

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Osvětlovací systémy vozidel

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Andrea DAŇKOVÁ**
Osobní číslo: **E10B0269P**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Osvětlovací systémy vozidel**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Definujte parametry osvětlení vozidel.
2. Popište nové technologie a principy osvětlení vozidel.
3. Popište parametry a měřicí metody pro hodnocení kvality a bezpečnosti osvětlení vozidel.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


1. Robert Bosch: Automotive Handbook
2. William Ribbens: Understanding Automotive Electronics
3. Elektronické informační zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Blecha, Ph.D.
Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: 15. října 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 7. června 2013


Doc. Ing. Jirí Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na osvětlovací systémy vozidel, především na hlavní čelní světlomety automobilů. Je zde popsána legislativa, historie, provedení a konstrukce světlometů. Dále také jednotlivé typy světlometů dle světelných zdrojů, nové technologie, principy a budoucnost světlometů, jejich testování, seřízení a montáž. Součástí práce je také měření týkající se sledování činnosti ostřikovače a světelný funkcí světlometu.

Klíčová slova

Osvětlení vozidel, halogenové světlomety, xenonové světlomety, LED světlomety, adaptivní světlomety, zatěžovací testy, seřízení světel, ostřikovač

Abstract

The bachelor thesis presents the vehicle lighting systems, especially the main headlamps. There are described the legislation, history, design and construction of headlamps, the different types of headlamps according to light sources, new technologies, principles and future headlights, testing, headlamp adjustment and assembly. The bachelor thesis includes the measurement of washing system and light function of headlamps.

Key words

Vehicle lighting systems, halogen headlights, xenon headlights, LED headlights, adaptive headlights, testing, headlamp adjustment, headlamp washing system

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 5.6.2013

Andrea Daňková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Blechovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále také společnosti Automotive Lighting, s.r.o. za poskytnuté materiály a spolupráci na prováděném měření.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 OSVĚTLENÍ VOZIDEL	12
1.1 HISTORIE	12
1.2 LEGISLATIVA	13
1.3 ZÁKLADNÍ POJMY	14
1.3.1 Světlo	14
1.3.2 Světelné veličiny	14
1.3.3 Způsoby šíření světla	15
2 SVĚTLOMETY	16
2.1 SKLADBA SVĚTLOMETU	16
2.2 KONSTRUKCE A NÁVRH SVĚTLOMETU	17
2.3 KONVENČNÍ ŽÁROVKA VE SVĚTLOMETECH	18
3 HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	20
3.1 ZDROJ SVĚTELNÉHO TOKU	20
3.2 PROVEDENÍ HALOGENOVÝCH SVĚTLOMETŮ	22
3.2.1 Světlometry s parabolickými reflektory	22
3.2.2 Světlometry s elipsoidními reflektory	22
3.2.3 Světlometry s nepravidelnými reflektory	23
3.3 MANUÁLNÍ REGULACE SKLONU SVĚTEL	24
4 XENONOVÉ SVĚTLOMETY	25
4.1 ZDROJ SVĚTELNÉHO TOKU	25
4.1.1 Xenonová výbojka	25
4.1.2 Elektronický předřadník pro výbojkové světlometry	26
4.1.3 Srovnání s halogenovou žárovkou	27
4.2 PROVEDENÍ XENONOVÝCH SVĚTLOMETŮ	29
4.3 PŘESTAVBOVÉ SADY	30
4.4 POŽADAVKY NA XENONOVÉ SVĚTLOMETY	31
4.4.1 Automatická regulace sklonu světel	31
4.4.2 Čistící systém světlometu	31
5 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY	33
5.1 SYSTÉM NATÁČENÍ SVĚTEL A JEHO FUNKCE	33
5.1.1 Světlomet do zatáčky	33
5.1.2 Světlomet na dálnici	34
5.1.3 Světlo pro nepříznivé počasí	34
5.1.4 Dálková a potkávací světla	35
6 LED SVĚTLOMETY	36
6.1 ZDROJ SVĚTELNÉHO TOKU	36
6.2 PROVEDENÍ A KOMPONENTY	37
6.3 SVĚTLOVODY S LED	39
6.4 AFS A KAMEROVĚ ŘÍZENÉ ČELNÍ SVĚTLOMETY	40
6.5 SYSTÉMY PRO NOČNÍ VIDĚNÍ	41

7	NOVÉ TECHNOLOGIE A SVĚTLOMETY BUDOUCNOSTI	42
7.1	ADAPTIVNÍ ZADNÍ OSVĚTLENÍ.....	42
7.2	LASEROVÉ DIODY	42
7.3	PIXELOVÉ SVĚTLOMETY	43
8	PARAMETRY A MĚŘÍCÍ METODY PRO HODNOCENÍ KVALITY A BEZPEČNOSTI.....	45
8.1	ZATĚŽOVACÍ TESTY SVĚTLOMETU PŘI VÝVOJI	45
8.1.1	<i>Fotometrická měření</i>	45
8.1.2	<i>Testy teplotní odolnosti</i>	45
8.1.3	<i>Testy odolnosti vůči vniknutí vody nebo prachu do světlometu</i>	46
8.1.4	<i>Testy mechanické odolnosti</i>	46
8.1.5	<i>Ostatní testy</i>	46
8.2	KONTROLA SVĚTLOMETU PŘI MONTÁŽI	47
8.3	SEŘÍZENÍ SVĚTLOMETŮ.....	47
8.3.1	<i>Nastavení sklonu světel</i>	47
8.3.2	<i>Seřízení světel</i>	48
9	MĚŘENÍ ČINNOSTI OSTRÍKOVAČE A SVĚTELNÝCH FUNKCÍ SVĚTLOMETU.....	50
9.1	PRACOVNÍ POSTUP	52
9.2	NAMĚŘENÁ DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ	54
9.3	ZHODNOCENÍ MĚŘENÍ	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	60

Seznam symbolů a zkratek

E [lx]	Intenzita osvětlení
I [cd].....	Svítivost
L [cd / m ²].....	Jas
T [K]	Teplota chromatičnosti
φ [lm]	Světelný tok
η [lm / W].....	Měrný světelný výkon
AEC.....	Automotive Electronics Council
AFS.....	Adaptive Front-lighting System
BMW.....	Bayerische Motoren Werke
DMD.....	Digital Micromirror Device
ECU.....	Engine Control Unit
EHK.....	Evropská hospodářská komise
FF.....	Free-Form
FIR.....	Far Infra-Red
GDL.....	Gas-Discharge Lamps
GPS.....	Global Positioning System
HB.....	High-Beam
HNS.....	Homogenous Numerically calculated Surface
HUD.....	Head-Up Display
LED.....	Light-Emitting Diode
MS.....	Microsoft
NIR.....	Near Infra-Red
OSN.....	Organizace spojených národů
PC.....	Polycarbonate
PMMA.....	Polymethyl Methacrylate
SD.....	Secure Digital
TSL.....	Turn-Signal Lamps
USB.....	Universal Serial Bus
UV.....	Ultraviolet
VF	Variable Focus
VW.....	Volkswagen

Úvod

V současnosti jsou na člověka kladeny vysoké nároky, a to jak z hlediska pracovního nasazení, tak z hlediska časového- vše se zrychluje. Právě díky tomu se automobily stávají nedílnou součástí našich životů. Cena automobilu klesá od okamžiku, kdy opustí výrobní linku, trh s ojetými vozy se rozrůstá a ty se tak stávají dostupnějšími pro širokou veřejnost. Hustota provozu se tím ovšem rapidně navyšuje, proto je otázka bezpečnosti řidiče při vývoji nových technologií ještě zásadnější.

Osvětlení automobilu můžeme z větší části zařadit do kategorie prvků pro aktivní bezpečnost. Úkolem hlavních čelních světlometů je prostý: vidět a být viděn. Až 80% informací o prostředí vnímáme zrakem, proto je správné osvětlení velmi důležité. Čím lépe jsou automobily, vozovka a její okolí osvětleny, tím rychlejší je reakce řidiče na případnou krizovou situaci a tím je i nižší riziko vzniku nehody. Za tímto účelem jsou jak vylepšovány již stávající principy osvětlování, tak vyvíjeny nové technologie, které mají za cíl ještě zvýšit bezpečnost při jízdě a také komfort řidiče.

Každá součást automobilu musí být homologována, tedy její vlastnosti musí být ověřeny z hlediska přípustnosti jejího použití. Stejně tak je tomu i osvětlovacích systémů vozidel. Parametry světelných zdrojů, součástí světel a světlometů jako celků jsou upraveny jak národní, tak především mezinárodní legislativou. Legislativa se již nezabývá pouze otázkou bezpečnosti, ale také dopadem a vlivy na životní prostředí.

Cílem mé práce je seznámení s parametry a prvky osvětlovacích systémů automobilu, novými trendy a technologiemi v této oblasti a také požadavky, které jsou na osvětlení kladeny z hlediska funkčnosti, kvality i bezpečnosti.

Součástí mé bakalářské práce je také měření činnosti ostřikovače a světelných funkcí světlometu, a to s ohledem na ujeté kilometry a měsíce, po které měření probíhalo. Tato data jsou poskytnuta společnosti Automotive Lighting, s.r.o. jako podklady pro vývoj ostřikovače.

1 Osvětlení vozidel

1.1 Historie

Počátky osvětlení sahají hluboko do historie, nicméně první prakticky použitelná žárovka byla vynalezena T. A. Edisonem v roce 1879. Už roku 1886 sestavil Gottlieb Daimler svůj první vůz s osvětlovacím systémem, nazvaný „Motorový kočár“. Za důležitý milník můžeme považovat rok 1913, kdy byl vynalezen firmou Bosch první plně elektrický osvětlovací systém s alternátorem, regulátorem, baterií, spínačem a čelními světlomety. Byl tak položen základní kámen pro výrobu a vývoj světlometů.

V roce 1924 se zrodilo jak první vozidlo se vznětovým motorem, tak žárovky OSRAM Bilux, které bylo možno přepínat na tlumený a dálkový paprsek s dosahem 60m a intenzitou světla 1 lux.

Roku 1935 firma Bosch patentovala čelní světlomety vestavěné do blatníku.

V roce 1964 jsou zavedena první halogenová přídavná světla, ovšem první sériově vyráběný halogenový H4 žárovkový systém je uveden až roku 1971 ve voze Mercedes- Benz Roadster SL.

Xenonové světlo bylo poprvé použito v sériových vozech roku 1991, a to pro značku BMW.

Roku 1990 byl patentován bi-xenonový světlomet firmou Bosch., která byla poprvé použita r. 1998 v Audi A8.

Co se týče LED světlometů, první koncová světla byla vyrobena r. 1997 společností Seima pro vůz Maserati 3200 GT, r. 2000 byl udělen patent společnosti Automotive Lighting pro LED maticový paprsek s adaptivním charakterem světla. První kompletní LED koncová světla tato společnost uvádí pro model Jaguar XKR roku 2007 a první kompletní LED čelní světla pro model Audi R8 hned o rok později. Roku 2011 byl v Paříži představen kamerově řízený čelní LED světlomet na voze Mercedes CLS.

Roku 2007 byl poprvé uveden denní světlomet a jeho varianta využívající světlovody s technologií LED byla uvedena r. 2010. [41]

1.2 Legislativa

Legislativu můžeme vnímat jako právní řád, kde zákony, vyhlášky, nařízení, předpisy a normy musí být v souladu s ústavou. Dopravní prostředky a jejich užívání jsou podřízeny jak národní, tak především mezinárodní legislativě. V USA jsou předpisy pro osvětlení automobilů řešeny zákonem Federal motor vehicle safety standard 108.

Evropská hospodářská komise (EHK při OSN) řeší kompletně problematiku automobilů a jejich součástí. Předpisy vznikly již v roce 1958, podle něj označované také jako Dohoda 58, které byly do dnešní doby ratifikovány většinou evropských států, ale státy mimoevropskými, např. Japonskem. Tyto předpisy rozdělují automobilové součásti do tří skupin, a to součásti pro ochranu životního prostředí, aktivní a pasivní bezpečnost. Předpisy zabývající se osvětlením automobilu spadají většinou do skupiny součástí pro aktivní bezpečnost.

Nejdůležitějším předpisem je EHK 48: jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci. [21]

Motorové vozidlo musí být vybaveno světlomety, světlými a odrazkami, které musí být pevně umístěny, zapojeny tak, aby se vzájemně neovlivňovaly a byly schopny nepřetržitého provozu. Pro každý typ osvětlovacího zařízení existuje číselné schválení typu a symbol, které musí být viditelně umístěny na zařízení. [1]

Proces vytváření a úpravy předpisů má na starost vždy jedna skupina odborníků, pracovní skupina pro osvětlení automobilu se zabývá světelnými zdroji, bezpečnostním a vizuálním provedením, harmonizací, fotometrií aj. Doporučení skupiny doplňuje dále Skupina pro konstrukci vozidel a konečný návrh je předložen tajemníkovi OSN, který předpis či jeho úpravu nebo doplnění uvede v platnost.

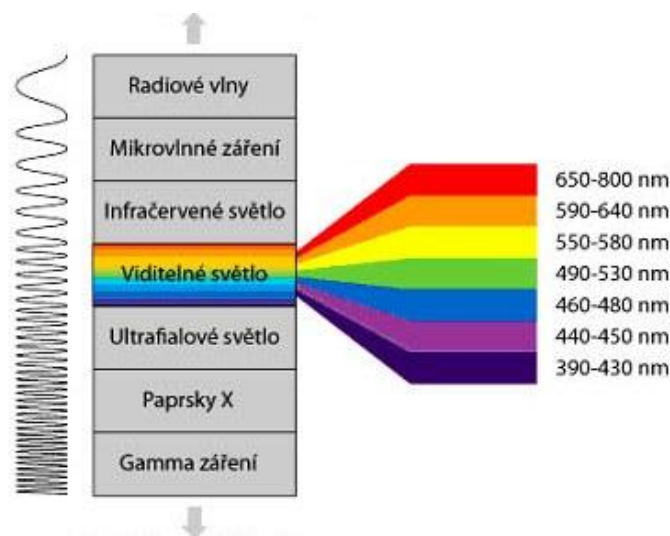
Cílem ve vývoji legislativy je harmonizování předpisů a norem tak, aby byly uznávány ve všech vyspělých státech. To ocení především výrobci automobilových součástí a zařízení, neboť jejich výrobky musí často splňovat jak evropské, tak americké normy. [21]

1.3 Základní pojmy

1.3.1 Světlo

Světelná technika je věda o vzniku světla a jeho využití. Samotné světlo je energie ve formě elektromagnetické záření. Toto záření má svou rychlost, ve vakuu se šíří rychlostí $c = 299\,792\,458$ m/s. Spektrum elektromagnetického vlnění je zobrazeno na obr. 1.1.

