škoda Superb, na němž bylo také pilotní měření plně popsáno. Později však přišlo ještě k úpravě postupu měření a pořizování fotografií. Z tohoto důvodu je protokol č.13 přiložen jako příklad chybného měření. Tento závěr také vyplývá z porovnání výsledků celkového výhledu reálného a normalizovaného, jenž je rozdílný o $28,2^\circ$, proti ostatním diferencím výsledků nepřekračujících 15° .

Změření přímého výhledu probíhalo vypočtením pěti úhlů, z toho dvou mrtvých tvořených každým z A–sloupků a tří výhledových. Byly stanoveny dvě metody výpočtů, jedna zaměřena na reálný výhled, jenž by řidič vozidla byl schopen vidět z vozidla a druhá respektující normu měření výhledu, kde se počítá s přímým výhledem 180° vpřed. Obě metody vychází z počátečních výpočtů jednotlivých mrtvých úhlů A–sloupku, u nichž byl použit ambikulární koeficient redukce šířky A–sloupku, jakého je lidský zrak schopen. Následně byly vypočítány výhledy bočním oknem vozidla levým, pravým a výhled čelním oknem. U výpočtů tří výhledových úhlů byl připočten rozměr, nazván monokulární koeficient, o který lidský zrak vizuálně zúží každý A–sloupek. Dvě metody vypočtení výhledu se projeví až u závěrečných výpočtů přímého výhledu, kde reálná metoda je součtem tří úhlů výhledu a metoda vycházející z normy součtem mrtvých úhlů A–sloupků odečtených od 180° výhledu vpřed. Zajímavým zjištěním bylo že u vozidel BMW 118d,

Mercedes-Benz C 220d Estate, Škoda Yeti 2.0 TDI a VW Passat Variant 2.0 TDI, byl změřen mrtvý úhel vzdálenějšího A-sloupku větší, než-li mrtvý úhel A-sloupku bližšího.

Měření nepřímého výhledu vycházelo z výpočtu sedmi úhlů, z toho čtyř mrtvých a tří výhledových zpětnými zrcátky. I když výhled zpětnými zrcátky při pohledu lidským zrakem bývá reálně větší, výhledové úhly zpětnými zrcátky byly počítány bez využití koeficientu, jenž by přiblížil výsledek k výhledu pomocí dvou očí, jelikož zpětnými zrcátky řidič při řízení vozidla kontroluje situaci kolem vozidla, v některých případech pouze jedním okem. Tímto způsobem bylo dosaženo výsledků výpočtů minimálních výhledů daným zpětným zrcátkem, které byly pak srovnány s minimálním úhlem výhledu zpětným zrcátkem vycházejícím z normy. Následně byly úhly výhledu zpětných zrcátek sečteny pro výsledný nepřímý výhled z měřeného vozidla. Jako další bylo zjištěno, zda měřené vozidlo vytváří zadní mrtvé úhly, jenž bývají způsobovány slepým místem mezi obrazy odrazů jednotlivých zpětných zrcátek, nebo zadními C- a D-sloupky. Základem tohoto výpočtu bylo zjistit, zda rozměr šířky výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem přes zadní okno vozidla, byl větší než samotná šířka vozidla. Podle toho se pak dále ověřilo, jestli bude nutné počítat dva zadní mrtvé úhly, vypočtené z rozdílu šířky vozidla a šířky výhledu středovým interiérovým zpětným zrcátkem přes zadní okno vozidla. Vyskytlo se pět případů vozidel, u nichž zadní dva mrtvé úhly nebylo třeba měřit, z důvodu rozměrů laboratoře. Minimální normou dané rozměry laboratoře měření, šířka 4 m délka 8 m, umožnily určení zadních mrtvých úhlu ve vzdálenostech cca do tří metrů za vozidlem, v závislosti na konstrukci daného vozidla. Od tří a více metrů za vozidlem už bylo možné, při ideálním nastavení zpětných zrcátek, zadní mrtvé úhly eliminovat. Vliv na tyto hodnoty měly faktory jako, délka vozidla a velikost zadního okna. Plocha zakrytí zadními mrtvými úhly byla nejmenším mrtvým úhlem, avšak byla brána jako přechod obrazu odrazu ze středového interiérového zpětného zrcátka v odraz jednoho z vnějších zpětných zrcátek a v reálném provozu by se mohl v těchto úhlech vyskytnout menší účastník dopravy jako motocykl. Posledním z výpočtů nepřímého výhledu byly boční mrtvé úhly, k nimž se přišlo pomocí odečtení součtu všech ostatních úhlů strany vozidla, kde se úhel nachází, od celkového úhlu dané strany vozidla. Tyto úhly byly rozměrově největší.

