

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

## OSVĚTLOVACÍ TECHNIKA MODERNÍCH VOZIDEL A MĚŘENÍ DOHLEDNOSTI NA DOSVIT HLAVNÍCH SVĚTLOMETŮ

THE LIGHTING EQUIPMENT USED IN MODERN VEHICLES AND THE MEASUREMENT OF THE  
RANGE OF VISIBILITY OF THE MAIN HEADLIGHTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MICHAL MARTÍNEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ VÉMOLA, Ph.D.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství  
Akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

student(ka): Bc. Michal Martínek

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

**Osvětlovací technika moderních vozidel a měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů**

v anglickém jazyce:

**The Lighting Equipment Used in Modern Vehicles and the Measurement of the Range of Visibility of the Main Headlights**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat osvětlovací technikou moderních vozidel a měřením dohlednosti na dosvit hlavních světlometů vozidel za snížené viditelnosti.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce bude, po důkladné analýze současné moderní osvětlovací techniky motorových vozidel, provést měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů vozidel.

Seznam odborné literatury:

BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství, CERM s.r.o., Brno, 1999.

BRADÁČ, A. a kol.: Analýza silničních nehod – příručka znalce II., Dům techniky ČSVTS, Ostrava, 1985.

VLK, F.: Elektrická zařízení motorových vozidel, nakladatelství a vydavatelství prof. Ing. František Vlk, DrSc. Brno, 2005.

BRADÁČ, A.; KREJČÍR, P.; GLIER, L.: Znalecký standard č. II. Vybrané metody zajišťování podkladu pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod, Brno, Nakladatelství VUT, 1990, 110.

KROPÁČ, F.: Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla za snížené viditelnosti, Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství, Brno, 2002.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 30.11.2010

L.S.

---

prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.  
Ředitel vysokoškolského ústavu

## ***Abstrakt***

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku vlivu moderních konstrukcí osvětlovací techniky vozidel na vzdálenosti dohledu a vzdálenosti dosvitu za snížené viditelnosti. V první části diplomové práce je uvedena podrobná analýza problematiky současné situace, včetně komplexního popisu zdrojů světelného záření, konstrukcí světlometů a popisu systémů používaných u moderních technologií osvětlení vozidel. Druhá část této diplomové práce je zaměřena na vědní problematiku metod zjištění vzdálenosti dohledu a dosvitu hlavních světlometů. Dále se tato část zabývá aplikací získaných metod na zjištění vzdáleností dosvitů a vzdáleností dohledů vozidel vybavených moderní konstrukcí světlometů se zdrojem světla tvořeným xenonovou výbojkou, porovnání s vozidlem s moderním světlometem vybaveným halogenovou žárovkou a vozidlem vybaveným konstrukčně starším halogenovým světlometem.

## ***Abstract***

This minister's thesis is about modern lighting of vehicles, the visual range and afterglow in poor visibility. The first part of the thesis provides a detailed analysis of the current situation and problems, including a comprehensive description of the sources of light radiation, lamps, structures, and describe the systems used in modern lighting technology of vehicles. In the second part of the thesis there are the scientific methods to determine the issue of visual range and afterglow of the headlights. The second part is about the application of acquired techniques to detect an afterglow and the visual range of vehicles with modern headlights with a light source with xenon lamp, compared with a vehicle with a halogen lamp and a vehicle with an older halogen headlight.

***Klíčová slova***

Světlomet, zdroj světla, intenzita osvětlení, kontrast, dosvit, dohlednost.

***Keywords***

Headlight, light source, light intensity, contrast, afterglow, visual range.

***Bibliografická citace***

MARTÍNEK, M. *Osvětlovací technika moderních vozidel a měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011. 126 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

### ***Prohlášení***

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma Osvětlovací technika moderních vozidel a měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne .....

.....

Podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Doc. Ing. Alešovi Vémolovi, PhD. za poskytnutí materiálů, konzultace a vyhrazený čas. Dále Ing. Albertovi Bradáčovi, PhD. za poskytnutí měřicí techniky. V neposlední řadě také figurantům a asistentům, kteří byli ochotni si vyhradit dostatek času a poskytnout vozidla pro měření.



## OBSAH

1 Úvod .....	11
1.1 Světlo – Základní pojmy .....	11
1.1.1 Podstata světla .....	12
1.1.2 Zákony geometrické optiky .....	14
1.1.3 Základní veličiny .....	15
2 Současný stav řešené problematiky .....	19
3 Vymezení cílů .....	23
4 Řešení cílů diplomové práce .....	25
4.1 Výklad pojmů .....	26
4.2 Zdroje světla .....	30
4.2.1 Běžné žárovky .....	30
4.2.2 Halogenové žárovky .....	31
4.2.3 Speciální upravené halogenové žárovky .....	32
4.2.4 Výbojky .....	36
4.2.5 Světlo emitující diody .....	38
4.3 Osvětlovací zařízení motorových vozidel .....	40
4.3.1 Konstrukce světlometů .....	41
4.4 Moderní konstrukce světlometů .....	43
4.5 Moderní systémy předního osvětlení automobilů .....	46
4.6 Metodiky měření vzdálenosti dohledu na dosvit hlavních světlometů .....	49
4.6.1 Dosvit hlavních světlometů .....	50
4.7 Aplikace metod měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů .....	59
5 Závěr .....	101
5.1 Návrh dalšího řešení .....	101
6 Použitá literatura .....	103
Seznam tabulek .....	105

Seznam symbolů a zkratk .....	109
Seznam příloh .....	111
Přílohy diplomové práce .....	113

# 1 ÚVOD

Osvětlovací technika vozidel je jednou z nejzákladnějších podmínek provozu vozidla na komunikacích. Světlo je jednou ze základních fyzikálních jevů, které lidstvo provází, a osvětlovací technika využívá tento fyzikální jev pro zásadní činnost vidět a být viděn. Plní tak funkci pasivní a aktivní bezpečnosti. Vše podléhá určitému vývoji za určitým účelem. Účel je zřejmý – plnit tyto aspekty bezpečnosti. V posledních letech došlo k vývoji osvětlovací techniky a zdrojů tvorby světla k velkým skokům. Avšak stále se setkáváme s nehodami za snížené viditelnosti, kdy došlo ke střetu např. vozidla s chodcem. Tyto nehody často končí smrtí, popřípadě těžkým zraněním a značným poškozením daného vozidla. A tak nastává otázka, zda použití moderní konstrukce světlometů a moderních zdrojů tvorby světla, jak většinou dokládají samotní výrobci vozidel, má lepší a pozitivní vliv na zmíněnou bezpečnost.

Z pohledu znalecké činnosti nastává i otázka, zda doposud používané metody pro zjištění příčin případné dopravní nehody, jsou aplikovatelné pro moderní techniky osvětlení vozidel. Touto problematikou se zabývala již určitá řada subjektů, ale s ohledem na daný rychlý vývoj v posledních letech je stále nutné se k této problematice vracet.

Cílem této diplomové práce je z daných dostupných zdrojů vypracovat komplexní analýzu doposud zjištěných informací. Dalším cílem je seznámení se s používanými přístupy k dané problematice a jejich aplikace na vlastní výzkum dostupných nejmodernějších technik osvětlení u současných vozidel.

Jedním z nejzákladnějších zdrojů informací pro vypracování této diplomové práce s danou problematikou je dizertační práce Ing. Františka Kropáče, PhD. Hned v úvodu zmíněné práce autor vytyčuje řešenou problematiku a uvádí ji do širšího vztahového rámce k danému vědnímu oboru příp. k oborům příbuzným, vytyčuje řešený problém (řešené problémy) a jednoznačně formuluje cíl práce.

## 1.1 SVĚTLO – ZÁKLADNÍ POJMY

Právě světlo je nejvíce spjaté s problematikou řešení této diplomové práce. S podstatou světla a jeho geometrickými zákony, včetně základních veličin, se můžeme setkat v mnoha publikacích, včetně učebnic fyziky. V dizertační práci [7] s názvem „Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla za snížené viditelnosti“ právě autor Ing. František Kropáč, PhD. uvádí tyto tři skupiny v rozsahu potřebné pro posuzované problematiky z pohledu znalecké činnosti.

Tyto části jsou zde uvedeny v následujících třech podkapitolách, včetně tabulek a souvisejících vztahů.

### 1.1.1 Podstata světla

*„Světlo je fyzikální jev, který je objektivní příčinou zrakových vjemů lidského oka. Představy o fyzikální podstatě světla se dostaly na vědeckou úroveň až koncem 17. století, kdy téměř současně vystoupil Newton s korpuskulární teorií a Huygens s vlnovou teorií světla. Dle Newtonovy představy světelný zdroj vysílá jemné částičky (korpuskule), které se šíří přímočaře. Podle Huygense vysílá světelný zdroj mechanické vlny, které se šíří zvláštním prostředím zvaným ‚světelný éter‘ (který proniká všemi tělesy a i vakuem). Odraz a lom světla na rozhraní dvou prostředí lze vysvětlit na základě obou teorií. Interference (skládání) světla svědčila ve prospěch vlnové teorie. Zásadní příklon k vlnové teorii světla nastal po objevení elektromagnetických vln.*

*Podle anglického fyzika Jamese Clerka Maxwella (1831–1879) má světlo charakter elektromagnetického vlnění různých vlnových délek v širokém spektru elektromagnetického záření. Libovolné záření je charakterizováno jedinou frekvencí  $f$  (Hz), popřípadě vlnovou délkou  $\lambda$ . Přehled různých druhů elektromagnetického záření s přibližným rozdělením podle frekvencí je v tab. č. 1 – 1.*

*Elektromagnetické záření s vlnovými délkami ležícími mezi oblastí přechodu k rentgenovému záření (asi 1 nm) a oblastí přechodu k rozhlasovým a televizním vlnám (asi 1 mm) se nazývá **optické záření**. Jednotlivé složky optického záření jsou uvedeny v tab. č. 1 – 2.“*

[7]

Tab. č. 1 – 1 Spektrum elektromagnetických záření [7]

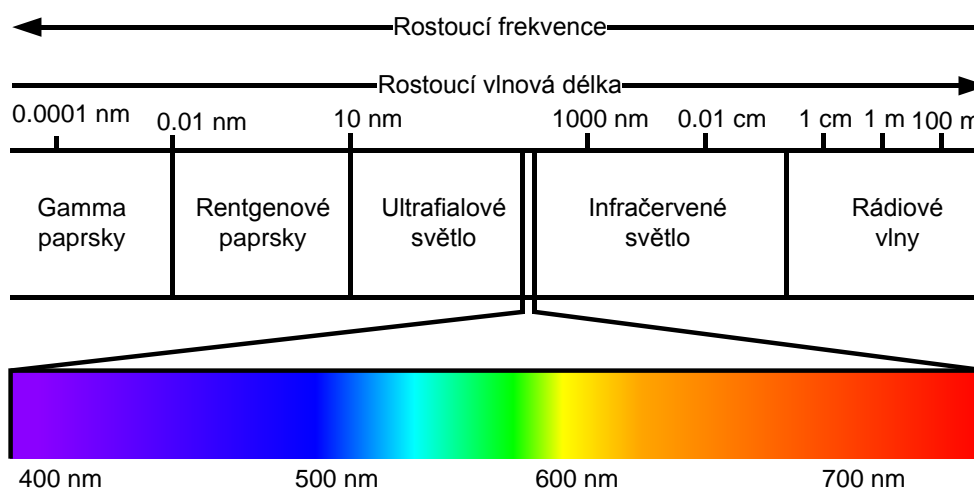
Český název	Frekvence	Vlnová délka	Anglické označení
Extrémně dlouhé vlny	0,3 – 3 kHz	$10^3 - 10^2$ km	Extremely Low Frequency (ELF)
Velmi dlouhé vlny	3 – 30 kHz	$10^2 - 10$ km	Very Low Frequency (VLF)
Dlouhé vlny (DV)	30 – 300 kHz	10 – 1 km	Low Frequency (LF)
Střední vlny (SV)	0,3 – 3 MHz	1 – 0,1 km	Medium Frequency (MF)
Krátké vlny (KV)	3 – 30 MHz	100 – 10 m	High Frequency (HF)
Velmi krátké vlny (VKV)	3 – 300 MHz	10 – 1 m	Very High Frequency (VHF)
Ultra krátké vlny (UKV)	0,3 – 3 GHz	1 – 0,1 m	Ultra High Frequency (UHF)
Mikrovlny	3 – 30 GHz	100 – 10 mm	Super High Frequency (SHF)
Mikrovlny	30 – 300 GHz	10 – 1 mm	Extremely High Frequency (EHF)
Infračervené záření	$10^{10} - 10^{14}$ Hz	1 mm – 1 nm	Infra-Red (IR)
<b>Viditelné záření</b>	<b><math>10^{14}</math> Hz</b>	<b>780 – 380 nm</b>	<b>Visible (VIS)</b>
Ultrafialové záření	$10^{14} - 10^{16}$ Hz	380 – 10 nm	Ultra Violet (UV)
Rentgenovo záření	$10^{16} - 10^{19}$ Hz	10 – 0,1 nm	X-Rays
Gama záření	$10^{19} - 10^{24}$ Hz	$10^{-10} - 10^{-14}$ m	Gamma Rays

Tab. č. 1 – 2 Složky optického záření v elektromagnetickém spektru[7]

Druh záření	Označení	Vlnová délka (nm)	Kmitočet (Hz)
Ultrafialové	UV-C	100 až 280	$(30,00 \text{ až } 10,70) 10^{14}$
	UV-B	280 až 315	$(10,70 \text{ až } 9,50) 10^{14}$
	UV-A	315 až 380	$(9,50 \text{ až } 7,89) 10^{14}$
Viditelné	Fialová	380 až 430	$(7,89 \text{ až } 6,98) 10^{14}$
	Modrá	430 až 490	$(6,98 \text{ až } 6,12) 10^{14}$
	Zelená	490 až 570	$(6,12 \text{ až } 5,26) 10^{14}$
	Žlutá	570 až 600	$(5,26 \text{ až } 5,00) 10^{14}$
	Oranžová	600 až 630	$(5,00 \text{ až } 4,76) 10^{14}$
	Červená	630 až 780	$(4,76 \text{ až } 3,84) 10^{14}$
Infračervené	IR-A	780 až 1400	$(3,84 \text{ až } 2,14) 10^{14}$
	IR-B	1400 až $3 \cdot 10^3$	$(2,14 \text{ až } 1,00) 10^{14}$
	IR-C	$3 \cdot 10^3$ až $10^4$	$(1,00 \text{ až } 0,30) 10^{14}$

„Jakékoliv optické záření schopné přímo vyvolat vizuální počitek se označuje názvem viditelné záření. Přesné meze spektrálního rozsahu viditelného záření nelze stanovit, neboť jsou závislé jak na množství zářivého toku dopadajícího na sítnici oka, tak na spektrální citlivosti oka pozorovatele. Obvykle se uvažuje spodní mez v rozmezí vlnových délek mezi 360 až 400 nm a horní hranice mezi vlnovými délkami 760 až 830 nm. Pod pojmem světelné záření (světlo) se rozumí viditelné záření, které je zhodnoceno zrakovým orgánem pozorovatele podle citlivosti oka k záření různých vlnových délek. Ve viditelné oblasti spektra budí každé monofrekvenční záření zcela určitý barevný počitek, toto záření se často nazývá záření monochromatické. Přírodním zdrojem elektromagnetického záření je slunce.“ [7]

Pro názornou představu lze uvést obr. č. 1 – 1 přehledu různých druhů elektromagnetického záření s přibližným rozdělením podle směru růstu frekvencí a vlnové délky, včetně oblasti viditelného záření přidružené k dané paletě barev.



Obr. č. 1 – 1 Spektrum elektromagnetických záření

### 1.1.2 Zákony geometrické optiky

„Geometrická optika je část optiky studující šíření světla v prostorech a prostředích velkých oproti vlnové délce světla. Zákony geometrické optiky jsou:

**Zákon o přímočarém šíření světla.** Ve stejnorodém izotropním prostředí se světlo šíří přímočaře ve tvaru světelných paprsků.

**Zákon o nezávislosti světelných paprsků.** Jednotlivé paprsky jsou na sobě nezávislé a šíří se tak, jako by ostatních paprsků nebylo.“ [7]

„**Zákon odrazu.** Paprsek dopadající na rozhraní dvou optických prostředí se odráží, přičemž úhel odrazu  $\alpha'$  (měřený od kolmice k rovině rozhraní) se rovná úhlu dopadu  $\alpha$ . Odražený paprsek leží v rovině dopadu.

$$\alpha' = \alpha$$

**Zákon lomu.** Podíl sinů úhlu dopadu a lomu světelných paprsků je pro dvě daná optická prostředí stálou veličinou, jež je určena podílem fázových rychlostí světla v obou prostředích.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

*Zákon odrazu a zákon lomu světelných paprsků je využíván v konstrukci světlometů vozidel.*“ [7]

### 1.1.3 Základní veličiny

„Ve světelné technice (vidění) jsou definovány pojmy k ohodnocení vlastností světelných zdrojů a jejich účinků na zrakový orgán člověka. Základními veličinami jsou:

**Světelný tok  $\Phi$**  – udává, kolik světla celkem vyzáří zdroj do všech směrů. Jedná se o světelný výkon, který je posuzován z hlediska lidského oka. Jednotkou je lumen (lm). 1 lumen je světelný tok, který vyzáří do prostorového úhlu jednoho steradiánu bodový zdroj, jehož svítivost je 1 candela (cd).

**Svítivost  $I$**  – je podíl světelného toku vyzářeného zdrojem v tomto směru do nekonečně malého prostorového úhlu a do prostorového úhlu  $\omega$ ).“ [7]

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad [cd; lm, sr] \quad (1.1)$$

„Jednotkou svítivosti je candela (cd). Je to kolmá svítivost 1/600000 m povrchu absolutně černého tělesa při tuhnutí platiny. Je možno uvést, že svítivost 1 cm<sup>2</sup> absolutně černého tělesa v kolmém směru při teplotě tuhnoucí platiny je 60 cd.

**Intenzita osvětlení (osvětlení) E** – je podíl světelného toku, dopadající na element této plochy.

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad [lx; lm \cdot m^{-2}] \quad (1.2)$$

Jednotkou svítivosti je lux (lx). 1lx je osvětlení plochy, na jejíž každý m<sup>2</sup> dopadá rovnoměrně rozdělený světelný tok 1 lm.

Vztah mezi intenzitou osvětlení E a svítivostí I bodového zdroje

$$E = \frac{I_{\alpha}}{l^2} * \cos \alpha \quad [lx; cd \cdot m^{-2}, ^{\circ}] \quad (1.3)$$

Osvětlení plochy bodovým zdrojem světla klesá s kosinem úhlu odklonem směru světla od kolmice k ploše a se čtvercem vzdálenosti. V případě, že směr světla je totožný s normálou plochy, na kterou světlo dopadá je úhel a roven nule, vztah (1.3) lze zapsat:

$$E = \frac{I}{l^2} \quad [lx; cd \cdot m^{-2}] \quad (1.4)$$

**Las L** – je měřítkem pro vjem světlosti svítícího nebo osvětlovaného tělesa, jak je vnímá lidské oko. Je to podíl svítivosti plošného elementu zdroje (obsahujícího daný bod) v daném směru a průmětu tohoto plošného elementu do roviny kolmé k danému směru. “ [7]

$$L = \frac{dI}{dS \cos \alpha} \quad [cd \cdot m^{-2}; cd \cdot m^{-2}, ^{\circ}] \quad (1.5)$$



„Při rovnoměrném rozložení svítivosti je jas  $S$ , respektive jejího průmětu.

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha} \quad [\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}; \text{cd} \cdot \text{m}^2, ^\circ] \quad (1.6)$$

Jednotkou jasu je  $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ , taktéž je používána jednotka nit ( $\text{nt}$ ). Je to jas roviny ve směru k ní kolmém, při němž má rovina svítivost jednu kandelu z jednoho metru čtverečního.

Stupeň rozeznatelnosti objektů je charakterizován kontrastem jasu

$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b} \quad (1.7)$$

kde:

$K$ ... kontrast

$L_a$ ... jas objektu (jas rozlišovaného detailu) [ $\text{cd} \cdot \text{m}^2$ ]

$L_b$ ... jas jeho okolí (jas pozadí) [ $\text{cd} \cdot \text{m}^2$ ]

Pravděpodobnost, že pozorovatel zpozoruje objekt, respektive rozliší jeho tvar, narůstá se zvětšováním této veličiny. Nejmenší, ještě rozlišitelný rozdíl jasů se nazývá práh rozlišitelnosti jasů (2.8) a jemu odpovídající kontrast  $K_{\min}$  je prahový kontrast.

$$|L_a - L_b| = \Delta L_{\min} \quad (1.8)$$

Převrácená hodnota prahového kontrastu se označuje pojmem kontrastní citlivost.

Analýza jasových poměrů v zorném poli řidiče vozidla je základem pro určení, jaké podmínky vidění měl řidič vozidla a kdy mohl prvně zpozorovat, respektive rozpoznat chodce či jiný objekt na vozovce.

**Prahový kontrast  $K_{\min}$**  – není hodnotou konstantní, nýbrž závisí na jasu bezprostředního okolí rozlišovaného objektu a na velikosti zorného úhlu objektu.“ [7]



## 2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

S vývojem automobilů a ostatních vozidel je současně vyvíjena i osvětlovací technika. Důraz je kladen na zvýšení aktivní a pasivní bezpečnosti, především na **vidět a být viděn**. Jsou vyvíjeny nové technologie zdrojů světelného záření, a tak i konstrukce moderních světlometů a jejich zdokonalování. Stálým trendem u vývoje zdrojů světelného záření použitého u hlavních světlometů je se přiblížit ke zdroji světla s totožnými vlastnostmi a parametry světla denního, jehož barevná teplota se pohybuje okolo 5200 K. Tímto způsobem pak vytvořit co nejvíce vhodné podmínky pro lidskou zrakovou soustavu. U vývoje techniky použité u hlavních světlometů je dán důraz na možnost vytvořit takové osvětlení, které by pro danou situaci dokázalo vytvořit maximální možné světelné podmínky v rámci předpisů příslušných zákonů. Ne však vždy tyto podmínky slouží k vytvoření maximální možné bezpečnosti a stále tyto aspekty nedokážou často ovlivnit vznik dopravní nehody. S problematikou se ve většině případů setkáváme u dopravních nehod za snížené viditelnosti. Ing. Vlastimil Rábek, PhD. ve sborníku převzatých cizojazyčných publikací „Vybrané postupy analýzy dopravních nehod“ uvádí:

*„Dopravní nehoda za viditelnosti snížené noční tmou (dále jen snížená viditelnost) představuje obzvláště významný projev nehodové události na našich silnicích. Tzv. ‚noční dopravní nehody‘ jsou i přes minimální hustotu provozu častěji závažnější, než dopravní nehody, které se udály za denního světla. Například v roce 1999 se 23 % dopravních nehod, ze všech dopravních nehod, přihodilo za snížené viditelnosti. Podíl počtu usmrcených účastníků dopravních nehod při nočních dopravních nehodách, vůči celkovému počtu usmrcených osob při dopravních nehodách, však již dosahuje 38 %, což je již zřetelně vyšší hodnota“*

Ze statistik Policie ČR např. v roce 2009 bylo při dopravních nehodách mimo obec usmrceno v České republice 47 chodců, z toho 37 chodců (tedy téměř 79 %) bylo usmrceno v nočních hodinách.

Slovy překladu sborníku převzatých cizojazyčných publikací Ing. Vlastimila Rábka, PhD.: „U dopravních nehod za snížené viditelnosti stojí v popředí charakteristické omezení rozhledových poměrů, které mohou být zlepšeny vybavením osobních vozidel moderními typy světlometů. Toto může mít podstatný význam jak pro rekonstrukci dopravních nehod, tak také pro jejich právní posouzení.“

S touto problematikou dochází k posouzení dohlednosti na dosvit hlavních světlometů. Zjišťují se následující dva údaje:

- dosvit světlometů na vozovku,
- dohlednost – hranice spatření překážky na daný typ světla.

Významným počinem v rámci znalecké činnosti zabývající se osvětlovací technikou motorových vozidel byla VIII. Výroční konference Evropského sdružení pro výzkum a analýzu dopravních nehod konané v Polské republice v Krakově v termínu 23. – 25. 9. 1999. Ke konání konference byl vydán sborník, kde v [7] Ing. František Kropáč, PhD. uvádí ucelený obsah o náplni sborníku: *„Ze sborníku přednášek si lze vytvořit ucelenou představu o vývoji světlometů, jejich konstrukci, o požadavcích na světlometry, a to nejen z hlediska tvaru (designu), ale i z hlediska jejich funkčnosti (svítivosti), což je vlastně zásadním. Je zde popis konstrukce světlometů z hlediska optiky ať již klasického světlometu s paraboloidním systémem či elipsoidním, tzv. projekční systémy, tak v nynější době stále více používaného systému FF, tzv. volné plochy a systému SUPER DE (kombinace s FF), kdy tyto světlometry jsou vizuálně rozpoznatelné čistým krycím sklem optiky. Grafy s půdorysným nákresem jednotlivých vrstevnic intenzity osvětlení v lx na povrchu vozovky jsou pak nedílnou součástí popisu jednotlivých světlometů a jejich výhod. Tématem konference byly i metody používané pro řešení dopravních nehod střetu vozidla s chodcem za snížené viditelnosti.“*

Konference však proběhla více než před deseti lety a v Institutu Ekspertyz Sądowych v Krakově se dále zabývali tématikou vlivu zlepšených žárovek na úroveň osvětlení vozovek a viditelnosti chodců, kde výsledky byly vydány ve sborníku k XV. Mezinárodní konferenci analytiků dopravních nehod 2010 v Brně v termínu 4. – 5. 6. 2010. Dle abstraktu: *„V pojednání jsou popisovány změny v osvětlení vozovky tlumenými světly automobilu, který je osazen vylepšenými halogenovými žárovkami se zvýšeným světelným tokem. Zjištěny byly přibližné vzdálenosti zpozorování překážek na suchém povrchu vozovky a tyto vzdálenosti porovnány s hodnotami zjištěnými při použití standardních žárovek.“*

S ohledem na moderní konstrukce světlometů je nezbytné poukázat na překlad německé diplomové práce z roku 2007, uvedené v [11], *„Rozpoznatelnost méně kontrastních překážek na tlumená světla vozidla s ohledem na moderní konstrukce světlometů“*. Cíl diplomové práce zpracované na Vysoké odborné škole (Fachhochschule) v Deggendorfu úzce souvisí s problematikou řešené v této diplomové práci, kde spočíval cíl v daném případě ve zkoumání dopravních nehod dohlednosti z vozidla vybaveného xenonovými světlometry. Dle abstraktu překladu: *„Tato práce poukazuje na problematiku paušálně doporučených směrných hodnot pro*

stanovení dráhy dohledu řidiče, a to především v oblasti rekonstrukce nočních dopravních nehod. Rovněž se tato práce zabývá značnými rozdíly mezi dohledností a dosahem světlometů, ke kterým dochází v silničním provozu u osobních vozidel.“ Překlad je rozdělen do dvou dílů, kde se v prvním díle seznámíme s problematikou dopravních nehod a rychlosti přiměřené rozhledu za snížené viditelnosti, a dále k výkladům pojmu **kontrast**, k stručnému přehledu konstrukce a technickému provedení moderních světlometů. V další části již je popsána série pokusů, kde v druhém dílu dochází k zhodnocení výsledků.

Posledním výzkumem zabývajícím se tématem řešené problematiky je série měření uskutečněná Ústavem soudního inženýrství v Brně, kde výsledky byly uveřejněny na 19. Výroční konferenci EVU 2010 v Praze. Při příležitosti konference byl vydán článek „Porovnání odlišností při rozpoznání objektu řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu“. Článek [6] se zabývá problematikou stanovení vzdálenosti, na kterou může řidič za snížené viditelnosti poprvé rozpoznat chodce na vozovce. Dle abstraktu: „*Jelikož znalci mohou vzdálenost, potřebnou na rozpoznání chodce, měřit jen ze stojícího nebo pomalu jedoucího vozidla, je důležité zabývat se výzkumem rozdílnosti ve vnímání objektu řidičem ze stojícího a jedoucího vozidla. Potřebný výzkum v této oblasti však dosud nebyl realizován z důvodu, že neexistuje vhodná metoda měření, která by za jízdy umožňovala měřit vzdálenost mezi objektem na vozovce a vozidlem v okamžiku, kdy řidič objekt rozpozná. Toto omezení je v práci odstraňováno tím, že pro určení okamžiku rozpoznání objektu je využito měření změny úhlu pohledu řidiče. Použito je speciálního zařízení vyvinuté fy. viewpoinsystem®, GmbH. Vzdálenost mezi vozidlem a chodcem je následně určována z rychlosti vozidla a doby potřebné na její ujetí.*“

V práci jsou pro různé jízdní situace porovnány výsledky měření dohlednosti na chodce ze stojícího a jedoucího vozidla za snížené viditelnosti. Při tomto měření byly použity dvě vozidla Škoda Octavia Combi. Jedno vybavené halogenovými světly a druhé xenonovými. V článku jsou, především pro použití týkající se problematiky moderní osvětlovací techniky, uvedené dva grafy:

- porovnání vzdáleností okamžiku rozpoznání figuranta na vozovce pomocí **tlumených světel** (srovnání statické a dynamické metody)
- porovnání vzdáleností okamžiku rozpoznání figuranta na vozovce pomocí **dálkových světel** (srovnání statické a dynamické metody).

V grafech jsou porovnávány mimo jiné právě zmiňované druhy osvětlovací techniky. Z dokumentace lze vyvodit, s pomocí nabídky prodejce daného vozidla – technické provedení výbavy, že první vozidlo bylo vybaveno kompletně **halogenovými žárovkami** (H7 pro tlumená

světla, tudíž *H1* pro dálková) a druhé vozidlo jen částečně *xenonovou výbojkou* (*DIS* pro tlumená a *H1* pro dálková světla).

Z těchto všech aspektů je jedním z vymezení cílů této práce provést měření dosvitu na dohlednost *bi-xenonových světlometů* u moderních vozidel.

### 3 VYMEZENÍ CÍLŮ

Po analýze současného stavu problematiky řešené v předchozí stati bude prvním cílem této diplomové práce ***výklad pojmů související s osvětlovací technikou vozidel, včetně souvisejících předpisů a vyhlášek.*** S ohledem na vývoj osvětlovací techniky, zvláště v posledních letech, pro vytvoření komplexní představy bude dalším cílem podrobná analýza osvětlovací techniky vozidel. ***Popis zdrojů světla a popis konstrukce světlometů z hlediska optiky*** od nejpůvodnějších po nejmodernější technologie, včetně případných porovnání výsledků z jednotlivých výzkumů. Nedílnou součástí bude i výčet ***moderních systémů použitých při světelné technice*** z dostupných zdrojů. Dalším úkolem bude stanovení metodik měření ***dohlednosti a dosvitu světlometů na vozovku.*** Posledním úkolem bude ***praktické předložení měření a výsledků měření dohledu na dosvit bi-xenonových světlometů*** použitých v moderních vozidlech.