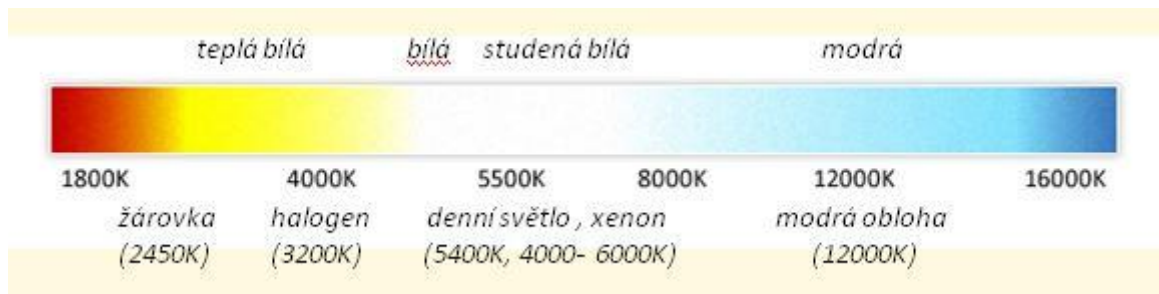
Jistá část spektra vyvolává prostřednictvím zrakového orgánu zrakový vjem. Vidění je fyziologický proces, který v lidském oku vyvolává elektromagnetické vlnění o frekvencích $790 \cdot 10^{12}$ až $385 \cdot 10^{12}$ Hz. Tomu odpovídají vlnové délky světla ve vakuu 380 až 780 nm. Vlnová délka světla tedy určuje jeho barvu. Jednotlivá rozmezí jsou ovšem přibližná, neboť závisí na individuálních vlastnostech oka každého z nás. Bílé světlo obsahuje všechny barvy viditelného spektra v určitém poměrném zastoupení, je za něj považováno záření povrchu slunce, tedy denní světlo, které má teplotu chromatičnosti 5 400 K. [4]



Obr. 1.1: Elektromagnetická vlnění [10]

1.3.2 Světelné veličiny

- Teplota chromatičnosti T [K] (barevná teplota), charakterizuje spektrum bílého světla. Světlo určité teploty chromatičnosti má barvu tepelného záření vydávaného černým tělesem zahřátým na tuto teplotu. Vypovídá tedy o tónu barvy světelného zdroje.



Obr. 1.2: Teplota chromatičnosti [40]

- Svítivost I [cd] je hustota světelného toku bodového zdroje v různých směrech.
- Světelný tok Φ [lm] je světelný výkon, tedy množství světelné energie vydané zdrojem za 1 s
- Intenzita osvětlení E [lx] je podíl světelného toku a plochy, na kterou dopadá.
- Měrný světelný výkon η [lm/W] je poměr výkonu světelného záření a elektrického příkonu.
- Jas L [cd/m²] je intenzita svítivosti zářivé plochy zdroje světla (primárního či sekundárního). Velký jas způsobuje oslnění.

Zdroje dělíme na primární, kde světlo vzniká přímo ve zdroji, a sekundární, které jsou zdrojem odraženého světla. [4]; [35]

1.3.3 Způsoby šíření světla

Dále je třeba uvést způsoby šíření světla. Pokud dopadne světelný tok na povrch látky, dojde buď k odrazu, prostoupení nebo k pohlcení světla.

Při dopadu světla na rozhraní dvou optických prostředí se část světla odrazí. Pokud se světlo odrazí od kovové plochy, pak má odražené světlo stejný charakter, jako dopadající světlo, odraz je ideální zrcadlový. Při odrazu od nekovové hladké plochy dojde k polarizaci světla a při odrazu od zvlňené (drsne) plochy se světlo rozptýlí. Pokud světlo přechází do prostředí jiné optické hustoty (prostředí s jinou rychlostí šíření světla), pak mění svou rychlost, část se odrazí a část projde daným prostředím. Hustota prostředí je dána indexem lomu. Tento jev je popsán Snellovým zákonem. Prostup světla může být přímý, rovnoměrně rozptýlený či smíšený. Absorpce světla je pohlcení energie fotonu danou látkou. [4]

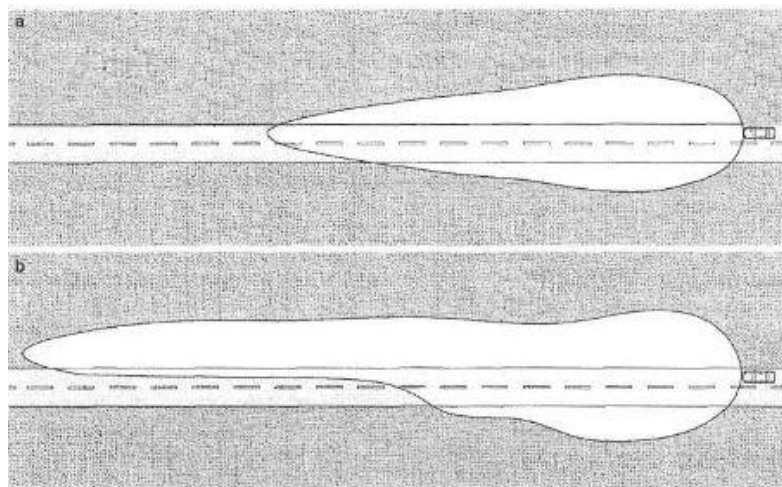
2 Světlometry

Vidět a být viděn. To je základní funkce světlometů. Mezi jednotlivé druhy světelných hlavních (čelních) světlometů patří světlo dálkové, parkovací, potkávací, směrové a světlo do mlhy.

2.1 Skladba světlometu

Obecně můžeme říct, že se hlavní světlomet skládá ze světelného zdroje, reflektoru, krycího skla a pouzdra. Mezi světelné zdroje patří žárovka s netečným plynem, halogenová žárovka, xenonová výbojka a LED.

Rozložení světla ve výsledném světelném kuželu je dáno vlastnostmi zdroje a optickým systémem světlometu. Původně bylo světlo na vozovce rozloženo symetricky, ale od roku 1957 je rozložení světla na vozovce asymetrické, které umožnilo větší dosah potkávacího světla tak, aniž by oslňovalo řidiče.[27]



Obr. 2.1: Rozložení světla na vozovce- symetrické (a); asymetrické (b) [27]

Reflektor neboli odrazová plocha světlometu, odráží do nasměrovaného směru světlo ze světelného zdroje. Mezi používané druhy patří parabolické, eliptické či speciální reflektory. [3]

Výroba reflektoru má několik fází. Materiálem je duroplast, který je odolný vysokým teplotám. Nejprve je v podobě granulátu roztaven a následně vpraven do formy. Neboť je to materiál pórovitý, je třeba ho nejprve obrousit a opracovat, očistit a poté přelakovat. Lak je utužen pod UV zářením a může následovat proces pokovení vrstvou hliníku o tloušťce 100nm, který probíhá ve speciální komoře s tlakem 10^{-12} barů. Uvnitř komory jsou dvě elektrody, z nichž jedna obsahuje hliník. Ve hlubokém vakuu je vytvořen výboj, kterým je hliník z jedné elektrody vytrháván směrem ke druhé a je tak rovnoměrně nanášen na reflektor, který je umístěn mezi elektrodami. Tímto je dosaženo vysokého lesku reflektoru, čímž jsou zajištěny jeho optické vlastnosti (reflexe).

Plastové komponenty ve světlometu byly dříve také pokovené, dnes se vyrábí černé, materiálem je termoplast.

Krycí skla jsou vyráběna metodou dvoukomponentního vstřikování a následně jsou lakována tvrdým lakem, aby byla zajištěna jejich odolnost proti poškrábání. Některé automobilky si pak žádají speciální přípravek Antifog, který zabraňuje zamlžování krycích skel světlometů.

Při montáži je nejprve zavedena do pouzdra světlometu kabeláž, dále pak nastavovací prvky, optický modul a následně krycí sklo. [41]

2.2 Konstrukce a návrh světlometu

Automobilky čím dál tím více kladou důraz především na mechanický design světlometu, který se často stává jejich poznávacím prvkem. K návrhu světlometu a ostříkovače se využívají softwarové nástroje.

Zkonstruování světlometu se řídí návrhem a kresbami designera zákazníka. Nejprve je nutné navrhnout rozložení světelných funkcí a splnit tím jak přání zákazníka, tak homologační požadavky na jednotlivé typy světel. Ve fázi vývoje je nutné provést také mechanické simulace, tedy pro tepelné, pevnostní a vibrační namáhání světlometu. Poté je uvolněna výrobní dokumentace a po jejím schválení zákazníkem je možné přistoupit k vlastní sériové výrobě a přípravě lisovacích forem.

Jednotlivé softwarové nástroje umožňují provádění speciálních simulací. Pro reálné zobrazení návrhu světlometu je použit software, který respektuje odrazivost, stínování a povrchy materiálu, vytvoří tak náhled skutečného výsledného světlometu umístěného v daném modelu vozu. Důležité jsou světelně-technické softwary pro fotometrii, kterými lze optimalizovat světelně technické parametry zdrojů světelného toku. Další nástroje pomáhají k simulaci tepelného a mechanického namáhání jednotlivých komponentů ještě před tím, než jsou použity v prvních vzorcích navrhovaného světlometu. Je také možné nasimulovat proces vstřikování materiálu, a to rozložení tlaku a teploty v dutinách formy. [25] [41]



Obr. 2.2: Zobrazení aktuálního designu navrhovaného světlometu pomocí 3D dat [25]

2.3 Konvenční žárovka ve světlometech

Žárovka je světelný zdroj s mnohaletou historií. Skládá se ze skleněné baňky, která je naplněna inertním (netečným, vzácným) plynem, a obsahuje wolframové vlákno. Wolfram je použit hlavně pro jeho teplotní odolnost a jako vzácný plyn se dnes používá směs argonu a dusíku.

Princip je jednoduchý, protékajícím proudem se zahřívá vlákno, tak vzniká tepelné záření. Tento jev se nazývá inkadescence, tj. tedy vyzařování světla vyvolané tepelným buzením. Většina energie se vyzáří v neviditelné oblasti nebo se odvede jako teplo přes patici žárovky. Podíl záření ve viditelném spektru se zvětšuje s teplotou, ta je však omezena teplotou tání materiálu vlákna. Wolfram má teplotu tání 3 653K.

Standardní žárovka má měrný světelný výkon 6-16 lm/W, životnost kolem 1 000h a barevnou teplotu 2 450K.

Mezi její *výhody* patří hlavně nízká cena, její jas je plynule regulovatelný (v automobilovém průmyslu se toho využívá například u stmívání jasu podsvícení přístrojové desky) a má jednoduchou konstrukci.

Jejími hlavními *nevýhodami* jsou velké provozní náklady, malá energetická účinnost a její krátká životnost. Odpařující se wolfram se usazuje na baňce žárovky a tím černá její povlak, to způsobuje postupné snížení využitelného světelného toku (tomu zabraňují vzácné plyny, které jsou dnes v žárovkách použity). [4]

Dnes se od jejich používání v automobilovém průmyslu upouští, alespoň co se týče hlavních světlometů. Žárovky jsou stále používány ve směrových, brzdových či obrysových světlech. Dále jsou používány v interiéru vozu, ať už jako osvětlení prostoru nebo přístrojové desky.

V dnešní době se na trhu objevuje spousta designových vylepšení, která se samozřejmě týkají i konvenčních žárovek. Jedním z nich je například použití tzv. diadémové žárovky, která má modrý vzhled, čímž dělá světlomet atraktivnější, než klasická oranžová žárovka. Světlo směrového světla ponechá samozřejmě nezměněné- oranžové.



Obr. 2.3: Srovnání běžné a diadémové žárovky pro směrové světlo [14]

3 Halogenové světlomety

3.1 Zdroj světelného toku

Zdrojem světelného toku je halogenová žárovka. Její baňka je z křemičitého skla, které má větší mechanickou a hlavně tepelnou odolnost. Vláknko má tvar šroubovice. Halogenovým prvkem je v případě automobilového průmyslu brom. Žárovka má tři teplotní oblasti. V první oblasti se vlákno žárovky průchodem proudem rozžhaví na teplotu kolem 3000K, tím se začne odpařovat wolfram. V druhé oblasti v blízkosti baňky se brom váže s uvolňujícími se atomy wolframu, a to při teplotě pod 1700 K. Vzniká bromid wolframu, který putuje opět na vlákno žárovky a zde se při teplotě nad 1700 K rozpadá na methylenbromid.

Životnost halogenové žárovky omezuje hned několik faktorů. Již při montáži či výměně žárovky je třeba dbát na to, abychom se nedotkli prsty jejího povrchu. V potu jsou obsažené látky, které v místě dotyku vyvolají reakci, která způsobí krystalizaci křemene, zvýšení teploty povrchu a následnému zničení žárovky.

Dalším faktorem je, že odpařený wolfram se nikdy nevrací na stejné místo, proto se mění tloušťka vlákna a to životnost omezuje. Parametry žárovky jsou navíc závislé také na napájecím napětí, jeho výkyvy mohou mít také nepříznivý vliv na životnost žárovky.

Otřesy, způsobené jízdou automobilu po nerovnostech, negativně ovlivňují především vlákno, které může slábnout a následně se přetrhnout. V neposlední řadě je její životnost nepříznivě ovlivňována také častým zapínáním a vypínáním světel. [4] [22] [32]

Jednotlivé nejpoužívanější typy halogenových žárovek a jejich použití jsou znázorněny v tab. 3.1

Tab. 3.1: Specifikace nejpoužívanějších typů halogenových žárovek [1], obrázky [8]

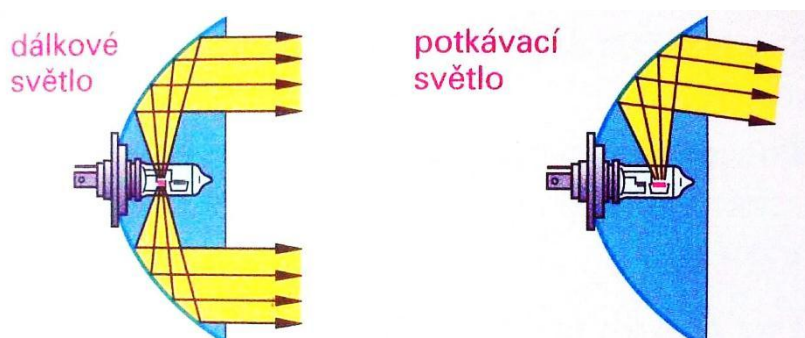
TYP	APLIKACE	JMENOVI TÁ HODNOTA NAPĚTÍ [V]	Jm enovitá HODNOTA VÝKONU [W]	SVĚTEL NÝ TOK [lm]	ILUSTRACE
H1	mlhová dálková tlumená	6 (motorka) 12(automobil) 24(nákladní automobil)	55 55 70	1,350 1,550 1,900	
H3	mlhová dálková	6 12 24	55 55 70	1,050 1,450 1,750	
H4	dálková tlumená	12 24	60/55 75/70	1,650/1,000 1,900/1,200	
H7	dálková potkávac í mlhová	12 24	55 70	1,500 1,750	
H8	mlhová stat. natáček cí	12	35	800	
H9	dálková	12	65	2,100	
H10	mlhová	12	42	850	
H11	tlumená mlhová	12 24	55 70	1,35 1,600	
H15	dálková denní svícení	12 24	55/15 60/20	260/1,350 300/1,500	
HB 3	dálková	12	60	1,860	
HB 4	tlumená	12	51	1,095	