Ve výše zmiňované práci TCS určené k porovnání výsledků, se vyskytla vozidla Mercedes-Benz třídy C Estate, VW Passat variant a Škoda Octavia 3G combi, v níž v přímém srovnání vyšel lépe Passat, druhý v pořadí Mercedes-Benz a nejhůře Octavia 3G, což odpovídá i výsledkům měření této práce.

Prostor měření byl největším problémem, proto do budoucna by bylo vhodnější využít např. vymezení sloupky s metrickou měrkou na vymezených pásech, tím by se dalo předejít nutnosti prostor laboratoře měření. Všechny nutné pomůcky k provedení měření by se staly přenosnými a samotná metoda by mohla najít využití například u recenzí vozidel automobilovými magazíny apod.

CITOVANÁ LITERATURA

1. *Předpis SAE International J1050 Describing and Measuring the Drivers Field of View.* **PLATZER, George.** 2009.
2. **VLK, František.** *Karosérie motorových vozidel.* 1. vydání. Brno : VLK, 2000. stránky 63-70. ISBN 80-238-5277-9.
3. **BHISE, Vivek D.** *Ergonomics in the Automotive Design Process.* 1. vydání. Boca Raton : CRC Press, 2011. stránky 105-117. 9781439842119.
4. **BESIP.** *Besip. Správná pozice za volantem.* [Online] Besip, 2012. [Citace: 18. Leden 2018.] <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/spravna-pozice-za-volantem-a-jeho-drzeni>.
5. **ASMUNDO, Juan Jose.** How to Adjust Seating to the Proper Position While Driving. *wikiHow.* [Online] Mediawiki, 20. prosinec 2015. [Citace: 3. září 2017.] <https://www.wikihow.com/Adjust-Seating-to-the-Proper-Position-While-Driving>.
6. **BREUKEL, Stef.** Turn your head to reduces blind spot. *Commons wikimedia.* [Online] World arm lamp, 1. duben 2008. [Citace: 24. červen 2017.] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turn_your_head_to_reduces_blind_spot.PNG.
7. **PROKOPEC, Petr.** Jaguar Land Rover ukázal „průhledné“ sloupky, říká jim Virtual Urban Windscreen. *Autoforum.* [Online] MotorCom s.r.o., 15. prosinec 2014. [Citace: 8. červenec 2017.] <http://www.autoforum.cz/predstaveni/jaguar-land-rover-ukazal-pruhledne-sloupky-rika-jim-virtual-urban-windscreen>.
8. **KRAUSSS David A., OLSON Paul L.** *Forensic Aspects of Driver Perception and Response.* 4. vydání. Los Angeles : Lawyers & Judges Pub, 2015. stránky 93-108. 978-1-936360-33-8.
9. **PATIL, Ankit.** What is the major difference between sedan and coupe? *Quora.* [Online] Quora, Inc., Attn: Privacy, 10. květen 2017. [Citace: 12. srpen 2017.] <https://www.quora.com/What-is-the-major-difference-between-sedan-and-coupe>.
10. **MARTIN, Colin.** A-Pillar Re-Design. *behance.net.* [Online] Adobe Systems Incorporated, 16. srpen 2012. [Citace: 3. červen 2017.] <https://www.behance.net/gallery/4843013/A-Pillar-Re-Design>.
11. **SCHARFF, Robert.** *Complete Automotive Estimating.* Albany, N.Y : Delmar Publishers,, 1990. 9780827335868.
12. **ALFRED Thomas, JUND Michael.** *Collision Repair and Refinishing: A Foundation Course for Technicians.* Clifton park , NY, USA : Cengage Learning, 2013. 9781285687032.
13. **NetCarShow.** *NetCarShow. NetCarShow.* [Online] NetCarShow, 2005-2018. [Citace: 2017. ledna 1.] <https://www.netcarshow.com/>.
14. **STATHAM, Steve.** *Camaro.* St. Paul, Minesota, USA : MotorBooks International, 1998. 9781610608381.
15. **BRADÁČ, Albert a kolektiv.** *Soudní Inženýrství.* Brno : CERM s.r.o., 1999. 80-7204-133-9.
16. National Regulations concerning Driver's field of vision of immediate frontward. *The United Nations Economic Commission for Europe.* [Online] 9. květen 2003. [Citace: 28.