## 4 ŘEŠENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Světelná zařízení podléhají jistým směrnici a nařízením. Dříve se jednalo o Směrnice Rady EHS (Evropské hospodářské společenství) z roku 1976 a 1977. V dnešní době se problematikou předpisů pro automobily a jejich části kompletně a komplexně zabývá Evropské hospodářské komise (dále EHK) při Organizaci spojených národů (dále OSN). Směrnice Rady z roku 1976 navazoval na schvalovací procesy z roku 1958. Evropské hospodářské společenství se rozhodlo ustanovit jednotné pravidla pro schvalování osvětlovací techniky na nových vozidlech. Směrnice ustanovuje nepřeborné množství konstrukčních, ale i právních podmínek. Ať už se jedná o způsob informování řidiče (zapnutím se rozsvítí příslušná kontrolka na přístrojovém panelu) tak i geometrického umístění jednotlivých svítlen na vozidle apod.

Podle rozdělení EHK/OSN se předpisy pro automobilové součásti a příslušenství dělí do tří základních skupin. *Součásti pro aktivní bezpečnost, součásti pro pasivní bezpečnost, součásti pro ochranu životního prostředí*, uvádím zde tab. č. 4 – 1 s výčtem jednotlivých českých překladů předpisů EHK/OSN.

Tab. č. 4 – 1 Výčet předpisů EHK/OSN

Číslo předpisu	Předmět
3	Odrázky
6	Směrové svítilny
7	Obrysové a brzdové svítilny
8	Světlomety H1, H2, H3
19	Mlhové světlomety
20	Světlomety (se žárovkami H4)
37	Žárovky homologovaných svítlen
38	Zadní mlhové svítilny
48	Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci
87	Denní svítilny
91	Boční obrysové svítilny
98	Světlomety s výbojkami
99	Výbojky
112	Asymetrické světlomety
113	Symetrické světlomety
119	Rohový světlomet
123	Adaptivní systémy předních světlometů

Zmínit se lze i o *vyhlášce č.102/1995 Sb.*, s účinností od 1. července 1995 do 30. června 2002 *zákonu č. 38/1995 Sb.* určoval schvalování technické způsobilosti a technické podmínky provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích. Výčet základních paragrafů týkajících osvětlení vozidel je uveden v tab. č. 4 – 2.

*Tab. č. 4 – 2 Výčet paragrafů vyhlášce č.102/1995 Sb.*

Paragraf	Předmět
57	Světlomety
58	Obrysová a parkovací světla
60	Brzdová světla
61	Směrová světla
62	Odrázky
63	Světlomety a svítilny se světly do mlhy, zpětnými světly a s hledacím světlem
64	Výstražná světla

V současné době se osvětlovací technika řídí dle *zákonu č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů*. Tento zákon je účinný od 1. ledna 2001 především *vyhláškou č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky č. 283/2009 Sb.* Vyhláška č. 341/2002 Sb. je účinná od 1. 8. 2002 a nahradila předchozí zmiňovanou *vyhlášku č.102/1995 Sb.*

#### 4.1 VÝKLAD POJMŮ

S typy osvětlovacích zařízení u silničních vozidel se můžeme setkat se třemi základními rozděleními světelných zařízení. **Světlomet** či reflektor je svítidlo sloužící ke směrovému osvětlení pro osvětlení okolí vozidla i na velkou vzdálenost. Pro světlomety motorových vozidel se vztahuje *zákon č. 361/2000 Sb.* v § 32 jsou zmíněny termíny **dálková světla** a **potkávací světla**, termín **světla**, je výklad i pro ostatní druhy světelné techniky na vozidle, které mohou být vybaveny reflektorem. Termín světlomet je v *zákoně č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*, použit v souvislosti se seřazením světlometů při technické prohlídce vozidla. *Prováděcí vyhláška 341/2002 Sb.* v § 18 se zabývá **světelnými zařízeními** vozidel. Pro světelná zařízení na vozidle vyžaduje homologaci a povoluje

je používat jen ve stanoveném počtu a druhu a stanoveným způsobem. Ve vyhlášce se komplexně používají termíny *světlomet*, *potkávací světlomet*, *doplňkový potkávací světlomet*, *přední mlhový světlomet*, *zpětný světlomet*. Dle účelu lze světlometry rozdělit na *osvětlovací světla* (světla dálková, světla tlumená potkávací, světla mlhová).

Dalším typem světelného zařízení je *svítilna*, ta slouží pro osvětlení blízkého okolí, nebo jen pro optickou signalizaci. Zpravidla jsou s menším světelným výkonem a vydávají světlo usměrněné i neusměrněné. *Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla)*, svítilnu jako konstrukční část vozidla. *Zákonem č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)*, ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně v § 32 odstavci 1 zákon uvádí *světla pro denní svícení*, které lze považovat za svítilny.

Třetím typem lze uvést *odrazky*. Odrazky jsou zařízení opticky tvořené tak aby odrážely většinu dopadajícího světla zpět ve směru ke zdroji. Jejich výklad je uveden ve *vyhlášce 341/2002 Sb.* S ohledem na přepravu nákladu se o nich zmiňuje *zákon č. 361/2000 Sb.*, v § 52, dále se k nim nevyjadřuje.

Dalším účelovým pojmem jsou *návěštní a signalizační zařízení* vyznačují světlo pomocí svítidel vozidla a slouží k zajištění jeho viditelnosti, změnu směru jízdy, upozornění na brždění apod. Návěštní světla jsou především *světla obrysová, světla směrová, světla brzdomá, světla koncová*.

Ve zvláštní kategorii bych zmínil *světla pro denní svícení* (dále denní světla). Denní světla spadají zpravidla do kategorie návěštních světel, kdy od 1. 7. 2006 pro Českou republiku nabyla účinnosti pravidla silničního provozu a je povinné svítit za jízdy po celý rok. S tímto vývojem se stali pojmem denní světla (svítidla), která už jsou výrobci nabízena jako doplňková výbava či rovnou montována v základní výbavě vozidla. Druhým protipólem je, že se rozmohla řada dodavatelů, kteří nabízejí tyto přídavné svítilny, které jsou většinou dodávané v univerzální podobě a montáži na konkrétní druh vozidla se uvádí v návodu daného výrobce denních světel či speciálně přizpůsobené na konkrétní typ vozidla se speciálními montážními díly.

Ing. František Kropáč, PhD. v [7] uvádí z přehledu vyhlášek, zákona a předpisů shrnutí faktů z jednotlivých vyhlášek týkající se světlometů: „*Pro vozidla schválená do 31. 12. 1984 dálková světla musí účinně osvětlovat vozovku nejméně na vzdálenost 100 m. Tlumená světla (dle*

zákona č. 56/2001 Sb. **potkávací světlomety**) musí účinně osvětlovat vozovku u vozidel schválených do 30. 6. 1972 nejméně **30 m** před vozidlem, od 1. 7. 1972 nejméně **40 m** před vozidlem.

Pro vozidla schválená od 1. 1. 1985 do 1. 7. 2001 je pro dálková světlomety omezujícím prvkem maximální svítivost **225 000 cd**. Pro potkávací světlomety musí vertikální nastavení zůstat v rozsahu sklonů **mínus 0,5 % až mínus 2,5 %**, přičemž žádný bod osvětlené plochy ležící v rovině vozovky vlevo od podélné svislé roviny procházející středem zdroje potkávacího světla nesmí být dále než **115 m** od předního obrysu vozidla. Pro každý typ vozidla musí výrobce stanovit základní nastavení, které musí být nejméně v rozmezí **-1 % až -1,5 %**, a od 1. 10. 1984 musí být tato hodnota základního nastavení s příslušným symbolem uvedena v blízkosti světlometů nebo na štítku výrobce a v návodu k obsluze včetně schématu správného nastavení i seřízení) potkávacích světel.

Pro vozidla schválená po 1. 7. 2001 je toliko odkaz na předpisovou základnu, tj. na homologační předpisy EHK/OSN a směrnice EHS/ES uvedené v příloze č. 1 vyhlášky č. 341/2002 Sb. Nastavení světlometů na vozidlech je upraveno předpisem EHK/OSN č. 48. Zde je mimo jiné uvedeno:

*Bod 2.7.9 Dálkový světlomet znamená světlomet, užívaný k osvětlení vozovky na velkou vzdálenost před vozidlem.*

*Bod 2.7.10 Potkávací světlomet znamená světlomet, užívaný k osvětlení vozovky před vozidlem, aniž by nepatřičně oslňoval nebo obtěžoval řidiče přijíždějící z opačného směru nebo jiné uživatele vozovky.*

*Bod 2.11 Vztažná osa znamená charakteristickou osu světlometu určenou výrobcem jako vztažný směr pro úhly pole při fotometrických měřeních a pro montáž světlometu na vozidlo.*

*Bod 2.12 Vztažný střed znamená průsečík vztažné osy s vnějším povrchem vyzařujícím světlo, stanovuje jej výrobce světlometu.*

## **6.1 Dálkový světlomet**

*6.1.7.1 Maximální součtová svítivost dálkových světlometů, které mohou být zapnuty současně, nesmí překročit 225 000 cd, což odpovídá vztažné hodnotě 75.*

## **6.2 Potkávací světlomet**

*6.2.4.2 Umístění potkávacího světlometu na výšku nejméně 500 mm a nejvýše 1 200 mm nad zemí.*

6.2.6.1.1 Základní sklon rozhraní potkávacího světla, který má být seřízen u nenaloženého vozidla s jednou osobou sedící na místě řidiče, musí být výrobcem stanoven s přesností na 0,1 % a musí být symbolem zřetelně a nesmazatelně vyznačen na každém vozidle buď v blízkosti světlometu, nebo v blízkosti štítku výrobce.

6.2.6.1.2 V závislosti na montážní výšce spodního okraje přivrácené plochy ve směru vztahné osy potkávacího světlometu ( $h$ ), vyjádřené v m a měřené na nenaloženém vozidle, musí za všech statických podmínek být svislý sklon rozhraní potkávacího světla v následujících mezích a základní sklon musí mít následující hodnoty:

$h < 0,8$                       meze:                      mezi  $-0,5 \%$  a  $-2,5 \%$

základní nastavení:      mezi  $-1,0 \%$  a  $-1,5 \%$

$0,8 \leq h \leq 1,0$               meze:                      mezi  $-0,5 \%$  a  $-2,5 \%$

základní nastavení:      mezi  $-1,0 \%$  a  $-1,5 \%$

$h > 1,0$                       meze:                      mezi  $-1,0 \%$  a  $-3,0 \%$

základní nastavení:      mezi  $-1,5 \%$  a  $-2,0 \%$

U kategorie N3G (terénní vozidla), u které světlometry překračují výšku 1 200 mm, jsou limity vertikálního sklonu rozhraní:

meze:                      mezi  $-1,5 \%$  a  $-3,5 \%$

základní nastavení:      mezi  $-2,0 \%$  a  $-2,5 \%$

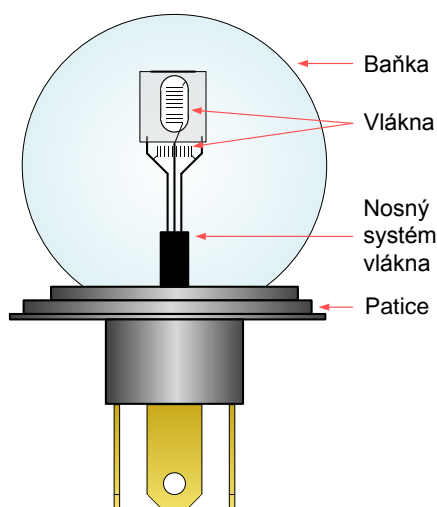
## 4.2 ZDROJE SVĚTLA

V popisu jednotlivých zdrojů světla a konstrukcí světlometů vycházím zde z doporučené literatury, autora Prof. Ing. Františka Vlka DrSc. „Elektrická zařízení motorových vozidel“ [16] a autorů Ing. Zdeňka Jana, Ing. Bronislava Ždánského a PaedDr. Jindřicha Kubáta „Automobily (6) Elektrotechnika motorových vozidel II.“ [5], včetně dostupných zdrojů aktuálních informací týkajících se moderní osvětlovací techniky automobilů.

Následující výčet zdrojů světla patří mezi žárovky, jelikož světelný tok je tvořen pomocí žáru, kde vznik světla je podmíněn vysokou teplotou svítící látky. Jako prvním typem lze uvést běžné žárovky. Žárovky patří mezi nejstarší typ zdroje světelného záření.

### 4.2.1 Běžné žárovky

U běžných žárovek se jedná o zhavení wolframového vlákna ve skleněné baňce, upevněné na příslušné patici, odlišené dle typu. V baňce se nejdříve vytvářelo vakuum, ve kterém docházelo k menší emisi materiálu vlákna. V dnešní době se plní směsí argonu a dusíku, popřípadě kryptonem. Nejpoužívanějším typem jsou žárovky typu **R2** (obr. č. 4 – 1), která je tvořena dvěma vlákny pro dálková a tlumená světla. [5] S tímto zdrojem světla se můžeme setkat např. u vozidla *FIAT 126P*, u kterého ve sborníku [14] ve vědecké zprávě „K rozpoznatelnosti objektů za snížené (omezené) viditelnosti“ autorů Ing. Jana Unarského, Mgr. Ing. Wojciecha Wacha a Dr. Ing. Jakuba Zębaly bylo provedeno měření intenzity osvětlení v lx na povrchu vozovky a jasů pozadí, vzdálenost rozpoznatelnosti figuríny v černém oblečení je zde uvedena pro tento typ.



Obr. č. 4 – 2 Běžná biluxová žárovka typu R2

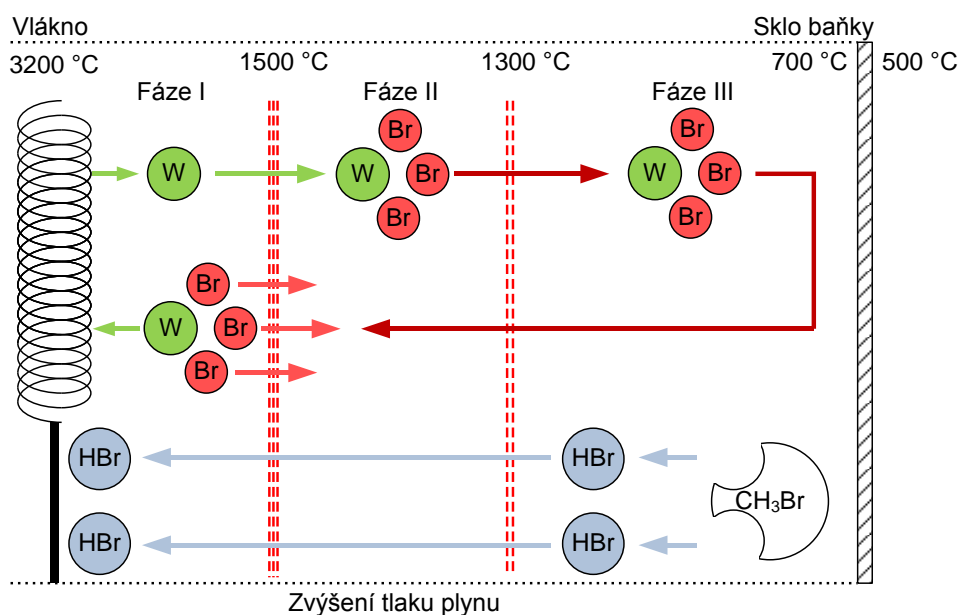
Pro praktické použití jsou dále znázorněny grafy, kde jsou zakresleny vrstevnice intenzity osvětlení a jasů pozadí pro určitý typ vozidla. Pro zmiňovaný typ vozidla *FIAT 126P* je uveden v příloze A tento graf.

#### 4.2.2 Halogenové žárovky

Halogenové žárovky se vyznačují od běžných žárovek vyšší svítivostí a delší dobou života. U halogenové žárovky se díky své konstrukci posunul světelný tok za hranici 1000 lm. Žárovka **H4** disponuje kolem 1000 lm pro tlumené světlo a 1600 lm dálkové světlo, ostatní konstrukce se pohybují okolo 1500 lm, v porovnání s xenonové výbojky D1 je to přibližně polovina. Baňky u halogenových žárovek jsou plněny plynem s příměsí halových prvků u motorových vozidel to je zejména plyn metylenbromid a halový prvek brom. Baňka je tvořena křemičitým sklem, které je náchylné k destrukci při znečištění. Dále jsou halogenové žárovky náchylné na velikost pracovního napětí. Již při malém poklesu výrazně klesá svítivost, na druhou stranu vyšší napětí prudce snižuje životnost. Častou příčinou vady žárovky bývá též únavový lom vlákna. Ten vzniká při dlouhodobém působení zdroje kmitání v blízkosti žárovky. [5]

Na obr. č. 4 – 3 je znázorněn **halogenový cyklus**, který zajišťuje delší životnost při vyšší svítivosti. Barevná teplota světla se u halogenových žárovek pohybuje okolo 3200 K.

V I. zóně se odpařují z wolframového vlákna při 3200 °C atomy wolframu. Ve II. zóně se za teploty 1400 °C slučuje s uvolňujícím se bromem v plynný bromid wolframu. Ten dále postupuje do III. zóny. V důsledku transportních procesů mezi zónami putuje wolframbromid k žhavené spirále, kde se vylučuje zpět wolfram. [5]



Obr. č. 4 – 4 Halogenový cyklus s kryptonmetylenbromidovým plynem

U označení typů halogenových žárovek, používaných u silničních vozidel, se používá následující označení homologovaných žárovek **H1** pro dálkové světlometry v moderních dělených světlometech, **H3** pro mlhové světlometry, **H4** pro dvouvláknové žárovky znázorněné na obr. č. 4 – 3, kde je vidět provedení pro tlumené i dálkové světlo hlavního světlometu a **H7** pro tlumené světlo v moderních dělených světlometech.

#### 4.2.3 Speciální upravené halogenové žárovky

Jedná se o upravené halogenové žárovky např. firmou *Philips* nebo *Osram* typu **H1**, **H4** a **H7**. Tyto žárovky mají světelný efekt namodralého „denního“ světla, které, dle tvrzení výrobce, méně unavují oči a takové žárovky generují dokonce až o 80 % větší světelný tok a tak dovolují zpozorovat překážku z větší vzdálenosti. Vyznačují se tak vlastnostmi podobnými, jak u xenonových žárovek, ale s nižší pořizovací cenou. Jejich životnost však je poměrně zkrácená.

Dle rozboru v kapitole současného stavu problematiky je zmíněn výzkum Instytutu Ekspertyz Sądowych v Krakově zabývající se tématikou vlivu těchto upravených halogenových žárovek na úroveň osvětlení vozovek a viditelnosti chodců. Popis zkoumání, uveřejněné v [3], těchto upravených žárovek je následující: „Zkoumání bylo zaměřeno na zjištění parametrů osvětlení vozovky světlometry a zjištění vzdálenosti rozeznání překážky v závislosti na její barvě. Zkoušeny byly žárovky H7 s příkonem 55 W, které byly nasazeny ve světlometech typu FF (Free Form) automobilu Renault Mégane jako tlumená světla. Zkoumání bylo provedeno za



*dobrého počasí a suchém povrchu vozovky.*“ Ve zkouškách byly použity dvě skupiny žárovek, skupina žárovek generující bílé světlo a skupina žárovek generující více světla dle tab. č. 4 – 3.

Tab. č. 4 – 3 *Druhy upravených halogenových žárovek[3]*

Žárovky s bílým světlem	
Philips Blue Vision	Žárovky mají baňky pokryté modrým filtrem, který způsobuje, že jejich světlo je bělejší, než je obvyklé u klasických halogenových žárovek.
Osram Cool Blue	
Narva Range Power Blue	
Tungsrám Super Blue	
Žárovky s vyšším světelným výkonem	
Philips Premium +30%	Jsou to žárovky, které mají změněné vlákno, což způsobuje silnější koncentraci světla.
Osram Super +30%	
Narva Range Power +30%	
Tungsrám Mega Light +30%	
Philips Vision Plus +50%	
Osram Silverstar +50%	
Tungsrám Mega Light +50%	
Philips X-treme Power +80%	
Philips Night Guide	
Osram Night Breaker	

V tab. č. 4 – 4 a v tab. č. 4 – 5 jsou výsledky měření. Změřené hodnoty jasu překážky a jejího pozadí v různých vzdálenostech od zdroje světla, vypočtené hodnoty kontrastu v subjektivně zjištěných polohách, ze kterých byla pozorována překážka.

Tab. č. 4 – 4 Výsledky měření žárovek generujících bílé světlo a žárovek Philips Night Guide[3]

Objekt	Standard			Philips Blue Vision			Osram Cool Blue			Philips Night Guide		
	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>
	30	0,05	0,24	40	0,03	0,19	36	0,03	0,18	32	0,05	0,26
6	C=0,79			C=0,84			C=0,83			C=0,81		
	32	0,46	0,23	50	0,20	0,12	48	0,21	0,11	44	0,28	0,12
5	C=1,00			C=0,67			C=0,91			C=1,33		
	43	0,41	0,14	58	0,22	0,10	56	0,23	0,09	53	0,24	0,11
4	C=1,93			C=1,2			C=1,56			C=1,18		
	48	0,73	0,11	> 70	0,33	0,08	66	0,34	0,08	60	0,46	0,09
3	C=5,64			C=3,13			C=3,25			C=4,11		
	51	0,60	0,09	> 70	0,29	0,07	> 70	0,27	0,07	63	0,39	0,08
2	C=5,67			C=3,14			C=2,86			C=3,88		
	> 70	0,85	0,07	> 70	0,74	0,07	> 70	0,72	0,07	> 70	0,78	0,07
1	C=11,14			C=9,57			C=9,29			C=10,14		

Tab. č. 4 – 5 Výsledky měření žárovek generujících více světla[3]

Objekt	Standard			Philips +50%			Osram +50%			Philips +30%		
	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>	Z [m]	L <sub>o</sub>	L <sub>b</sub>
	30	0,05	0,24	34	0,04	0,24	33	0,04	0,23	30	0,05	0,28
6	C=0,79				C=0,83			C=0,83		C=0,82		
	32	0,46	0,23	48	0,25	0,12	45	0,25	0,13	43	0,25	0,12
5	C=1,00				C=1,08			C=0,92		C=1,08		
	43	0,41	0,14	56	0,23	0,11	56	0,23	0,10	53	0,22	0,10
4	C=1,93				C=1,09			C=1,30		C=1,2		
	48	0,73	0,11	60	0,40	0,10	62	0,40	0,10	63	0,37	0,08
3	C=5,64				C=3,00			C=3,00		C=3,63		
	51	0,60	0,09	68	0,32	0,08	66	0,32	0,08	65	0,32	0,07
2	C=5,67				C=3,00			C=3,00		C=3,57		
	> 70	0,85	0,07	> 70	0,70	0,07	> 70	0,70	0,06	> 70	0,72	0,05
1	C=11,14				C=9,00			C=10,67		C=13,4		

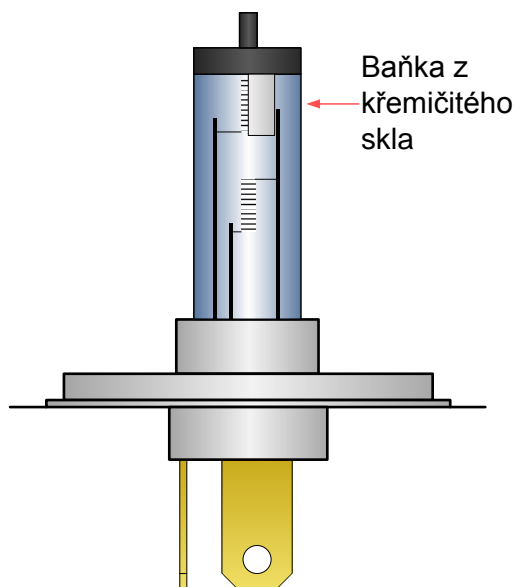
Výsledky měření nárůstů vzdálenosti okamžiku zpozorování dané překážky u upravených halogenových žárovek jsou uvedeny v tab. č. 4 – 6 s porovnáním se standardními halogenovými žárovkami.

*Tab. č. 4 – 6 Nárůst vzdálenosti pozorování překážky vylepšených žárovek v porovnání se standardními žárovkami [3]*

DRUH ŽÁROVEK	2	3	4	5	6
	Vzdálenost spatření [m]				
	Nárůst vzdálenosti spatření [%]				
Standard HELLA	51	48	43	32	30
Philips Blue Vision	>70 –	70 <b>46</b>	58 <b>35</b>	50 <b>56</b>	40 <b>33</b>
Osram Cool Blue	>70 –	66 <b>38</b>	56 <b>30</b>	48 <b>50</b>	36 <b>20</b>
Philips Vision Plus +50%	68 <b>33</b>	60 <b>25</b>	56 <b>30</b>	45 <b>40</b>	33 <b>10</b>
Osram Silverstar +50%	66 <b>29</b>	62 <b>29</b>	56 <b>30</b>	48 <b>50</b>	34 <b>13</b>
Philips Premium +30%	65 <b>14</b>	63 <b>15</b>	53 <b>10</b>	43 <b>11</b>	30 <b>0</b>
Philips Night Guide	63 <b>17</b>	60 <b>17</b>	53 <b>17</b>	44 <b>24</b>	32 <b>5</b>

Z výsledků uvedené ze sborníku [3] je konstatováno: „...ne všechny zkoumané žárovky osvětlují vozovku na delším a širším úseku v porovnání se standardními žárovkami. Vylepšené žárovky zlepšují osvětlení pravé strany vozovky a šířce do 10 m od podélné osy vozidla na vzdálenosti 70 m před automobilem. Příkladně dosah isoluxy 8 lx je pro vylepšenou žárovku v rozpětí 46 až 50 m v porovnání s 40 m pro standardní žárovku.

Vylepšené žárovky dovolují spatření překážky z větší vzdálenosti, než žárovky standardní. Ze zkoumaných žárovek jednoznačně nejlepší byly žárovky Philips Blue Vision. V jejich světle bylo možno překážku pozorovat ze vzdálenosti větší o 22 m (tedy nárůst o 46 %) v porovnání se standardní žárovkou. Druhé místo připadlo žárovce Osram Cool Blue.“



Obr. č. 4 – 5 Halogenová žárovka typu H4

#### 4.2.4 Výbojky

Výbojky patří mezi zdroj světelného záření, kde světlo již není tvořeno žářem, ale vzniká výbojem mezi dvěma elektrodami. Elektrody jsou umístěny ve skleněné trubici naplněné převážně parami kovů např. rtuti nebo ředěnými vzácnými plyny např. xenonu. Elektrody se označují jako studené nebo žhavené. Žhavené elektrody jsou žhaveny budícím proudem. Žhavením emitované elektrony vytvoří kolem elektrod zářivky značnou ionizaci plynů. Rozzářený plyn vydává obvykle barevné monochromatické světlo. Výboj je vybuzen vysokonapěťovým impulzem.

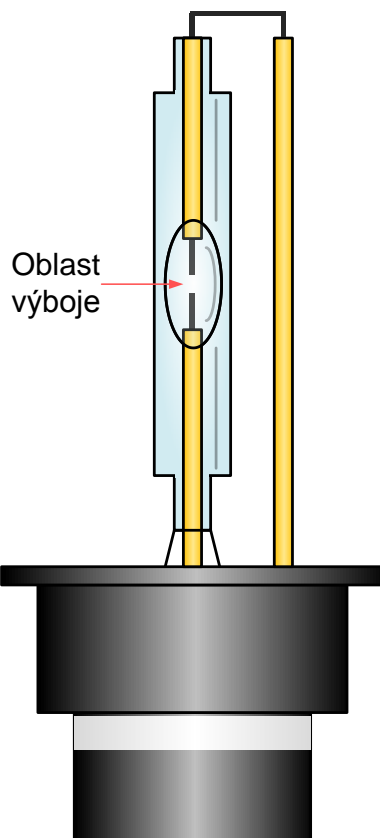
Typem výbojek, které se zavedly k použití u silničních vozidel, jsou **xenonové výbojky**. Ty jsou tvořeny skleněnou trubičkou z křemičitého skla naplněnou plynem xenonem s příměsí metalických solí. V trubičce jsou zataveny wolframové elektrody vzdálené od sebe 4,2 mm. Výbojky patří mezi vysokotlaké, tlak v trubici za studena je kolem 7 barů. Pracovní tlak může vzrůst až na 70 barů. Výboj nejdříve probíhá v parách xenonu. S postupným nárůstem teploty se zvyšuje koncentrace halogenidů ve výboji. Teplotní režim výbojky se ustálí během několika sekund. Při pracovní teplotě hořáku (cca 700 °C) se v oblasti jeho osy halogenidy štěpí na atomy halogenu a atomy příslušného kovu, které se vybudí a září. Současně se vytváří gradient koncentrace těchto atomů v radiálním směru, které následně difundují ke stěnám hořáku s nižší teplotou, kde se opět slučují na původní sloučeniny. Vzniká tak uzavřený cyklus, jehož existence je základním a nezbytným předpokladem vytvoření účinného světelného zdroje s požadovaným spektrálním složením záření a dostatečně dlouhým životem. Barevné spektrum xenonové výbojky

se pak blíží spektru denního světla. Barevná teplota světla se u výbojek pohybuje okolo 4100 K. [5]

Výhodami xenonových výbojek, převážně uvedené výrobci, jsou především přibližně 2,5× větší světelný tok než u halogenové žárovky (při stejném příkonu), větší dosvit světelného kuželu, světlo velmi podobné dennímu, lze lépe osvětlit krajnice a až šestkrát vyšší životnost než u halogenových žárovek až 3 000 hodin. Na obr. č. 4 – 4 je zobrazena xenonová výbojka typu D1S.

Jako označení typů pro použití xenonových výbojek se uvádí typ **S** pro použití v projekčních světlometech a **R** pro použití v reflektorových světlometech, u těchto typů je umístěn na skleněné trubičce stínící pásek. U označení samotných xenonových výbojek se setkáváme s typy **D1** a **D2**. Oproti D2 je u typu D1 zabudovaný startér. Dále jsou typy **D3** a **D4**, které neobsahují prvky rtuti, pracují se sníženým napětím 42 V a oproti předchozím uvedeným výbojkám mají pomalejší náběh světelného výkonu.