3.2 Provedení halogenových světlometů

Halogenové světlometry se skládají z pouzdra, které zastává funkci nosného tělesa pro světelný zdroj, krycí sklo a reflektor. Reflektory mohou být parabolické, eliptické či speciální (nepravidelné).[3]

3.2.1 Světlometry s parabolickými reflektory

Odrazová plocha má tvar rotačního paraboloidu, který vzniká rotací paraboly kolem vlastní osy. Tento typ se používá u kombinovaného světlometu, ve kterém je sdruženo potkávací i dálkové světlo, obvykle v kombinaci s dvouvláknovou halogenovou žárovkou (H4). Vláknem pro dálkové světlo je umístěno v ohnisku reflektoru a odražené paprsky jsou proto rovnoběžné s optickou osou, čímž je zaručen větší dosah světla. Vláknem potkávacího světla je umístěno před ohniskem, paprsky se odráží směrem k ose a jen v horní polovině reflektoru, což zajišťuje nesymetricky tvarovaná clonka umístěná pod vláknem. Světelný kužel je tak správně vyplňován pouze v dolní polovině a zároveň je díky její nesymetrii osvětlována pravá strana vozovky (krajnici a dopravní značení). [3]



Obr. 3.1: Parabolický reflektor [3]

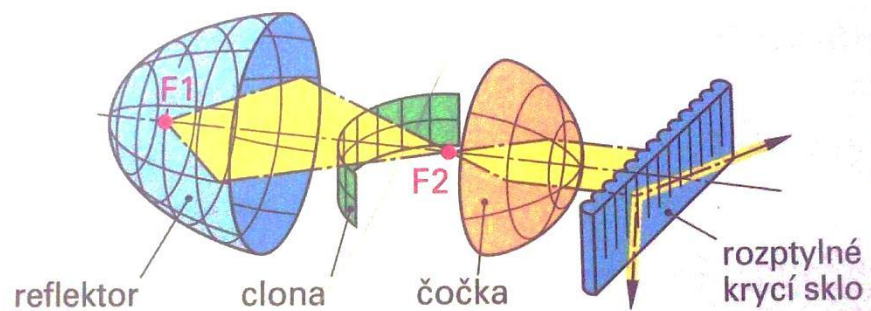
Parabolické reflektory mohou být ovšem i víceohniskové, kde již clonka pod vláknem potkávacího světla být nemusí, neboť ohnisko je posunuto až před vláknem potkávacího světla a světlo obou vláken je odraženo dolů. Je tím dosaženo o čtvrtinu lepšího osvětlení vozovky i krajnic.[3]

3.2.2 Světlometry s elipsoidními reflektory

Elipsoidní světlometry, někdy nazývané také projekční, se skládají z elipsoidního reflektoru, světelného zdroje, spojné čočky, clony a rozptylného krycího skla. Světelným zdrojem je jednovláknová žárovka a světlomet je využíván jako potkávací a mlhový. Nachází se v něm dvě ohniska, v prvním je umístěna žárovka, jejíž paprsky jsou přes reflektor

odraženy do ohniska druhého. To je umístěno mezi clonkou a spojnou čočkou, dále je světlo rozptýleno krycím sklem, které zajišťuje rovnoměrné rozložení světla.

Elipsoidní reflektor může být také řešen jako víceohniskový, přičemž je reflektor rozdělen na dvě poloviny, které mají jedno ohnisko společné a další dvě v různé vzdálenosti od ohniska společného. Tímto lze využít efektivně světelný tok zdroje ve směrovém kuželu s malým rozptylem odlišnými směry.[3]

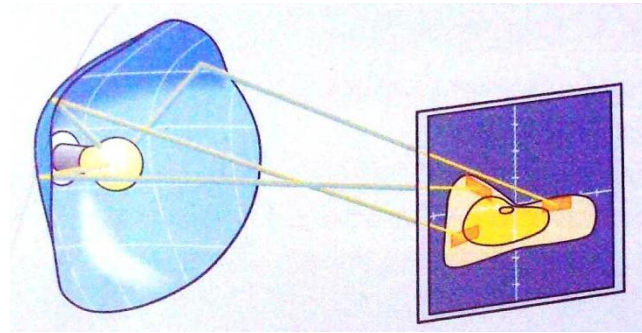


Obr. 3.2: Elipsoidní reflektor [3]

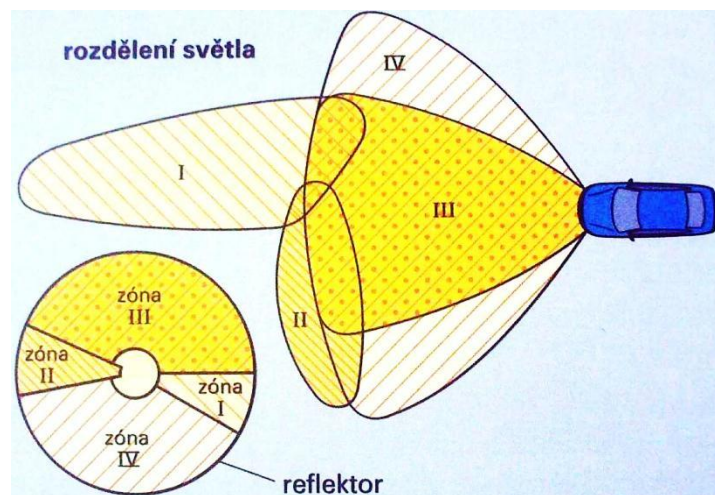
3.2.3 Světlomety s nepravidelnými reflektory

Tento typ reflektoru je výrobci označován různě, a to jako FF (free-form), VF (variable focus), HNS (homogenous numerically calculated surface) reflektor. Princip FF reflektoru spočívá v odrazení světla do různých oblastí prostoru před vozidlem. Podle přání výrobců motorových vozidel je vytvořen počítačový návrh tvaru plochy reflektoru, podle požadavků na rozložení světla v jednotlivých zónách vozovky. Díky tomu, že je reflektor složen z jednotlivých segmentů, které odráží a rozptylují světlo přímo před vozidlo do konkrétní zóny, může být použito krycí sklo hladké neprofilované nebo čirý plast. Používají se společně s jednovláknovými žárovkami nebo výbojkami v různých typech světlometů.

Zvláštním typem těchto světlometů jsou Super DE, které obsahují kromě nepravidelného reflektoru také projekční optický systém. Používají se pro potkávací světlo. Reflektor odráží světlo tak, aby procházelo nad clonou ke spojně čočce, která jej směřuje přímo na vozovku. Tím je docíleno ještě lepšího osvětlení vozovky, zejména pak její krajnice. [3]



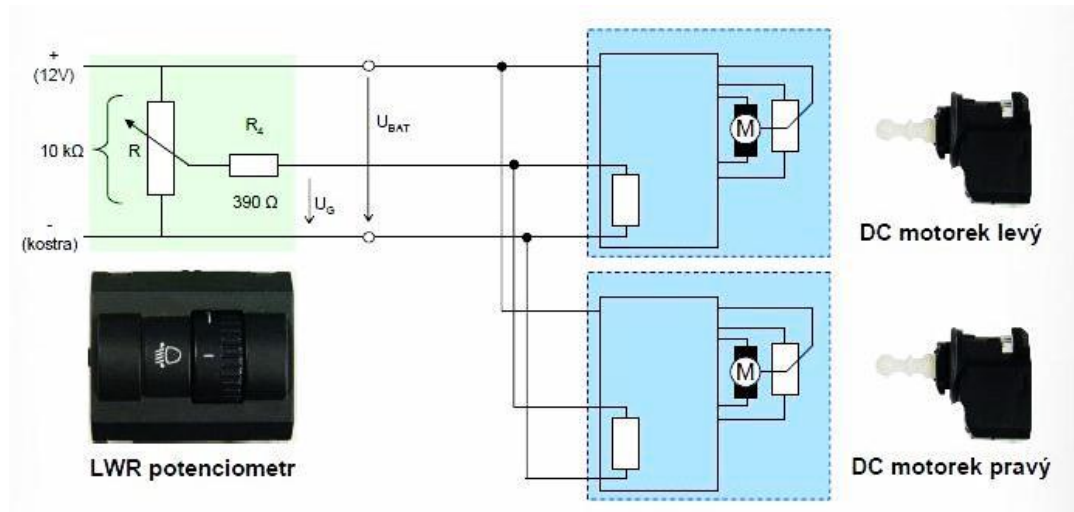
Obr. 3.3: Nepravidelný reflektor [3]



Obr. 3.4: Rozložení světla nepravidelného reflektoru [3]

3.3 Manuální regulace sklonu světel

Pro halogenové světlomety je vyžadováno manuální regulace sklonu světel (seřízení ve vertikální ose), a to při větším sklonu automobilu tak, aby světlomet neoslňoval protijedoucí řidiče. Slouží k němu posuvný či kolečkový ovladač na palubní desce, v dosahu řidiče. K nastavení sklonu světel se používá několik systémů. Dříve to byl hydromechanický systém, kdy je ruční ovladač spojen se světlomety pomocí hadičky, kterou proudí kapalina a stupeň náklonu světel pak odpovídá množství čerpané kapaliny. Vakuový systém je založený na řízení podtlaku sacího potrubí, který je přenášen do naklápěcího mechanismu a tím je dosaženo různých stupňů sklonu světel. V dnešní době je používán elektrický mechanismus sklonu světel, kdy jsou pro vyrovnání používány servomotory. [1] [3]



Obr. 3.5: Schéma zapojení manuální regulace sklonu světel [33]

4 Xenonové světlomety

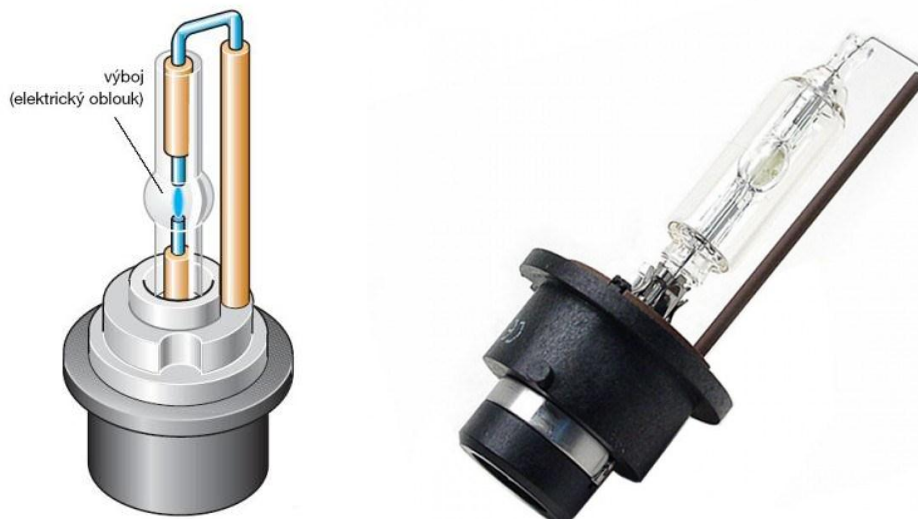
4.1 Zdroj světelného toku

4.1.1 Xenonová výbojka

U žárovky vzniká světlo díky žhavicímu vláknu protékaným proudem. Xenonová výbojka ovšem nemá žádné vlákno, světlo zde vzniká elektrickým výbojem mezi dvěma elektrodami, které jsou umístěny v trubici naplněné xenonovým plynem. V místě vzniku elektrického výboje je trubice rozšířena a má kulatý tvar o velikosti hrášku. Ve výbojce se nachází malý křemíkový hořák, který obsahuje xenon a další příměsi kovů.

Xenon má malý elektrický odpor, proto dobře vede elektrický proud. Tím zajistí rychlé zapálení výboje a náběh výbojky do plného výkonu je tak dostatečně rychlý, aby mohla být použita v automobilovém průmyslu, kde musí být plněna přísná kritéria. [9]

Xenonové výbojky jsou značeny jako D1R, D1S, D2R, D2S, D3R, D3S, D4R, D4S, D8S. Značení R odpovídá výbojkám pro použití v reflektorovém světlometu, S pro projekční typ světlometu. U typu D1 je zabudovaný startér oproti typu D2. Výbojky D3 a D4 neobsahují prvky rtuti a pracují se sníženým napětím. Výbojka D8S má úsporu energie větší o 30%. [10] [32]

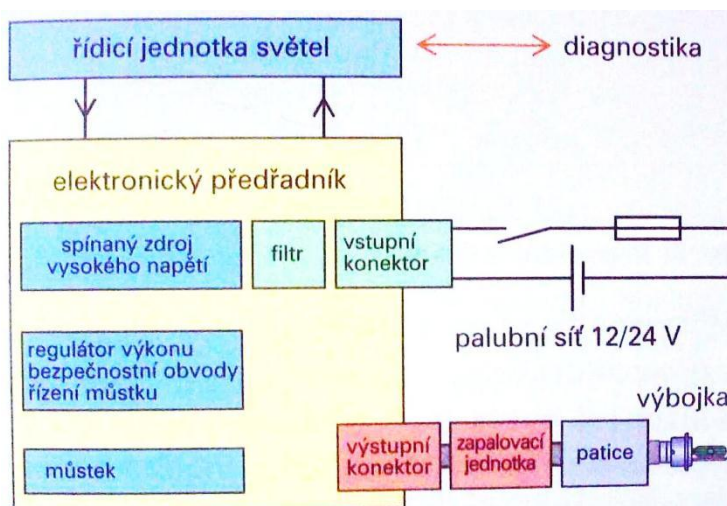


Obr. 4.1: Xenonová výbojka [38], [36]

4.1.2 Elektronický předřadník pro výbojkové světlometry

Jak pro vytvoření elektrického výboje, tak pro udržení oblouku, je třeba zvláštního obvodu, tzv. zapalovací modul. Tato řídicí elektronika se skládá z několika částí. Pro vytvoření vysokonapěťového pulzu 25kV, který zapaluje výbojku, je zde použit měnič palubního napětí (ze stejnosměrného napětí 12 V vytvoří napětí střídavé, a to o frekvenci 300 Hz). Výkon je po zapálení regulován na 35 W. Řídicí jednotka výbojky kontroluje správné zapálení výboje. Řídicí a kontrolní obvody odpojí napájecí napětí v případě, že je světlomet poškozený, neboť může dojít ke zvýšenému odběru proudu (nad 20mA), a vzhledem k vysokému zapalovacímu i provoznímu napětí se poškozený světlomet stává nebezpečným.