červen 2017.] <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2003/wp29grsg/TRANS-WP29-GRSG-84-inf16e.pdf>.

17. **dopravy, Ministerstvo.** Vyhláška č. 341/2014 Sb. *Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.* 2014.

18. **HAMZA, Jan.** Volvo SCC – futuristická studie automobilu budoucnosti z roku 2001. *Autoperiskop.* [Online] Svět v bezpečí s.r.o., 10. březen 2005. [Citace: 23. únor 2017.] <http://autoperiskop.cz/volvo-scc-futuristicka-studie-automobilu-budoucnosti-z-roku-2001/>.

19. **BIRCH, Stuart.** Autoliv's expandable A-pillar aids visibility, safety. *SAE International.* [Online] SAE International, 19. červen 2011. [Citace: 9. srpen 2017.] <http://articles.sae.org/9946/>.

20. **DEBASISH Banerjee, IIZUKA Hideo.** *APPARATUSES AND METHODS FOR MAKING AN OBJECT APPEAR TRANSPARENT.* US20170227781A1 USA, 10. srpen 2017. zařízení. dostupné z: <http://www.freepatentsonline.com/20170227781.pdf>.

21. **MANDYS, Ing. Tomáš.** *Metodika Analýza oblasti zakrytého výhledu v zorném poli řidiče osobního vozidla při pohledu vnějšími zpětnými zrcátky.* Brno : VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ, 2015.

22. **REICHL Jaroslav, VŠETEČKA Martin.** Zobrazení rovinným zrcadlem. *Encyklopedie fyziky.* [Online] WebArchiv.cz, 19. listopad 2011. [Citace: 19. srpen 2017.] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/473-zobrazeni-rovinnym-zrcadlem>.

23. —. Zobrazení kulovým zrcadlem. *Encyklopedie fyziky.* [Online] WebArchiv.cz, 19. listopad 2011. [Citace: 18. srpen 2017.] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/475-zobrazeni-kulovym-zrcadlem>.

24. *Školská fyzika, Asférické zrcadlo.* **PROKŠOVÁ, Jitka.** 4, Plzeň : Pedagogická fakulta ZČU Plzeň, 2005. 2336-2774.

25. **MATHER, Victor.** How the First Rearview Mirror Won the First Indy 500. *The New York Times, AUTO RACING.* [Online] The New York Times Company, 16. květen 2016. [Citace: 5. leden 2017.] <https://www.nytimes.com/2016/05/17/sports/autoracing/at-indianapolis-500-innovation-began-with-a-look-back.html>.

26. **BERGER, Elmer.** *Despositif de miroir avertisseur pour automobiles.* FR 369252 A Francie, 8. 1 1907. Zařízení. dostupné z: <https://bases-brevets.inpi.fr/fr/document/FR369252/publications.html?p=5&s=1443281973332&cHash=dc4817820f158958f933367467f1caa5>.

27. **BACH, Mark.** The History and Future of Automotive Side View Mirrors. *eBay Motors Blog.* [Online] eBay Headquarters, 13. září 2016. [Citace: 7. květen 2017.] <http://www.ebay.com/motors/blog/automotive-side-view-mirrors/>.

28. **MACEK, Jan.** Z KABELEK AŽ NA ČELNÍ SKLO. *Výzkum Vývoj Automotive.* [Online] Boomerang Publishing, 14. duben 2015. [Citace: 29. duben 2017.] <http://www.vvautomotive.cz/z-kabelek-az-na-celni-sklo/>.