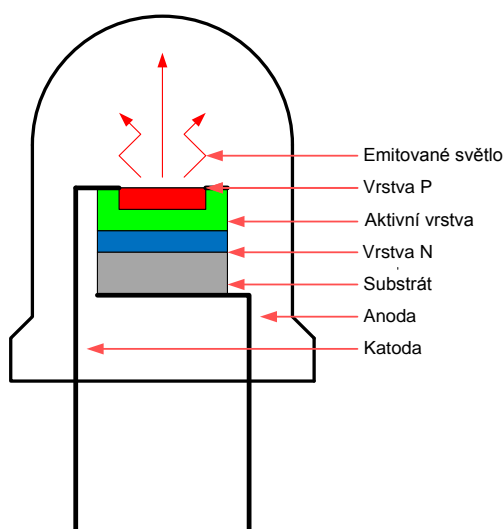
V přílohách B je uvedena tabulka pro komplexní představu světelných toků jednotlivých zdrojů světla v závislosti na jmenovitém napětí a příkonu uvedena Ing. Františkem Kropáčem [7].



*Obr. č. 4 – 6 Xenonová výbojka*

#### 4.2.5 Světlo emitující diody

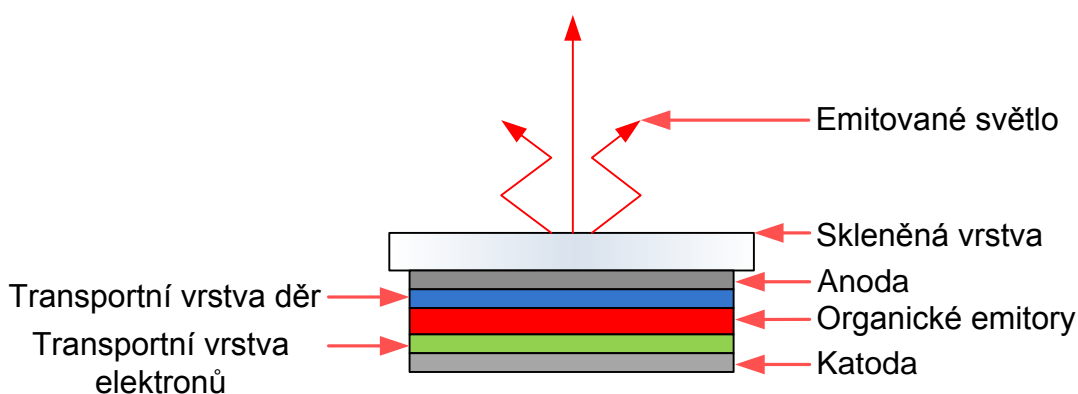
Světlo emitující diody (dále LED) jsou polovodičové prvky emitující světelné záření. Dá se říct, že se jedná o nejmodernější zdroj světla v současnosti, který se v současné době nejvíce rozvíjí. Čím dál víc je aplikován i u silničních vozidel, jako zdroj světla. Vyznačují se nízkým příkonem se stálostí barevného světla. Mezi další výhody LED diod patří náběh do plného světelného výkonu, který je řádově v jednotkách milisekund. Standardní žárovka potřebuje přibližně 200 ms oproti LED dioda pouze 3 ms. Princip vyzařování světelného toku u LED spočívá, že dioda je tvořena přechodem P-N. Pokud přechodem P-N prochází elektrický proud v propustném směru, přechod vyzařuje, emituje, nekoherentní světlo s úzkým spektrem obr. č. 4 – 5. V určitých případech může emitovat i jiné druhy záření, především z oblastní neviditelného světla. Tento jev je způsoben elektroluminiscencí. Pásmo spektra záření diody je závislé na chemickém složení použitého polovodiče. LED jsou vyráběny s pásmy vyzařování od skoro ultrafialových, přes různé barvy viditelného spektra, až po infračervené pásmo. Z principu funkce LED vyplývá, že nelze přímo emitovat bílé světlo – starší bílé zářící diody většinou obsahují trojici čipů vybíraných tak, aby bylo aditivním míšením v rozptýlném materiálu vrchlíku dosaženo vjemu bílého světla. Protože není možné přímo emitovat bílé světlo, pravé bílé LED využívají luminoforu. Některé bílé LED emitují modré světlo, část tohoto světla je přímo na čipu luminoforem transformována na žluté světlo a díky míšení těchto barev vzniká bílá barva světelného toku připomínající barvě denního světla. Jiné typy bílých LED emitují ultrafialové záření, to je přímo na čipu luminoforem transformováno na barvu bílého světla.



Obr. č. 4 – 7 Struktura řezu LED

Výhodami použití LED v osvětlovací technice motorových vozidel jsou, že produkují více světla na watt energie než žárovky až přes 100 lm/W, mohou vyzářit světlo v požadované barvě bez použití složitých barevných filtrů, světelný tok může být soustředěn na určité místo, barevná stálost světelného toku, při změně napětí. Z konstrukce lze vyvodit vysokou odolnost vůči nárazům a nedochází ke špičkovému napětí při vypínání a zapínání. Dalším ne méně důležitými aspekty je dlouhá životnost a zmiňovaný rychlý náběh světelného výkonu. [8]

Dalším prvkem v této technologii je organická světlo emitující dioda (dále OLED) je světelný zdroj na bázi anorganické LED, kde se používá ke generování světla organický materiál. OLED jsou tvořeny substrátem, transparentní elektrodou, jednou nebo více organickými vrstvami, opačnou elektrodou a pouzdem k zabránění oxidace obr. č. 4 – 6. Mezi průhlednou anodou a kovovou katodou je několik vrstev organické látky. Jsou to vrstvy vypuzující díry, přenášející díry, vyzařovací vrstva a vrstva přenášející elektrony. V momentě, když je do některého políčka přivedeno napětí, jsou vyvolány kladné a záporné náboje, které se spojují ve vyzařovací vrstvě, a tím produkují světelné záření. Struktura a použité elektrody jsou uzpůsobeny, aby docházelo k maximálnímu střetávání nábojů ve vyzařovací vrstvě. Proto má světlo dostatečnou intenzitu. A však světelný výkon je velmi malý. Jejich bezesporu největší výhodou je tloušťka, která je pouze několik tisícín milimetru a kostního rozložení světla po celé ploše diody. V osvětlovací technice vozidel se zatím příliš tohoto typu zdroje světla nevyužívá, krom interiérového signalizačního osvětlení, avšak už vznikají prototypy světel s využitím OLED např. směrových světel vyvíjených firmou Hella. [9]



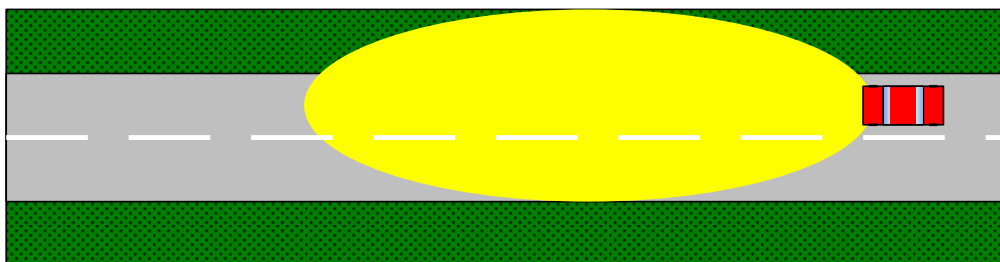
*Obr. č. 4 – 8 Struktura řezu OLED*

U vozidel silniční dopravy se můžeme setkat s typy využití v pozičním a interiérovém osvětlení, denní svícení a pro směrové světlometry *Golden Dragon* firmy *OSRAM* a *Luxeon K2* firmy *Philips*. Dále především pro tlumené a dálkové světlometry *OSTAR* firmy *OSRAM* a *LAFLS* firmy *Philips*.

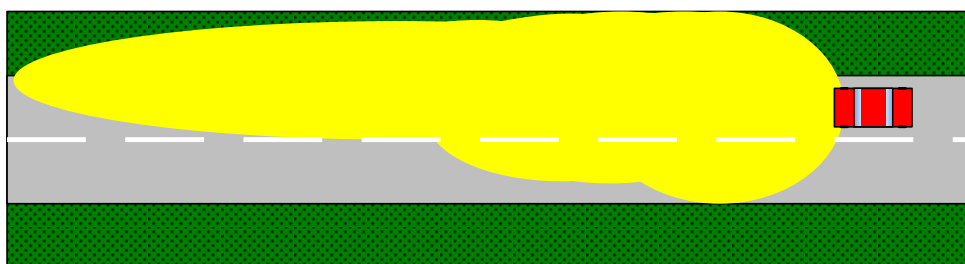
### 4.3 OSVĚTLOVACÍ ZAŘÍZENÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

V této kapitole se věnuji již samotné osvětlovacímu zařízení motorových vozidel. Z historie lze zmínit vývoj rozdělení světelného toku na vozku, kde do roku 1957 se užívalo tzv. *symetrického rozdělení světla*, kde světlometry motorových vozidel rozdělovaly světlo na vozovku symetricky, tj. pravý a levý světlomet vyzařoval světelný tok stejně. Od zmiňovaného roku se však zavedlo tzv. *asymetrické rozdělení světla*, kde vzrůstá rozdělení v úrovni vozovky na straně příslušného řízení. Díky asymetrickému rozdělení vzrostl dosah tlumených světel bez oslňování protijedoucích vozidel. Rozdělení světelného toku je znázorněno na obr. č. 4 – 7 a obr. č. 4 – 8. [16]

S problematikou zmiňovaného systému rozdělení světelného toku na vozku a osvětlovacímu zařízení motorových vozidel souvisí nejméně konstrukce světlometů. Konstrukce světlometů nám určuje veškeré potřebné parametry, které od světlometů vyžadujeme, a dochází ke stálému vývoji a vznikají nám různé druhy těchto konstrukcí.



Obr. č. 4 – 9 Symetrické rozdělení světla v úrovni vozovky

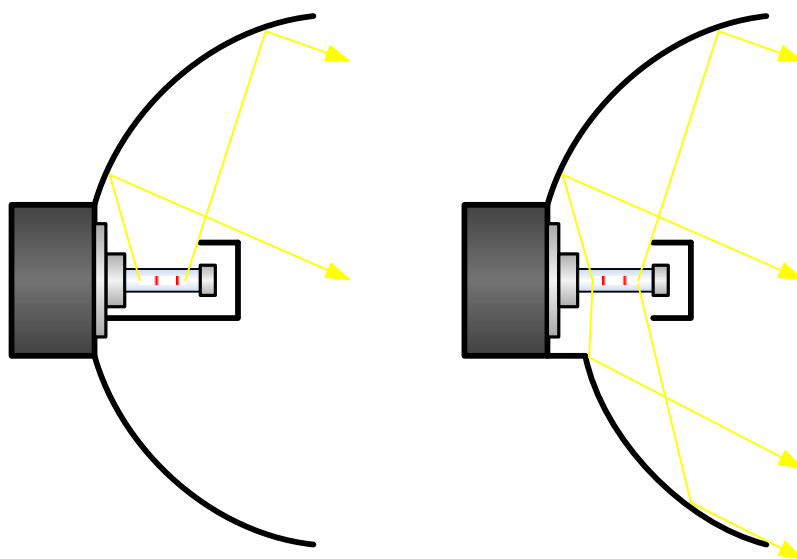


Obr. č. 4 – 10 Asymetrické rozdělení světla v úrovni vozovky



### 4.3.1 Konstrukce světlometů

Nejstarším typem konstrukce jsou *parabolické světlometry*. Odrazová plocha tohoto světlometu se používá nejdéle. Odrazová plocha reflektoru je tvořena povrchem paraboloidu, který vznikne rotací paraboly kolem své osy. Rotační paraboloid se vyznačuje jedním ohniskem, které rozhoduje o průběhu světelného toku. Malá ohnisková vzdálenost tohoto reflektoru zajišťuje homogenní osvětlení před vozidlem, zatímco velká ohnisková vzdálenost zajišťuje větší dosah světla. U světlometů využívající tento typ reflektoru se používá žárovky, popřípadě dvouvláknové žárovky u sdružených světlometů, kde pro tlumená světla být vlákno žárovky umístěno před ohniskem a musí se využít horní část reflektoru světlometu. To je docíleno stavbou u dvouvláknové žárovky, u které je vlákno tlumeného světla kryto clonkou pro zabránění dopadu paprsků na dolní část reflektoru. Pro asymetrické rozdělení světla je clonka natočena pod úhlem  $15^\circ$  k příslušné krajnici vozovky. Jedná-li se o jednovláknové žárovky je tak celá žárovka kryta clonou ve světlometu. Jsou vyvinuty i světlometry s dvouohniskovou odrazovou plochou, kde poloha ohniska horní a dolní části je různá, díky tomu lze využít obě tyto části pro tlumená světla a docílí se tak vyšší intenzity osvětlení. Pro správné rozdělení světla na vozovku se využívá optických forem na krycím skle. [5] [16]



Obr. č. 4 – 11 Porovnání jednoohniskového (vlevo) a dvouohniskového (vpravo) světlometu

*Elipsoidní světlometry*, už podle názvu se jedná o světlomet, jehož tvar plochy reflektoru je trojrozměrný elipsoidní. Jeho nespornou výhodou je, že lze tak konstruovat světlometry malých rozměrů s vysokým světelným výkonem. Světlo z ohniska, tvořené v elipsoidu je soustředěno do

druhého ohniska a celý systém je tvořen clonou pro vytvoření rozhraní světla tmy a čočkou zaručující usměrnění světelného toku do výstupního kužele požadovaného směru. Tyto světlomety jsou takto využívány především jako světla do mlhy. Zároveň jsou označovány i jako projekční světlomety DE (Dreiaxse Elipsoid), protože pracují na principu projekčních zařízení a jsou jakousi předzvěstí moderních projekčních světlometů využívané pro dálkové a tlumené světla

**Světlomety s volnou odrazovou plochou** mají odrazovou plochu reflektoru volně tvořenou v prostoru. Jednotlivé segmenty (fazety) osvětlují různé části vozovky a mají exaktně definovanou funkci: rozptylovou, shromažďovací, koncentrační apod. Tímto způsobem lze tedy využít pro tlumená světla celou plochu reflektoru k osvětlení vozovky. Návrh odrazové plochy je realizován pomocí výpočetní techniky a označena pod zkratkou FF (Free Flat nebo Free Form popř. Frei Flächen). V tomto provedení již není třeba docilovat rozdělení světla pomocí optických forem a u moderních vozidel se tak již setkáváme s hladkým čirým krycím sklem popř. čirým krytem z materiálu PC (polykarbonát). [16]

**Kombinované konstrukce světlometů** jsou tvořeny sloučením elipsoidu a volné plochy. Vytyčují nedostatky světlometů typu DE, kde projekční systém vytváří velmi ostrou hranici světlo–tma. Právě u tlumených světel je naopak patřičné, aby docházelo k určitému podílu rozptylu světla pro osvětlení např. dopravního značení. Pro možnost praktického uplatnění elipsoidních světlometů DE pro dálková a tlumená světla byly vytvořeny tyto světlomety, u kterých je plocha reflektoru navržena technologií volných ploch FF. Za chycené světlo je tak co nejvíce směřováno přes clonu na čočku, ale i směřováno na vozovku, dle příslušných potřeb.

Světlomet **Super DE** je inovace elipsoidního světlometu dle výše zmíněné definice vyvinuta firmou HELLA roku 1988. Tato moderní konstrukce se využívá, jelikož umožňuje zvětšit šířku rozptylu a tím pádem zlepšit osvětlení stran vozovky.

**PES** neboli **polyellipsoid** systém byl vyvinut firmou BOSCH roku 1986. Jedná se o reflektory s volnou plochou a kryté i kruhovým krycím sklem opatřené optickými formami. Dle nastavení clony a ohniska reflektoru se využívá příslušná část reflektoru. Vývojem bylo docíleno několik typů, dle nastavení clony a ohniska po typ vybavený čočkou s difrakčním elementem. [5]

#### 4.4 MODERNÍ KONSTRUKCE SVĚTLOMETŮ

Doposud byly popisovány konstrukce světlometů, které se v současné době příliš u moderní konstrukce hlavních osvětlovacích světlometů neprosazují, avšak se objevují v celkové konstrukci hlavních světel jako světla do mlhy apod. V následujícím výčtu konstrukcí se jedná o světlometry obsahující moderní druhy zdroje světelného záření.

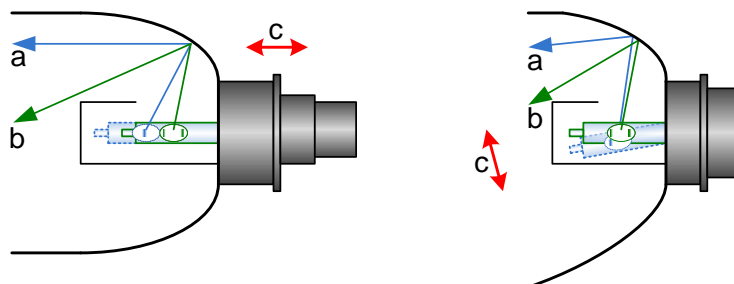
Prvně se jedná o systém světlometů, u kterých je používáno jako světelný zdroj výbojky. **Litronic** (Light-Elektronics) je světlomet vyvinutý firmou **BOSCH**. Systém se skládá z výbojky, upevňovacího modulu pro výbojku, modulu vysokého napětí, řídicí jednotky. Dále dle předpisu **EHK R-48** je nutné mít, světlometry vybavené zdrojem – výbojkou, obsažené **jednotkou automatické regulace vertikálního sklonu a čistícího zařízení**. Konstrukce zaručuje velkou životnost, až 15000 hodin s vysokou intenzitou světelného toku. Systémy světlometů motorového vozidla jsou často realizovány: pro tlumená světla samotným reflektorem xenonové výbojky, ať už reflexním nebo projekčním, a samostatným reflektorem pro dálková světla s halogenovou výbojkou. [16]

Pokud je k dispozici pro výstup světla velké plochy, lze realizovat xenonový světlomet, jako **reflexní** tzn. systém, kde je pro šíření světelného toku využita čistě odrazová plocha. Rozptylová pole velkého výstupu světla je integrováno do uzavíracího skla světlometu, nebo leží na jeho vnitřní straně. V tomto typu xenonového světlometu je pro tlumená světla využívána výbojka typu **R**, která je opatřena stínícími pásy v banči výbojky. Lze však i zrealizovat pomocí speciální výbojky vysoce účinný dálkový světlomet. Z vlastní výbojky však vyplývá, že její plný náběh je dosažen až po několika sekundách, tak v tomto případě jsou světelné houkačky řešeny samostatnou halogenovou žárovkou. [16]

V rámci integrace a využití xenonových výbojek vzniklo řešení dvousvětlometových systému vytvářející tlumené a dálkové světla pomocí jedné výbojky. Vzniká tak světlomet s označením **bi-xenon**, popř. **bi-litronic** firmy **BOSCH**. Jedná se o dva druhy použití reflektoru, a to reflexní nebo projekční. U obou typů dochází k elektromechanickému nebo elektromagnetickému pohybu určité části ve světlometu pro dosažení dálkového či tlumeného světla. K nesporným výhodám patří mimořádně intenzivní a široce rozptýlené dálkové světlo, které je barevně přizpůsobeno tlumenému světlu. Světlometry se vyznačují nízkou spotřebou energie. [5] [16]

**Světlomet bi-xenonového typu s odrazovým systémem**, u něhož je dosahováno rozdělení světelného toku pro dálkové a tlumené světla pomocí pohybu výbojky. Výbojka je

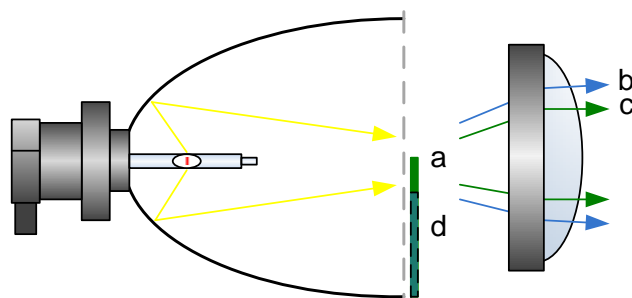
posouvána do dvou poloh od sebe vzdálených několik milimetrů. Druh posunu (sklápění nebo horizontální posun) je dán výrobcem světlometu. Na obr. č. 4 – 10 jsou znázorněny dva základní pohyby. Výkonnost reflexního světlometu je dána velikostí společné odrazové plochy pro tlumená a dálková světla. [5]



Obr. č. 4 – 12 Schéma světlometu Bi-litronic BOSCH (vlevo) a Bi-xenonu HELLA (vpravo)

- (a) – dálkové světlo
- (b) – tlumené světlo
- (c) – směr pohybu

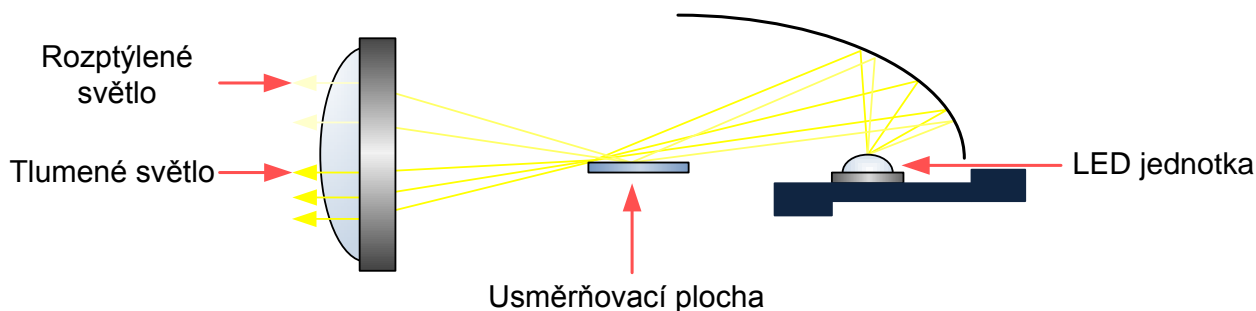
**Bi-xenonový světlomet s projekční jednotkou** má již výbojku pevně zabudovanou, pohyblivou částí vytvářející rozdělení pro tlumená a dálková světla je nyní clona. Clona vytvářející předepsané rozhraní světlo–stín–tma v horní poloze pro tlumená světla. Pokud je clona ve spodní poloze, vzniká tak široce rozptýlené a intenzivní dálkové světlo. Projekční světlometry se vyznačují malými kompaktními rozměry a díky rychlé změně polohy clony, která je řádově ve zlomcích sekundy, lze je využít i jako světelné houkačky. Navíc lze do světlometu implementovat např. systém vyhodnocování vzdálenosti objektů před vozidlem. [5] [16]



Obr. č. 4 – 13 Schéma projekčního světlometu Bi-xenon

- (a) – prostor ohnisek
- (b) – dálkové světlo
- (c) – tlumení světlo
- (d) – pohyblivá clona

*Světlomety se zdrojem světla tvořeným elektroluminiscenčními diodami* jsou v tomto okamžiku posledním vývojovým trendem v oblasti osvětlovací techniky automobilů. Avšak postupným a stálým zlepšováním světelného výkonu, nespornou vlastností úspory energie, dlouhou životností a snižující se ceně LED diod, LED světlomety nepředčily světlomety se zdrojem světla tvořené xenonovou výbojkou, zvláště pro dálkové světlomety. Proto jsou sériové světlomety vyráběny kombinací xenonové výbojky pro dálková světla a LED jednotek pro světla tlumená. Výjimku tvoří automobily firmy Audi, které ve svých vybraných modelech jsou světlomety plně obsazeny LED jednotkami pro všechny druhy světél a svícení. Tyto zdroje světla pracují na principu projekčních světlometů dle obr. č. 4 – 12, kde klasickou clonu nahradila usměrňovací plocha paprsků, která paprsky nad vertikální hranicí překlopí směrem dolů a zvýší tak světelný výkon a upřesní rozhraní světla a stínu. [10]



*Obr. č. 4 – 14 Schéma projekčního světlometu LED*

Poslední konstrukcí, o které se lze zmínit v této kapitole jsou **LED svítilny pro denní svícení**. Ty jsou charakteristické silně rozptýleným světelným tokem, který netvoří kužel jako u klasických světlometů. Takto rozptýlené světlo neoslňuje protijedoucí řidiče ani neosvětluje vozovku, ale splňuje zásadní podmínku bezpečného provozu „být viděn“. V současné době jsou tato světla součástí základní výbavy pouze u vozidel vyšší třídy. Provedení a umístění světél pro denní svícení je dáno homologačním předpisem *EHK/OSN č. 48*, který předepisuje *vyhláška č. 341/2002 Sb.* a jejich používání se řídí *zákonem č. 361/2000 Sb.* pozměněným *zákonem č. 411/2005 Sb.* Samotná světla jsou homologována dle předpisu *EHK/OSN č. 87*. [13]

Další výhodou LED denního svícení je úspora energie a životnosti žárovek a výbojek, kdy při denním svícení nesvítí obrysová, potkávací ani koncová světla vozidla. Svítilny je možné zapojit jako denní světla s funkcí pozičních světél, nebo jako pouze světla pro denní svícení. Zapojení je možné do soustavy 12 V a nebo 24 V. Konstrukce je dána sériovou výrobou výrobce

automobilu, nebo případně dle typu přídavných denních světlometů, které musí splňovat příslušnou homologaci a homologaci pro daný typ vozidla.

Homologovaná LED světla pro denní svícení jsou osazena speciálními LED čipy s vysokým výkonem cca 1 W/čip a mají pětinasobnou svítivost oproti běžným LED diodám. Dokladem opravňujícím k používání světel k dennímu svícení je značka **RL** vylisovaná na krycím skle světla nad homologační značkou. Pokud na světlech tato značka není, jedná se o podstatně levnější poziční světla. To jsou světelné sety osazené běžnými diodami, které jsou umístěny nejčastěji na autobusy a kamiony k zdůraznění rozměru vozidla.

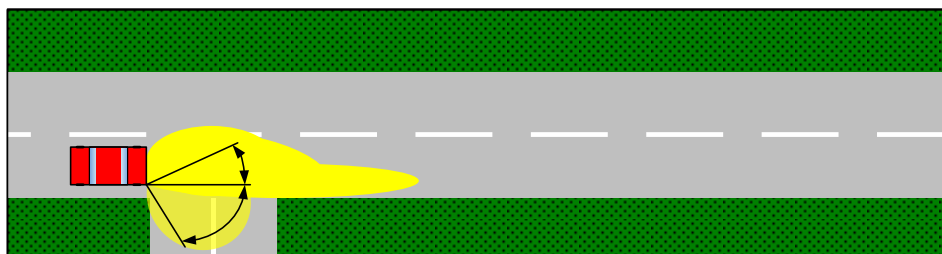
Základními pravidly pro dodatečnou montáž světel pro denní svícení jsou především, že na jedno vozidlo se montují dva kusy světel a svítících světlem ve spektru bílé barvy. Svítily se umísťují ve vodorovné rovině ve výšce od 250 mm do 1500 mm na přední část vozidla. Vzdálenost svítilek od bočního obrysu je maximálně 400 mm a vzájemně mezi světly minimálně 600 mm (u vozidel s šířkou menší než 1300 mm je povolena vzájemná vzdálenost 400 mm). Světla se rozsvěčí automaticky po zapnutí zapalování (nastartování motoru) a zhasnou po jeho vypnutí, nebo při rozsvícení obrysových světel. Důležitým aspektem je, že dodatečná montáž světel pro denní není přestavbou vozidla ani změnou technických údajů, proto jejich umístění na vozidlo nepodléhá žádnému schvalování ani zápisu do technického průkazu. [13]

## **4.5 MODERNÍ SYSTÉMY PŘEDNÍHO OSVĚTLENÍ AUTOMOBILŮ**

U moderního systému předního osvětlení se chápe přizpůsobení světelného toku světlometů na povrch vozovky a okolí, dle situace, ve které se vozidlo pohybuje určitým směrem při určité rychlosti, v určitém prostředí a světelným poměrům. Historie adaptivních světlometů sahá do šedesátých let minulého století, kde se tyto světlometry objevují u automobilu *Citroën DS 21*. Jednoduchý systém pracoval způsobem, že dálkové světlometry se pohybovaly horizontálně podle úhlu natočení volantu, a tak přizpůsobovali světelný tok do zatáčky, do které vozidlo vjíždělo, jednalo se však o systém symetricky rozloženého světla na čistě mechanickém principu, který by už v dnešní době neuznal uplatnění. Současná technika využívá složité programové vybavení a moderní elektroniku.

**Odbočovací světlometry**, tzv. „corner lights“, jsou systémy přídavného statického světlometu k osvětlovací technice vozidla, který reaguje na úhel natočení volantu, popř. včetně vyhodnocení ukazování změny směru jízdy a rychlosti odpovídající jízdě ve městě. Světlo slouží k osvětlení příslušného prostoru pro odbočení v rozmezí  $-30^\circ$  do  $+60^\circ$ . Většinou je tato funkce

integrována u nynějšího typu automobilu do předního mlhového světlometu, kde úhel sklonu je stejný pro oba režimy a funkce odbočovacího světlometu je potlačována při zapnutí funkce mlhových světel. U moderních systémů je ještě řešen způsob postupného rozsvitu a zhasnutí světlometů pulzně šířkovou modulací, která vede ke snížení dráždění oční citlivosti. [12]



*Obr. č. 4 – 15 Osvícení prostoru pro odbočování*

**Systém VARILIS** (Variables Intelligentes Lichtsystem, též **Variabilní inteligentní světelný systém**) je komplexní systém firmy Hella využívající **světlomet VarioX**. Jedná se o systém, který má za úkol zlepšení jízdního komfortu a bezpečnost na nočních silnicích. Vozidlo automaticky zapíná nejvhodnější světelnou funkci. Zohledňuje faktory na základě informací od různých senzorů jako je rychlost, povětrnostní podmínky, zatáčky a rohy.

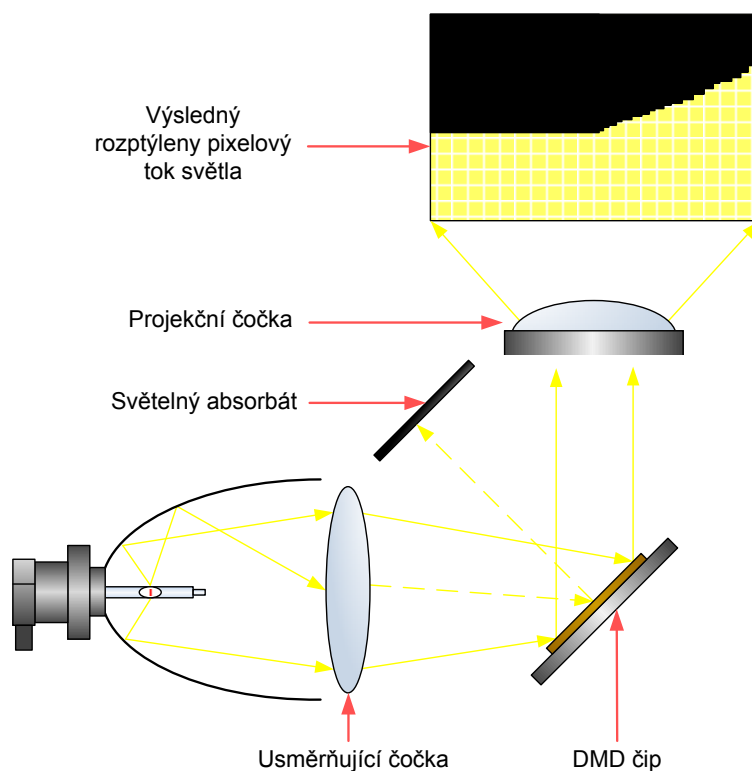
**Světlomet VarioX** pracující na principu variabilního xenonového systému, kde projekční modul s výbojkou je opatřený otočným tvarovaným válečkem místo klasické clony. Tento váleček se otáčí kolem své osy řádově v jednotkách milisekund pomocí krokového motoru. Na obvodové ploše je váleček opatřen různými tvary kontur, které nám mohou dovolit několik různých režimů rozložení světelného toku. Jsou konstruovány, takže lze i přepínat při přechodu z pravostranného provozu na levostranný a naopak.