Za takový nežádoucí stav lze považovat zkrat. Při ostatních poruchách, například senzorů nebo nastavovacích motorků, jsou světlometry přenastaveny do náhradního nouzového režimu, jsou sklopeny do mezního povoleného úhlu (o 1 stupeň níž) tak, aby neoslňovaly protijedoucí řidiče. [3] [41]



Obr. 4.2: Schéma elektronického předřadníku [3]

4.1.3 Srovnání s halogenovou žárovkou

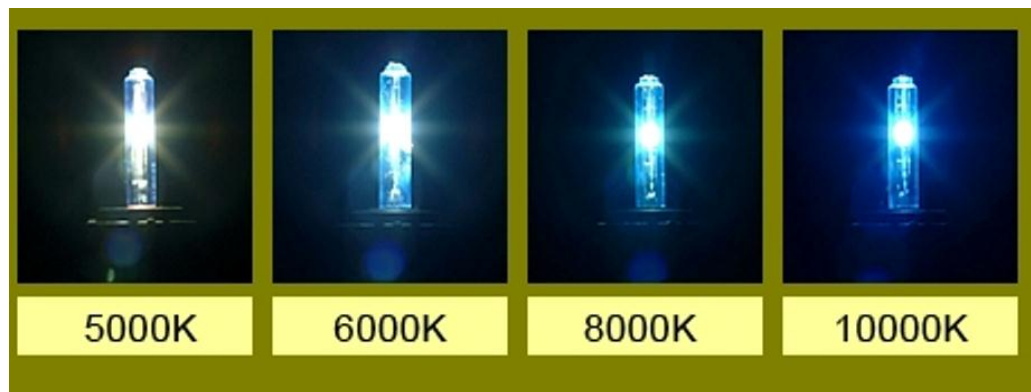
Tab. 4.1: Porovnání halogenové žárovky a xenonové výbojky [32], pozn. uvedeny jsou průměrné hodnoty

	HALOGENOVÁ ŽÁROVKA	XENONOVÁ VÝBOJKA
barevná teplota	3 200 K	4 100 – 6 000 K
množství světla	1 500 lm (H7)	3 200 lm
životnost	300 hod	3 000 hod
cena	200 Kč	1200 Kč

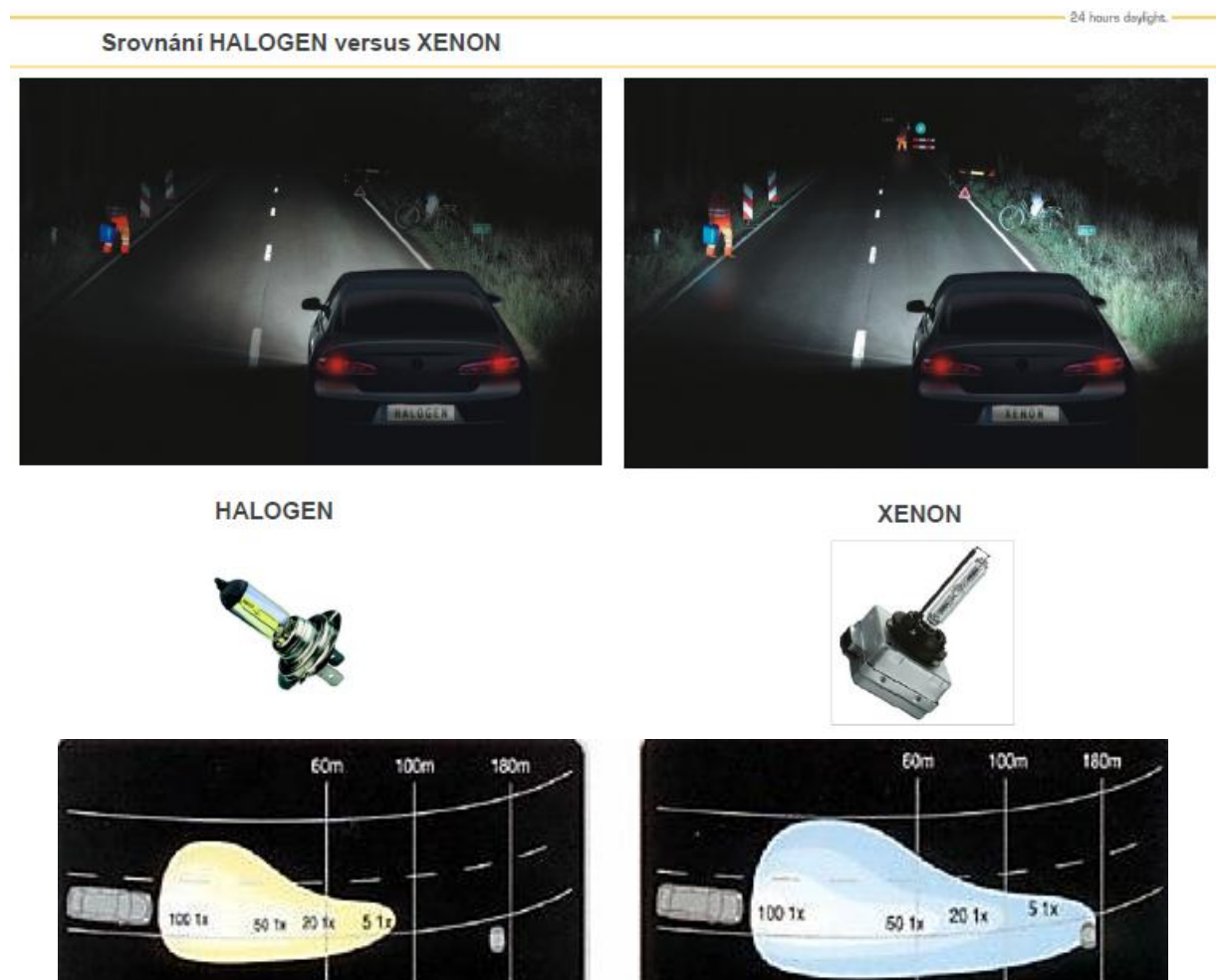
Barevná teplota denního světla má hodnotu 5 400K. Xenonová výbojka se k této hodnotě blíží i jí dosahuje, tím pádem je pro řidiče její světlo příjemnější a lépe a rychleji rozpozná případné blížící se nebezpečí.

Co se týká životnosti, u xenonové výbojky je delší hlavně kvůli tomu, že neobsahuje žhavicí vlákno, které je u žárovek vystavováno za jízdy neustálým otřesům, což přispívá k jejich oslabování a následnému přetržení. Xenonová výbojka nepřestane svítit ihned, její světlo slábne, což poznáme změnou barvy emitovaného světla. Pozn. životností se rozumí doba, kdy svítivost výbojky dosahuje nejméně 80% svítivosti výbojky nové.

Nevýhodou xenonové výbojky je její start za studena. V prvních sekundách dosahuje nízké svítivosti, zhruba jako halogenová žárovka, plného výkonu dosahuje asi do deseti sekund, což představovalo dříve problém použití výbojek do dálkových světel. Její start a stabilizace závisí na řídicí jednotce, která může vyšším proudem náběhovou dobu výbojky zkrátit. Nevýhodou také je, že se jejich životnost častým vypínáním a zapínáním zkracuje více než o polovinu, dnes je tento problém vyřešen použitím světel pro denní svícení. [3] [40]



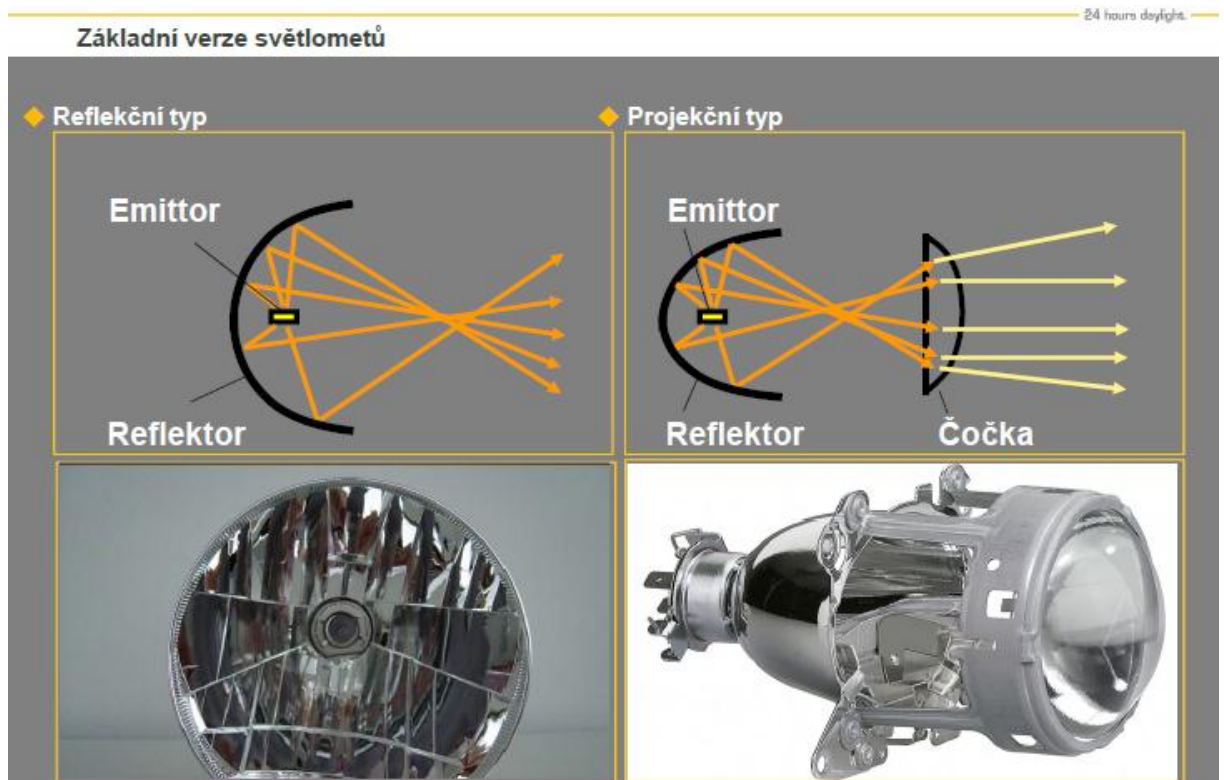
Obr. 4.3: Různé druhy výbojek dle teploty chromatičnosti [39]



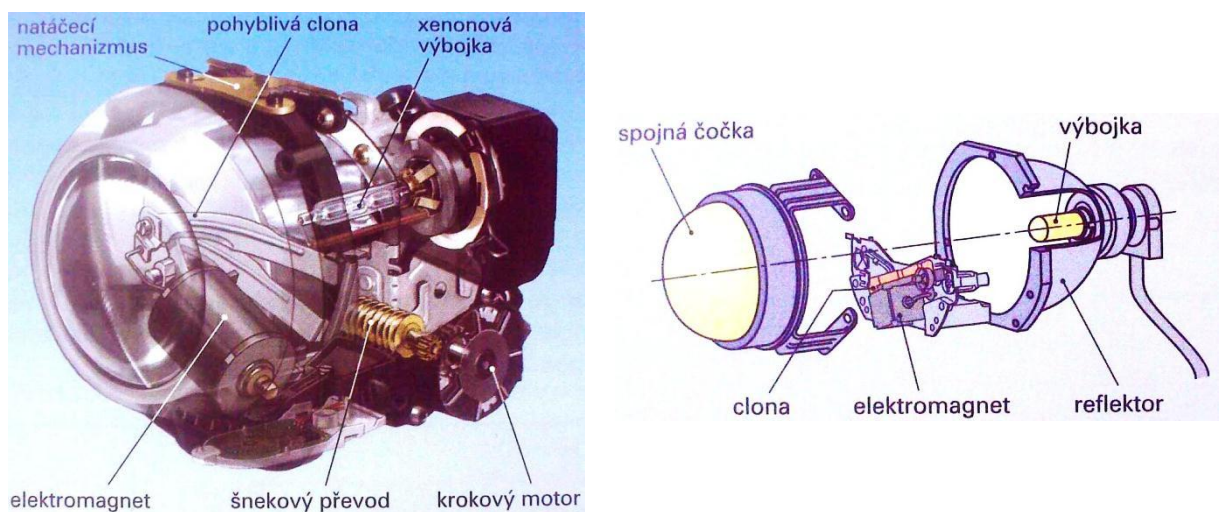
Obr. 4.4: Porovnání viditelnosti vozovky s použitím halogenové žárovky a xenonové výbojky [41] [15]

4.2 Provedení xenonových světlometů

Výbojkové světlometry pro potkávací světlo mohou být založeny na reflexním nebo projekčním principu. U projekčního typu světlometu jsou používány nepravidelné reflektory. V případě, že je světlomet společný pro potkávací i dálkové světlo, nazýváme jej bixenon (případně označení Bi-Litronic). U takového světlometu zastává funkci potkávacího i dálkového světla jediná výbojka společně s pohyblivou clonou, která mění svou polohu pomocí elektromagnetu, čímž omezuje dálkový světelný kužel. Výhodou této sloučené funkce je jak úspora místa, tak samozřejmě daleko lepší osvětlení vozovky. [3]



Obr. 4.5: Reflekční a projekční typ světlometu [41]



Obr. 4.6: Projekční světlomet a projekční bi-xenonový světlomet [3]

4.3 Přestavbové sady

Pro své výhody jsou xenonové světlomety velice oblíbené, proto se na trhu objevují tzv. přestavbové sady, které umožňují instalovat xenonovou výbojku i do jiného typu světlometu, což ale způsobuje silné oslnění protijedoucího řidiče. To ale není jediným problémem. Výrobci obvykle (hlavně u levnějších druhů sad) uvádějí, že je výrobek homologovaný. Tato homologace odpovídá údajně po stránce elektromagnetické kompatibility s ostatní elektroinstalací v automobilu. Po instalaci se ovšem může u těchto levných sad objevit několik problému, ať už je to rušení signálu rádia, tak i nebezpečné poruchy ostatních zařízení vozidla. Jak je psáno výše, k výboji je třeba zápalného modulu, který obsahuje ballast, vysokonapěťový měnič, který je u těchto sad nekvalitně provedený a může způsobit i požár vozidla.

V případě kvalitnějších přestavbových sad je třeba dodržet jistá pravidla, která nařizuje legislativa, a to konkrétně Předpis EHK č. 48 (Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci.):

1. Na vozidle musí být přítomno zařízení pro čištění světlometu (ostříkovač světel), neboť se světlo na znečištěném světlometu láme a může způsobit nepříjemné oslnění protijedoucího řidiče.
2. Musí být zajištěna automatická regulace sklonu světlometů, hodnoty automatické výškové regulace jsou stanoveny výrobcem pro seřizování světlometů.