29. **CUTCLIFFE, K.** How does a car's rearview mirror work when it's flipped upward in the glare-resistant setting? *Prince Edward Island.* [Online] Government of Prince Edward Island, říjen 2002. [Citace: 5. červenec 2017.] http://www.edu.pe.ca/gray/class_pages/krcutcliffe/physics521/17reflection/articles/rearview.htm.

30. **APPEL, Tom.** Auto Dimming Rearview Mirror. *The Daily Drive*. [Online] Publications International, Ltd, 12. únor 2012. [Citace: 16. srpen 2017.] <http://blog.consumerguide.com/wp-content/uploads/sites/2/2012/12/auto-dimming-rearview-mirror1.jpg>.
31. **publishers, Burco.** SideView Mirror Solutions. *Burco*. [Online] Burco, Inc., září 2015. [Citace: 7. listopad 2017.] <http://burcoinc.com/side-view-mirror-solutions/>.
32. **Volkswagen/Audi.** European Blind Spot (Aspherical) Mirror Set for MK7. *Deutsche Auto Parts*. [Online] Deutsche Auto Parts, 17. listopad 2014. [Citace: 6. říjen 2017.] https://www.shopdap.com/pub/media/catalog/product/cache/image/800x1000/e9c3970ab036de70892d86c6d221abfe/s/i/side_by_side_mk7_mirrors.jpg.
33. **DRAGOS, Jimmy.** Auto-Dimming side mirrors Audi A4 B7. *Youtube*. [Online] YouTube, LLC, 11. srpna 2015. [Citace: 22. června 2017.] <https://www.youtube.com/watch?v=fbpb9AsGmo4>.
34. **BUREŠ, David.** Jednoduchá finta na mrtvý úhel! Jak si správně nastavit zrcátka? *AUTO.CZ*. [Online] CZECH NEWS CENTER a.s., 18. říjen 2016. [Citace: 15. únor 2017.] <http://www.auto.cz/jednoducha-finta-mrtvy-uhel-jak-spravne-nastavit-zrcatka-99376>. ISSN 1213-8991.
35. **MAGLIOZZI, Tom a Ray.** A Great New Way to Set Your Side Mirrors. *Car Talk*. [Online] Tappet Brothers LLC, 20. duben 2007. [Citace: 9. červen 2017.] <https://www.cartalk.com/sites/default/files/features/mirrors/CarTalkMirrors.pdf>.
36. **MASTINE-FROST, Justin.** BEST BLIND-SPOT MIRRORS TO AVOID DRIVING COLLISIONS. *Best Products*. [Online] Hearst Communications, Inc., 13. duben 2016. [Citace: 17. srpen 2017.] <http://www.bestproducts.com/cars/auto-accessories/g690/blind-spot-mirrors-for-your-car/>.
37. **HOCHEOL Lee, DOHYUN Kim, a SUNG Yi.** No more blind spots: Researchers design new rearview mirror. *PHYS.ORG*. [Online] Optical Society of America, 28. leden 2013. [Citace: 26. červenec 2017.] <https://phys.org/news/2013-01-rearview-mirror.html>.
38. **GOODWIN, Antuan.** Nissan wants to improve the rearview mirror with cameras. *ROAD SHOW, CNET*. [Online] CBS Interactive Inc., 3. březen 2014. [Citace: 14. srpen 2017.] <https://www.cnet.com/roadshow/news/nissan-wants-to-improve-the-rearview-mirror-with-cameras/>.
39. **Club, New England Mazda Auto.** BLIND SPOT MONITORING (BSM) SYSTEM. *NEMAC New England Mazda Auto Club*. [Online] Mazda North American Operations, U.S.A., 2012. [Citace: 20. říjen 2017.] <http://nema.club/2014wsm/service%20highlights/books/n6w09/html/id092200027400.html>.
40. **PINGSHAN, Li.** 360 Degree Surround View Car Camera System for universal car. *Alibaba*. [Online] Guangzhou Kingtop Electronic Technology Co., Ltd., 11. září 2017. [Citace: 5. říjen 2017.] https://www.alibaba.com/product-detail/360-Degree-Surround-View-Car-Camera_60272228629.html.
41. **WILTSHIRE, Tom.** Is the end near for car mirrors? *Auto Express*. [Online] Dennis Publishing Ltd, 9. srpen 2016. [Citace: 6. listopad 2017.] <http://www.autoexpress.co.uk/car-news/96631/is-the-end-near-for-car-mirrors>.
42. **CUNNINGHAM, Wayne.** BMW ditches mirrors for a safer side-view camera system. *CNET*. [Online] CBS INTERACTIVE INC., 5. leden 2016. [Citace: 9. březen 2017.] <https://www.cnet.com/news/after-ces-2018-how-close-are-we-to-the-jetsons/>.