#### **Režimy přizpůsobené tvarem kontur:**

- |                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| Dálkové světlo     | – | klasické rozložení dálkového světla,  |
| tlumené světlo     | – | klasické rozložení tlumeného bi – xenonového světlometu,                        |
| městský režim      | – | při rychlosti do 50km/h, krátký široký kužel světla,                            |
| režim dálnice      | – | daleký úzký pruh světla, symetrické rozložení do 110 m přes celou šíři vozovky, |
| nepříznivé počasí  | – | světlo vytočeno ke krajnici,  |
| odbočovací světlo. |   |   |

Pojmy jako *Audi adaptive light*, zkratky *AFL* (Adaptive Forward Lighting) firmy *Opel*, *AFS* (Adaptive Frontlight System) s podporou firmy *Škoda* apod. jsou **systemy přizpůsobivých předních světlometů** vyvinuté jednotlivými výrobci automobilů. Jedná se o systémy vycházející z principu *VARILIS* s různou škálou režimů podporované výrobcem, většinou doplněné o systém naklápění světlometů do zatáčky závislé na úhlu natočení volantu včetně rychlosti jízdy.

Nejbližší možnou budoucností ve vývoji systému osvětlení vozidel je integrace **DMD** (Digital Micromirror Device) **čipu** do projekčního světlometu. Tento čip tvoří 480 tisíc mikroskopických zrcadel, které lze jednotlivě programově naklápět a řídit tak jejich odraz. Princip vychází z digitálních projektorů a lze tak pixelově řídit světelný tok přenášený na vozovku a okolí bez nutnosti naklápění celého světlometu a řízení clony. Díky čipu je vytvářeno libovolné rozhraní světlo–stín–tma za použití jednoho zdroje světla a je možno tak i vytvářet informační symboly, které jsou přímo promítány na vozovku nebo zvláště osvětlovány dopravní značky bez osvětlení protijedoucích vozidel. Světlo je z projektoru usměřováno čočkou na plochu DMD čipu, které je poté dle potřeby pomocí pixelových zrcadel odraženo na projekční čočku, která světlo rozptýlí na vozovku. Světlo, které na vozovku není potřeba promítnout je odražené v konstrukci světlometu do absorbujícího prostoru a vytváří, tak na vozovce a okolí rozhraní tmy. Schéma je znázorněno na obr. č. 4 – 14. [4]



Obr. č. 4 – 16 Projektorový světlomet s DMD čipem



## 4.6 METODIKY MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI DOHLEDU NA DOSVIT HLAVNÍCH SVĚTLOMETŮ

Pro správnou funkci, respektive pro správné vyhodnocení metodik měření dohledu na dosvit hlavních světlometů, je nutné mít správné seřízení světlometů. Doc. Ing. Aleš Vémola, PhD. uvádí v literatuře [15] „Diagnostika automobilů II“: světlometry musí splňovat zejména dvě podmínky:

- dostatečně osvětlovat vozovku před vozidlem,
- neoslňovat řidiče protijedoucích vozidel.

Kontrolu seřízení nebo vlastní seřízení lze provést pomocí:

- kontrolní stěny,
- optických přístrojů (reglolux).

Dle *zákona č. 56/2001 Sb. § 1 odst. 6* je světlomet konstrukční částí vozidla a tento musí být schvalován (provedena homologace) nezávisle na vozidle, na všech světlometech je symbolika vyznačující jeho homologaci. Základní sklon potkávacích světlometů musí být vyznačen zřetelně na vozidle v blízkosti světlometu nebo v blízkosti štítku výrobce a stanice technické kontroly postupují tak, že potkávací světlo musí být seřizeno podle předpisu výrobce.

Sklon potkávacího světla nesmí být větší o více než 10 cm/10 m (−1 %) a nesmí být menší o více než 5 cm/10 m. (−0,5 %). Není-li nastavení (seřízení) potkávacích světel výrobcem předepsáno, musí být základní nastavení 15 cm/10 m (−1,5 %). Dálkové světlo musí být seřizeno podle předpisu výrobce. Pripouští se posunutí v horizontálním směru  $\pm 20$  cm/10 m, ve vertikálním směru  $\pm 20$  cm/10 m. [15]

Problematikou *dohlednosti* a *dosvitu* světlometů se rozumí pojmem dosvit zásadně vzdálenost, kterou světlomet může osvětlit. Zatímco pojem dohlednost, popř. *vzdálenost dohledu*, dle např. [11] charakterizuje vzdálenost, na které řidič vozidla při jízdě v noci může ve světle jeho vlastních reflektorů rozeznat objekt, který má být předmětem dohledu. Vzdálenost tohoto dohledu sice souvisí s dosahem světlometů, avšak tato je podstatně určena vlastnostmi rozpoznávaného objektu. Při jízdě v noci může účastník silničního provozu na neosvětleném úseku vozovky rozpoznat překážky téměř vždy jen ve světle svých vlastních reflektorů.

Výkladem pojmů *dohlednost* se podrobně zabírala práce [7], uvádí zde zejména k vzdálenosti dohledu, že se jedná o „vzdálenost vozidla od chodce v okamžiku a poloze, kdy jej řidič může prvně spatřit.“

#### 4.6.1 Dosvit hlavních světlometů

Pro ověřování dosvitu tlumených světlometů na vozovku jsou uvedeny, dle [7], následující výčty metod:

**Podle sklonu tlumených světlometů** – Ing. František Kropáč, PhD. zde uvádí odkaz na § 43 odst. 4 vyhlášky č. 41/84 Sb. Dále matematické odvození dle vztahu (4.1) pomocí hodnoty svislého sklonu světlometů nalezeného přímo na vozidle, v blízkosti světlometů či přímo na světlometu. Vzdálenost dosvitu potkávacích světlometů na vozovku je určena výškou vztažné osy světlometu od vozovky a předepsaným svislým sklonem potkávacího světla. Vztažná osa světlometu (nazývaná taktéž referenční osou) je stanovena výrobcem světlometu. Vztažná osa světlometu prochází světelným zdrojem (vlákem žárovky) a je rovnoběžná s podélnou střední rovinou vozidla a taktéž musí být rovnoběžná s rovinou, na níž vozidlo stojí. Vyústění vztažné osy světlometu na vnější sklo je tzv. vztažný střed a tento je ve výšce vlákna žárovky. Na krycím skle světlometu je zpravidla označen malým kroužkem, tzv. sluníčkem. Svislý sklon světlometu je taxativně určen a vyznačen v blízkosti světlometů vozidla.

$$S_r = \frac{L_s}{s_s \cdot 10^{-2}} \quad (4.1)$$

kde:

$S_r$ ... dosvit světlometů na vozovku [m]

$L_s$ ... výška vztažného bodu světlometu [m]

$s_s$ ... předepsaný svislý sklon světlometů dle výrobce [%]

**Luxmetrem** – měří se velikost osvitu v úrovni vozovky. Výsledkem měření je zpracování grafické závislosti osvětlení (lx) na vzdálenosti (m) od zdroje. Z grafu lze pak jednoduše odečíst vzdálenosti dosvitu světlometů. V dodatku je uvedeno, že měření je velmi objektivní a poměrně rychlé.

**Subjektivním posouzením vzdálenosti**, na kterou se tvoří stín za překážkou v úrovni vozovky. Provádí se tím způsobem, že osoba vzdalující se od zdroje světla (od vozidla se zapnutými potkávacími světlomety) ve směru podélné osy sleduje, do jaké vzdálenosti se tvoří stín za jeho obuví. Konec tvoření stínů vymezuje vzdálenost dosvitu tlumených světél na vozovku.

Posouzení dosvitu dálkových světlometů není nutné, uvádí Ing. František Kropáč, PhD., neboť dálkové světlometry svítí přímo před vozidlo. V tomto případě připadá zjištění **vzdálenosti dohledu** na daný objekt. Pro zjištění **dohlednosti** je jedinou metodou **vyšetřovací pokus**.

V [11] je zmíněno: *“v praxi je nejednou chybně vycházeno z toho, že překážky, které se geometricky nachází v oblasti dosahu světlometů, jsou vždy viditelné. Tím by došlo ke ztotožnění pojmů dosvit světlometů a dráhy dohledu, což je však nepřipustné, protože dráha dohledu závisí na rozhodujících faktorech, jako je míra odrazivosti, kontrast a jas rozpoznávaného objektu. Důležitou roli hraje také citlivost lidského zraku k vnímání kontrastu, jakož i vnější světelné podmínky (míra pokročilosti soumraku, noční povětrnostní podmínky...)“.*

Při nehodách střetu vozidla s chodcem za snížené viditelnosti, nejčteněji v noci, se stanovuje „oblast zakrytého výhledu“ (OZV). Tato je popsána následovně. Možnost spatření překážky nebo druhého neosvětleného účastníka (chodce, cyklisty) je dána nejen intenzitou a seřazením světlometů, ale zejména schopností překážky odrážet světlo ze světlometů vozidla a kontrastem vůči okolí. Pokud překážka není vybavena zvláštním zařízením na odrážení světelných paprsků, tzv. odrazkami, je obvykle vzdálenost, na kterou je možno překážku spatřit, kratší než dosvit světlometů na vozovku. Pro objektivní posouzení je na místě provést experiment. [7]

Jedním ze základních pramenů technické literatury pro vyšetřovací pokus je „Znalecký standard č. II“. Předně je nutno uvést, že tento byl vydán v roce 1990, tedy více jak před dvaceti lety, zpracován byl Ústavem soudního inženýrství v Brně a jeho název zní „Vybrané metody zjišťování podkladů pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod“. V tomto standardu je mimo jiné stať nazvaná „Zjišťování dohlednosti za snížené viditelnosti“. [7] Uvádím zde následovnou citaci vyšetřovacího pokusu Znaleckého standardu č. II:

*„Cílem pokusu je zjistit, na jakou vzdálenost je možno spatřit chodce pohybujícího se souběžně s osou vozovky, proti či ve směru jízdy vozidla, kolmo nebo šikmo k ose vozovky za světelných podmínek shodných s podmínkami v době dopravní nehody (dále jen DN).“*

### **Postup měření**

*Vyšetřovací pokus započne ještě za denního světla, kdy se provede orientace místa DN, případně i zaměření. Orientace se provede porovnáním výrazných orientačních bodů popsaných ve spise (protokol, plánek k DN, snímky, výpovědi účastníků a svědků DN) se situací v době vyšetřovacího pokusu. Je nutno porovnat i úpravy a značení vozovky, najít výchozí bod měření (VBM) určený při vyšetřování DN a identifikovat místo střetu. Vymezi se koridor pohybu chodce*

a vozidla. Při pohybu chodce kolmo či šikmo k podélné ose vozovky se vyznačí celá trajektorie pohybu nebo alespoň počátek – místo vstupu chodce do vozovky, místo vstupu chodce do nebezpečného koridoru a místo střetu (popř. dle žádosti zadavatele posudku 1 místa další). Na okraji vozovky nebo krajinou, a počátkem na patě kolmice k místu střetu dle plánu vyšetřovacího pokusu vyhotoveného v předběžném posudku, se po 10 m proti směru pohybu vozidla vyznačí stupnice do vzdálenosti 100 m, bude-li pokus prováděn s **potkávacími světly**, 200 m pro **světla dálková**. Pokud byl vstup chodce do vozovky za patou kolmice – počátku – ve směru jízdy vozidla, vyznačí se stupnice staničení i v tomto směru (na plánu údaje stupnice se znaménkem mínus). Na značky se postaví tabulky a čísla tak, aby byly mimo zorné pole řidiče. Od místa střetu proti směru pohybu vozidla, ve vzdálenosti, která s ohledem na adhezní podmínky postačí pro bezpečné zastavení vozidla brzděním z rychlosti 25 km/h při uvažování reakční doby 3 sekundy, se mimo vozovku, mimo zorné pole řidiče, umístí „stop“ tabule. Tabule musí být umístěna tak, aby byla spolehlivě viditelná spolujezdcem – vedoucím pokusu. Místo vyšetřovacího pokusu je tím připraveno a vyčká se doby, odpovídající době DN.

V době, kdy má být vyšetřovací pokus prováděn, se do místa střetu přímo na vozovku umístí cílová tabulka v kontrastní barvě k povrchu vozovky (postačí barva bílá a černá) o rozměrech 200 x 200 m, odrazovou polohou kolmo ke směru pohybu vozidla. Vozidlo obsazené řidičem a vedoucím pokusu (ev. dalšími osobami jako v době DN) se postaví do koridoru pohybu (boční odstup od okraje vozovky jako v době DN, pokud není určen, pak odpovídajícím obvyklému způsobu jízdy v místě DN a příslušným předpisům) ve vzdálenosti cca 100 m při potkávacích světlech, 200 m při dálkových světlech od místa střetu. Pokud by již z této polohy byla cílová tabulka viditelná, vzdálenost se zvětší. Vozidlo se rozjede rychlostí do 20 km/h (zkušební rychlost) k místu střetu. V okamžiku, kdy řidič spatří cílovou tabulku, zastaví. Místo zastavení se mimo vozovku, mimo zorné pole řidiče, označí orientační tabulí tak, aby ji bezpečně viděl spolujezdec – vedoucí pokusu. Tabule slouží k upozornění vedoucího pokusu, že vozidlo vyjíždí do sektoru dohlednosti na vozovku v místě střetu. Místo umístění orientační tabule se porovná s umístěním „stop“ tabule. Tato musí být od orientační tabule vzdálena nejméně 25 m ve směru jízdy vozidla (ve vzdálenosti odpovídající dráze, kterou vozidlo rychlostí 20 km/h ujede za dobu v rozmezí 4 až 5 s). Pokud je tato vzdálenost kratší, musí se pokus provádět nižší zkušební rychlostí, 10 ev. 15 km/h. „Stop“ tabule se přesune blíže k místu střetu, do vzdálenosti odpovídající dráze pro zastavení vozidla z této nižší rychlosti. Poté vozidlo couvne do výchozího postavení pokusu – cca 20 m před orientační tabulí a provede se ověření umístění „stop“ tabule. Z místa střetu se odstraní cílová tabulka. Vozidlo se rozjede zkušební rychlostí směrem k místu střetu. Jakmile spolujezdec – vedoucí pokusu spatří „stop“ tabulí, dá povel k zastavení vozidla.

Ověří se, zda vozidlo zastavilo v bezpečné vzdálenosti před místem střetu. Pokud zastavení není bezpečné, „stop“ tabule se posune proti směru pohybu vozidla, ev. se sníží zkušební rychlost a ověření bezpečného zastavení se opakuje.

Nyní možno přistoupit k vlastnímu provádění pokusu. Do místa na trajektorii pohybu chodce, do kterého má být zjištěna dohlednost (místo střetu, místo vstupu do vozovky ev. další) se postaví figurant. Vozidlo couvne do výchozího postavení pokusu. Na pokyn vedoucího pokusu se vozidlo zkušební rychlostí rozjede k místu, kam je zjišťována dohlednost. Pokyn pro rozjezd vozidla je současně i pokynem pro figuranta, aby v místě svého postavení začal plynule přecházet, a to cca 2 kroky za a 2 kroky před místo postavení po trajektorii pohybu chodce. Figurantovi je pokyn dán buď vysílačkou nebo světelným či zvukovým znamením. Při spatření chodce – figuranta, které řidič ohlásí (např. slovem „ted“), řidič vozidlo brzděním zastaví. Vedoucí pokusu dá figurantovi znamení, aby se také zastavil. Doměří se vzdálenost předního okraje vozidla k nejbližší značce ve směru jízdy a zaznamená. Figurant dostane pokyn k opětovnému přecházení a vozidlo couvá, až figurant zmizí řidiči ve tmě. Zde vozidlo opět zastaví, staničení vozidla se doměří k nejbližší značce a zaznamená. Pokus se několikrát opakuje stejným způsobem (nejméně 5×). Poté se stejným způsobem provede zjištění dohlednosti do dalšího místa trajektorie pohybu chodce.

Pokud je situace v místě DN taková, že v některém místě trajektorie chodce má chodec ve směru jízdy zakrytý výhled, je možné ověřit i dohlednost chodce na vozidlo. Vozidlo se z výchozího postavení rozjede zkušební rychlostí, pokyn k jeho zastavení dá chodec vysílačkou do vozidla (či jiným signálem) v okamžiku spatření. Couváním a polohy staničení vozidla možno stanovit místo, kde se vozidlo ztrácí z dohledu chodce.

Pokud nedá chodec povel k zastavení a vozidlo přijede až ke „stop“ tabuli, dá povel k zastavení vedoucí pokusu a pokus se opakuje z nižší rychlosti, jak popsáno dříve.

Po zastavení vozidla v místě spatření chodce možno provést i měření **intenzity osvětlení** v místě staničení figuranta **luxmetrem** (povrch vozovky, osvětlení figuranta v různé výšce, hranice tmy). Pro každé postavení figuranta se vyhotoví samostatná tabulka.

*Poznámka:* Pokud řidič vozidlo nezastaví již před „stop“ tabulí, dá k zastavení vozidla u této tabule pokyn vedoucí pokusu. Pokus pak nutno provádět nižší zkušební rychlostí a „stop“ tabule se přemístí přiměřeně této rychlosti. Hodnoty se zaznamenávají pro každé postavení figuranta do příslušné tabulky.

### **Fotodokumentace pokusu**

*Zpravidla se dokumentuje dohled řidiče vozidla. Stativ s fotoaparátem se postaví k vozidlu ze strany řidiče tak, aby objektiv fotoaparátu byl ve výši očí řidiče. Výhodné je použít stativ s vyoseným uchycením fotoaparátu, Nesouhlasné boční umístění fotoaparátu vzhledem k očím řidiče však neovlivní dokumentační účel snímku. Expozice se provádí plně otevřenou clonou časem 3 s. Citlivost filmu se volí v rozmezí 20 až 27 Din. Pořízení snímku se zaznamená do příslušné tabulky. Obdobně možno pořizovat i fotodokumentaci dohledu z určitého postavení chodce.“ [2]*

Další literaturou zabývající se vyšetřovacím pokusem pro stanovení dohlednosti za snížených podmínek je „Příručka znalce II, Analytika silničních nehod“ z roku 1985. Zde je autorem Ing. Ladislavem Glierem ve stati „Vyšetřovací a znalecké experimenty“ popsáno zjišťování dohlednosti za snížené viditelnosti. Uvádí zde: „při zjišťování dohledné vzdálenosti se mimo spisových podkladů přihlíží k platným právním předpisům, které dohlednou vzdálenost definují“ [1]. Ing. František Kropáč, PhD. zmiňuje [7], že není uvedeno k jakým právním předpisům.

Dle Ing. Ladislava Gliera v [1] v podstatě se zjišťují následující dva údaje, a to:

- dosvit světlometů na vozovku (potkávací, dálkové),
- hranice spatření překážky na daný typ světla (potkávací, dálkové).

Dále typy možných překážek:

- neosvětlený chodec,
- neosvětlené jízdní kolo,
- neosvětlené odstavené vozidlo,
- neosvětlený výkop,
- osvětlené jízdní kolo,
- osvětlené odstavené vozidlo.

V konečném důsledku prostorové podmínky ovlivňující pokus:

- provoz s veřejným osvětlením,
- provoz bez veřejného osvětlení,
- v protisměru vozidlo (možnost oslnění),
- bez vozidla v protisměru.

Doc. Ing. Albert Bradáč CSc. navazuje ve stati „Analýza silniční nehody“ na předchozí zmíněnou stat' Ing. Ladislava Gliera popisem oblasti zakrytého výhledu (OZV) v případě střetu vozidla s chodcem.

Možnost spatření překážky nebo druhého neosvětleného účastníka (chodce, cyklisty) je dána nejen intenzitou a seřazením světlometů, ale zejména schopností překážky odrážet světlo ze světlometů vozidla (jas) a kontrastem vůči okolí. Pokud není překážka vybavena zvláštním zařízením na odrazení paprsků (odrazky), je obvykle vzdálenost, na kterou je možno překážku spatřit kratší, než dosvit světlometů na vozovku. Pro objektivní posouzení je na místě provést experiment (vyšetřovací pokus), při němž jsou veškeré podmínky z doby nehody přesně rekonstruovány. Subjektivním pozorováním se pak zjišťuje okamžik prvního spatření chodce (figuranta). Jedná se přitom o statickou zkoušku; za jízdy je rozpoznatelnost horší, takže je na místě vzdálenost ještě zkrátit (asi o 20%). Vykreslením se získá oblast zakrytého výhledu. [1]

S touto situací, ale vzniká problematika posuzování měření za statických podmínek, kdy řidič překážku očekává a je na ní plně soustředěn zrakovým vnímáním, a dynamických podmínek, kdy se řidič vozidla pohybuje. Jedním právě z cílů bylo v [7] vědeckými metodami ověřit, jak uvedený problém zohlednit. *„Představa metodiky dynamického měření byla ta, že řidič vozidla pojedje předem stanovenou rychlostí se zapnutými potkávacími světlomety a bude zaznamenána poloha vozidla, kdy řidič reaguje intenzivním brzděním na objekt před vozidlem. Tímto objektem z hlediska bezpečnosti byl černý oděv zavěšený na ramínku představující siluetu chodce. Řidič vozidla jel po rovném úseku silnice dlouhém přibližně 800 m, věděl, že před vozidlem se bude nacházet objekt, nevěděl však přesně, v kterém místě na vozovce. Řidič vozidla byl poučen dle výkladu § 5 odst. b) zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, aby se věnoval plně řízení vozidla a sledoval situaci v provozu. Záznamové zařízení (palník) pro stanovení polohy vozidla v okamžiku reakce řidiče intenzivním brzděním bylo individuálně vyrobeno. Rychlost vozidla byla zaznamenána zařízením XL meter. Princip palníku příkládá Ing. František Kropáč v přílohách. V prvotním měření byl spínač palníku umístěn na volant a řidič vozidla v okamžiku, kdy reagoval intenzivním brzděním, měl stisknout spínač palníku. Měření se neosvědčilo, neboť všichni zkušební řidiči, dle jejich názoru, se nemohli soustředit při jízdě na to, že mají sledovat situaci před sebou a navíc v okamžiku reakce provést stisk spínače, byť na něm měli položen palec ruky. Výsledky měření byly značně rozdílné a nepoužitelné pro vyhodnocení. Ve vztahu k této zkušenosti byla provedena změna záznamu palníku a to taková, že jeho aktivace byla okamžikem sešlápnutí pedálu brzdy řidičem vozidla respektive v okamžiku sepnutí okruhu brzdových světel. Tím byla zaznamenána poloha vozidla*

*v okamžiku, kdy řidič započal intenzivně brzdít, nikoliv však, kdy započal reagovat intenzivním brzděním“.* [7]

V práci Ing. Františka Kropáče, PhD. se interpretují výsledky z porovnání měření, která se prováděla opakovaně i s jinými řidiči, řidiči vozidel vždy reagovali intenzivním brzděním v rozmezí vzdálenosti dosvitu světlometů a prvního uvidění siluety chodce před vozidlem. Z výsledků měření nebyl zjištěn rozdíl vzdálenosti reakce řidičů vozidel při nízkých rychlostech oproti rychlostem vyšším. Z výsledků měření se taktéž nepotvrdilo, že by rychlost jízdy do 80 km/h měla vliv na vzdálenost, kdy řidič vozidla prvně uvidí siluetu chodce, a to porovnáním se statickým měření vzdálenosti. [7]

Se stejnou problematikou se zabýval Ústav Soudního Inženýrství ve zmíněném článku [6] v části současné problematiky, jedním z cílů bylo právě získat základní informace o rozdílnosti vnímání objektu řidičem z rychle a pomalu jedoucího vozidla za snížené viditelnosti. V článku se lze dočíst popisu použitých metod, kde dynamické jízdní zkoušky byly realizovány v reálném silničním provozu s vozidly, která se po vozovce pohybovala obvyklou rychlostí. Vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce byla zjišťována výpočtem na základě vyhodnocení okamžiku optické reakce řidiče na chodce a rychlosti vozidla v posuzovaném úseku. Okamžik optické reakce řidiče byl zjišťován na základě měření změny úhlu pohledu řidiče při spatření chodce. Způsob měření a vyhodnocení byl navržen v úzké spolupráci Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně a výzkumného institutu EPIGUS – Institut für ganzheitliche Unfall – und Sicherheitsforschung, Rakousko. Statická měření byla realizována formou standardních vyšetřovacích pokusů, dle „Znaleckého standardu č. II“ popsány výše. Figurant byl umístěn na stanoviště, na kterém se nacházel při dynamických zkouškách. Vozidlo s rozsvícenými světlomety bylo umístěno do pravého jízdního pruhu na vzdálenost, při které již nebylo vidět figuranta. Vzájemný pohyb vozidla a figuranta byl realizován velmi pomalou jízdou vozidla, které bylo zastaveno v okamžiku, kdy posádka (v tomto případě tvořená 3 osobami) shodně prohlásila, že lze poprvé rozpoznat figuranta (chodce) na vozovce. Pomocí kalibrovaného měřicího kolečka bylo provedeno měření vzdálenosti k figurantovi. Pro zjištěnou vzdálenost bylo vždy provedeno měření intenzity osvětlení figuranta v místech kotníku, kolen, pasu a hrudi a dále měření jasu dolní a horní části trupu figuranta a měření jasu vybraných prvku okolí.

Na základě provedených zkoušek je v článku konstatováno: „*v porovnání s měřením ze stojícího vozidla jízda vozidla běžnou rychlostí nutně nezhoršuje možnost rozpoznání chodce na vozovce. Největší četnost mají dynamická měření, která nepřekračují odchylku  $\pm 10\%$  od měření statického. Nutnost korekce (krácení) vzdálenosti zjištěné vyšetřovacím pokusem při velmi*



*pomalém přibližování se k chodci se tak nepotvrdila. V některých případech, zejména u světel potkávacích se ukazuje, že dynamický pohyb vozidla, především jeho houpání (pitching oscillation), může v porovnání s měřením ze stojícího příp. pomalu jedoucího vozidla prodloužit vzdálenost potřebnou na rozpoznání chodce a tedy pozitivně ovlivnit možnost dřívějšího rozpoznání chodce. Naopak složitost jízdních situací a četnost podnětu při jízdě může podstatným způsobem tuto vzdálenost zkrátit a negativně ovlivnit možnost včasného rozpoznání chodce“.* [6]

Velmi podstatným zjištěním, pro rámeček této diplomové práce je, že výsledky zkoušek nepotvrdily jejich pozitivní vliv na prodloužení vzdálenosti, potřebné na rozpoznání chodce, navzdory měření světelných parametru a údajů od výrobců, které ukazují na lepší světelné parametry světlometů se zdrojem světla tvořený výbojkami. V závěru článku a přiložených graf, lze vyhodnotit, že vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce v obvyklém oblečení je např. při použití potkávacích světel cca 50 m. Použije-li však chodec černé oblečení, tato vzdálenost se podle okolností může zkrátit na 40 až 30m. Výsledky dynamických zkoušek navíc ukazují, že při jízdě vozidla nastávají poměrně často i případy, kdy řidič rozpozná chodce i na vzdálenost až o 30% kratší. Dále ze zkoušek je vyvozeno: „*použije-li chodec i méně kvalitní bezpečnostní vestu, může se při zapnutých potkávacích světlech vzdálenost potřebná na rozpoznání prodloužit i na více než 100m“.* [6]

Další výsledky měření závislosti dohledu na dosvit hlavních světlometů můžeme najít ve sborníku převzatých cizojazyčných publikací Ing. Vlastimila Rábka, PhD. [11] zmíněnou v části zkoumání současného stavu řešené problematiky. V uvedeném překladu německé diplomové práce autor uskutečnil sérii pokusů v hale, ve které byly dříve provozovány motokáry. Byla provedena měření s 13 vozidly různých klasifikačních tříd. Dále při tomto měření bylo použito jedno vozidlo s rokem výroby 1992 tak, aby bylo možno porovnat naměřené hodnoty tohoto starého modelu vozidla s naměřenými hodnotami novějších vozidel, byly použity čtyři konstrukčně velmi podobné páry vozidel, vždy jednou s a podruhé bez světlometů vybavených plynovou výbojkou. Pro měření byla použita figurína, pokrytá černou pěnovou hmotou, figurína oblečena do tmavého svetru, modrých džínových kalhot s černými boty. Z výsledků měření vyplývá, že při použití xenonových reflektorů dochází ke zvětšení vzdálenosti, kdy je pozorovaný objekt ještě mezně rozpoznatelný. V přímém porovnání výsledků byly mezní vzdálenosti rozpoznání u vozidel stejných typů, tzn. u typově shodných světlometů, vždy vyšší. Rovněž bylo při zkoumání patrné, že výška umístění světlometů hraje podstatnou roli, kdy u vozidel s vysoko zabudovanými světlometry byly zjištěny, zejména oproti konvekčním světlometům s halogenovými žárovkami H4, vyšší hodnoty.

Z výsledků měření je vyvozeno, že „osobní vozidla vybavená xenonovými světlomety docilují v průměru o 10 – 15 metrů větší dráhu dohledu, než v přibližně stejné době vyrobená vozidla vybavená konvenčním systémem osvětlení. Zřetelně větší dodané množství světla navíc zabezpečí rovnoměrnější a širší osvětlení vozovky, aniž by byl protijedoucí řidič tímto oslněn, což jistě stojí za zmínku“.

U vozidel moderní konstrukce je všeobecným trendem udávat nižší hodnotu nastavení sklonu reflektorů (1,0 namísto 1,1 až 1,2 %). Tuto předepsanou hodnotu můžeme snadno zjistit (přečíst) na světlometech, případně na dodatkové tabulce umístěné na nosné konstrukci chladiče a přední masky vozidla. Nižší hodnoty sklonu světlometů přirozeně vedou k dosažení většího dosvitu světlometů. Toto „ostřejší“ nastavení světlometů je umožněno díky konstrukčně přesnému odstínění kuželů tlumených světél, aniž by docházelo ke vzniku oslnění.