Dále musí být dodržen předpis EHK č. 98 (Jednotné ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel vybavenými světelnými zdroji s plynovými výbojkami): Světlomet musí být pro použití xenonových výbojek homologován. Pokud je určen pouze pro osazení xenonovými výbojkami, je značen písmenem D, značení písmeny HCR DCR je pro kombinované světlomety, tedy se žárovkami i výbojkami. Obvykle najdeme značení na zadní části světlometu, popřípadě na rozptylovém skle. [19]



Obr. 4.7: Přestavbová sada [37]



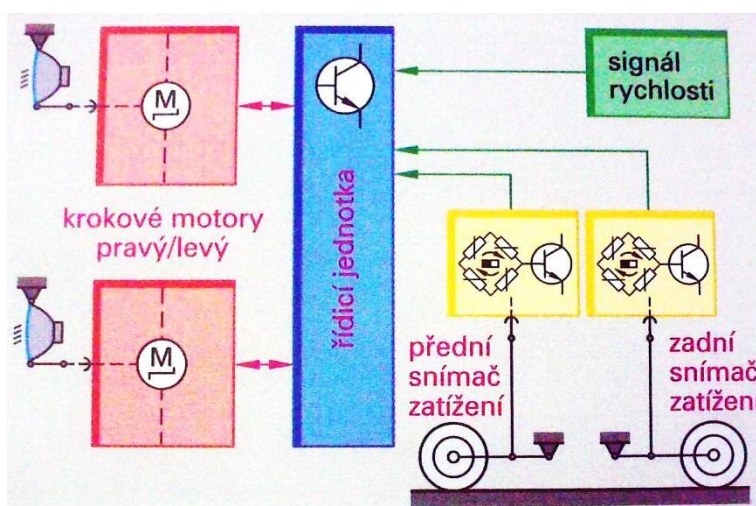
Obr. 4.8: Xenonový světlomet Octavia II [30]

4.4 Požadavky na xenonové světlomety

4.4.1 Automatická regulace sklonu světel

Statická automatická regulace sklonu světlometů je naklápění světlometu v závislosti na poloze vozu, tedy jeho sklonu v důsledku pérování a zatížení přední či zadní nápravy. Snímače zatížení nápravy předávají informaci řídicí jednotce (ECU), která vypočítá naklonění vozu a srovná jej s předdefinovanou hodnotou, následně pak předá signál servomotorům, které zajistí vlastní sklopení světlometu.

Regulace sklonu může být ovšem také dynamická, která navíc díky snímači natočení klikové hřídele vyhodnocuje i rychlost vozidla, a umožňuje správné naklonění světlometů i při zrychlení a brždění vozu, neboť právě při prudkém brždění se může automobil naklonit až o úhel $1,5^\circ$ vpřed. Při této kritické situaci klesá osvětlení vozovky před vozidlem o více než polovinu. Naklonění musí být zajištěno rychleji, než je tomu u statické regulace, proto jsou zde použity krokové motory. [3] [29]



Obr. 4.9: Dynamická regulace sklonu světel [3]

4.4.2 Čistící systém světlometu

Čistící systém světlometu, tedy ostřikovač, je v Evropě povinný u xenonových světlometů od r. 1996. Předpisy dále stanovují, že je povinný pro potkávací světla, jeho funkčnost má být zaručena do rychlosti 130 km/h a v teplotách od -35°C do 80°C , vyžadují účinnost čištění nejméně 70% na světle, které je znečištěno až po stupeň, kdy zbylý světelný tok je 20% z původního a dodání vody pro ostřík v nejméně 25ti cyklech. Důvod tohoto nařízení není jen zhoršený rozptyl světla, ale především oslnění protijedoucích řidičů, které se zhoršují do 60% znečištění světlometu. Přes tuto hranici je světlo tlumeno.

Zapnutí ostřikovače světlometu probíhá současně s ostřikem čelního skla vozu. Aby čištění proběhlo optimálně, musí se dbát na vzdálenost mezi tryskou a sklem světlometu, množství vytrysknuté kapaliny, úhel dopadu kapaliny a její rychlost. Čištění skla světlometu je zajištěno statickou, nebo výsuvnou (teleskopickou) tryskou. Statická tryska je viditelně umístěna na nárazníku automobilu, naproti tomu tryska výsuvná je skryta uvnitř nárazníku. Soustava teleskopické trysky obsahuje držák trysky, krytku a výsuvné zařízení. Při čištění je držák hydraulicky vysunut do správné pozice pro ostřík světlometu. Výsuvný systém se používá spíše u aerodynamických světel s větším zahnutím a sklonem. Systém je individuální pro různé typy automobilů. [29]



Obr. 4.10: Teleskopická tryska [29]



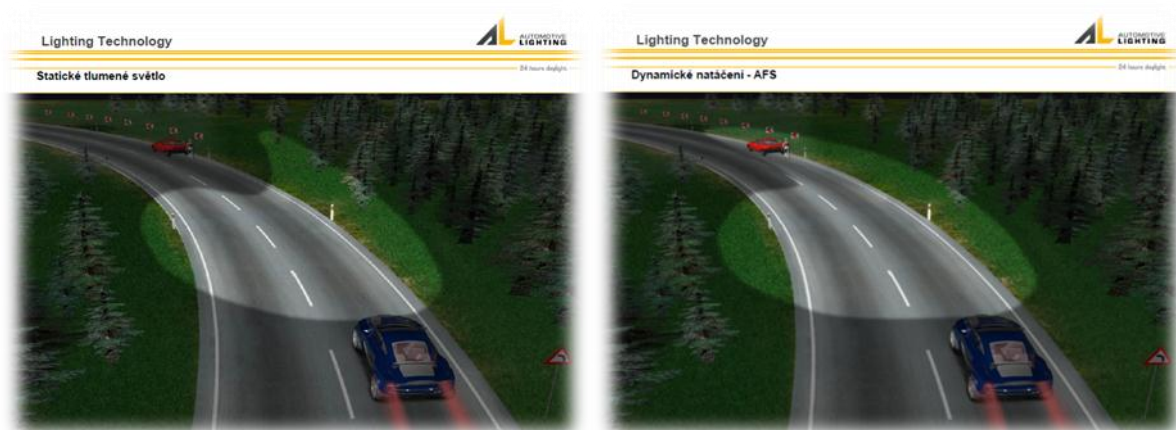
Obr. 4.11: Statická tryska [29]

5 Adaptivní světlometry

Adaptivní světlometry, označované také AFS (Adaptive Front-lighting System), umožňují automatické nastavení světel podle směru vozovky a parametrů prostředí. Tento inteligentní systém umožňuje naklápění světel ve vodorovné ose, což řidiči pomůže mít optimální přehled za jakýchkoli podmínek. Dále systém obsahuje několik dalších doplňkových funkcí, které zlepšují viditelnost v různých prostředích (město, dálnice) a také za špatného počasí. AFS je vyráběn jak pro halogenové, xenonové i bi-xenonové světlometry. Nově také pro LED světlometry. [3]

5.1 Systém natáčení světel a jeho funkce

Inteligentní systém natáčení světel byl vyvinut především pro zvýšení viditelnosti a tím i bezpečnosti řidiče. Senzory trvale snímají úhel natočení volantu, natočení kol, rychlost automobilu, stupeň odbočení (zatočení) a parametry prostředí. Tyto údaje jsou dále vyhodnocovány řídicí jednotkou, díky které je světlo natáčeno v horizontální ose a umožňuje tak osvětlení vozovky ve směru jízdy, tedy především na nerovných úsecích vozovky. Natáčení světel je zajištěno krokovými motory. Tento systém pak poskytuje v porovnání s konvenčními světly lepší viditelnost o 70% ve směru jízdy. [29]



Obr. 5.1: Statické vs. dynamické potkávací světlo [41]

5.1.1 Světlomet do zatáčky

Světlomet do zatáčky, nazývaný také jako Corner light, je aktivován při zapnutí směrových světel, při odbočení či otáčení, tedy při velkém natočení volantu a zatáčení s malým poloměrem oblouku, a to pouze v nižších rychlostech (0-40 km/h). Je tak dosaženo lepšího osvětlení jízdního pruhu a krajnice, která je tak osvětlena od 30 do 60 stupňů.

Světlo je statické či dynamické. Statické světlo je pevně umístěno přímo ve světlometu a jako zdroj světla je použita halogenová žárovka, natočená o pevný úhel 15-45 stupňů. Dynamické bývá odděleně v nárazníku vozu, v kombinaci s mlhovým světlem.

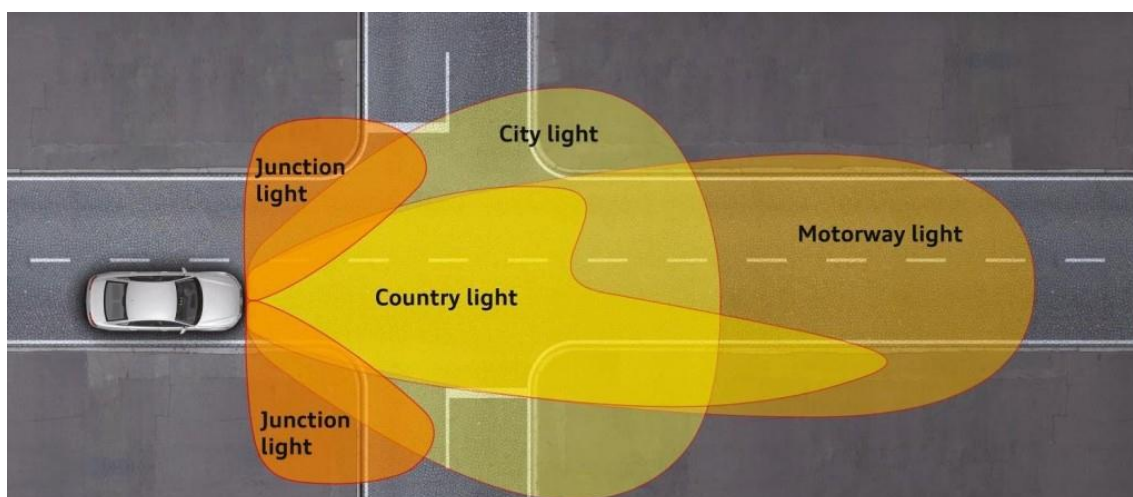
Potkávací světlo má dále funkci City Light, která je využita při jízdě po městě. Osvětluje tak nejen vozovku před automobilem, ale také její okolí. [29] [33]

5.1.2 Světlomet na dálnici

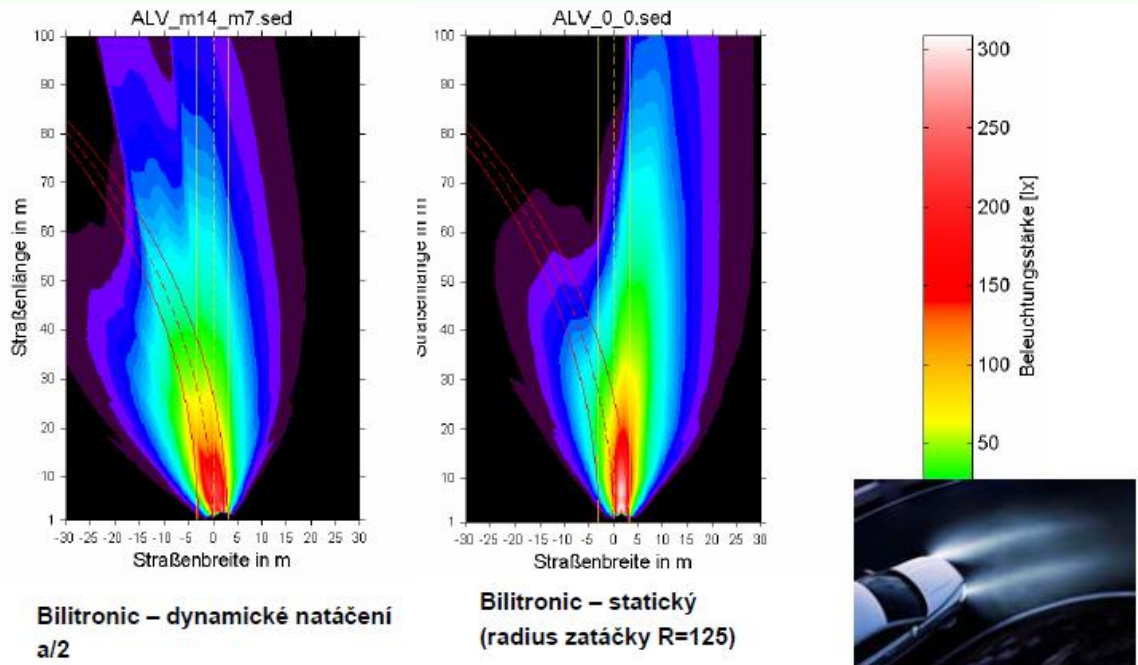
Dálniční režim se aktivuje při rychlosti kolem 90km/h. Levé světlo je postupně zvedáno výškovými motorky, tedy při pravostranném řízení. Navíc se při navyšování rychlosti zvyšuje také výkon xenonové výbojky z 30 na 37W, čímž se dosáhne lepšího osvětlení vozovky až o 160 m. Toto zlepšení viditelnosti značně zvyšuje bezpečnost na dálnici při řízení ve velkých rychlostech. [29]

5.1.3 Světlo pro nepříznivé počasí

Zlepšení viditelnosti při nepříznivém počasí, jakým je déšť či mlha, je zajištěno naklopením levého světla o osm stupňů do vnější strany a o jeden stupeň dolů. Tímto nastavením je zvýšena viditelnost levé krajnice a sníženo sebeoslňení řidiče. Režim se aktivuje při současně sepnutém potkávacím a mlhovém světle a při rychlostech do 70km/h. [23] [28] [29]



Obr. 5.2: Funkce adaptivních světel [6]

Natáčecí moduly (AFS Modules) – situace na silnici – rozložení světelného toku


Obr. 5.3: Rozložení světelného toku statického a dynamického natáčení bi-xenonového světlometu [41]

5.1.4 Dálková a potkávací světla

Potkávací světla se zapnout buď při zapnutí světel, nebo automaticky dle světelných podmínek prostředí. Pokud je automobil vybaven high-beam asistentem, je za čelním sklem na zpětném zrcátku umístěn senzor, který snímá parametry prostředí kolem vozidla. Pomocí řídicí jednotky je zajištěno automatické přepínání potkávacích a dálkových světel. [16]

Senzor reaguje na čelní i koncová světla automobilů, na motocykly, na světelné podmínky. V případě, že se setmí, jsou zapnuta automaticky potkávací světla. Dálková světla se automaticky přepnout v případě, že jsou nedostatečné světelné podmínky a před vozidlem nejede žádný další automobil. Pokud senzor zaznamená protijedoucí vůz, jsou dálková světla přepnuta automaticky na potkávací a pak zpět na dálková. [29]

6 LED světlometry

6.1 Zdroj světelného toku

Svítivá dioda, označovaná LED nebo luminiscenční dioda, je elektronická součástka, která se skládá z polovodičů typu P a N. Jejich vývody jsou pak označovány jako anoda a katoda. Jejich spojení se nazývá PN přechod, na kterém je elektrický proud přeměňován na světlo. Přiložíme-li na diodu napětí v propustném směru, dochází k injekci minoritních nosičů náboje přes PN přechod a jejich následné rekombinaci s nosiči opačné polaritě. Elektrony jsou tak vybudeny na vyšší napěťovou hladinu, kde setrvávají a pak se zpětně vrací na nižší energetickou hladinu. Jejich energie je uvolněna ve formě fotonu, tedy světla.

Svítivé diody emitují monochromatické nekoherentní světlo, ať už viditelné, ultrafialové nebo infračervené. Barva světla je dána polovodičovým materiálem a jeho dotací, a to tak, že parametry použitého materiálu určují, jaká bude vlnová délka vyzařeného fotonu.