43. Směrnice rady č. 77/649/EHS, o sblížení právních předpisů členských států týkajících se pole výhledu řidičů motorových.
44. Mezinárodní standard ISO 4513, 2010, Road vehicles — Visibility — Method for establishment of eyellipses for driver's eye location.
45. Předpis EHK č.125 O PŘIJETÍ JEDNOTNÝCH TECHNICKÝCH PRAVIDEL PRO KOLOVÁ VOZIDLA, ZAŘÍZENÍ A ČÁSTI, KTERÉ SE MOHOU MONTOVAT A/NEBO UŽÍVAT NA KOLOVÝCH VOZIDLECH A O PODMÍNKÁCH PRO VZÁJEMNÉ UZNÁVÁNÍ SCHVÁLENÍ, UDĚLENÝCH NA ZÁKLADĚ TĚCHTO PRAVIDEL.
46. Věstník Dopravy Vydán Ministerstvem Dopravy, Instrukce pro STK č.3/2010, Změna Kontrolního Úkonu č.520 - Zpětná Zrcátka.
47. **TCS, Touring Club Suisse.** Visibilité circulaire des espaces proches dans des voitures récentes. *Touring Club Suisse TCS*. [Online] Touring Club Suisse TCS, 13. září 2017. [Citace: 2. říjen 2017.] https://www.tcs.ch/fr/tests-conseils/tests/voitures-crash-tests/visibilite-circulaire.php#anchor_96a7328f_Accordion-Petites-voitures.
48. **ŠAFÁŘOVÁ, Lucie.** Lepší výhled z SUV je pověra, potvrdil test. *AUTO.IDNES.CZ*. [Online] MAFRA, a. s., 25. září 2017. [Citace: 30. září 2017.] <https://auto.idnes.cz/specialni-priloha.aspx?y=automoto/hodnoceni-vyhledu-z-vozu.htm>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Výhled z vozidla znázorňuje řízené vozidlo Ř, vozidla L1 a L2 zobrazená v poli levého vnějšího zpětného zrcátka PLZ, vozidlo S zobrazené v poli interiérového středového zpětného zrcátka a vozidla R1 a R2 zobrazená v poli pravého vnějšího zpětného zrcátka PPZ. (3)	14
Obr. č. 2 – Pozice očí ve vozidle (5)	15
Obr. č. 3 – Rozsah možných úhlů očí (1) (úprava autor)	16
Obr. č. 4 – Rozdíl vzdálenosti očí mezi přímým pohledem a pohledem s natočenou hlavou (6)	17
Obr. č. 5 – Rozsah možných úhlů očí s možným natáčením hlavy (1) (úprava autor)	17
Obr. č. 6 – Pole výhledů očí (1) (úprava autor)	18
Obr. č. 7 – Označení střešních sloupků vozidla (9)	19
Obr. č. 8 – Procentuální výhled z vozidla Opel Astra hatchback (2)	20
Obr. č. 9 – Zakrytý výhled A–sloupkem (10)	20
Obr. č. 10 – Vzdálenější pohled na zakrývanou plochu A–sloupkem (autor)	22
Obr. č. 11 – Bližší pohled na zakrývanou plochu A–sloupkem (autor)	22
Obr. č. 12 – Rozdíl šířky A–sloupků vozidel různých generací (10)	23
Obr. č. 13 – Ford Thunderbird r.v.1957 (13)	23
Obr. č. 14 – Saab 900 Turbo (13)	23
Obr. č. 15 – Chevrolet Camaro r.v. 1993 (13)	24
Obr. č. 16 – BMW řady 3 typ E30 (13)	24
Obr. č. 17 – BMW řady 3 typ F30 (13)	24
Obr. č. 18 – Rozdělený A–sloupek Citroenu C4 Picasso (13)	25
Obr. č. 19 – Rozdělený A–sloupek Fiatu 500L (13)	25
Obr. č. 20 – Pozice bránící konstrukce zrcátka ve vozidle Volvo S80 (13)	25
Obr. č. 21 – Pozice bezpečnější posunuté pozice zrcátka ve vozidle Volvo S90 (13)	25
Obr. č. 22 – Rozdíly šířek A–sloupku v závislosti na výšce očí ve vozidle Mazda CX–7 (13) (úprava autor)	26
Obr. č. 23 – Předměty bránící výhledu v interiéru vozidla (autor)	27
Obr. č. 24 – Rozdílné velikosti mrtvého úhlu v závislosti na vzdálenosti vozidla (8)	28
Obr. č. 25 – Pole viděná vždy pouze jedním okem u různých vzdáleností zastíněného vozidla A–sloupkem (8)	29
Obr. č. 26 – Rozdílný mrtvý úhel A–sloupku jedoucího vozidla v závislosti na vozidle přijíždějícím na křižovatce zleva (úprava autor) (8)	30
Obr. č. 27 – Rozdílný mrtvý úhel A–sloupků vzhledem k chodci a automobilu. (3) ..	31
Obr. č. 28 – Možné seřizení řídicích prvků pro ideální výhled z vozidla Volvo SCC (13)	32