## **4.7 APLIKACE METOD MĚŘENÍ DOHLEDNOSTI NA DOSVIT HLAVNÍCH SVĚTLOMETŮ**

V rámci zadání této diplomové práce byla provedena měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů, zaměřením na moderní typy konstrukce světlometů, především vybavené bi-xenonovým systémem tvorby dálkových a tlumených světél. Při měření bylo použito trojice vozidel s xenonovou výbojkou, pro porovnání vozidlo se světlometem typu FF (Free Form) s halogenovou žárovkou a vozidlo s parabolickým světlometem s dvouvláknovou halogenovou žárovkou. Popis jednotlivých vozidel je následující:

- Audi A4 – vybaveno bi-xenonovým systémem s výbojkou D1S,
- Audi Q7 – taktéž vybaveno velmi systémově podobným typem světlometu jak u Audi A4 s výbojkou D1S,
- Mercedes-Benz S500 – úpraven společností Brabus s bi-xenonovým adaptivním systémem s výbojkou D1S a halogenovou žárovkou H7, která plní dle manuálu výrobce funkci bodového dálkového světla,
- Opel Corsa – nejstaršího data výroby s parabolickým typem světlometů se skleněným krytem tvořený optickými formami a dvouvláknovou halogenovou žárovkou H4,
- Škoda Fabia – s dělenými světlometry typu FF, tvořený halogenovou žárovkou typu H7 pro potkávací světla a typu H1 pro světla dálková.

Na následujících fotografiích jsou zachyceny světlometry jednotlivých vozidel. Světlomet na vozidle Audi A4 je zobrazen na obr. č. 4 – 15 u tohoto vozidla je hrubá výška osy projekční čočky ve výšce 67 cm.



*Obr. č. 4 – 15 Světlomet vozidla Audi A4*

Konstrukčně podobný světlomet vozidla stejné značky vozidla Audi Q7 je vidět na obr. č. 4 – 16 oproti předchozímu uvedenému má výrazně větší plastový kryt opatřený v horní části tlumící plochou. Hrubá výška osy čočky je zde 91 cm.



*Obr. č. 4 – 18 Světlomet vozidla Audi Q7*



*Obr. č. 4 – 19 Světlomet vozidla Mercedesu-Benz S500*

Na obr. č. 4 – 17 je vidět umístění halogenové žárovky H7 pro tvorbu bodového dálkového světla u vozidla Mercedes-Benz S500, další možností výrobce je nahrazení této žárovky infra-zářičem pro možnost zobrazení dění, před vozidlem, na displeji palubní desky, v infra-červeném spektru světla. Hrubá výška osy projekční čočky nad vozovkou je umístěna u tohoto vozidla 67 cm.



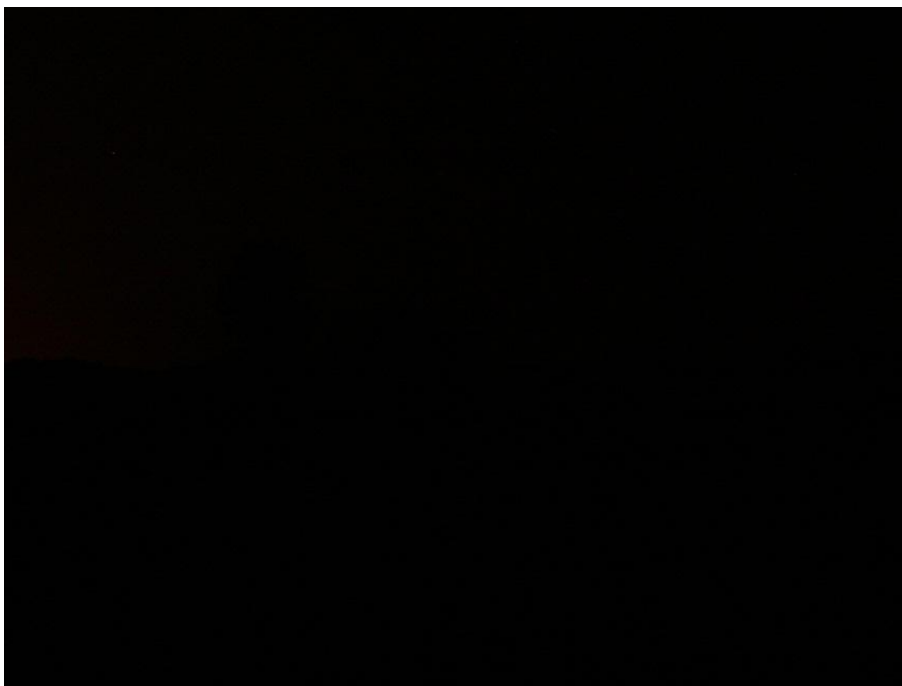
*Obr. č. 4 – 20 Světlomet vozidla Opel Corsa*

Na obr. č. 4 – 18 a obr. č. 4 – 19 jsou zobrazeny vozidla s konstrukčně staršími typy světlometů, avšak v České republice se stále setkáme s nimi u vozidel nejčastěji. U vozidla na obr. č. 4 – 19 Škody Fabia je halogenová žárovka pro potkávací světla umístěna ve výšce 67 cm. Výška vztažného bodu světlometu, označena křížkem na skleněném krytu vozidla Opel Corsa z obr. č. 4 – 18, je 62 cm. Dále v příloze C jsou fotografie zobrazující rozdíly, respektive způsoby, tvoření dálkových a tlumených/potkávacích světél u jednotlivých použitých vozidel.



*Obr. č. 4 – 21 Světlomet vozidla Škoda Fabia*

Měření bylo provedeno, za úplné tmy na rovném úseku blízkosti města Třebíč. Na úseku bylo vyznačeno barvou vytyčení po 5 m, od hraniční pozice předních částí vozidel, do vzdálenosti poslední výtyčky 200 m. Na obr. č 4 – 20 je vidět, jak vypadal tento neosvětlený úsek od hraniční pozice. Měření bylo dokumentováno digitálním fotoaparátem Panasonic DMC-FZ20 s nastavením závěrky clony  $f/3.7$  a délky expozice 4 s.



*Obr. č. 4 – 22 Neosvětlený úsek měření*

V příloze D jsou dále přiloženy fotografie režimů světel vozidel a jejich projev v okolí daného úseku. V první části měření bylo provedeno měření intenzity osvětlení u pravého okraje vozovky, kde v rámci problematiky dohlednosti překážky za snížené viditelnosti se nachází nejčastěji právě daná překážka, respektive chodec. Měření bylo provedeno jak u tlumených/potkávacích světel, tak i u dálkových na vyznačených výtyčkách po 5 m pomocí měřicího přístroje PU 550 společnosti Metra Blansko.

**Intezita osvětlení vozidel při zapnutých potkávacích/tlumených světlech**

Výsledky měření:

- jsou uvedeny v následujících tabulkách pro jednotlivá vozidla:

Tab. č. 4 – 7 Intezita osvětlení tlumených/potkávacích světel vozidla Audi A4

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	242,0	255,0	191,0	139,5	106,3	82,2	62,7	48,0	37,5	29,5

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	23,8	19,0	14,8	11,5	8,6	6,5	5,0	3,8	2,5	1,8

Tab. č. 4 – 8 Intezita osvětlení tlumených/potkávacích světel vozidla Audi Q7

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	122,0	121,2	90,5	72,9	55,5	35,0	18,0	11,2	6,8	3,2

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70
Intenzita osvětlení (lx)	1,3	0,7	0,4	0,3

Tab. č. 4 – 9 Intezita osvětlení tlumených/potkávacích světel vozidla Mercedes-Benz S500

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	147	125	106	79	59	43	31	24	19	14

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	12	10,9	9,4	8	7	6	5,5	4,9	4,5	3,9

Vzdálenost od vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140
Intenzita osvětlení (lx)	3,4	3	2,9	2,5	2,2	2	1,8	1,5

Tab. č. 4 – 10 Intezita osvětlení tlumených/potkávacích světel vozidla Opel Corsa

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	82	54,5	31,6	22,8	14,9	9,3	5,45	3,45	2,45	1,9

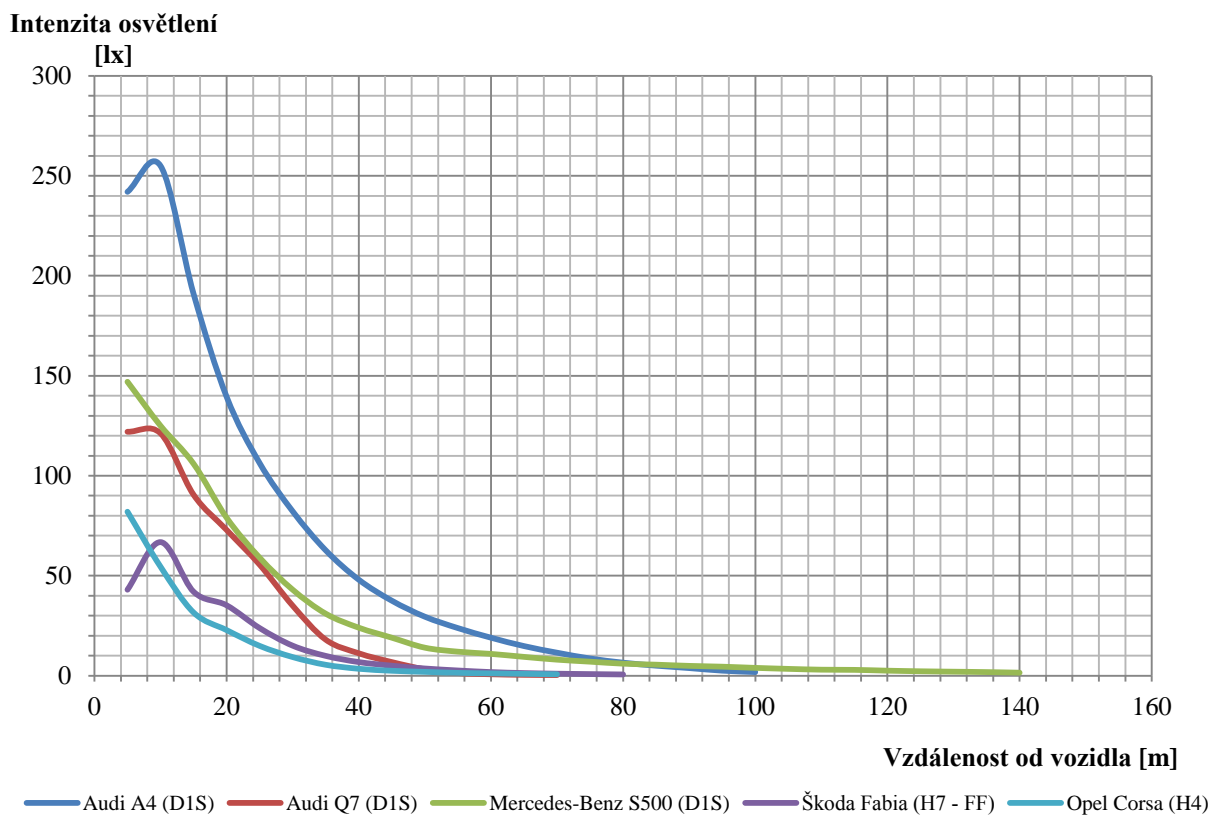
Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70
Intenzita osvětlení (lx)	1,4	1,14	0,9	0,7

Tab. č. 4 – 11 Intenzita osvětlení potkávacích světél vozidla Škoda Fabia

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	43,0	66,8	42,0	35,2	23,8	15,0	9,9	6,8	5,0	3,6

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80
Intenzita osvětlení (lx)	2,6	1,8	1,3	1,0	0,8	0,6

- pro názornou představu je zde uveden graf na obr. č. 4 – 21. zobrazující srovnání jednotlivých intenzit osvětlení v závislosti na vzdálenosti od příďe všech vozidel.



Obr. č. 4 – 23 Závislost intenzity osvětlení tlumených/potkávacích světél na vzdálenosti u měřených vozidel



***Intezita osvětlení vozidel při zapnutých dálkových světlech***

Výsledky měření:

- dálkových světel jsou uvedeny v následujících tabulkách:

*Tab. č. 4 – 12 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Audi A4*

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	220,0	254,0	187,0	145,0	118,0	95,0	77,6	61,5	50,0	42,1

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	35,4	30,0	27,0	23,0	20,0	18,3	16,1	14,5	13,0	11,9

Vzdálenost od vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Intenzita osvětlení (lx)	10,6	9,6	9,0	8,8	7,6	7,0	6,7	6,0	5,5	5,5

Vzdálenost od vozidla (m)	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
Intenzita osvětlení (lx)	4,9	4,5	4,5	4,0	3,6	3,4	3,3	3,3	3,0	2,9

*Tab. č. 4 – 13 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Audi Q7*

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	119,5	122,5	99,2	85,0	72,5	61,5	50,5	41,0	34,0	28,8

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	24,2	20,8	18,0	15,6	13,5	11,9	10,2	8,8	8,2	7,5

Vzdálenost od vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Intenzita osvětlení (lx)	6,8	6,5	5,5	5,2	4,8	4,7	4,3	3,8	3,5	3,2

Vzdálenost od vozidla (m)	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
Intenzita osvětlení (lx)	3,0	2,7	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7

*Tab. č. 4 – 14 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Mercedes-Benz S500*

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	142	147	119	100	82	67,5	56,5	44,1	38,1	31,5

Vzdálenost vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	26,9	23,5	20,4	17,7	15,6	13,5	12,8	11,6	10,6	9,7

Vzdálenost vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Intenzita osvětlení (lx)	9	8	7,2	7,8	6,5	5,9	5,6	5	4,9	4,5

Vzdálenost vozidla (m)	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
Intenzita osvětlení (lx)	4,4	4,15	3,75	3,6	3,35	3,12	3	2,9	2,75	2,7

*Tab. č. 4 – 15 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Opel Corsa*

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	41,2	47,6	30,2	25,6	23,6	21,8	18,2	15,9	13,5	11,4

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	9,9	8,5	7,2	6,3	5,6	5,1	4,75	4,25	3,8	3,45

Vzdálenost od vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Intenzita osvětlení (lx)	3,1	2,95	2,7	2,5	2,3	2,1	2	1,9	1,8	1,5

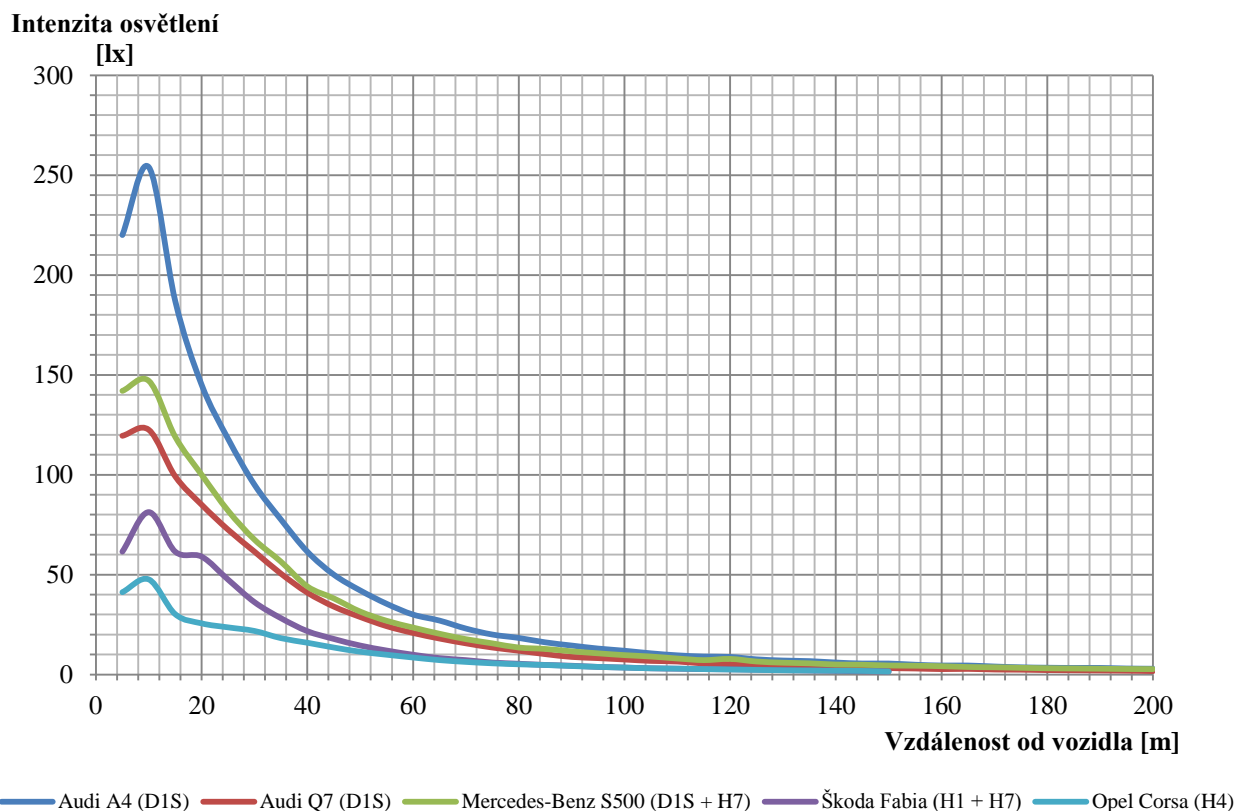
*Tab. č. 4 – 16 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Škoda Fabia*

Vzdálenost od vozidla (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intenzita osvětlení (lx)	61,5	81,3	61,5	59,0	47,5	36,2	28,2	21,7	17,8	14,5

Vzdálenost od vozidla (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Intenzita osvětlení (lx)	12,0	9,9	8,2	7,2	6,0	5,4	4,8	4,4	3,8	3,5

Vzdálenost vozidla (m)	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Intenzita osvětlení (lx)	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5

- stejně jak předchozí stati uvádím pro názornou představu graf na obr. č. 4 – 22. zobrazující srovnání jednotlivých intenzit osvětlení v závislosti na vzdálenosti od přídě všech vozidel pro zapnutá dálková světla.



*Obr. č. 4 – 24 Závislost intenzity osvětlení dálkových světel na vzdálenosti u měřených vozidel*

*Z výsledků měření:*

- lze vyvodit, že u vozidel dochází k největší intenzitě osvětlení ve vzdálenosti kolem 10 m před vozidlem,
- vozidlo Audi A4 je vybaveno světlomety produkující nejintenzivnější osvětlení pomocí xenonové výbojky D1S,
- nejméně intenzivní osvětlení produkují světlomety konstrukčně nejstaršího vozidla Opel Corsa s dvou vláknovou halogenovou žárovkou H4,
- v příloze E jsou uvedeny grafy změn intenzit osvětlení při zapnutí dálkových a tlumených/potkávacích světel pro jednotlivá vozidla.

### ***Vzdálenost dosvitu jednotlivých vozidel při zapnutých potkávacích/tlumených světel***

*Cíle měření:* stanovit vzdálenost dosvitu dle vztahu 4.1 uvedenou Ing. Františkem Kropáčem, PhD. [7] u jednotlivých vozidel a dále porovnat s objektivním měřením pomocí luxmetru PU 550.

Samotným problémem u použití vztahu 4.1 je ten, že u moderního systému konstrukce světlometů je světlomet tvořen čirým plastovým krytem, bez označení výšky vztažného bodu světlometu pomocí křížku, který je např. vidět u použitého vozidla Opel Corsa. Není-li tedy k dispozici vyznačen tento vztažný bod je tak nutno brát výšku umístění halogenové žárovky pro potkávací světla u dělených konstrukcí světlometů, popřípadě světel tlumených. U projektorových systémů tvorby tlumených světel je těžké rozpoznat umístění zdroje světla a tak můžeme vyvozovat výšku umístění osy čočky. Toto vyvození však pokládám za velice nepřesné a proto zde uvádím tyto údaje, jakožto hrubé výšky os čoček v předchozím textu. Dalším úskalím, které při tomto zjištění nastalo, je skutečnost, že u moderního systému světlometů již není dán předepsaný sklon světlometů předepsaný výrobcem. Nastalo tak tomu u použitého vozidla Mercedes-Benz S500, na obr. č. 4 – 23 je vyfotografován informační symbol umístěný u daného světlometu.



*Obr. č. 4 – 25 Symbol sklonu světlometu u vozidla Mercedes-Benz S500*

*Výsledky měření:*

- jsou uvedeny v tab. č. 4 – 17, pro objektivní měření pomocí luxmetru PU 550 byla hranice dosvitu stanovena na hodnotu 2 lx, dle výsledku měření z [7] uvedené na str. 74: „rozhraní osvětlené a neosvětlené části vozovky je v místě, kde vertikální osvětlení klesne na hodnotu 2 lx“.

*Tab. č. 4 – 17 Výsledné hodnoty dosvitu potkávacích/tlumených světel měřených vozidel*

Vozidlo	Výška vztážného bodu světlometů (m)	Předepsaný svislý sklon světlometů (%)	Vzdálenost dosvitu dle vztahu 4.1 (m)	Vzdálenost dosvitu z měření (m)	Rozdíl dosvitů dle výpočtu oproti vzdálenosti z měření (%)
Audi A4	0,67	1	67	98,5	-47
Audi Q7	0,91	1	91	53	42
Mercedes-Benz S500	0,67	–	–	150	–
Opel Corsa	0,62	1,2	52	48,5	6
Škoda Fabia	0,67	1,2	56	57,5	-3

***Vzdálenost dosvitu jednotlivých vozidel při zapnutých dálkových světel***

*Cíle měření:* stanovit vzdálenost dosvitu objektivním měřením pomocí luxmetru PU 550, kde hodnota intenzity osvětlení v úrovni vozovky klesne na hodnotu 2 lx.

*Výsledky měření:*

- hodnoty vzdálenosti dosvitu při zapnutých dálkových světlech jsou uvedeny v následující tab. č. 4 – 18.

*Tab. č. 4 – 18 Hodnoty vzdálenosti dosvitu dálkových světel měřených vozidel*

Vozidlo	Vzdálenost dosvitu z měření (m)
Audi A4	> 200
Audi Q7	190
Mercedes-Benz S500	> 200
Opel Corsa	135
Škoda Fabia	135

*Z výsledků obou měření je patrné:*

- nemožnost použití vztahu 4.1 pro výpočet vzdálenosti dosvitu potkávacích/tlumených světel tvořeny bi-xenonovým, potažmo projekčním systémem s xenonovým zdrojem světla, kdy rozdíl vzdálenosti dosvitu objektivním měřením je oproti výpočtu prakticky úplně rozdílný, rozdíl je už samostatně dán předepsaným sklonem světlometu výrobcem, kde se uvádí pouze hodnota 1 %,
- další nemožnost použití matematického vztahu je ta, kdy ani není dán předepsaný sklon světlometů, jak tomu dáno u vozidla Mercedes-Benz S500, tento vůz je vybaven aktivním řízením náklonu světlometu, včetně řízení úhlu natočení do zatáček, u tohoto vozidla je vše již řízeno a kontrolováno řídicí jednotkou světlometů,
- samotným problémem je zjištění umístění vztažného bodu světlometu, avšak při použití halogenového zdroje u parabolických systémů, zjištění výšky umístění halogenové žárovky, např. u vozidla Škoda Fabia se světlometry FF, je matematický výpočet použitelný, rozdíl vzdálenosti použití matematického výpočtu je 1,5 m což je asi pouze o 3 % menší vzdálenost oproti zjištění vzdálenosti měřením, tyto rozdíly jsou ovlivněny nejvíce atmosférickými podmínkami v místě měření a konstrukčními vlastnostmi daného světlometu, u vozidla Opel Corsa, s halogenovým zdrojem světla, rozdíl vzdálenosti dosvitu pomocí matematického výpočtu je 3,5 m větší než vzdálenost zjištěna objektivním měřením
- s použitým konstrukčně nejstaršího typu světlometu u vozidla Opel Corsa je vzdálenost dosvitu (48,5 m) oproti bi-xenonovému systému výrazně nižší než např. u vozidla Mercedes-Benz S500, kde vzdálenost intenzity osvětlení v úrovni vozovky, klesla na 2 lx, až na vzdálenosti 150 m od nejpřednější části vozidla,
- při zapnutých dálkových světlech intenzita osvětlení, v úrovni vozovky, u vozidel vybavené xenonovou výbojkou neklesla na hodnotu 2 lx na víc jak vzdálenosti 200 m, v příloze E přikládám grafy zobrazující intenzity osvětlení na vzdálenosti u jednotlivých vozidel při zapnutých potkávacích/tlumených a dálkových světlech, dále je v grafech vyznačena hranice 2 lx a lze tak odečíst i vzdálenost dosvitu v metrech
- především u grafu, z této přílohy, zobrazující změny u vozidla Audi A4 lze vyčíst, že změna intenzity osvětlení se příliš nemění, jen nejspíše dochází pohybem clony v projekčním světlometu k usměrnění tlumených světel při zachování přibližně stejné intenzity, aniž by mělo docházet k oslňování protijedoucích vozidel, dochází tak k prodloužení vzdálenosti dosvitu při zapnutých světlech.

### **Měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů**

*Cíl měření:* změření závislosti vzdálenosti dohledu překážky na dosvit hlavních světlometů se zájmem na porovnání moderních konstrukcí světlometů.

Vlastní měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů bylo provedeno u všech zde uvedených vozidel při zapnutých potkávacích/tlumených a dálkových světlech, dle Znaleckého standartu č. II, tak že daný objekt (figurant) se vzdaloval od stojícího vozidla, dokud se neztratil z dohledu. Poté pomalou chůzí se přibližoval směrem u pravého okraje silnice, zpět k vozidlu. Chodec se přibližoval, dokud tři nezávislí pozorovatelé ve vozidle, v různé rozmanitosti rozdílů věků (25, 40 a 50 let, bez vážné vady zraku), jednoznačně neidentifikovali, že vidí danou překážku. Poté bylo figurantovi dáno zvukové znamení, aby se zastavil. Při měření byli použiti tyto figuranti:

- figurant oblečen kompletně v bílém,
- figurant oblečen kompletně v černém,
- figurant co se dostavil v běžném oblečení (určené náhodou, bez předchozího upozornění),
- doprovodným měřením bylo ověření změny dohlednosti za použití figuranta oblečeného v reflexní vestě.

Po zastavení figuranta byla provedena fotodokumentace obrazu scény před vozidlem. Fotodokumentace byla provedena z levého boku vozidla, kde optická soustava fotoaparátu byla umístěna do úrovně a výšky očí řidiče. Tato pozice fotoaparátu byla tak stanovena, aby se vyeliminoval vliv osvětlení palubních přístrojů na expozici snímku a odrazů od předního skla vozidla. Poté byla změřena vzdálenost postavení figuranta od přídě vozidla, stojícího na nulté výtyčce. Výtyčky byly znázorněny po 5 m a od poslední výtyčky, u které figurant stál, byla odečtena definitivní vzdálenost dohledu. U figurantů byla poté změřena, pomocí luxmetru PU 550 intenzita osvětlení v následujících úrovních:

- bot,
- kolen,
- hrudí,
- dále byla u potkávacích/tlumených světlometů stanovena oblast tvorby stínu na těle figuranta, jestliže byl identifikován v oblasti dosvitu světlometu.

Doprovodným měřením bylo změření hodnot jasu, pomocí jasoměru Minolta LS-110, ve zmiňovaných úrovních figuranta a změření jasu okolí. Z těchto hodnot je zde vypočten kontrast

dle vztahu 1.7 pro rozeznatelnost částí dané překážky vnímané pozorovateli.

*Výsledky měření při zapnutých dálkových světlech:*

- jsou uvedeny v následující tab. č. 4 – 19, v tabulce jsou hodnoty vzdálenosti postavení jednotlivých figurantů od vozidla, kdy byly zpozorovány.

*Tab. č. 4 – 19 Hodnoty vzdáleností dohledu objektů při zapnutých dálkových světlech u měřených vozidel*

Objekt	Vzdálenost dohledu (m)				
	Audi A4 (D1S)	Audi Q7 (D1S)	Mercedes-Benz S500 (D1S)	Škoda Fabia (H7 – FF)	Opel Corsa (H4)
Figurant bílý	min. 200	min. 200	min. 200	min. 200	139
Figurant černý	80,5	77	145	90	69
Figurant běžný	126	142	min. 200	147	119
Figurant v reflexní vestě	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m

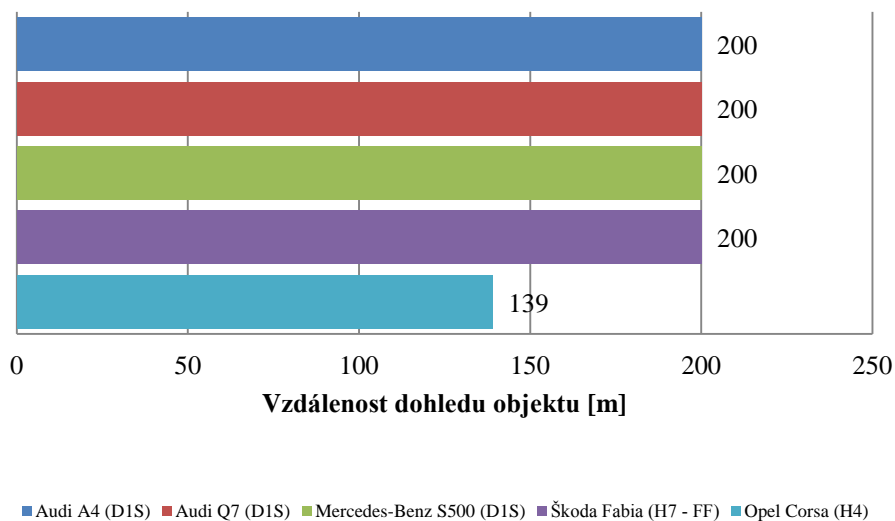
Z předchozí tabulky lze vyvodit, že i u vozidla vybaveného nejslabšími světlomety – Opel Corsa, je vzdálenost viditelnosti překážky (chodce) vybaveného reflexními prvky minimálně 200 m, na obr. č. 4 – 24 je takto zpozorovaný objekt vyfotografován.