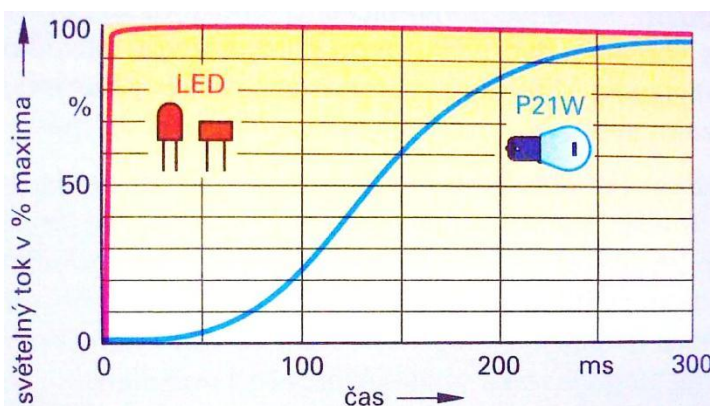
LED jsou k dispozici v různých barvách. Ve světlometech se aplikují bílé LED pro zajištění lepšího světelného výkonu, používají se v předních světlech. Červené a žluté se používají v zadních světlometech. [4]

Výhody, pro které jsou LED stále hojněji využívány v automobilovém průmyslu, jsou následující. V první řadě je to její dlouhá životnost (překoná životnost vozidla), odolnost vůči otřesům či jejich malá velikost, která šetří místo ve světlometu, což také umožňuje volnou ruku při návrhu designu světlometu. Díky tomu se mohou jednotlivé automobilky odlišit a typizovat. LED má také výrazně nižší spotřebu energie, například při použití jako denní osvětlení, je spotřeba LED světel 14W (0,36g CO₂ / km), naproti tomu při použití konvenčních osvětlení ve dne (potkávací, zadní, parkovací) to může být pro celý světlomet až 300W (7,86g CO₂ /km). Použití LED ve svém důsledku snižuje spotřebu paliva a emise což bude hrát významnou roli především u budoucích nízkoenergetických vozidel. Spotřeba full-LED světlometu se pohybuje mezi 28- 50W, můžeme uvažovat, že jedna LED spotřebuje 1W, světlomet bývá osazen v průměru 30 diodami. V porovnání s 65W žárovkou je úspora energie 30 až 70 W pro automobil.

Jednou z nejdůležitějších vlastností je ovšem jejich okamžitá reakce, tedy náběh do plného světelného výkonu, je téměř okamžitý (jednotky ms). Toho je využíváno hlavně pro použití diod u brzdových světel, kdy řidič jedoucí za vozem s LED může daleko rychleji reagovat a je tím zkrácena brzdná dráha o několik metrů. [4] [29]

Nevýhodou je především nutnost chlazení, neboť jsou LED moduly silně zahřívány. Až 20% vstupní energie je přeměněno na viditelné světlo (u konvenční žárovky je to pouhých 5%), zbytek energie se přemění na teplo a zahřívá tak polovodičové čipy, čímž klesá světelný tok i barva, neboť jsou závislé na teplotě. Obecně je chlazení řešeno ať pasivně, a to žebrovaným profilem, nebo aktivně, ventilátorem. U automobilů se používají pro ochranu nejteplejší části čipu chladicí prvky s řízeným systémem proudění vzduchu. Teplý vzduch je navíc směřován do rámečku světlometu, čehož se využívá i pro odmražení a odmlžení světla. Dále to je i nemožnost výměny jednotlivých nefunkčních diod, obvykle je třeba vyměnit celý světlomet, což je samozřejmě ekonomicky nevýhodné. Různé série LED mají také různé parametry, je tedy nutný výběr stejných diod.

Požadavky Evropské Unie na spotřebu a bezpečnost automobilů jsou neustále zpřísňovány, LED jsou tedy nezbytnou alternativou pro automobilový průmysl. [29] [41]

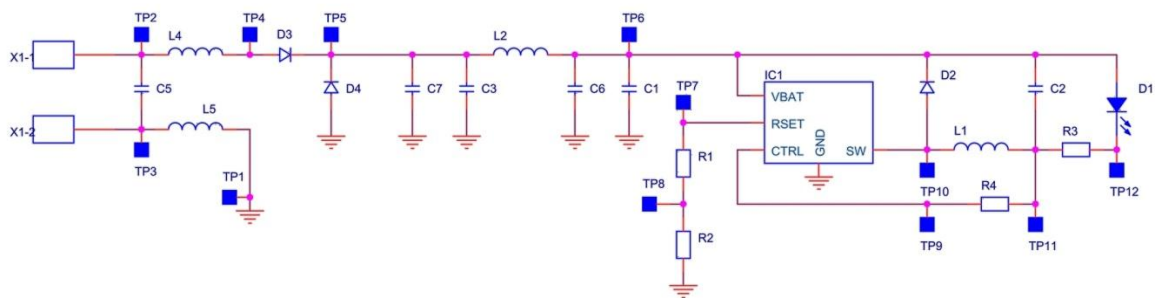


Obr. 6.1: Náběh LED vs. žárovky do plného výkonu [4]

6.2 Provedení a komponenty

Co se týče technického provedení přímo ve světlometu, je světlo LED buď přeměřováno přes reflektor, nebo ho je možné promítat na silnici prostřednictvím čočky.

LED jsou ve světlometech umístěny na páskách pro širší možnosti v oblasti designu. Takto seskupené diody tvoří jeden celek, zvaný LED modul. V případě nefunkčnosti byt' jedné diody, je třeba měnit celý modul. LED není možné provozovat přímo z palubní sítě vozidla, je tedy nutné vlastní napájení, které závisí na použitém polovodičovém materiálu a pohybuje se v rozmezí 2,2 až 3,6V. Dále je třeba zdroje proudu, kterým je budič (driver), ať už lineární nebo spínaný. Pomocí proudu je pak regulován světelný tok. Elektronika může být buď pro jednotlivé funkce integrována již ve světlometu, nebo je jako soběstačná ECU namontována ve vozidle. [24]



Obr. 6.2: Schéma zapojení LED driveru [24]



Obr. 6.3: Konstrukce světlometu Audi A6 [7][6]

Řídicí jednotka LED musí splňovat řadu požadavků, musí být kompatibilní s okolní elektronikou automobilu, musí odolávat a být schopna pracovat ve velkém rozsahu teplot i napájecích napětí a samozřejmě musí odolávat pulzům i výkyvům palubního napětí vozidla. Komponenty ECU jsou vybírány dle normy AECQ, která zaručuje vyšší spolehlivost jednotek. Důležité pro návrh jsou také desky plošných spojů, které musí být vyrobitelné, spolehlivé a teplotně odolné. Právě kvůli výkonovým diodám je třeba použít izolované metalické substráty či keramické substráty. Osazené plošné spoje je třeba následně testovat.

Aby byla řídicí jednotka chráněna proti vlivům okolí, je umístěna ve vlastním speciálním pouzdře, které jednotku chrání proti prachu, elektromagnetickým zářením a zároveň zajišťuje odvod tepla. Materiálem pro jejich výrobu jsou plasty, ohýbané plechy a odlitky ze slitin hliníku.

LED diody byly nejprve používány pro svůj rychlý náběh do plného výkonu (1 ms) jako brzdová světla, následně byl vytvořen první kompletní LED koncový světlomet. V předních světlometech se využívaly pouze jako denní světla, v kombinaci například s xenonovými světly. Všechny světelné funkce hlavního světlometu byly poprvé plně realizovány diodami u již zmíněného modelu Audi R8 v roce 2008. [6] [20] [41]



Obr. 6.4: Konstrukce světlometu Audi R8 [5] [34]

6.3 Světlovody s LED

Jedním z velmi používaných designových prvků jsou světla s optickými vlnovody, respektive světlovody. Světlo ze světelného zdroje je rozváděno světlovodem po požadované dráze. Zdrojem světla by mohla být i žárovka, nicméně jako světlovod by musel být použit teplotně odolný materiál, například sklo. LED je zdrojem „studeného“ světla, je tedy možné

světlo rozvádět pomocí průhledných plastů, jako jsou PC (polykarbonát) či PMMA (polymethylmethakrylát). Tenké světelné prstence jsou typické pro značku BMW jako denní svícení. Pro modelovou řadu 7 byly pro LED koncová světla vyvinuty silné trojrozměrné světelné lišty. [41]

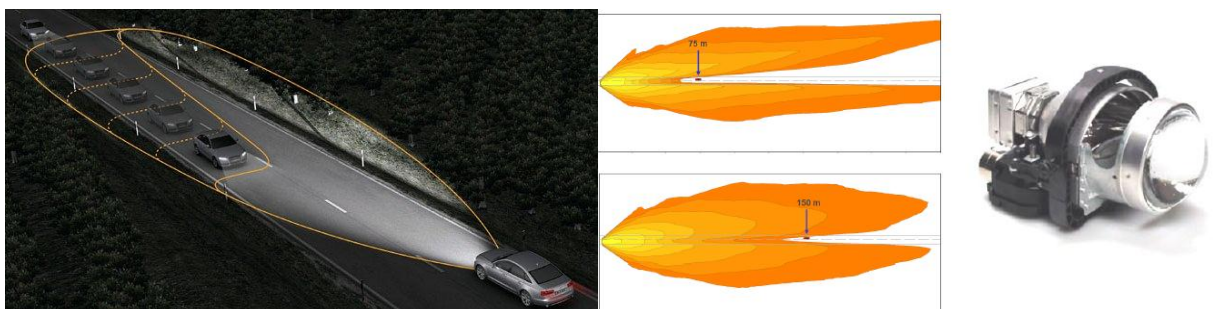


Obr. 6.5: Trojrozměrná světelná lišta BMW 7 [9] a světlovody pro denní svícení [11]

6.4 AFS a kamerově řízené čelní světlomety

Plně elektronicky řízený adaptivní kompletní LED čelní světlomet byl vyvinut pro značku AUDI. AFS zajišťuje přizpůsobení světel jízdnímu režimu (detailněji je funkce adaptivních světel popsána výše), a zároveň také aktivaci a deaktivaci jednotlivých diod. Funkce AFS navíc může spolupracovat i s GPS systémem, díky kterému světlomety mohou nasvítit včas průjezd zatáčkou, nebo zapnout dálniční režim již na přivaděči.

Kamerově řízené čelní LED světlomety byly poprvé představeny v roce 2010 u automobilu Mercedes Benz CLS. Tento inteligentní čelní světlomet (nazývaný též jako maskované světlo) pomocí kamer a elektronicky řízených nastavitelných jednotek řídí světelný tok a dynamicky přizpůsobuje osvětlení jízdnímu režimu. Pokud kamera zaznamená protijedoucí automobil, pak řídicí jednotka sníží světelný tok diod, čímž nedojde k osvětlení protijedoucího řidiče. Pokud kamera zaznamená překážku (například chodce, zvěř či dopravní značení), natočí tímto směrem světlomety, aby mohl řidič včas zareagovat. [10][27] [28] [41]



Obr. 6.6: Maskované světlo- kamera kontroluje světelné funkce (automatické a částečně dálkové) [6] [41]

6.5 Systémy pro noční vidění

Infračervený vysílač byl ve vozech Mercedes- Benz třídy S umístěn již v roce 2005. Tímto vyvolala značka senzaci díky prvním sériově využívanému nočnímu systému vidění na světě.

Technologie pro noční vidění můžeme rozlišit na aktivní a pasivní. Aktivní technologie NIR (Near Infra-Red) je založena na vysílání signálu, jeho odrazu od lesklých předmětů a překážek, následnému zpracování kamerovým systémem a promítnutím obrazu na displeji palubní desky či pomocí HUD. HUD (head-up display) je zařízení, které promítá veškeré důležité informace a navigační prvky na čelní sklo vozu, čímž nerozptyluje řidiče při jízdě. Dosah vysílače je až 150m.

Pasivní technologie FIR (Far Infra-Red) je založena na snímání vyzařovaného tepla objektů, ať už chodců či zvířete. Senzor je umístěn v nárazníku za krycím sklem, které je čištěno pomocí ostříkovače. Dosah systému je až dvojnásobný, tedy 300m, nicméně je závislý na podmínkách provozu, rychlosti automobilu či okolních klimatických podmínkách. Tento systém uvedla jako první automobilka BMW. [10]



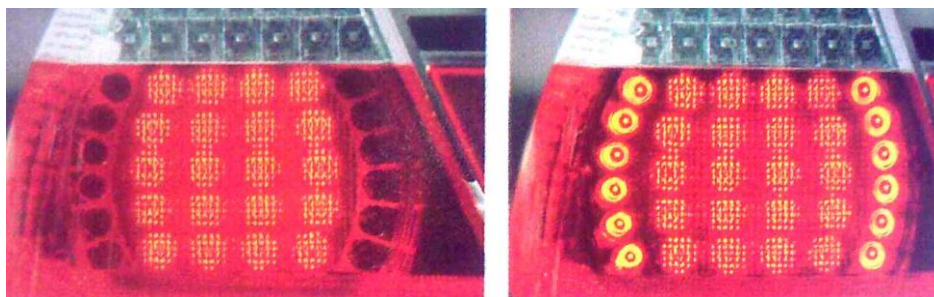
Obr. 6.7: Display: Standardní mód vs. Night Vision mód [41]

7 Nové technologie a světlomety budoucnosti

7.1 Adaptivní zadní osvětlení

Až doposud byla funkce koncových světel tvořena pouze jednou úrovní, což znamená pouze jednu určitou intenzitu osvětlení, která musela být v zákonem daných limitních hodnotách, aby byla zaručena minimální viditelnost. Koncová světla se lišila tak pouze tvarem a provedením, ne ovšem intenzitou světla.

Velký počet senzorů (jas, špína, dohlednost, vlhkost apod.) umožňuje v současné době zjistit parametry okolí vozidla daleko přesněji. Díky tomu je možné regulovat svítivost koncových světel v závislosti na vnějších podmínkách. Například, při slunečném dni mají brzdová světla nižší svítivost než například v noci nebo za snížené viditelnosti. Při panické brzdění adaptabilní brzdové světlo varovně problikává. [2]



Obr. 7.1: Porovnání konvenčního a adaptivního brzdového světla [2]

7.2 Laserové diody

Podle německé automobilky BMW by v budoucnu měly být LED světlomety nahrazeny laserem. Ten je zdrojem monochromatického koherentního světla, které je tvořeno jednou barvou, tedy jedinou vlnovou délkou. Jeho světelná účinnost je téměř dvakrát větší než u LED a jeho intenzita až tisíckrát větší. Na jeho vývoji již konstruktéři pracují, poprvé by mělo být použito v hybridu BMW i8, jehož výroba je naplánována na rok 2014.