Obr. č. 29 – Průhledný A–sloupek vozidla Volvo SCC (13).....	32
Obr. č. 30 – Průhledný A–sloupek vozidla Kia Stinger GT4 (13)	33
Obr. č. 31 – Rozdělení A–sloupku na dva s průhledovou plochou (10).....	34
Obr. č. 32 – Detail konstrukce tvaru–U (10)	34
Obr. č. 33 – Konstrukce připevněná k platformě vozidla (10)	34
Obr. č. 34 – Běžná velikost A–sloupku (19)	35
Obr. č. 35 – Rozšířený A–sloupek (19)	35
Obr. č. 36 – Patentový nákres průhlednosti A–sloupku automobilky Toyota (20)	35
Obr. č. 37 – Průhledové sloupky vozidla Jaguar (7).....	36
Obr. č. 38 – Vlastnosti rovinného zrcadla (22).....	38
Obr. č. 39 – Vlastnosti kulového zrcadla (23)	39
Obr. č. 40 – První zaznamenané zpětné zrcátko na vozidle (25).....	40
Obr. č. 41 – Konstrukce vnějšího zpětného zrcátka na blatníku u historického vozidla (27)	41
Obr. č. 42 – Prizmatické zrcátko ve dne (29) (úprava autor)	42
Obr. č. 43 – Prizmatické zrcátko v noci (29) (úprava autor)	42
Obr. č. 44 – Rozdíl běžného a automaticky zaclonitelného zpětného zrcátka (30).....	42
Obr. č. 45 – Konvexní (vypuklé) zpětné zrcátko (31)	43
Obr. č. 46 – Asférické zpětné zrcátko (31)	43
Obr. č. 47 – Zakřivení asférické plochy zrcátka vůči rovině (autor).....	44
Obr. č. 48 – Rovinné zpětné zrcátko (32)	44
Obr. č. 49 – Asférické zpětné zrcátko (32)	44
Obr. č. 50 – Zrcátko vybavené automatickým zacloňováním před aktivací (33).....	45
Obr. č. 51 – Zrcátko vybavené automatickým zacloňováním aktivované (33).....	45
Obr. č. 52 – Nastavení levého zpětného zrcátka (34)	46
Obr. č. 53 – Nastavení pravého zpětného zrcátka (34).....	46
Obr. č. 54 – Nastavení interiérového zpětného zrcátka (34)	46
Obr. č. 55 – Výsledná viditelnost ve zpětných zrcátkách (35)	46
Obr. č. 56 – Panoramatické interiérové zpětné zrcátko (autor)	47
Obr. č. 57 – Dodatečné panoramatické interiérové zpětné zrcátko (autor)	48
Obr. č. 58 – Doplněk k interiérovému zpětnému zrcátku na hlídání mrtvých úhlů (36)	48
Obr. č. 59 – Sekundární zpětná zrcátka (21).....	48
Obr. č. 60 – Srovnání běžně používaného vnějšího zpětného zrcátka a nově vyvinutého s odraznou plochou 45° (37).....	49