*Obr. č. 4 – 26 Figurant v reflexní vestě ve vzdálenosti 200 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých dálkových světlech*



- Opět pro názornou představu jsou zde uvedeny následující grafy zobrazující porovnání vzdáleností dohledu překážky u jednotlivých vozidel:



*Obr. č. 4 – 27 Graf vzdáleností dohledů při zapnutých dálkových světlech, objekt – figurant bílý*

- kromě vozidla Opel Corsa, je vzdálenost dohledu na figuranta v bílém oblečení minimálně 200 m, na obr. č. 4 – 26 je zobrazen tento figurant u vozidla Opel Corsa,

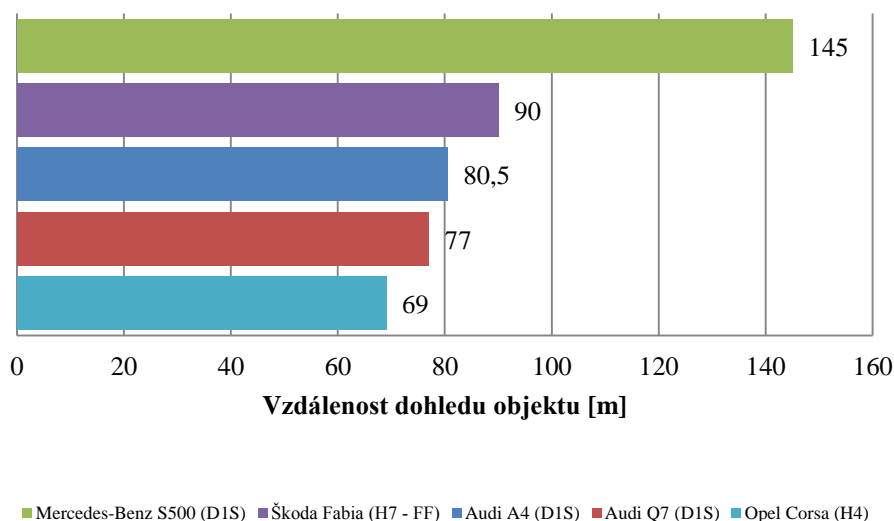


*Obr. č. 4 – 28 Figurant bílý ve vzdálenosti 139 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých dálkových světlech*

- Oproti předchozímu obr. č. 4 – 26 kde je ten samý figurant dokumentován u vozidla Audi A4 na obr. č. 4 – 27,



Obr. č. 4 – 29 Figurant bílý ve vzdálenosti 200 m před vozidlem Audi A4 při zapnutých dálkových světlech



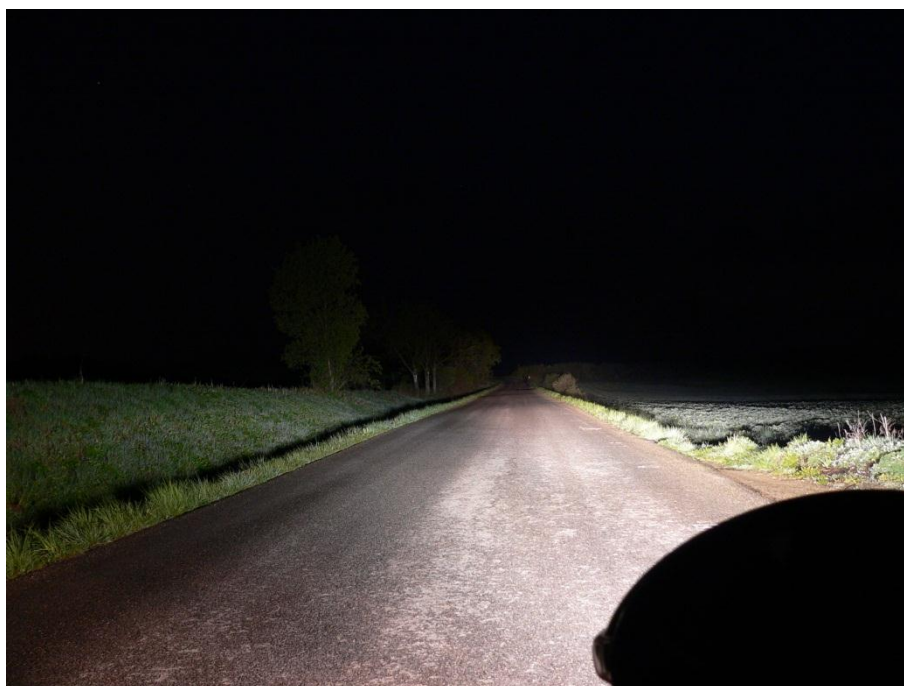
Obr. č. 4 – 30 Graf vzdáleností dohledů objektu při zapnutých dálkových světlech, – figurant černý

- z grafu na obr. č. 4 – 28, lze vyvodit, že nejlépe si vedlo, při rozpoznání figuranta v černém oblečení, vozidlo Mercedes-Benz S500 vybavené světlometem s bi-xenonovým světlometem vybaven výbojkou D1S a halogenovou žárovkou H7 pro

dálkové světlometry, dle manuálu k vozidlu je napsáno, že se jedná o xenonovou výbojku s příkonem 35 W a halogenovou žárovkou s příkonem 55 W.



*Obr. č. 4 – 31 Figurant černý ve vzdálenosti 69 m  
před vozidlem Opel Corsa při zapnutých dálkových světlech*



*Obr. č. 4 – 32 Figurant černý ve vzdálenosti 145 m  
před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých dálkových světlech*

- Na obr. č. 4 – 30 opět můžeme porovnat takto osvětleného chodce s obr. č. 4 – 29 chodce v černém u vozidla Opel Corsa.
- Z předchozí fotografie není příliš patrné rozeznání chodce v černém, podstatným vlivem, pro identifikování této překážky byla tvora stínu za překážkou a především viditelnosti hlavy. Na obr. č. 4 – 31 je zobrazen detail chodce z předchozí fotografie.



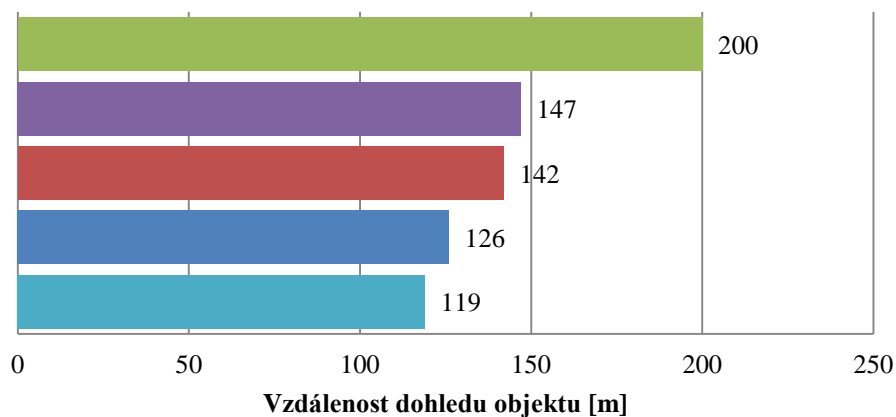
*Obr. č. 4 – 33 Detail figuranta v černém oblečení ve vzdálenosti 145 m před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých dálkových světlech*

- překvapivě se na druhém pomyslném místě objevilo vozidlo Škoda Fabia, které překonalo vzdálenost rozpoznání takto oblečeného chodce, na obr. č. 4 – 32, s rozdílem cca 10 m, než zbylé dvě vozidla vybavené xenonovou výbojkou,



Obr. č. 4 – 34 Figurant černý ve vzdálenosti 90 m před vozidlem Škoda Fabia při zapnutých dálkových světlech

- tento výsledek si lze především odůvodnit „ostrostití“ a barvou světelného toku produkovaným světlometry vozidel značky Audi.



■ Mercedes-Benz S500 (D1S) ■ Škoda Fabia (H7 - FF) ■ Audi Q7 (D1S) ■ Audi A4 (D1S) ■ Opel Corsa (H4)

Obr. č. 4 – 35 Graf vzdáleností dohledů při zapnutých dálkových světlech, objektu – figurant běžný

Při měření vzdálenosti dohledu byly provedeny doprovodné měření, měření hodnot intenzit osvětlení a úrovně jasu, potažmo kontrastu K pro rozpoznání, v jednotlivých úrovních na figurantovi.

U vozidla **Audi A4** jsou tyto hodnoty uvedeny v následujících tabulkách:

*Tab. č. 4 – 20 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů  
při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi A4*

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)
Figurant bílý	> 200	200,0	3,0	3,0	3,0
Figurant černý		80,5	17,5	18,5	17,5
Figurant běžný		126,0	7,8	7,6	7,5

- hodnoty intezit osvětlení jsou v jednotlivých úrovních velmi shodné, s hodnotou intezity osvětlení v úrovni vozovky z předchozího měření,



*Obr. č. 4 – 36 Figurant černý ve vzdálenosti 80,5 m  
před vozidlem Audi A4 při zapnutých dálkových světlech*

Tab. č. 4 – 21 Hodnoty jasů v úrovních objektů  
při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi A4

Objekt	Jas – boty (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – kolena (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – hrud' (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,35	0,01	34	0,73	0,01	72	0,75	0,01	74
Figurant černý	0,11	0,01	10	0,15	0,01	14	0,09	0,01	8
Figurant běžný	0,20	0,01	19	0,19	0,01	18	0,09	0,01	8



Obr. č. 4 – 37 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 126 m  
před vozidlem Audi A4 při zapnutých dálkových světlech

Naměřené a vypočtené hodnoty pro vozidlo **Audi Q7**:

Tab. č. 4 – 22 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů  
při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi Q7

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)
Figurant bílý	190	200	1,8	1,8	1,7
Figurant černý		77	13,0	13,2	13,2
Figurant běžný		142	3,7	3,6	3,6

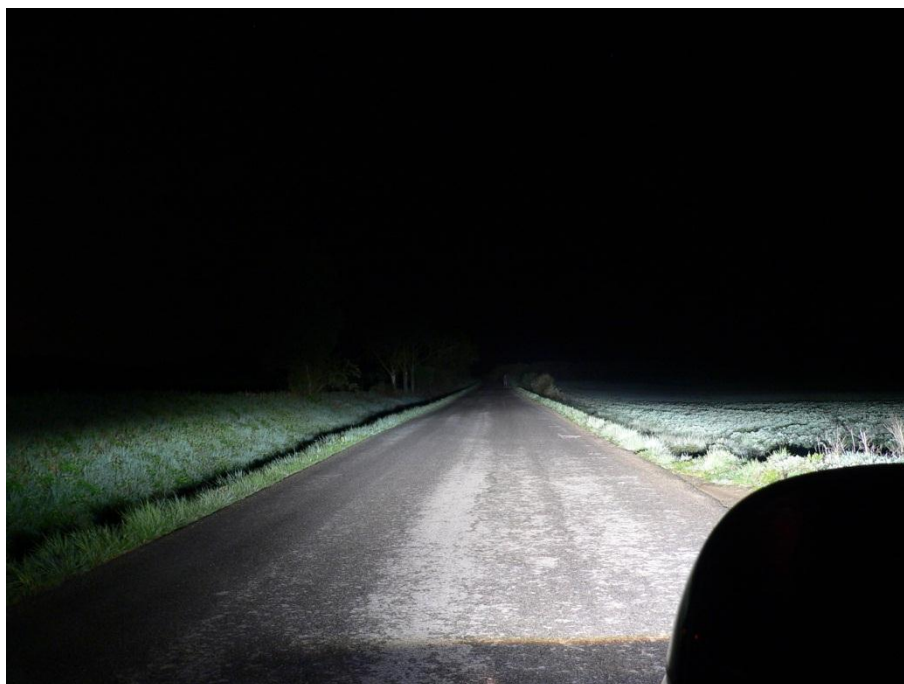


Obr. č. 4 – 38 Figurant černý ve vzdálenosti 77 m před vozidlem Audi Q7 při zapnutých dálkových světlech

Tab. č. 4 – 23 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi Q7

Objekt	Jas – boty (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – kolena (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – hrud' (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,29	0,01	28	0,45	0,01	44	0,44	0,01	43
Figurant černý	0,05	0,02	1,5	0,09	0,02	3,5	0,09	0,02	3,5
Figurant běžný	0,08	0,01	7	0,08	0,01	7	0,07	0,01	6





Obr. č. 4 – 39 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 142 m před vozidlem Audi Q7 při zapnutých dálkových světlech

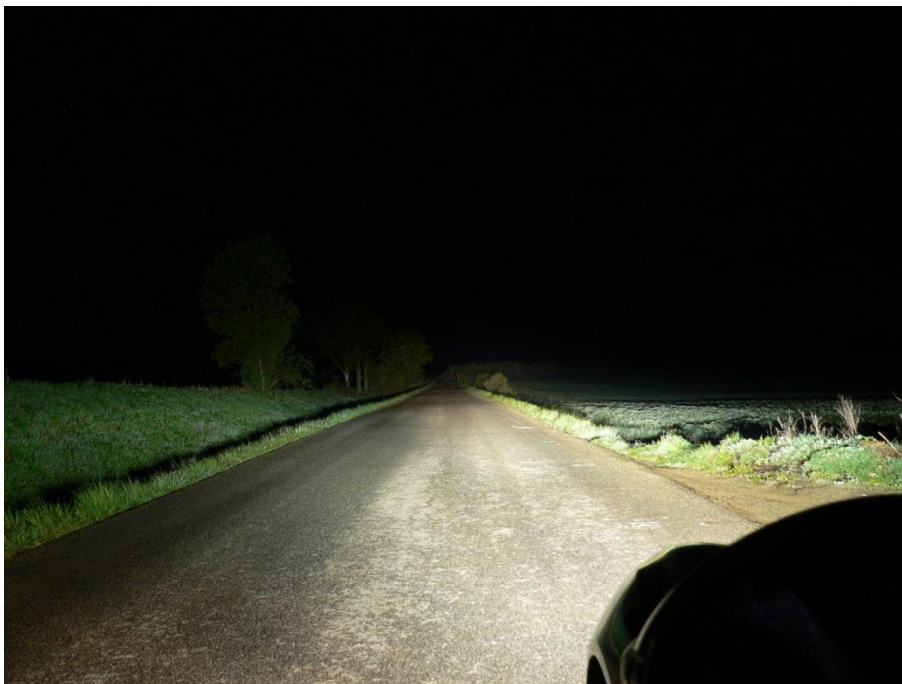
Naměřené a vypočtené hodnoty pro vozidlo **Mercedes-Benz S500**:

Tab. č. 4 – 24 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Mercedes-Benz S500

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)
Figurant bílý	> 200	200	2,7	2,7	2,7
Figurant černý		145	4,9	4,8	4,9
Figurant běžný		200	2,8	2,7	2,7

Tab. č. 4 – 25 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Mercedes-Benz S500

Objekt	Jas – boty (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – kolena (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – hrud' (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,40	0,01	39	0,45	0,01	44	0,63	0,01	62
Figurant černý	0,03	0,02	0,5	0,03	0,02	0,5	0,05	0,02	1,5
Figurant běžný	0,04	0,01	3	0,09	0,01	8	0,05	0,01	4



Obr. č. 4 – 40 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 200 m před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých dálkových světlech

Naměřené a vypočtené hodnoty pro vozidlo **Opel Corsa**:

Tab. č. 4 – 26 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Opel Corsa

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)
Figurant bílý	135	139	2,88	2,80	2,60
Figurant černý		69	7,65	7,60	6,40
Figurant běžný		119	2,35	2,55	2,60

Tab. č. 4 – 27 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Opel Corsa

Objekt	Jas – boty (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – kolena (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – hrud' (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,30	0,03	9	0,63	0,03	20	0,72	0,03	23
Figurant černý	0,09	0,02	4	0,06	0,02	2	0,04	0,02	1
Figurant běžný	0,08	0,01	7	0,06	0,01	5	0,04	0,02	1



Obr. č. 4 – 41 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 119 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých dálkových světlech

Naměřené a vypočtené hodnoty pro vozidlo **Škoda Fabia**:

Tab. č. 4 – 28 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Škoda Fabia

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)
Figurant bílý	135	200	1,2	1,2	1,2
Figurant černý		90	2,1	2,1	2,2
Figurant běžný		147	0,8	0,8	0,8

Tab. č. 4 – 29 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Škoda Fabia

Objekt	Jas – boty (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – kolena (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)	Jas – hrud' (cd.m <sup>-2</sup> )		K (1.7)
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,26	0,01	25	0,15	0,01	14	0,23	0,01	22
Figurant černý	0,02	0,01	1	0,02	0,01	1	0,02	0,01	1
Figurant běžný	0,04	0,01	3	0,02	0,01	1	0,05	0,01	4



Obr. č. 4 – 42 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 147 m před vozidlem Škoda Fabia při zapnutých dálkových světlech

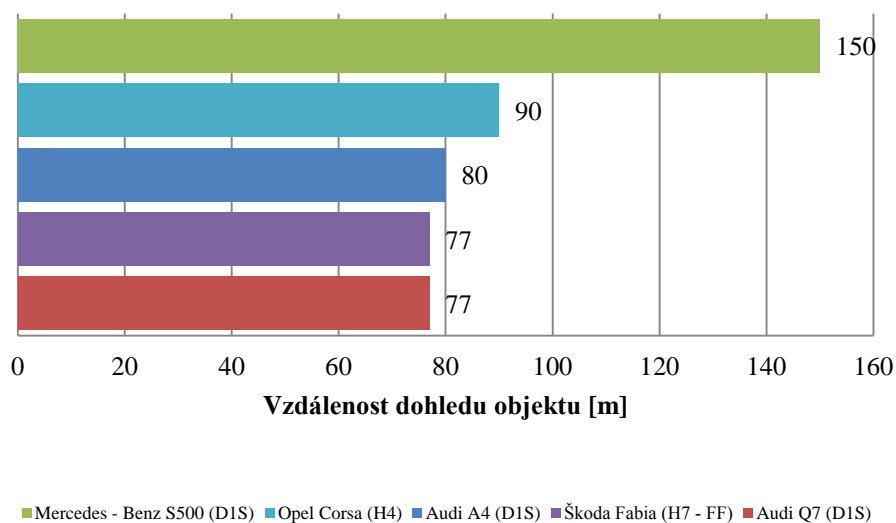
Výsledky měření při zapnutých potkávacích/tlumených světlech:

- jsou uvedeny v následující tab. č. 4 – 30, v tabulce jsou hodnoty vzdálenosti postavení jednotlivých figurantů od vozidla, kdy byly zpozorovány.

Tab. č. 4 – 30 Hodnoty vzdáleností dohledu objektů při zapnutých potkávacích/tlumených světlech u měřených vozidel

Objekt	Vzdálenost dohledu (m)				
	Audi A4 (D1S)	Audi Q7 (D1S)	Mercedes-Benz S500 (D1S)	Škoda Fabia (H7 - FF)	Opel Corsa (H4)
Figurant bílý	80,0	77,0	150,0	77,0	90,0
Figurant černý	40,5	41,0	62,5	36,5	26,8
Figurant běžný	48,0	48,5	81,5	52,0	51,0
Figurant v reflexní vestě	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m	viditelný na 200 m

- V příloze F jsou zobrazeny snímky chodce v reflexní vestě na pozici 200 m od jednotlivých vozidel. V následujícím obr. č. 4 – 41 je pomocí grafu uvedena vzdálenost zpozorování figuranta v bílém oblečení. S výrazným rozdílem byla vzdálenost zpozorování u vozidla Mercedes-Benz S500 největší, na obr. č. 4 – 42 je tato skutečnost zobrazena.

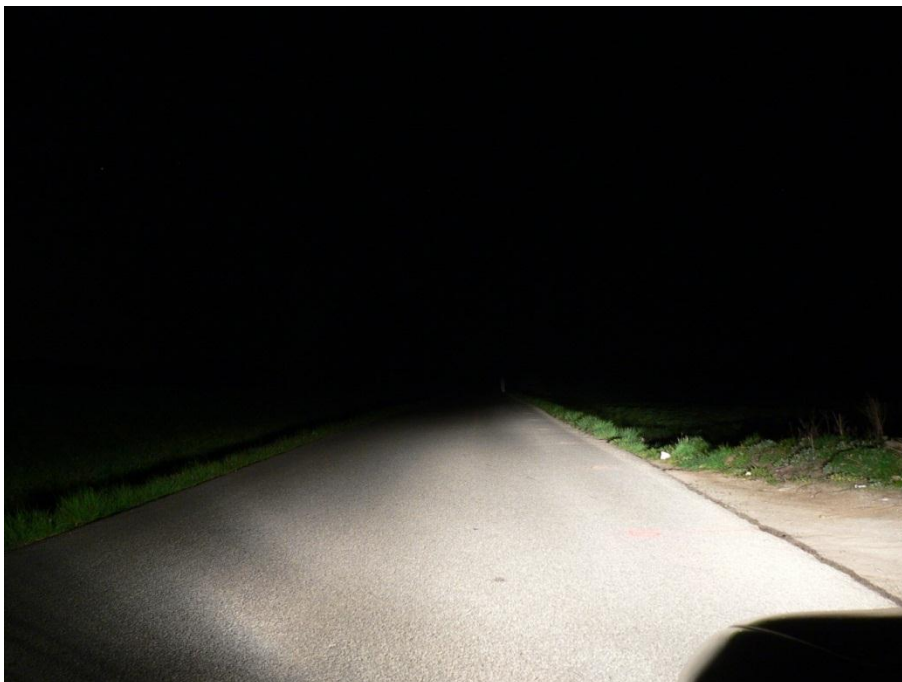


Obr. č. 4 – 43 Graf vzdáleností dohledů při zapnutých potkávacích/tlumených světlech, objekt – figurant bílý

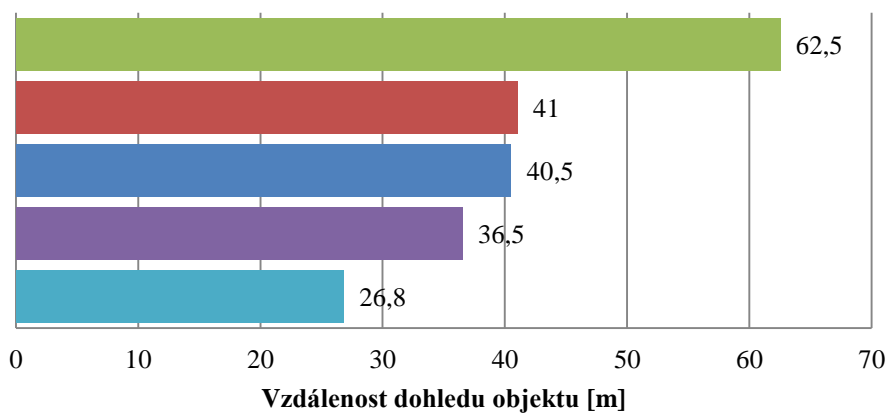


Obr. č. 4 – 44 Figurant v bílém oblečení ve vzdálenosti 150 m před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých tlumených světlech

- Velmi podstatným faktem je, že druhou nejdelší vzdálenost dosáhlo vozidlo Opel Corsa vybaveno konstrukčně nejstarším typem světlometu, vybaveno žárovkou H7 tvořenou vláknem s tlumicí ploškou pro tlumená světla. Tato skutečnost je tvořena vysokou koncentrací rozptýleného světla, tvořeno skleněným krytem světlometu, viz obr. č. 4 – 43.



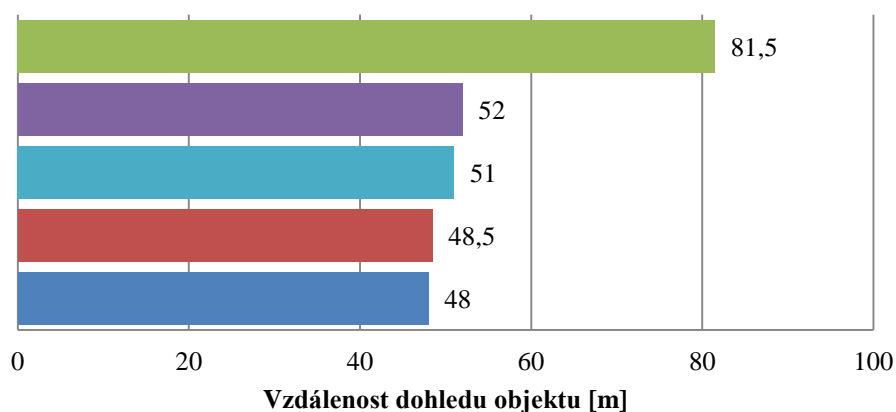
Obr. č. 4 – 45 Figurant v bílém oblečení ve vzdálenosti 90 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých tlumených světlech



■ Mercedes - Benz S500 (D1S) ■ Audi Q7 (D1S) ■ Audi A4 (D1S) ■ Škoda Fabia (H7 - FF) ■ Opel Corsa (H4)

Obr. č. 4 – 46 Graf vzdáleností dohledů při zapnutých potkávacích/tlumených světel, objekt – figurant černý

- Na předchozím obr. č. 4 – 44, je graf zobrazující vzdálenosti dohledu při použití figuranta v černém oblečení. Nejkratších výsledků zde tentokrát dosáhly vozidla vybavena halogenovými žárovkami, za vozidly vybavenými bi-xenonovým systémem.



■ Mercedes - Benz S500 (D1S) ■ Škoda Fabia (H7 - FF) ■ Opel Corsa (H4) ■ Audi Q7 (D1S) ■ Audi A4 (D1S)

Obr. č. 4 – 47 Graf vzdáleností dohledů při zapnutých potkávacích/tlumených světel, objekt – figurant běžný

- Poslední uvedený graf, z tohoto zobrazení měření na obr. č. 4 – 45, ukazuje velmi těsně shodných výsledků vzdáleností dohledu na chodce, respektive figuranta v běžném oblečení u všech vozidel. Výjimkou, jako doposud je vozidlo Mercedes-Benz S 500.

Při měření vzdálenosti dohledu se zapnutými tlumenými/potkávacími světlými, bylo provedeno měření hodnot intenzit osvětlení a úrovně jasu, potažmo kontrastu K pro rozpoznání, v jednotlivých úrovních na figurantovi, jak u vozidel se zapnutými dálkovými světlými. Pro vozidlo **Audi A4** jsou tyto hodnoty uvedeny v následujících tabulkách:

Tab. č. 4 – 31 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi A4

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)	Oblast rozhraní světlo–stín (2 lx)
Figurant bílý	98,5	80,0	3,4	0,5	0,1	kotníků
Figurant černý		40,5	46,0	15,5	0,4	pánve
Figurant běžný		48,0	26,9	2,8	0,2	stehen

*Tab. č. 4 – 32 Hodnoty jasů v úrovních objektů  
při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi A4*

Objekt	Jas – boty		K (1.7)	Jas – kolena		K (1.7)	Jas – hrud'		K (1.7)
	(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )		
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,50	0,01	49	0,14	0,01	13	0,02	0,01	1,0
Figurant černý	0,19	0,02	8,5	0,18	0,02	8	0,02	0,02	0
Figurant běžný	0,44	0,08	4,5	0,12	0,03	3	0,01	0,03	0,7

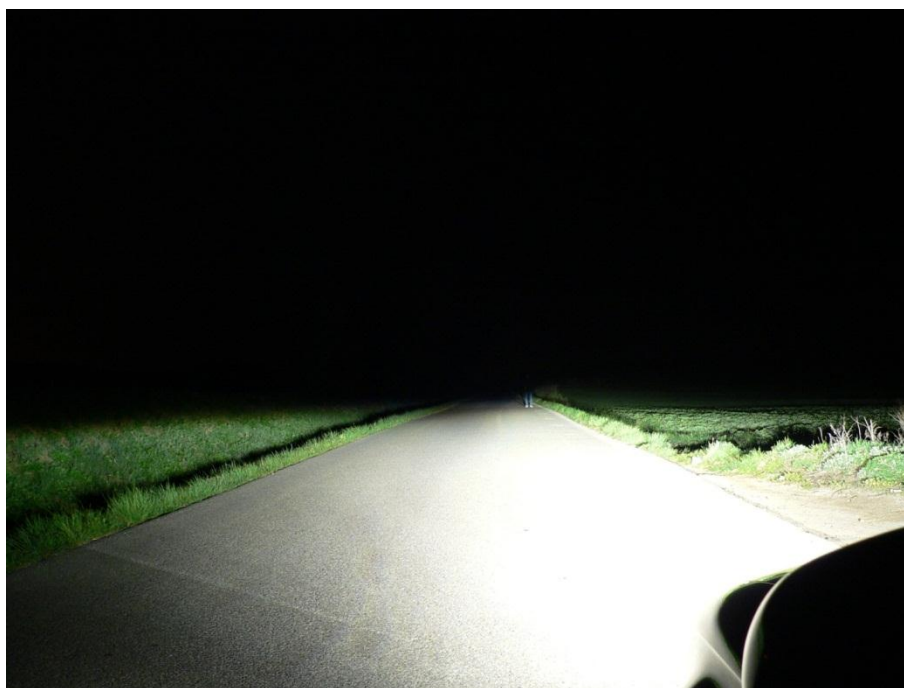
U vozidla Audi A4 došlo k identifikaci chodce v bílém oblečení na vzdálenosti kratší než je vzdálenost dosvitu hlavních světlometů, konkrétně na 80 m oproti dosvitu na vzdálenost 98,5 m. U následujícího obr. č. 4 – 46, je vidět oblast tvoření stínu v úrovni kotníků u figuranta v bílém oblečení. Z fotografie je zřejmý fakt, že chodec byl postřehnut téměř 20 m před hranicí dosvitu, z důvodů ostrých přechodů hranic světlomet–stín–tma, s nízkou tvorbou světla rozptýleného.



*Obr. č. 4 – 48 Figurant v bílém oblečení ve vzdálenosti 80 m  
před vozidlem Audi A4 při zapnutých tlumených světlech*



U následující fotografie na obr. č. 4 – 47 je vidět figuranta v černém oblečení rozpoznatelný ve vzdálenosti 40,5 m. Pozorovatelné komentovali při tomto měření, že překážku dlouho neviděli, než se náhlé „vynořila ze tmy“. Pro rozpoznání chodce bylo nutná výška tvorby přechodu rozhraní světlo–stín, v tomto případě můžeme hovořit téměř ostrý přechod rozhraní světlo–tma, v úrovni figurantovi pánve.



*Obr. č. 4 – 49 Figurant v černém oblečení ve vzdálenosti 40,5 m před vozidlem Audi A4 při zapnutých tlumených světlech*

Pro identifikaci vychází nutný kontrast  $K$  dolní poloviny figurantova černého oblečení okolo 8 v tomto případě. Při použití figuranta běžně oblečeného, na obr. č. 4 – 48, je vzdálenost dohledu 48 m při tvorbě hranice stínu–tma v oblasti stehů chodce.