Prakticky by mělo být světlo laseru upraveno tak, aby nebylo nebezpečné pro lidské oči (kvůli jeho vysoké hustotě energie) a mohlo být použito na silnicích. Toho by mělo být docíleno přeměnou původně modrého laserového paprsku na jasné bílé světlo pomocí fluorescenčního fosforového materiálu. Ve světlometu jsou umístěny tři laserové diody, které jsou zdrojem paprsku širokého jen deset mikronů. Speciální reflektor je pak odráží do čočky, která obsahuje fosforový materiál. Výsledné světlo je bílé, které je pro oči příjemné.

Spotřeba laserových diod je ještě nižší, než LED, což přispěje také ke snížení spotřeby paliva. Laserové diody budou navíc daleko menší než klasické dnes používané LED, což otevře brány pro nové designy a umístění světlometů v budoucnu. [13]



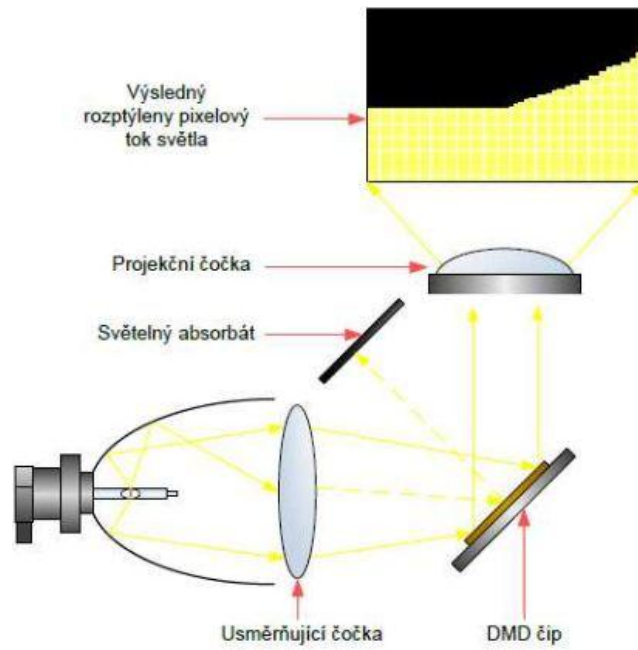
Obr. 7.2: Laserový světlomet BMW i8 [13]

7.3 Pixelové světlometry

Technologie pixelových světlometů je ve vývoji automobilky BMW. Tato technologie umožňuje jak naprosto přesné rozložení světla, tak i promítání obrazců a informačních symbolů přímo na vozovku.

Základem je DMD procesor (Digital Micromirror Device), což je zařízení, které obsahuje 480 000 mikroskopických zrcadel, která jsou natáčena podle požadavků na přesné rozložení světelného toku na vozovce a nahrazují tak konvenční reflektor. Každý mikroreflektor představuje jeden pixel a může být individuálně natáčen pomocí elektronických obvodů.

Výsledkem může být trvalé použití dálkového světla bez oslnění protijedoucích řidičů, dále také přesné osvětlení dopravního značení a krajnice. Na vozovku mohou být také promítány symboly, jako jsou navigační šipky. Spolupráce s GPS dále umožní predikci zatáček a jejich včasné automatické nasvicování. [10] [12]



Obr. 7.3: Provedení pixelového světlometu [10]

8 Parametry a měřicí metody pro hodnocení kvality a bezpečnosti

Světlomety automobilu musí splňovat přísná kritéria kvality pro jejich homologaci. Podmínek pro homologace se týkají z největší části fotometrické předpisy, předpisy stanovující požadavky na světlomety z hlediska jejich provozu a předpisy na ochranu chodců, které například vylučují ostré hrany nebo požadují, aby úchyty světlometu při nárazu praskly a minimalizovaly se tak případná zranění chodce.

Jakékoli narušení správné funkčnosti světlometu či snížení jeho kvality následkem provozu ovlivňuje samozřejmě také bezpečnost jízdy. Prach a nečistoty, mechanické poškození a praskliny, nedostatečná těsnost a následné zamlžení světlometu, to vše ovlivňuje světelné parametry. Může dojít jak k oslnění protijedoucího řidiče, tak k nedostatečnému osvětlení vozovky, což může mít za následek nedostatečnou reakci na překážku a tím pádem i zvýšení pravděpodobnosti dopravní nehody. Proto je jejich testování při vývoji, výrobě i montáži stěžejní pro jejich správnou funkci a následné bezpečí na vozovce. [18] [41]

8.1 Zatěžovací testy světlometu při vývoji

Již ve fázi vývoje prochází světlomety náročnými zatěžovacími testy. Testy se týkají jak veškerých plastových dílů, tak i elektroniky světlometu. Tedy světlometu jako celku. Jejich cílem je ověřit životnost světlometu za nejtěžších provozních podmínek. Jedná se o zkoušky na různé jevy, které mohou kvalitu světlometu a jeho funkčnost následně ovlivnit. [41]

8.1.1 Fotometrická měření

Světlomety musí splňovat požadavky na intenzitu osvětlení v různých bodech a pásmech, musí řádně osvětlovat vozovku, krajnice a objekty před vozidlem a zároveň nesmí oslňovat protijedoucí řidiče.

Obrysová, mlhová, zpětná, směrová a brzdová světla musejí být viditelná v daných úhlech, aby bylo i řidičem na vedlejší komunikaci ihned rozpoznatelné, pokud vozidlo mění například směr jízdy. [41]

8.1.2 Testy teplotní odolnosti

Světlomet je testován na teplotní odolnost a odolnost vůči klimatu, kdy je uložen na určitou dobu do klimatické komory a vystaven extrémním teplotám (cca -70°C až 190°C) i

teplotním skokům. Tím je zajištěna jeho provozuschopnost v různých oblastech světa.

8.1.3 Testy odolnosti vůči vniknutí vody nebo prachu do světlometu

Zkouška těsnosti se provádí pomocí speciálních trysek, které na světlomet tryskají nepřetržitě vodu z různých úhlů. Světlomet je dále ponořen do nádoby s vodou a natlakován na určitou hodnotu. Tlak nesmí za jednotku času klesnout o předdefinovanou hodnotu, například za 30s o 1kPa. Testy těsnosti tak simulují déšť či mytí automobilu v myčce.

S těmito zkouškami mohou být také spojeny testy zaměřené na kondenzace a následné dekondezace světlometu.

Stejně tak musí světlomet odolat vniknutí drobných částic, nečistotám, písku či prachu, které by mohly narušit jeho správnou funkci. [18]



Obr. 8.1: Testování těsnosti světlometu pomocí trysek [18]

8.1.4 Testy mechanické odolnosti

Mezi testování mechanické odolnosti je zařazen test na vibrace v rozsahu 100g a rázy, které představují běžné situace, vůči kterým musí být světlomet odolný. Situacemi, které mohou světlomet poškodit během provozu automobilu, může být opakované spouštění kapoty automobilu, přejíždění výmolů a nerovností vozovky. [41]

8.1.5 Ostatní testy

Dalšími testy mohou být testy zaměřené na škodlivé vlivy průmyslového prostředí, testy materiálu a samozřejmě lze jednotlivé testy kombinovat, například zkoušení teplotní a mechanické odolnosti. Světlometry jsou vystaveny také chemické odolnosti na látky, se kterými mohou být při svém provozu ve styku. Látkami mohou být motorové oleje, palivo či

sluneční záření. Elektronika světlometu musí být samozřejmě také kompatibilní s ostatními zařízeními v automobilu. [18] [26] [41]

8.2 Kontrola světlometu při montáži

Světlometry jsou kontrolovány samozřejmě také při samotné montáži. Na montážní lince jsou kromě ručních montážních pracovišť také automatické stanice, které kontrolují těsnost a rozměry světlometu, správné osazení a umístění všech součástí, nastavení jeho světelných parametrů, funkčnost jednotlivých světel a režimů například u adaptivních světlometů.

Pokud světlomet splňuje všechny požadavky a odpovídá všem parametrům, může být dále distribuován zákazníkovi. [41]

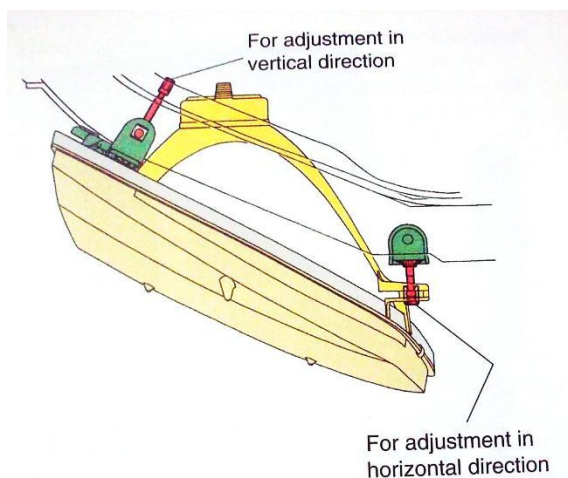
8.3 Seřízení světlometů

Správné nastavení světlometů je samozřejmě důležité i po jejich montáži na vozidle, aby byla zajištěna co nejlepší viditelnost a současně bylo minimalizováno oslnění protijedoucích vozidel.

Pro automobil, u kterého chceme správně nastavit světlometry, musí splňovat několik podmínek. Vozidlo musí být umístěno na rovném povrchu, musí být očištěno od jakýchkoli nečistot a mít naplněnou jen polovinu palivové nádrže, neboť jakákoli hmotnost navíc by mohla ovlivnit jízdní výšku. Ze stejného důvodu musí být zkontrolovány tlumiče a pružiny, zda nejsou poškozené či opotřebované, musí být zkontrolován tlak v pneumatikách a geometrie automobilu. [2]

8.3.1 Nastavení sklonu světel

Pro nastavení manuálního sklonu světlometu se používají nastavovací šrouby. Pro pohyb ve vertikální ose se použije šroub umístěný v horní části světlometu, nastavení světel v horizontální ose se seřizuje pomocí otočení seřizovacího šroubu na straně světlometu. [2]

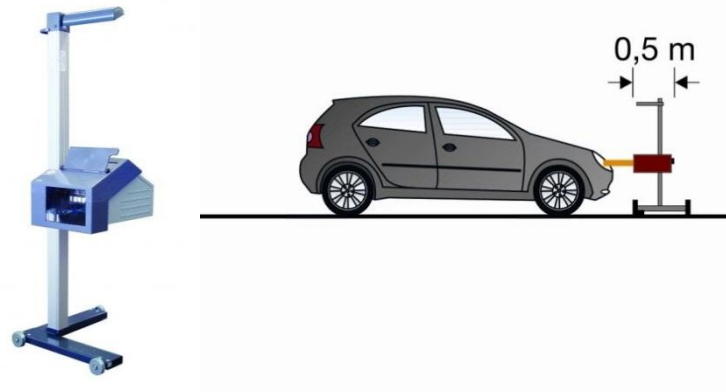


Obr. 8.2 : Seřizovací šrouby pro manuální nastavení sklonu světel [2]

U automatického sklonu světlometu musíme použít zařízení pro diagnostiku. Světlomet se nastaví do základní polohy a tato poloha je pak zapsána do řídicí jednotky jako výchozí. [3]

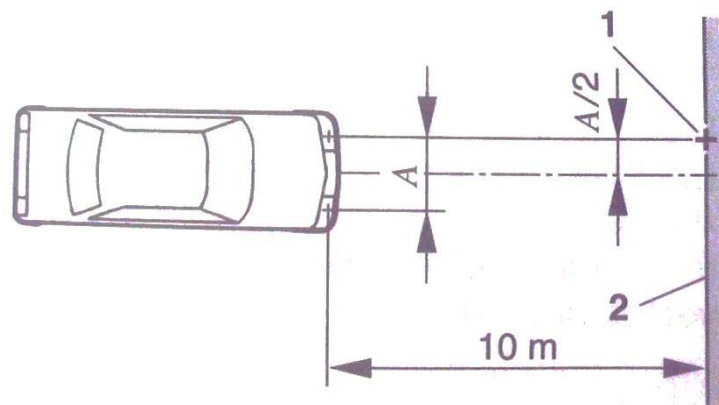
8.3.2 Seřízení světel

Seřízení světel se provádí pomocí přístroje pro seřízení světlometů nebo na testovací ploše umístěné proti automobilu. Zařízení pro seřizování světlometů neboli regloskop, je přenosná optická komora. Skládá se z optické skříně a zrcadlového zaměřovače (slouží ke snadnějšímu vyrovnání přístroje a vozidla). Regloskop se umístí zhruba 20 cm před světlomet automobilu, viz obr. 8.3. Novější přístroje mají kameru, která snímá světelný obraz a digitalizuje ho. Ten je pak zobrazen na displeji. Digitální podoba dat umožňuje následné zpracování pomocí různých softwarů, které umožňují seřizovat i adaptivní světlometry automobilů. Testovací plocha je ve vzdálenosti 10m, má několik vyznačených bodů. Centrální bod se musí protnout se středem světlometu, viz obr. 8.4 a každý světlomet musí být nastaven individuálně. [1] [2]



Obr. 8.3: Regloskop a jeho použití [17] [31]

1 Center mark,
2 Test surface.
A Distance between headlamp centers.



Obr. 8.4: Seřízení světlometů pomocí testovací plochy [1]

9 Měření činnosti ostřikovače a světelných funkcí světlometu

Pro praktickou část své práce jsem navázala spoluprací se společností Automotive Lighting, s.r.o. v Jihlavě, konkrétně s oddělením vývoje, které se zabývá vývojem světlometu jako celku, tedy od designových studií, výpočtů a simulací, kompletního vývoje elektroniky, až po výrobu zkušebních vzorků a uvolňovací procesy.

Firma Automotive Lighting, s.r.o. sídlí v jihlavské průmyslové zóně Pávov a je největším výrobcem světlometů v Evropě.

Původně byla firma součástí společnosti Bosch a s výrobou světlometů začala v roce 1997. Pobočka v České Republice byla založena 1. května 1999 a to za spolupráce německé firmy Robert Bosh GmbH a italské společnosti Magneti Marelli z koncernu Fiat, která se také stala po roce 2003 jejím jediným vlastníkem.

Mezi zákazníky společnosti Automotive Lighting patří světoznámé automobilky, například Mercedes, BMW, Audi, VW, Škoda, Mitsubishi, Honda, Nissan, Hyundai, Opel, Renault. Společnost vyrábí ovšem také světlometry pro trh náhradních dílů, a to v závodě ve Stříteži. [41]

Měření se týká vývoje čistícího systému světlometu automobilu. Značná část čistící kapaliny je kromě čištění čelního skla vozu spotřebovávána také na čištění světlometu. U xenonového světlometu je navíc ostřikovač legislativou vyžadován. U různých značek a typů automobilů je spuštění čistícího systému různé (není podmíněno předpisy), například přidržetím ovládacího páčku čelního skla pod volantem, nebo četností jeho sepnutí (např. stisknout spoušť desetkrát). Při delších cestách může být tedy ve výsledku spotřeba kapaliny vysoká. Četnosti sepnutí ovlivňují samozřejmě i životnost ostřikovače. Ta je předmětem zkoušek a testování, kterým lze životnost zákazníkovi garantovat na několik let.