Obr. č. 61 – Srovnání běžného interiérového zpětného zrcátka a chytrého zpětného zrcátka (38)	50
Obr. č. 62 – Systém monitoringu mrtvých úhlů BLIS/BSM (39) (úprava autor)	51
Obr. č. 63 – Radarový systém monitoringu mrtvých úhlů (21)	51
Obr. č. 64 – Zobrazení 360° kamerovým systémem kolem vozidla (40)	52
Obr. č. 65 – Display namísto zrcátka v BMW i8 Mirrorless (42).....	53
Obr. č. 66 – Trojrozměrný vztažný systém se třemi pravouhlymi rovinami pro měření výhledů vozidla (43)	54
Obr. č. 67 – Trojrozměrná figurína používaná k měření výhledů z vozidla (43).....	55
Obr. č. 68 – Prostorový elipsoid s vyznačením 95% poloh očí a zbylých 5% nestandardních, používaných ke konstrukci vozidla (2).....	56
Obr. č. 69 – Starý design prostorových elipsoidů s vyosením (44)	56
Obr. č. 70 – Nový design prostorových elipsoidů bez vyosení (44)	56
Obr. č. 71 – Srovnání starého a nového typu designu elipsy pozice očí (44)	57
Obr. č. 72 – Rozměrové znázornění elipsoidů pozice očí dle normalizačního měření (44).....	58
Obr. č. 73 – Schéma pole měření přímého výhledu dle SAE J1050 (1)	59
Obr. č. 74 – Schéma pole měření přímého výhledu dle SAE J1050 s vyobrazením pozice elipsoidů pozice očí (1).....	59
Obr. č. 75 – Schéma pole měření nepřímého výhledu dle SAE J1050 (1)	59
Obr. č. 76 – Schéma pole měření nepřímého výhledu dle SAE J1050 s vyobrazením pozice elipsoidů pozice očí (1).....	59
Obr. č. 77 – Schéma pozice bodů měření přímého výhledu z vozidla dle předpisu EHK č.125 (45)	60
Obr. č. 78 – Schéma měření zakrytých úhlů přímého výhledu z vozidla podle stanovených měřících bodů dle předpisu EHK č.125 (45)	61
Obr. č. 79 – Schéma úhlu vnitřního zpětného zrcátka (46).....	63
Obr. č. 80 – Schéma úhlu vnějších zpětných zrcátek (46).....	64
Obr. č. 81 – Pohled na A–sloupek levým okem (3)	65
Obr. č. 82 – Pohled na A–sloupek pravým okem (3).....	65
Obr. č. 83 – Překryté obrazy levého a pravého oka (3).....	66
Obr. č. 84 – Obraz před zpracováním mozkiem (3).....	66
Obr. č. 85 – A–sloupek (případně i část zpětného zrcátka) užší po zpracování obrazové informace mozkiem (3)	67
Obr. č. 86 – Reálná velikost obrazu ve zpětném zrcátku (3)	67
Obr. č. 87 – Schéma principu měření výhledu dle TCS (48).....	68
Obr. č. 88 – Připravený prostor laboratoře měření (autor).....	69