*Obr. č. 4 – 50 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 48 m před vozidlem Audi A4 při zapnutých tlumených světlech*

U vozidla **Audi Q7**, vyšly výsledky měření následovně:

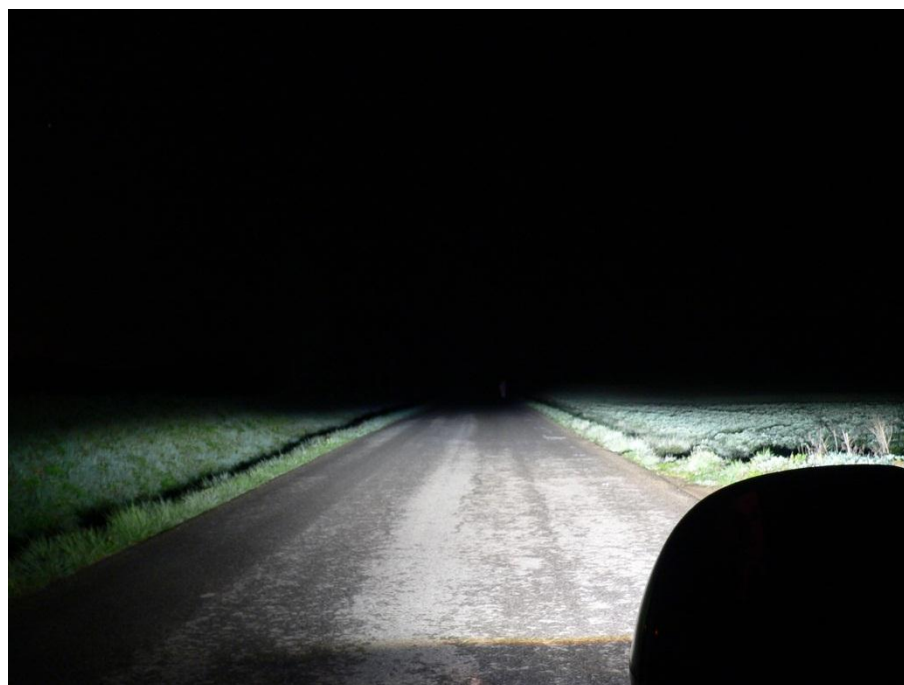
*Tab. č. 4 – 33 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi Q7*

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)	Oblast rozhraní světlo–stín (2 lx)
Figurant bílý	53	77	0,2	0,2	0,2	–
Figurant černý		41	9,5	0,9	0,5	lýtka
Figurant běžný		48,5	2,7	0,5	0,3	kotníky

*Tab. č. 4 – 34 Hodnoty jasů v úrovních objektů  
při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi Q7*

Objekt	Jas – boty		K (1.7)	Jas – kolena		K (1.7)	Jas – hrud'		K (1.7)
	(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )		
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,04	0,01	3	0,05	0,01	4	0,05	0,01	4
Figurant černý	0,02	0,01	1	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0
Figurant běžný	0,03	0,01	2	0,03	0,01	2	0,01	0,01	0

U bi-xenonového systému hlavních světel vozidla Audi Q7 dochází již k jisté tvorbě rozptýleného světla, důkazem může být obr. č. 4 – 49, kde je zachycen figurant v bílém oblečení ve vzdálenosti 77 m, což je před hranicí dosvitu ve vzdálenosti 53 m. K identifikaci překážky nebyla nutná tvorba přechodu hranic rozhraní světla–stín na těle chodce. Zásluhou rozptýleného světla postačil k identifikaci chodce kontrast k okolí jeho těla v hodnotách 3 až 4.

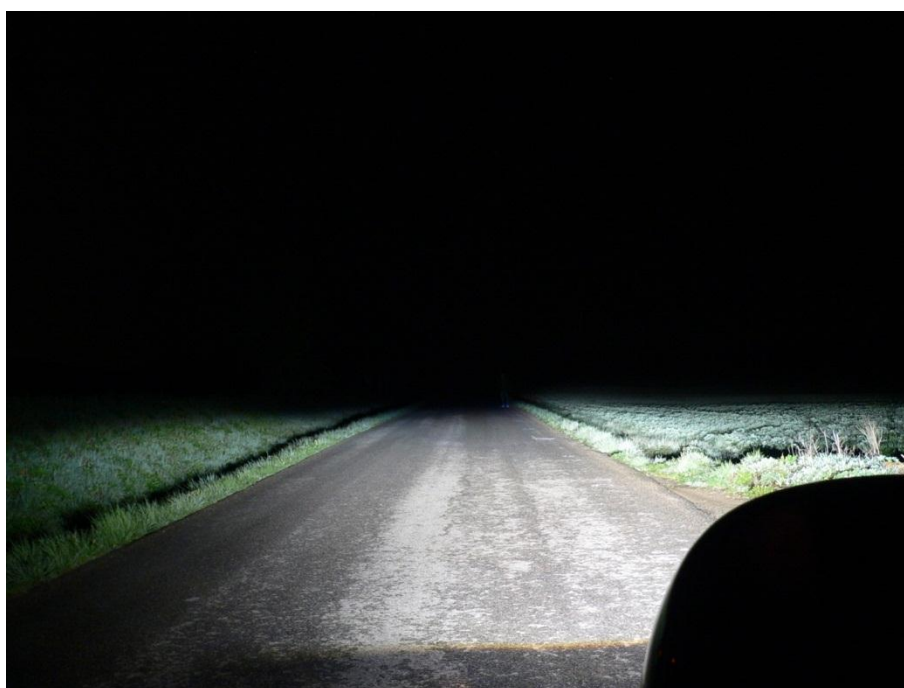


*Obr. č. 4 – 51 Figurant v bílém oblečení ve vzdálenosti 77 m  
před vozidlem Audi Q7 při zapnutých tlumených světlech*



*Obr. č. 4 – 52 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 41 m před vozidlem Audi Q7 při zapnutých tlumených světlech*

V případě použití figuranta v černém oblečení, došlo k jeho identifikaci ve vzdálenosti 41 m před vozidlem. Kontrast vůči okolí pro identifikaci byl velmi nízký, především jen v oblasti bot, zbytek těla chodce barevně splýval s neosvětleným okolím. Byla tak nutná pozice figuranta ve vzdálenosti odpovídající tvorbě rozhraní světla–stín v oblasti lýtek.



*Obr. č. 4 – 53 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 48,5 m před vozidlem Audi Q7 při zapnutých tlumených světlech*

Na předchozím obr. č. 4 – 51 je zobrazen na fotografii chodec v běžném oblečení ve vzdálenosti 48,5 m před vozidlem, pro jeho identifikaci se vzdálenost zvětšila oproti černému oblečení do vzdálenosti odpovídající tvorby hranice světla–stínu v oblasti kotníků, tedy téměř se chodec nacházel v oblasti stínu (hodnota intenzity osvětlení menší jak 2 lx). V průběhu měření docházelo k nejdelším vzdálenostem dohledů u vozidla **Mercedes-Benz S500** vybaveného adaptivními světlometry s projekčním bi-xenonovým systémem. Hodnoty vzdáleností s intenzitou osvětlení v úrovních na daném figurantovi jsou uvedeny v následující tab. č. 4 – 35:

*Tab. č. 4 – 35 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Mercedes-Benz S500*

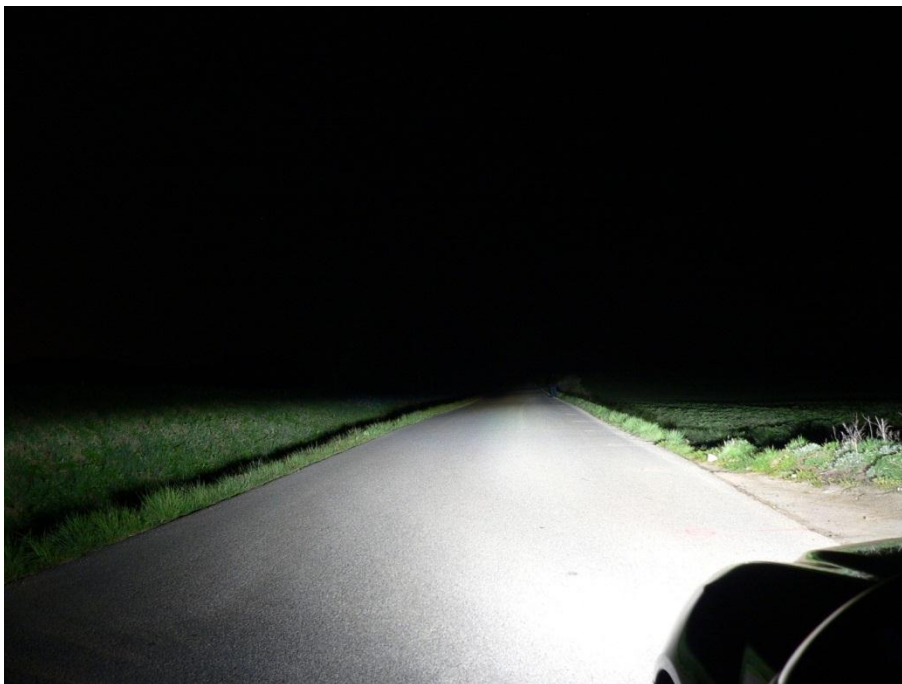
Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)	Oblast rozhraní světlo–stín (2 lx)
Figurant bílý	130	150,0	1,32	0,90	0,20	–
Figurant černý		62,5	9,80	8,65	1,15	břicha
Figurant běžný		81,5	5,75	4,65	0,06	pasu

Hodnoty jasů a příslušných kontrastů vůči okolí pro rozeznání daného figuranta jsou uvedeny v následující tab. č. 4 – 36.

*Tab. č. 4 – 36 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Mercedes-Benz S500*

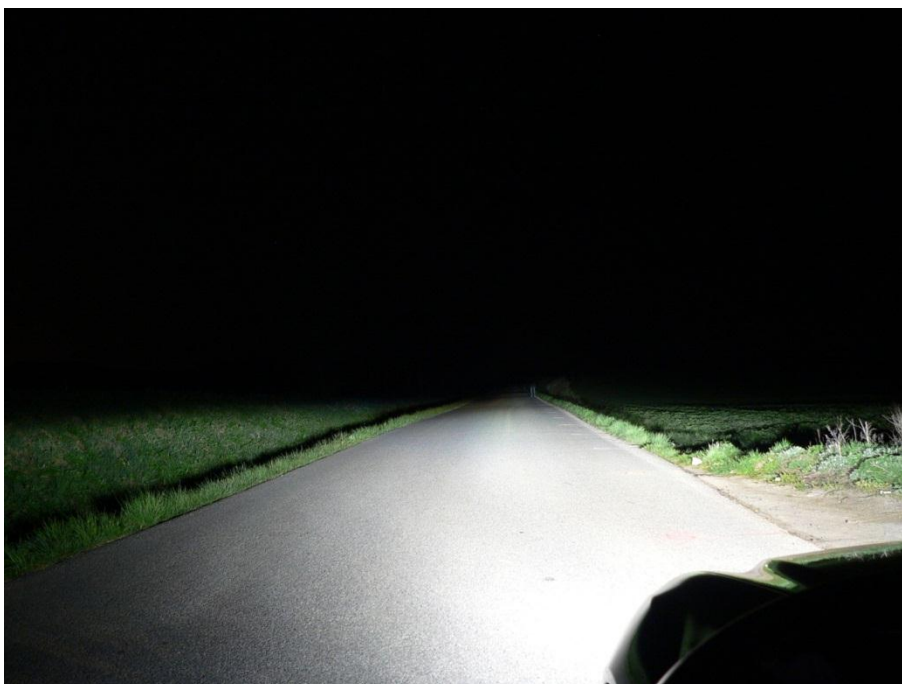
Objekt	Jas – boty		K (1.7)	Jas – kolena		K (1.7)	Jas – hrud'		K (1.7)
	(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )		
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,23	0,02	10,5	0,11	0,02	4,5	0,07	0,02	2,5
Figurant černý	0,70	0,04	16,5	0,04	0,01	3,0	0,01	0,01	0
Figurant běžný	0,02	0,01	1	0,03	0,01	2	0,01	0,01	0

Fotografie zobrazující chodce v bílém oblečení je uvedena v textu zpočátku měření závislosti dohledu na dosvit hlavních světlometů při zapnutých tlumených/potkávacích světlech na obr. č. 4 – 42. Důležitým poznatkem je i zde, že se chodec nacházel v oblasti stínu před vzdáleností dosvitu tohoto vozidla při zapnutých tlumených světlech.



*Obr. č. 4 – 54 Figurant v černém oblečení ve vzdálenosti 62,5 m před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých tlumených světlech*

Na obr. č. 4 – 52 je u figuranta v černém oblečení je pozorovatelná změna barvy oblečení, z černé na šedou, vlivem intenzity a osvětlení na dané vzdálenosti 62,5 m, téměř 10 lx v oblasti nohou, tedy před rozhraním světlo–stín, která je zde tvořena v oblasti břicha chodce. Tato událost má i podstatný vliv na danou velikost kontrastu pro identifikování překážky.



*Obr. č. 4 – 55 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 81,5 m před vozidlem Mercedes-Benz S500 při zapnutých tlumených světlech*

U chodce běžně oblečeného se vzdálenost prodloužila na 81,5 m. Oblast tvorby rozhraní světlo–stín se u tohoto figuranta nachází v oblasti pasu. V této situaci zachycené na obr. č. 4 – 53, postačil pro identifikaci chodce kontrast jeho kalhot vůči okolí, kdy tento práhový kontrast  $K = 2$ .

Následující vozidlo, které již používá, jako zdroj světla, halogenovou žárovku je **Opel Corsa** s konstrukčně nejstaršími světlometry. Hodnoty uvádějící vzdálenosti zpozorování jednotlivých figurantu jsou v následující tabulce:

*Tab. č. 4 – 37 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Opel Corsa*

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)	Oblast rozhraní světlo–stín (2 lx)
Figurant bílý	48,5	90,0	0,30	0,20	0,09	–
Figurant černý		26,8	9,60	3,94	0,56	pasu
Figurant běžný		51,0	1,80	1,00	0,30	podrážky

Hodnoty jasů a kontrastů pro rozeznání jednotlivých figurantů od neosvětleného okolí jsou uvedeny v následující tabulce:

*Tab. č. 4 – 38 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Opel Corsa*

Objekt	Jas – boty		K (1.7)	Jas – kolena		K (1.7)	Jas – hrud'		K (1.7)
	(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )		
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,07	0,01	6	0,07	0,01	6,0	0,03	0,01	2
Figurant černý	0,02	0,04	0,5	0,02	0,04	0,5	0,01	0,02	0,5
Figurant běžný	0,04	0,02	1	0,03	0,01	2,0	0,01	0,01	0

Velkou vzdáleností dohledu 90 m se u toho vozidla, již uvedenou v předchozí části textu, dosáhlo u figuranta v bílém oblečení. Ten se nacházel téměř dvakrát tak větší vzdálenosti, než je vzdálenost dosvitu tlumených světel světlometů tohoto vozidla. Díky nízké intenzitě osvětlení, je důkazem velké tvorby rozptýleného světla skleněnými konturovými kryty světlometů. Na následujícím obr. č. 4 – 54 je vyfotografováno identifikování figuranta v černém oblečení.

U vozidla Opel Corsa došlo k naměření nejkratší vzdálenosti dohledu na chodce v černém oblečení 26,8 m. Při použití tohoto figuranta došlo k jeho identifikaci, podle slov pozorovatelů: „až se náhle objevila černá silueta člověka“. Dochází zde k zpozorování chodce, jehož hodnota kontrastu vůči okolí je nižší jak 1; přesně hodnota kontrastu figuranta  $K = 0,5$ , což je způsobeno, že jas okolí je vyšší než jas daného figuranta. Zpozorování chodce tak závisí na opačném kontrastním působení, než bylo doposud naměřeno.



*Obr. č. 4 – 56 Figurant v černém oblečení ve vzdálenosti 26,8 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých tlumených světlech*

Při situaci, kdy byl použit figurant v běžném oblečení, byla vzdálenost dohledu 51 m, která odpovídá hodnotě vzdáleností dohledu u předchozích vozidel. Avšak figurant zde stojí na této vzdálenosti botami přímo na rozhraní světlo–stín. Díky rozptýlenému světlu v oblasti tvorby stínu tlumených světel, je tak chodec identifikován zásluhou světlejších kalhot z džínoviny, kde kontrast vůči neosvětlenému byl roven hodnotě  $K = 2$ . Situace je znázorněna na fotografii na následujícím obr. č. 4 – 55.





*Obr. č. 4 – 57 Figurant v běžném oblečení ve vzdálenosti 51 m před vozidlem Opel Corsa při zapnutých tlumených světlech*

Posledním měřeným vozidlem, vybaveno halogenovým zdrojem světla, je **Škoda Fabia**. Jak doposud jsou hodnoty měření uvedeny v následujících tabulkách tab. č. 4 – 39 a tab. č. 4 – 40. Zásadou méně ostrého toku světla, než u předešlých bi-xenonových systémů, a koncentrace rozptýleného světla opět došlo k zpozorování figuranta v bílém oblečení na vzdálenosti delší než je u tohoto vozidla vzdálenost dosvitu hlavních světlometů. Chodec byl na vzdálenosti dohledu 77 m, zatímco vzdálenost dosvitu je u tohoto vozidla 57,5 m.

*Tab. č. 4 – 39 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých potkávacích světlech u vozidla Škoda Fabia*

Objekt	Vzdálenost dosvitu (m)	Vzdálenost dohledu (m)	Intenzita osvětlení – boty (lx)	Intenzita osvětlení – kolena (lx)	Intenzita osvětlení – hrud' (lx)	Oblast rozhraní světlo–stín (2 lx)
Figurant bílý	57,5	77,0	0,3	0,3	0,1	–
Figurant černý		36,5	4,6	0,9	0,3	lýtek
Figurant běžný		52,0	1,4	0,4	0,1	bot

*Tab. č. 4 – 40 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých potkávacích světlech u vozidla Škoda Fabia*

Objekt	Jas – boty		K (1.7)	Jas – kolena		K (1.7)	Jas – hrud'		K (1.7)
	(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )			(cd.m <sup>-2</sup> )		
	Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí		Jas objektu	Jas okolí	
Figurant bílý	0,05	0,01	4	0,05	0,01	4	0,04	0,01	3
Figurant černý	0,03	0,01	2	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0
Figurant běžný	0,06	0,01	5	0,02	0,01	1	0,02	0,01	1

Hodnoty vzdálenosti dohledu pro figuranta v běžném oblečení se pohybovali v řádu vzdáleností dohledu ostatních vozidel zúčastněných při měření, konkrétně zde 52 m. Figurant v černém oblečení byl identifikován ve vzdálenosti dohledu 36,5 m, obr. č. 4 – 56, což je o okolo 4 až 5 m kratší vzdálenost, než u vozidel značky Audi. Na této vzdálenosti bylo figuranta poměrně těžko rozeznat, napovídá tomu i kontrast, kdy byly rozeznatelný boty chodce a zbytek oblečení opticky splýval s okolím.



*Obr. č. 4 – 58 Figurant v černém oblečení ve vzdálenosti 36,5 m před vozidlem Škoda Fabia při zapnutých potkávacích světlech*

*Z výsledků měření:*

- lze vyvodit, že při použití dálkových světel: je-li figurant indentifikován ve vzdálenosti kratší než je vzdálenost dosvitu, jsou hodnoty intezit osvětlení v jednotlivých úrovních na chodcově těle shodné s hodnotou intezity osvětlení v úrovni vozovky. Netvoří se tak rozhraní světlo–stín a chodec je tak indentifikován jako celek.
- V problematice dálkových světel se prokázalo, že i „příliš mnoho světla“ nemusí vždy znamenat zlepšení pro zpozorování překážky na delší vzdálenost, pokud' pomíneme výsledky vozidla Mercedes-Benz S500, dochází i k vzdálenostem dohledu delším u vozidla vybaveného moderní konstrukcí světlometu se zdrojem světla tvořený halogenovou žárovkou, než u vozidel s ještě modernějšími světlometry s xenonovou výbojkou. Právě ostrost světla může ovlivnit, především u tmavého oblečení chodců, vzdálenost, kdy je chodec rozeznatelný od taktěž ostře osvětleného okolí.
- Souvislost závislosti vzdálenosti dohledu na vzdáleností dosvitu hlavních světlometů, je dána především při použití tlumených, potažmo potkávacích světel. Zde nastává situace, kdy může být chodec spatřen, identifikován jako případná překážka v oblastech za hranicí dosvitu a ve vzdálenosti kratší než je hranice dosvitu. K indentifikaci překážky za hranicí dosvitu dochází především zásluhou rozptýleného světla v oblasti stínu. Tento jev se objevuje především u světlých barev oblečení (respektive bílé barvy oblečení), u černé barvy oblečení, rozptýlené světlo ve stínu již nemá žádný zásadní vliv pro rozeznání od okolí za snížené viditelnosti.
- U vozidel vybavených projektorovým světlometem se zdrojem světla tvořeným xenonovou výbojku dochází k ostrému rozhraní světlo–tma při zapnutých tlumenných světlech, a tak u chodce v bílém oblečení může nastat jeho identifikace až v oblasti dosvitu světlometů, kdy se na jeho těle vytvoří zobrazení zmíněného rozhraní.
- Vzdálenost dohledu na danou překážku je dána konstrukcí světlometu, konstrukčně podobné světlometry (zde u vozidel značky Audi) mohou dát podoných výsledků vzdálenosti dohledu, avšak při jiném způsobu dosažení, např. u vozidla Audi Q7, je vzdálenost dosvitu kratší jak vzdálenost dosvitu u vozidla Audi A4, ale dochází k větší tvorbě rozptýleného světla než ostrým přechodům a intenzitě osvětlení jak u Audi A4, avšak vzdálenosti dohledu jsou podobné.
- Při použití i méně kvalitní reflexní vesty, může dojít ke zpozornění řidičů i na vzdálenosti delší jak 200 m při zapnutých tlumených/potkávacích světlech, viz příloha F.

- Nejdelších vzdáleností, ať dosvitu nebo dohlednosti na jednotlivé druhy figurantů, bylo naměřeno na nejluxusnějším použitém vozidle Mercedes-Benz S500. Toto vozidlo, jak bylo zmíněno, je vybaveno adaptivním systémem světlometů, a tak nastává otázka: „Jaký vliv má statická metoda měření na výsledky měření vzdálenosti dohledu na dosvit hlavních adaptivních světlometů?“. Jelikož výsledky naměřené při této diplomové práci, při porovnání s ostatními druhy vozidel, dosahují extrémních hodnot, mohli bychom se také ptát, zda nedochází k oslnění protijedoucích vozidel.

## **5 ZÁVĚR**

Cílem této diplomové práce bylo po důkladné analýze současné moderní osvětlovací techniky motorových vozidel, provést měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů vozidel. Po analýze současného stavu vědních oborů zabývajících se danou problematikou zde byl uveden výklad pojmů související s osvětlovací technikou vozidel, včetně souvisejících předpisů a vyhlášek. S ohledem na rychlý vývoj osvětlovací techniky v posledních letech byl vytvořen komplexní popis technologie osvětlovací techniky v závislosti na průběhu vývoje již od archaických konstrukcí a zdrojů světla, přes současnou a možnou, v budoucnu uplatnitelnou technologii. Součástí analýzy bylo zjištění metodik používaných při měření vzdáleností dohlednosti a dosvitu hlavních světlometů, a aplikace dané metodiky na vlastní měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů. V práci jsou hodnoty měření uvedeny pomocí tabulek, grafů a fotodokumentace, včetně slovní interpretace daných výsledků. Ze statistického hlediska nelze vyvodit přesnou odpověď na otázku, zda moderní technologie mají pozitivní vliv na zlepšení podmínek za snížené viditelnosti. Podstatný je ale fakt, že tvorba ostrého rozhraní světlo–tma u některých konstrukcí xenonových světlometů může identifikaci případné překážky zhoršit, a ani tvorba příliš intenzivního osvětlení nemá pozitivní vliv na zlepšení vzdáleností dohledu na překážku. S neustálým vývojem osvětlovací techniky a množstvím nových vozidel je nutno tuto problematiku nadále zkoumat, a samozřejmě také sbírat a vyhodnocovat výsledky.

### **5.1 NÁVRH DALŠÍHO ŘEŠENÍ**

Z výsledků měření je patrný rapidní rozdíl vzdáleností dohledu a dosvitu u vozidla vybaveného adaptivním systémem světlometů než u ostatních vozidel. Byla tak položena otázka: „Jaký vliv má statická metoda měření na výsledky měření vzdálenosti dohledu na dosvit hlavních adaptivních světlometů?“. Návrhem dalšího řešení problematiky osvětlovací techniky moderních vozidel je měření dohledu a dosvitu hlavních světlometů za dynamických podmínek a následným porovnáním s výsledky statického měření. Výsledkem tohoto návrhu by měla být skutečnost, zda se stále statická metoda dá uplatnit při znalecké činnosti u těchto moderních adaptivních světlometů, a případně návrh jejího řešení při nemožnosti uplatnění dynamického vyšetřovacího pokusu.



## 6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BRADÁČ, A. a kol.: Analýza silničních nehod – příručka znalce II., Dům techniky ČSVTS, Ostrava, 1985.
- [2] BRADÁČ, A.; KREJČÍR, P.; GLIER, L.: Znalecký standard č. II. Vybrané metody zajišťování podkladu pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod, Brno, Nakladatelství VUT, 1990, 110 s.
- [3] CIĘPKA, Piotr; REZA, Adam; KRZEMIEN, Piotr. Vliv zlepšených žárovek na úroveň osvětlení vozovek a viditelnost chodců. In Sborník příspěvků XV. mezinárodní konference analytiků dopravních nehod. 1. Brno : ÚSI, červen 2010. ISBN 978-80-214-4109-5.
- [4] DMD Headlamp [online] [cit. 2011-05-21] Dostupné z WWW: <[http://enr.colostate.edu/ECE569/supplements/EE569\\_week3\\_MEMS\\_apps\\_CARS.pdf](http://enr.colostate.edu/ECE569/supplements/EE569_week3_MEMS_apps_CARS.pdf)>
- [5] JAN, Zdeněk; ŽDÁNSKÝ, Bronislav; KUBÁT, Jindřich. Automobily: Elektrotechnika motorových vozidel II. Letovice: Novatisk, a. s., 2002. 210 s. ISBN 978-80-87143-06-3.
- [6] KLEDUS, Robert; BRADÁČ, Albert; SEMELA, Marek. Porovnání odlišností při rozpoznání objektu řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu. In Sborník příspěvků 19. konference v Praze 2010. Brno : ÚSI, 2010. s. 19.
- [7] KROPÁČ, František. Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla za snížené viditelnosti. Brno, 2002. 106 s. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství.
- [8] LED. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , last modified on 2011 [cit. 2011-05-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/LED>>.
- [9] OLED. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , last modified on 2011 [cit. 2011-05-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/OLED>>.
- [10] OOKUBO, Satoshi. Lexus First to Use White LED Headlight, Made by Koito. Nikkei Electronics Asia -- August 2007 [online]. 2007, 8, [cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW: <<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/HONSHI/20070725/136768/>>.
- [11] RÁBEK, Vlastimil. Vybrané postupy analýzy dopravních nehod. Olomouc : Vlastimil Rábek, 2009. 199 s. ISBN 978-80-554-0033-4.
- [12] SCHWARZ, Jiří. Automobily Škoda Fabia II. 1. Praha : Grada Publishing, a. s., 2008. 341 s. ISBN 978-80-247-2155-2.
- [13] Světla pro denní svícení [online]. 2009 [cit. 2011-05-21]. Policie České republiky.

Dostupné z WWW: <<http://www.policie.cz/clanek/svetla-pro-denni-sviceni.aspx>>.

- [14] UNARSKÝ, Jan; WACH, Wojciech; ZEBAŁA, Jakub. K rozpoznatelnosti objektů za snížené (omezené) viditelnosti. In Sborník příspěvků VIII. výroční konference Evropského sdružení pro výzkum a analýzu dopravních nehod v Krakově. Krakow : Instytut Ekspertyz Sądowych Kraków, 1999.
- [15] VÉMOLA, Aleš. Diagnostika automobilů : II. 1. Brno : Littera, 2006. 81 s. ISBN 80-85763-32-X.
- [16] VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidel : Díl 2. 1. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2002. 592 s. ISBN 80-238-7282-6.



## SEZNAM TABULEK

<i>Tab. č. 1 – 1 Spektrum elektromagnetických záření [7]</i>	13
<i>Tab. č. 1 – 2 Složky optického záření v elektromagnetickém spektru[7]</i>	13
<i>Tab. č. 4 – 1 Výčet předpisů EHK/OSN</i>	25
<i>Tab. č. 4 – 2 Výčet paragrafů vyhlášky č.102/1995 Sb.</i>	26
<i>Tab. č. 4 – 3 Druhy upravených halogenových žárovek[3]</i>	33
<i>Tab. č. 4 – 4 Výsledky měření žárovek generujících bílé světlo a žárovek Philips Night Guide[3]</i>	34
<i>Tab. č. 4 – 5 Výsledky měření žárovek generujících více světla[3]</i>	34
<i>Tab. č. 4 – 6 Nárůst vzdálenosti pozorování překážky vylepšených žárovek v porovnání se standardními žárovkami [3]</i>	35
<i>Tab. č. 4 – 7 Intezita osvětlení tlumených/potkávácích světel vozidla Audi A4</i>	63
<i>Tab. č. 4 – 8 Intezita osvětlení tlumených/potkávácích světel vozidla Audi Q7</i>	63
<i>Tab. č. 4 – 9 Intezita osvětlení tlumených/potkávácích světel vozidla Mercedes-Benz S500</i>	63
<i>Tab. č. 4 – 10 Intezita osvětlení tlumených/potkávácích světel vozidla Opel Corsa</i>	63
<i>Tab. č. 4 – 11 Intezita osvětlení potkávácích světel vozidla Škoda Fabia</i>	64
<i>Tab. č. 4 – 12 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Audi A4</i>	65
<i>Tab. č. 4 – 13 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Audi Q7</i>	65
<i>Tab. č. 4 – 14 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Mercedes-Benz S500</i>	66
<i>Tab. č. 4 – 15 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Opel Corsa</i>	66
<i>Tab. č. 4 – 16 Intezita osvětlení dálkových světel vozidla Škoda Fabia</i>	66
<i>Tab. č. 4 – 17 Výsledné hodnoty dosvitu potkávacích/tlumených světel měřených vozidel</i>	69
<i>Tab. č. 4 – 18 Hodnoty vzdálenosti dosvitu dálkových světel měřených vozidel</i>	69
<i>Tab. č. 4 – 19 Hodnoty vzdáleností dohledu objektů při zapnutých dálkových světlech u měřených vozidel</i>	72

<i>Tab. č. 4 – 20 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi A4</i>	<i>78</i>
<i>Tab. č. 4 – 21 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi A4</i>	<i>79</i>
<i>Tab. č. 4 – 22 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi Q7</i>	<i>79</i>
<i>Tab. č. 4 – 23 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Audi Q7</i>	<i>80</i>
<i>Tab. č. 4 – 24 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Mercedes-Benz S500</i>	<i>81</i>
<i>Tab. č. 4 – 25 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Mercedes-Benz S500</i>	<i>81</i>
<i>Tab. č. 4 – 26 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Opel Corsa</i>	<i>82</i>
<i>Tab. č. 4 – 27 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Opel Corsa</i>	<i>82</i>
<i>Tab. č. 4 – 28 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Škoda Fabia</i>	<i>83</i>
<i>Tab. č. 4 – 29 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých dálkových světlech u vozidla Škoda Fabia</i>	<i>83</i>
<i>Tab. č. 4 – 30 Hodnoty vzdáleností dohledu objektů při zapnutých potkávacích/tlumených světlech u měřených vozidel</i>	<i>84</i>
<i>Tab. č. 4 – 31 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi A4</i>	<i>87</i>
<i>Tab. č. 4 – 32 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi A4</i>	<i>88</i>
<i>Tab. č. 4 – 33 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi Q7</i>	<i>90</i>
<i>Tab. č. 4 – 34 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Audi Q7</i>	<i>91</i>

<i>Tab. č. 4 – 35 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Mercedes-Benz S500</i>	<i>93</i>
<i>Tab. č. 4 – 36 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Mercedes-Benz S500</i>	<i>93</i>
<i>Tab. č. 4 – 37 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Opel Corsa</i>	<i>95</i>
<i>Tab. č. 4 – 38 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých tlumených světlech u vozidla Opel Corsa</i>	<i>95</i>
<i>Tab. č. 4 – 39 Hodnoty intenzity osvětlení v úrovních objektů při zapnutých potkávacích světlech u vozidla Škoda Fabia</i>	<i>97</i>
<i>Tab. č. 4 – 40 Hodnoty jasů v úrovních objektů při zapnutých potkávacích světlech u vozidla Škoda Fabia</i>	<i>98</i>



## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Popis zkratky
AFL	Adaptive Forward Lighting; Adaptivní přední světla
AFS	Adaptive Frontlight System; Adaptivní systém předních světel
DE	Dreiaxse Elipsoid; Tříosý elipsoid
DMD	Digital Micromirror Device; Digitální mikrozrcadlové zařízení
DN	Dopravní nehoda
EHK	Evropská hospodářská komise
EHS	Evropské hospodářské společenství
EVU	Evropská společnost pro výzkum a analýzu nehod
FF	Free form; Volná plocha
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung; Společnost s ručením omezeným
LED	Light-Emitting Diode; Světlo emitující dioda
Litronic	Light-Electronics
Obr. č.	Obrázek číslo
OLED	Organic light-emitting diode; Organická světlo emitující dioda
OSN	Organizaci spojených národů
OZV	Oblast zakrytého výhledu
PES	Polyellipsoid
PC	Polykarbonát
Tab. č.	Tabulka číslo
VARILIS	Variables Intelligentes Lichtsystem; Variabilní inteligentní světelný systém

Zkratka	Popis zkratky
$\phi$	Světelný tok
E	Intenzita osvětlení
I	Svítivost
K	Kontrast
$K_{\min}$	Prahový kontrast
L	Jas

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A – Graf intenzity osvětlení a jasu pozadí FIAT 126P Bilux .....	113
Příloha B – Tabulka světelných toků pro jednotlivé zdroje světla .....	115
Příloha C – Světlometry vozidel .....	117
Příloha D – Měření úsek při zapnutých dálkových a tlumených/potkávacích světlech .....	119
Příloha E – Změny intenzit osvětlení při zapnutých dálkových a tlumených/potkávacích světlech .....	121
Příloha F – Figurant v reflexní vestě při zapnutých tlumených/potkávacích světlech .....	125

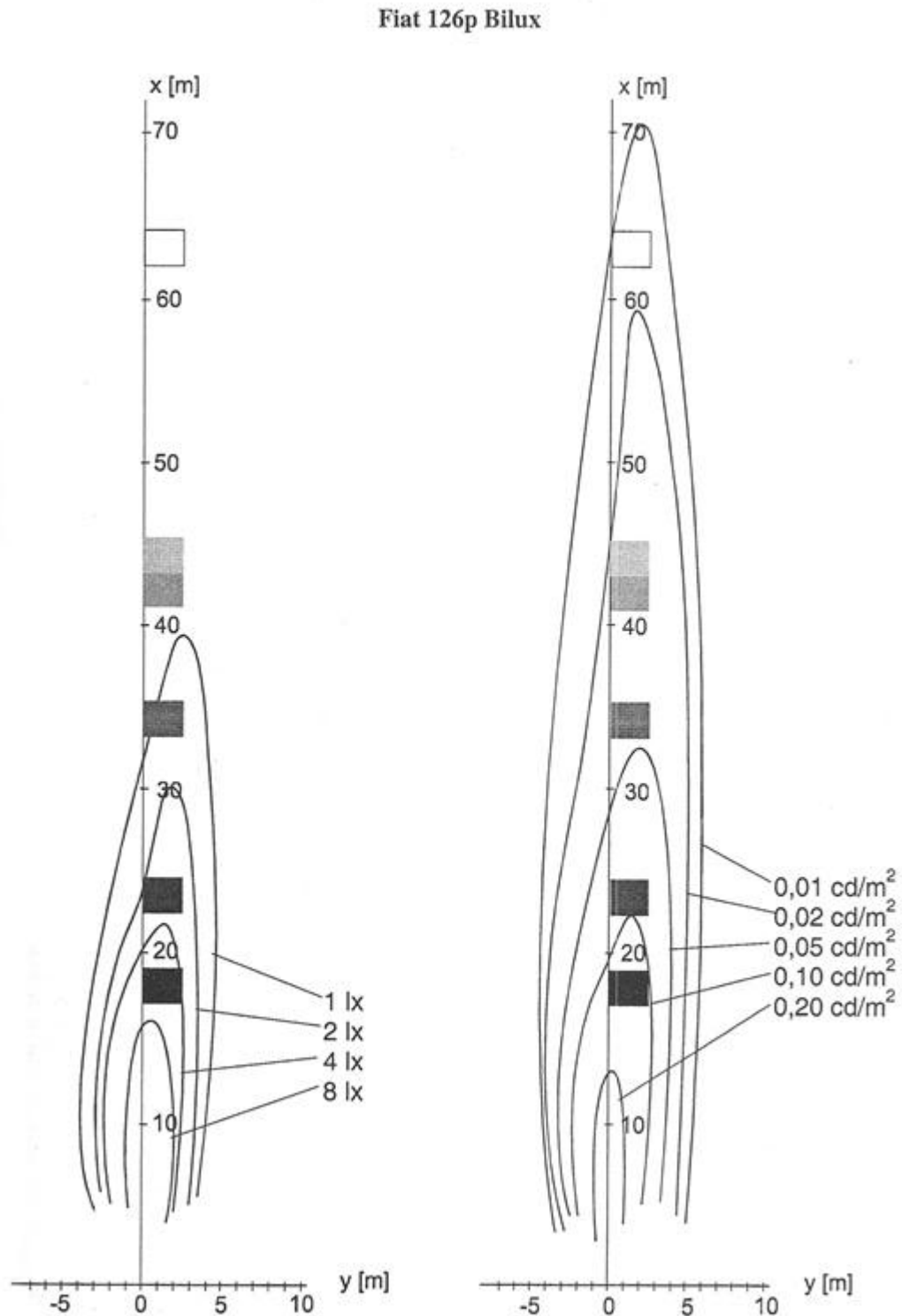




## PŘÍLOHY DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Příloha A

#### Graf intenzity osvětlení a jasu pozadí FIAT 126P Bilux



Graf intenzity osvětlení a jasu pozadí FIAT 126P Bilux [14]



## Příloha B

### Tabulka světelných toků pro jednotlivé zdroje světla

*Světelný tok pro jednotlivé zdroje světla [7]*

Zdroj světla	Označení zdroje světla	Jmenovité napětí (V)	Jmenovitý příkon (W)	Světelný tok (lm)
Klasická žárovka	<i>E</i>	12	45/40*	min. 400, max. 550
		24	55/50	min. 400, max. 550
Halogenové žárovky	<i>H4</i>	12	60/55	1 650/1 000*
		24	75/70	1 900/1 200
	<i>H1</i>	12	55	1 550
		24	70	1 900
	<i>H2</i>	12	55	1 800
		24	70	2 150
	<i>H3</i>	12	55	1 450
		24	70	1 750
	<i>H7</i>	12	55	1 500
	Výbojka	<i>DI</i>	45	12

*\*první uváděná hodnota platí pro dálkové světlometry, druhá hodnota pro potkávací světlometry.*



## **Příloha C**

### **Světlomety vozidel**



*Světlomet vozidla Audi A4, vlevo tlumené a vpravo dálkově světlo*



*Světlomet vozidla Audi Q7, vlevo tlumené a vpravo dálkově světlo*



*Světlomet vozidla Mercedes-Benz S500, vlevo tlumené a vpravo dálkově světlo*



*Světlomet vozidla Opel Corsa, vlevo tlumené a vpravo dálkově světlo*



*Světlomet vozidla Škoda Fabia, vlevo potkávací a vpravo dálkově světlo*

## **Příloha D**

**Měřený úsek při zapnutých dálkových a tlumených/potkávacích světlech**



*Vozidlo Audi A4, vlevo tlumená a vpravo dálkově světlo*



*Vozidlo Audi Q7, vlevo tlumená a vpravo dálkově světlo*



*Vozidlo Mercedes-Benz S500, vlevo tlumená a vpravo dálkově světlo*



*Vozidlo Opel Corsa, vlevo tlumená a vpravo dálkově světlo*

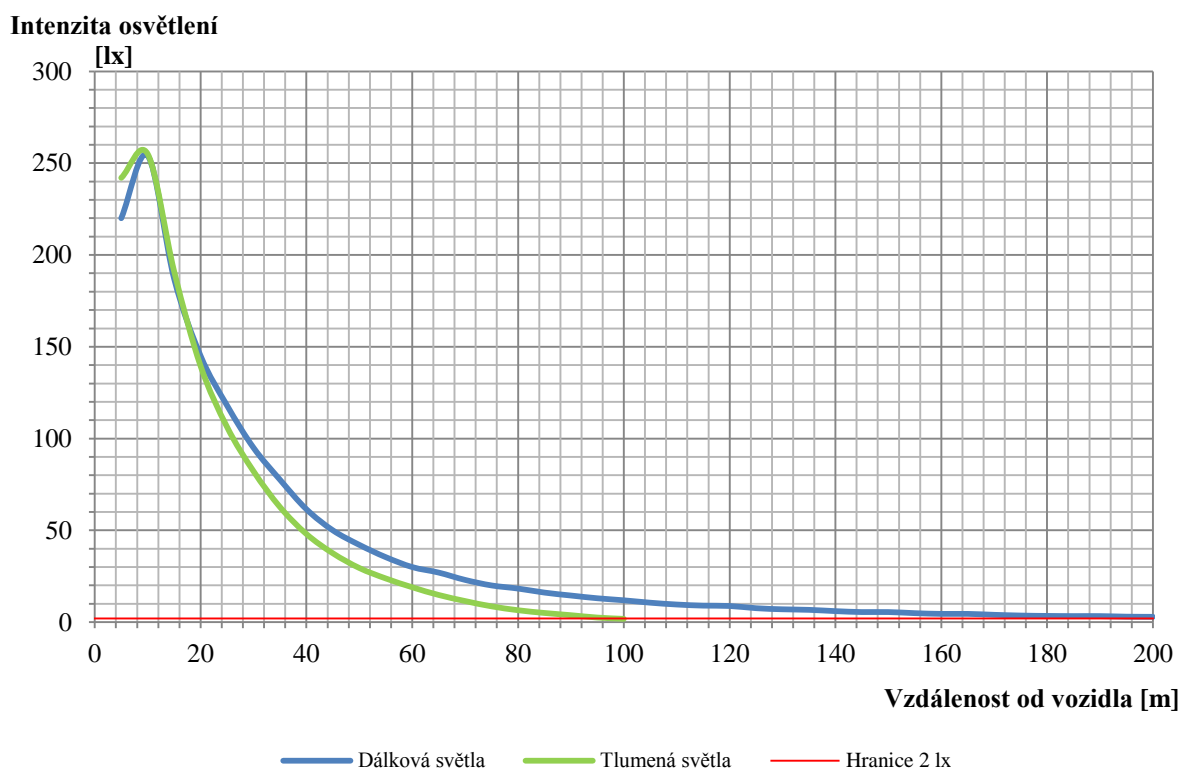


*Vozidlo Škoda Fabia, vlevo potkávací a vpravo dálkově světlo*

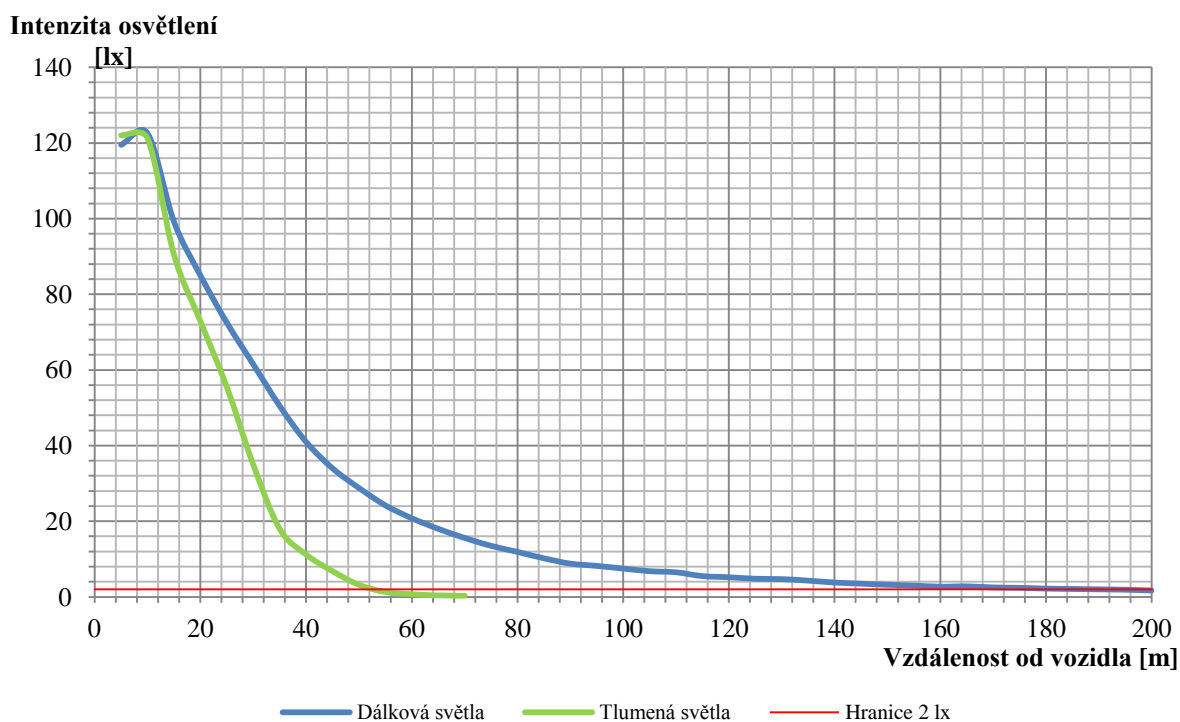


## Příloha E

### Změny intenzit osvětlení při zapnutých dálkových a tlumených/potkávacích světlech

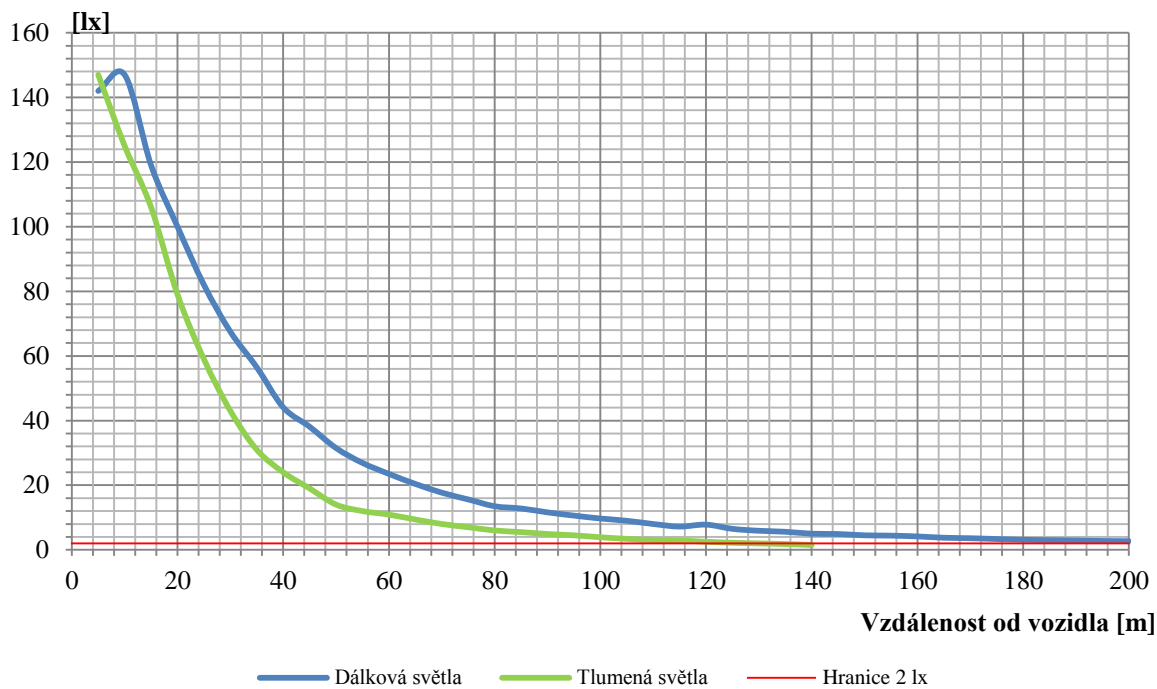


*Změna závislosti intenzity osvětlení světel na vzdálenosti u vozidla Audi A4*



*Změna závislosti intenzity osvětlení světel na vzdálenosti u vozidla Audi Q7*

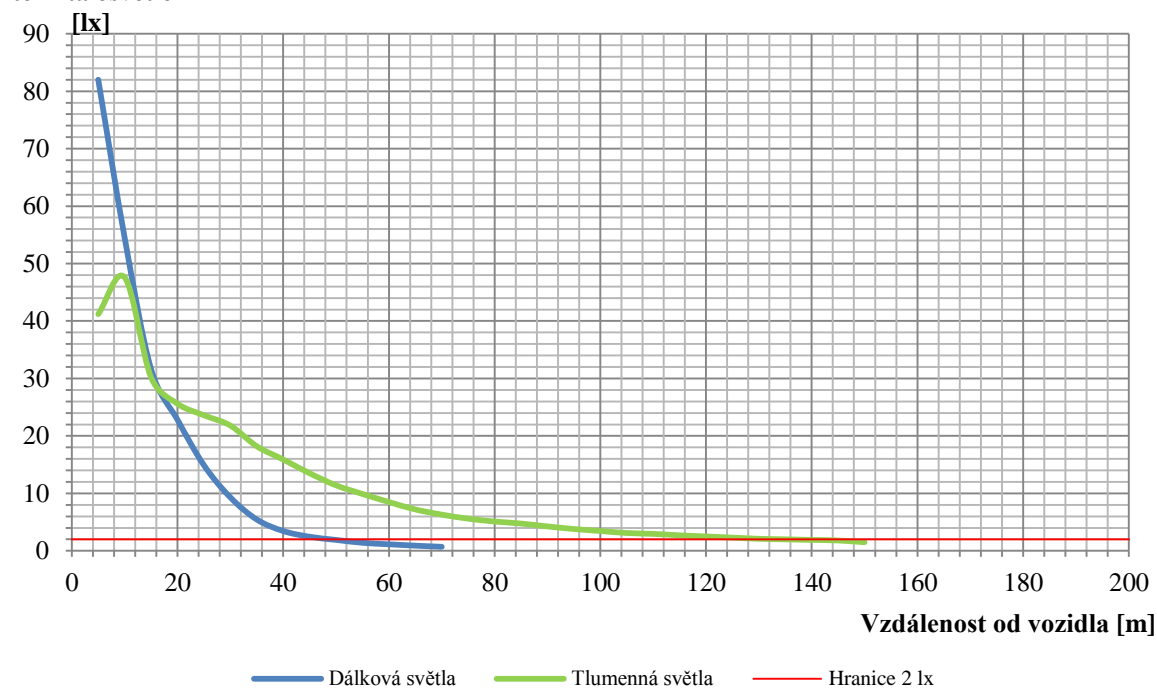
Intenzita osvětlení



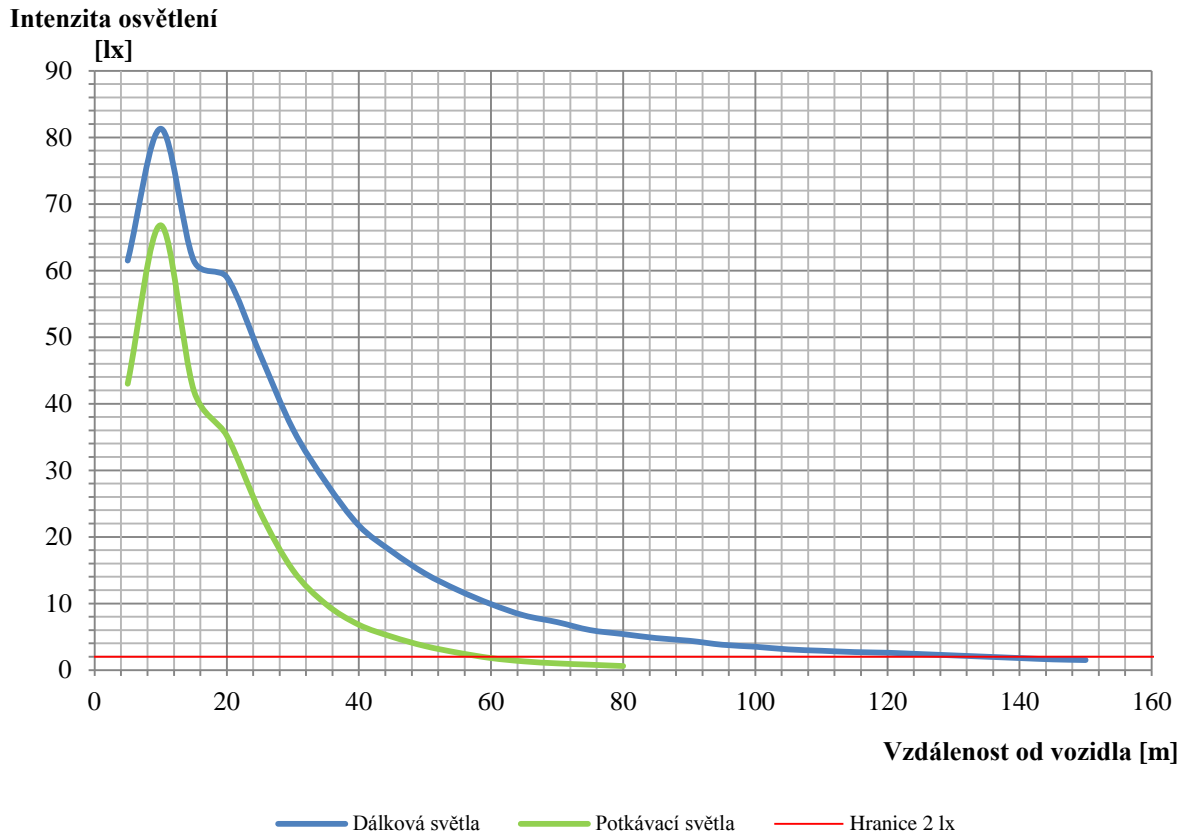
Změna závislosti intenzity osvětlení světel na vzdálenosti u vozidla

Mercedes-Benz S500

Intenzita osvětlení



Změna závislosti intenzity osvětlení světel na vzdálenosti u vozidla Opel Corsa

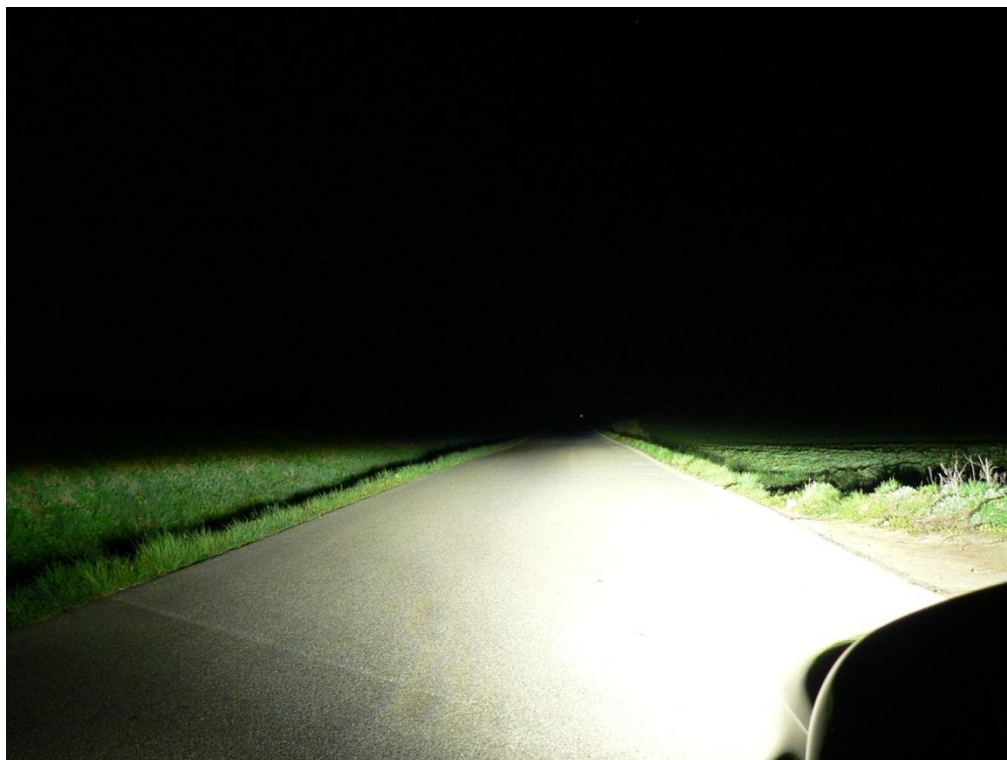


*Změna závislosti intenzity osvětlení světla na vzdálenosti u vozidla Škoda Fabia*

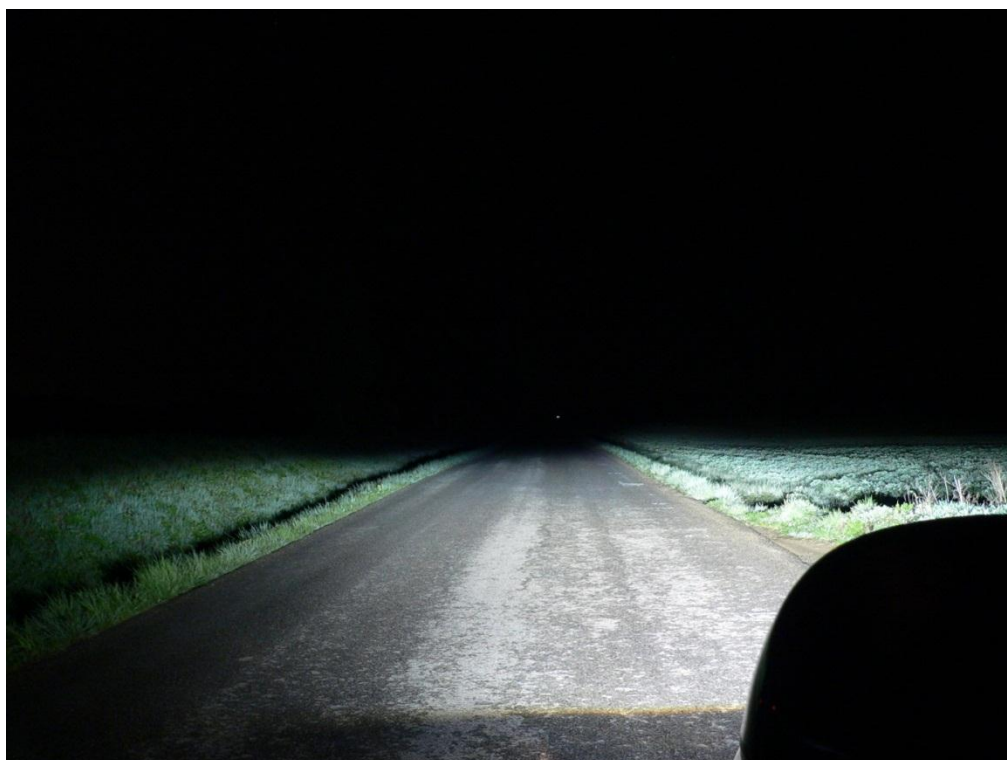


## **Příloha F**

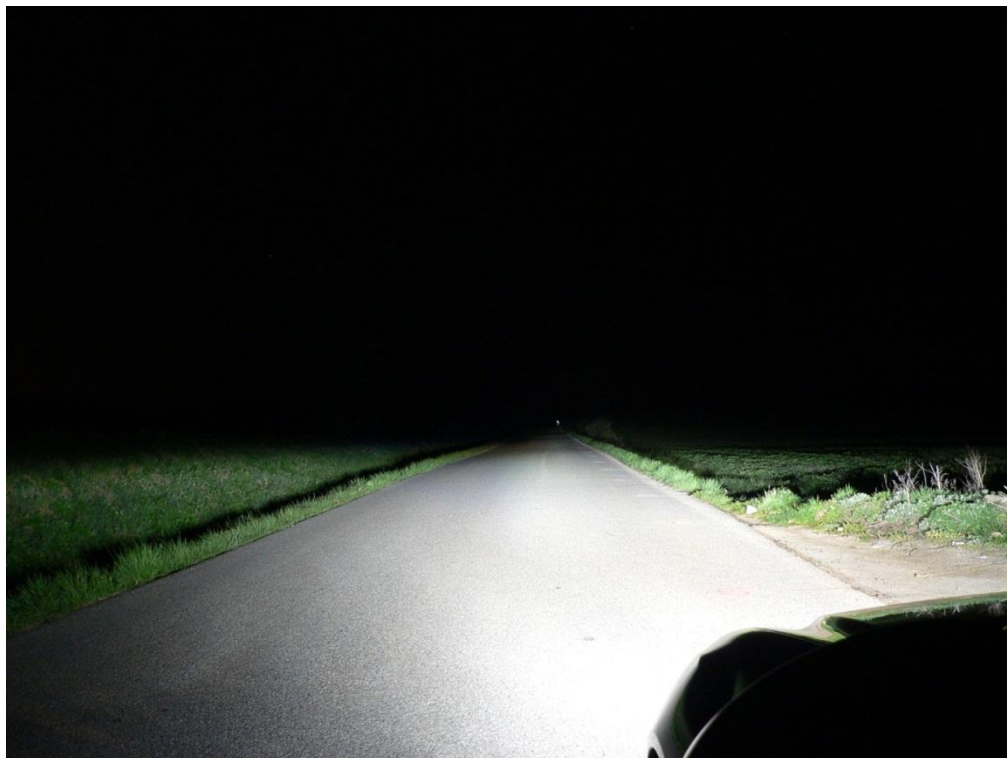
### **Figurant v reflexní vestě při zapnutých tlumených/potkávacích světlech**



*Vozidlo Audi A4*



*Vozidlo Audi Q7*



*Vozidlo Mercedes-Benz S500*



*Vozidlo Opel Corsa*



*Vozidlo Škoda Fabia*