Obr. č. 89 – Připravený prostor laboratoře měření s pozicí vozidla dle najížděcího pásu a pásu pozice zrcátek (autor)	69
Obr. č. 90 – Rozměry rozmístění pásů pro pozici vozidla v laboratoři měření v mm (autor)	70
Obr. č. 91 – Metrická lepící páska (autor)	71
Obr. č. 92 – Schéma měřky metrické lepící pásky (autor)	71
Obr. č. 93 – Reálná fotografie vozidla v prostoru měřící laboratoře (autor)	71
Obr. č. 94 – Posuvné měřítko (autor)	71
Obr. č. 95 – Digitální úhломěr (autor)	72
Obr. č. 96 – Měřicí pásmo (autor)	72
Obr. č. 97 – Kolmý příložník s metrickou měrkou (autor)	72
Obr. č. 98 – Způsob přenášení naměřené délky na vodorovnou rovinu (autor)	73
Obr. č. 99 – Měrka (bublinka) vodováhy vyznačující kolmost k podložce (autor)	73
Obr. č. 100 – Kamera GoPro (autor)	73
Obr. č. 101 – Nastavení sedadla k provedení měření (21) (úprava autor)	74
Obr. č. 102 – Schéma měřených výhledů z vozidla (autor)	75
Obr. č. 103 – Fotografie použitá k měření přímého výhledu (autor)	77
Obr. č. 104 – Princip pořizování fotografie z vozidla (autor)	77
Obr. č. 105 – Metrická měrka ve zpětném zrcátku zobrazující zabíraný rozměr 167cm z metrické pásky za vozidlem (autor)	78
Obr. č. 106 – Fotografie levé měřené strany výhledu (autor)	78
Obr. č. 107 – Fotografie pravé měřené strany výhledu (autor)	78
Obr. č. 108 – Způsob měření vnějších zpětných zrcátek (autor)	79
Obr. č. 109 – Detail měřky ve vnějším zpětném zrcátku zobrazující 43cm (autor)	79
Obr. č. 110 – Schéma měřených údajů potřebných k výpočtu plochy stínícího A–sloupku (autor)	79
Obr. č. 111 – Schéma principu postupných výpočtů výhledů z vozidla (autor)	81
Obr. č. 112 – Schéma výhledu z měřeného vozidla Škoda Octavia Combi (3G)	82

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Velikost zakrytí vozidla v mrtvém úhlu, závislá na rychlosti a času (8) ...	32
Tab. č. 2 – Výsledky testu TCS (48)	68
Tab. č. 3 – Měřené úhly.....	75
Tab. č. 4 – Výpočet přímého mrtvého úhlu levého	83
Tab. č. 5 – Výpočet přímého mrtvého úhlu pravého.....	83
Tab. č. 6 – Součet přímých mrtvých úhlů	84
Tab. č. 7–Výpočet úhlu výhledu na levou stranu	84
Tab. č. 8 – Výpočet úhlu výhledu na pravou stranu.....	85
Tab. č. 9 – Výpočet úhlu výhledu čelním oknem.....	85
Tab. č. 10 – Součet úhlů přímých výhledů.....	86
Tab. č. 11 – Výpočet úhlu výhledu pomocí vnějšího levého zpětného zrcátka	86
Tab. č. 12 – Výpočet úhlu výhledu pomocí vnějšího pravého zpětného zrcátka	87
Tab. č. 13 – Výpočet úhlu výhledu pomocí interiérového zpětného zrcátka	87
Tab. č. 14 – Součet úhlů nepřímých výhledů.....	88
Tab. č. 15 – Výpočet zadního mrtvého úhlu levého.....	88
Tab. č. 16 – Výpočet zadního mrtvého úhlu pravého	89
Tab. č. 17 – Výpočet bočního mrtvého úhlu levého	89
Tab. č. 18 – Výpočet bočního mrtvého úhlu pravého	90
Tab. č. 19 – Součet nepřímých mrtvých úhlů	90
Tab. č. 20 – Součet všech výhledových úhlů	91
Tab. č. 21 – Součet všech mrtvých úhlů	91
Tab. č. 22 – Výpočet plochy A–sloupku	92
Tab. č. 23 – Seznam měřených vozidel.....	93
Tab. č. 24 – Popis detailů ovlivňujících měření vozidel	94
Tab. č. 25 – Podélný posuv sedadla na zadní doraz.....	95
Tab. č. 26 – Srovnání přímého výhledu reálného	96
Tab. č. 27 – Srovnání přímého výhledu normalizovaného	97
Tab. č. 28 – Srovnání ploch A–sloupku	98
Tab. č. 29 – Porovnání normalizovaného výhledu a ploch A–sloupku.....	99
Tab. č. 30 – Srovnání nepřímého výhledu	101
Tab. č. 31 – Srovnání celkového výhledu reálného	102
Tab. č. 32 – Srovnání celkového výhledu normalizovaného	103
Tab. č. 33 – Porovnání celkového normalizovaného reálného a normalizovaného výhledu.....	104

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.....DVD obsahující
fotodokumentaci, protokoly a kalkulačky výhledů jednotlivých měřených vozidel