Předmětem měření je sledovat činnost jednotlivých světel a ostřikovače, četnost zapnutí ostřikovače s ohledem na dobu provozu automobilu a ujeté kilometry. Výsledek bude použit pro optimalizaci a nastavení činnosti ostřikovače během čistícího procesu čelního skla společností Automotive Lighting, s.r.o.

Pro sledování dané veličiny je vhodné použít datalogger. Datalogger, neboli záznamník, dat je elektronické zařízení, které zaznamenává data v průběhu času, nebo ve vztahu k umístění (buď s vestavěným čidlem, nebo prostřednictvím externích přístrojů a

senzorů).

Pro měření bylo nutné zvolit datalogger pro záznam dat v závislosti na čase, který bude mít dostatečné množství vstupů, vhodný měřicí mód a způsob ukládání dat. Model DI-160, který jsem pro měření zvolila, nabízí osm měřicích kanálů (z toho 4 izolované vysokonapěťové a 4 neizolované nízkonapěťové vstupy), čtyři měřicí módy, vstup na USB a ukládání na SD kartu ve formátu CSV.



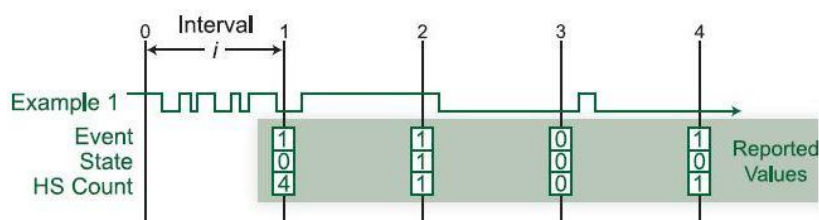
Obr. 9.1: Datalogger model DI-160 [42]

Měřicí módy nabízí datalogger čtyři. Každý z nich zaznamenává určitou změnu ve sledovaném intervalu pomocí jedniček a nul, nebo přímo konkrétního počtu výskytů.

První variantou je mód s názvem EVENT, který sleduje jediný výskyt (změnu) v intervalu vzorkování. Pokud se za sledovaný interval vyskytne změna (zapne se světlo), pak je zaznamenána jednička. Z výsledku tedy není patrné, jak dlouho událost trvala, ale pouze to, že se stala.

Režim HS COUNTER zaznamenává celkový počet výskytů události ve sledovaném intervalu. Zaznamená číslo čtyři v případě, že světlo bylo v daném intervalu čtyřikrát sepnuto. Režim AC COUNTER je navržen pro střídavý proud.

Pro všechny kanály byl ovšem zvolen měřicí mód STATE, který zaznamenává, jak dlouho daná událost trvá. Zaznamenává tedy stav na konci vzorkovacího intervalu. V případě, že bude světlo v danou chvíli zapnuté, zaznamená jedničku, v případě světla vypnutého nulu. Nastavením krátkého vzorkovacího intervalu můžeme tedy vysledovat, po jak dlouho dobu bylo světlo zapnuté. [42]

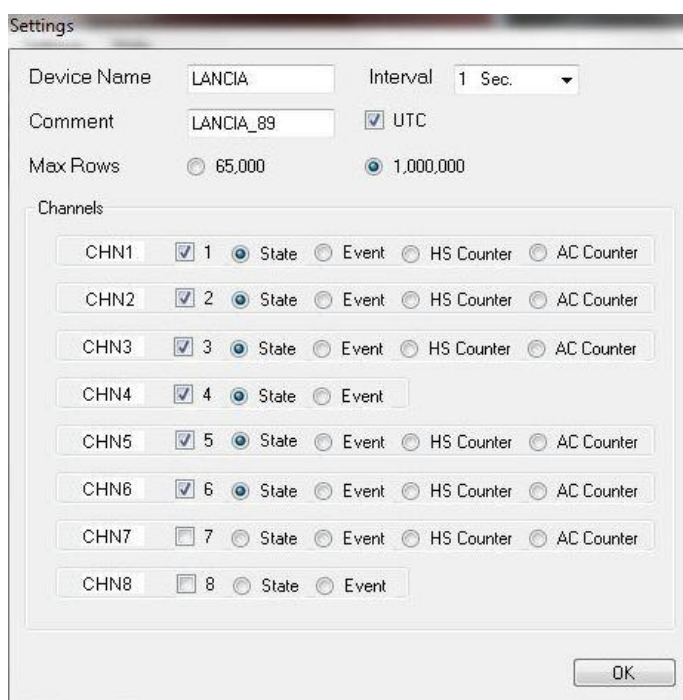


Obr. 9.2: Měřicí módy dataloggeru [42]

9.1 Pracovní postup

Nejprve bylo třeba datalogger nastavit pomocí obslužného softwaru, kde byl nastaven jednotný vzorkovací interval 1s (nejnižší možný), synchronizace času s počítačem, maximální počet řádků v datovém souboru (milion) a pro všechny kanály byl zvolen měřicí režim STATE.

Napájení dataloggeru je řešeno přes baterii, pro delší dobu provozu bylo tedy nutné přístroj připojit na palubní napětí automobilu a zajistit, aby po dobu měření nebyla z vozu vyjmuta autobaterie.



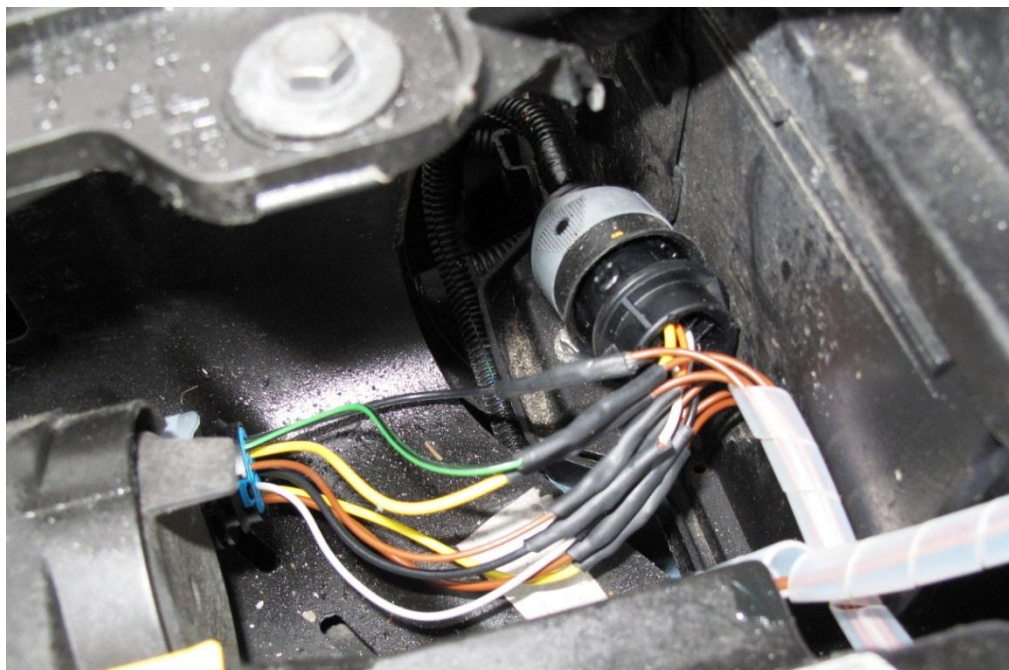
Obr. 9.3: Obslužný software- nastavení dataloggeru [42]

Dále bylo nutné vybrat vhodné umístění přímo v automobilu, a to konkrétně značky Lancia model Delta. Datalogger musel být vložen do speciálního boxu, aby byl chráněn proti vniknutí vody.

Pro připojení měřicího přístroje k jednotlivým typům světel byla použita konektorová spojka s odbočkami. Konkrétní přiřazení měřicích kanálů (CH) a typů světel je znázorněno v tab. 9.1. Dále byl samozřejmě připojen i ostříkovač a napájení řídicí jednotky, díky kterému bude z dat patrné, po jakou dobu byl automobil v provozu. Světla pro denní svícení nebylo nutné připojovat, dobu jejich činnosti lze zjistit rozdílem doby činnosti řídicí jednotky (která podává informaci o automobilu v provozu) a xenonu. Při nastartování automobilu jsou automaticky zapnuta světla pro denní svícení, se zapnutím xenonových světel jsou vypnuta.

Tab. 9.1: Přiřazení měřicích kanálů konkrétním funkcím

CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
dálkové (HB)	směrové (TSL)	xenon (GDL)	řídící jednotka (KL15)	mlhové	ostřikovač



Obr. 9.4: Konektorová spojka s odbočkami pro připojení dataloggeru ke světlometu



Obr. 9.5: Výsledné umístění v automobilu

9.2 Naměřená data a jejich zpracování

Na paměťovou kartu o velikosti 2 GB je možné zaznamenávat data více jak 500 dní. Po překročení maximálního počtu řádků datalogger automaticky vytvoří nový soubor. Dalším krokem je zpracování dat. Uložená data jsou ve formátu CSV., pro jejich zpracování jsem tedy zvolila MS Excel.

Z naměřených dat lze získat následující informace: celková doba měření, doba činnosti a nečinnosti světel během měření, doba činnosti světel během provozu automobilu, odvození doby činnosti denního svícení a počet sepnutí jednotlivých světel a ostřikovače. Tyto veličiny jsou zaznamenány v tabulkách. Výsledné hodnoty lze rozdělit podle několika kritérií, a to podle celkového času měření, dle měsíců při kterých měření probíhalo a dle ujetých kilometrů, které jsme během měření zapisovali ze stavu tachometru automobilu.

Tab. 9.2: Celkový počet sepnutí za dobu měření

CH1 dálková (HB)	CH2- směrová (TSL)	CH3 xenon (GDL)	CH4 nap.říd.jedn. (KL15)	CH5- mlhovka (FOG)	CH6- ostřikovač
590	7135	308	330	1075	95

Tab. 9.3: Ukázka ze souboru s naměřenými daty

Channel #	1 Hi	2 Hi	3 Hi	4 Hi	5 Lo	6 Lo
Function	ST	ST	ST	ST	ST	ST
UTC Date and Time	CHN1	CHN2	CHN3	CHN4	CHN5	CHN6
11.2.2013 16:59:36	1	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:37	0	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:38	1	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:39	1	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:40	0	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:41	0	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:42	1	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:43	1	0	1	1	0	0
11.2.2013 16:59:44	1	0	1	1	0	0

Tab. 9.4: Třídění dat dle měsíců

	popis kanálů	CH1 - dálková (HB)	CH2- směrová (TSL)	CH3- xenon (GDL)	CH4- nap. říd. jedn.(KL15)	CH5- mlhovka (FOG)	CH6- ostřikovač	LED (KL15-GDL)
únor	v činnosti [hod]	1,09	0,83	23,42	31,30	1,13	0,11	7,88
	počet sepnutí	227	2848	122	142	479	74	-
	činnost při jízdě [%]	3,48	2,65	74,82	100,00	3,60	0,36	25,18
březen	v činnosti [hod]	1,91	1,00	29,49	41,25	1,38	0,03	11,76
	počet sepnutí	360	3425	133	144	495	21	-
	činnost při jízdě [%]	4,62	2,42	71,49	100,00	3,35	0,07	28,51

duben	<i>v činnosti [hod]</i>	0,00	0,25	4,81	10,98	0,44	0,00	6,16
	<i>počet sepnutí</i>	3	862	53	44	101	0	-
	<i>činnost při jízdě [%]</i>	0,01	2,29	43,85	100,00	4,02	0,00	56,15

Tab. 9.5: Třídění dat dle počtu ujetých kilometrů

ujeté kilometry	popis kanálů	CH1 - dálková (HB)	CH2- směrová (TSL)	CH3- xenon (GDL)	CH4- nap. říd. jedn.(KL15)	CH5- mlhovka (FOG)	CH6- ostřikovač	LED (KL15-GDL)
1 500	<i>v činnosti [hod]</i>	0,27	0,56	15,18	22,20	0,73	0,10	7,02
	<i>činnost při jízdě [%]</i>	1,21	2,53	68,39	100,00	3,30	0,44	31,61
	<i>počet sepnutí</i>	54	1921	82	100	317	63	-
935	<i>v činnosti [hod]</i>	1,23	0,44	12,69	15,46	0,60	0,03	2,77
	<i>činnost při jízdě [%]</i>	7,95	2,82	82,09	100,00	3,85	0,18	17,91
	<i>počet sepnutí</i>	251	1495	67	65	229	11	-
3 403	<i>v činnosti [hod]</i>	1,50	1,09	29,85	45,87	1,62	0,03	16,02
	<i>činnost při jízdě [%]</i>	3,26	2,37	65,08	100,00	3,54	0,06	34,92
	<i>počet sepnutí</i>	285	3719	159	165	529	21	-

pozn. počty ujetých kilometrů se liší, třídění je provedeno dle požadavků společnosti Automotive Lighting, s.r.o.

9.3 Zhodnocení měření

Měření probíhalo sedmdesát dní, a to od 18. února do 19. dubna 2013. Automobil s instalovaným měřicím přístrojem překonal vzdálenost 5 838 kilometrů.

Kanál číslo čtyři je napojen na napájení řídicí jednotky, doba jeho činnosti je tedy také dobou, kdy je automobil v provozu, tzn. nastartován. Z tab. 9.4 je patrné, že četnost sepnutí ostřikovače je nejvyšší s ohledem na nepříznivé počasí v únoru. Nejčastěji aktivovanou funkcí je xenonové světlo, dále pak denní svícení s diodami, které se u Lancie aktivuje automaticky při nastartování automobilu.

Časté spínání vidíme také pro světlo mlhové (kanál č. 5), což je dáno činností funkce Corner Light, tedy světlem do zatáčky integrovaným v mlhovém světle vozu. Při průjezdu ostrou zatáčkou, na křižovatce či parkovišti je toto světlo aktivováno.

Směrová světla mají největší počet sepnutí. Je to dáno krátkým nastaveným intervalem (1s). Na celkové době činnosti při jízdě mají ovšem ze světelných funkcí nejmenší podíl.

V tabulce 9.2 můžeme vidět výsledný počet sepnutí jak ostřikovače, tak světelných funkcí za celé období měření.

Naměřená data budou společností Automotive Lighting použita jako podklady pro další vývoj ostřikovače světlometu. Četnosti sepnutí světelných funkcí a ostřikovače ukazují jeho reálné využití v běžném provozu, a to s ohledem na klimatické podmínky i ujeté kilometry. Tyto reálné výsledky mohou posloužit také pro optimalizaci zkoušek a efektivnější testování jeho životnosti.

Závěr

Problematiku osvětlovacích systémů vozidel lze popisovat z několika pohledů, a to legislativního a především z pohledu technického. Tato dvě hlediska se střetávají při výrobě konkrétních částí vozu, neboť je při ní nutné plnit předpisy pro homologaci, které jsou stanoveny mezinárodními organizacemi. Proto je přehled legislativy uveden hned v první kapitole, stejně tak i historický vývoj, který nejlépe nastíní, jak se technologie vyvíjí a jaká témata lze tedy očekávat.

Pro správné pochopení funkce osvětlovacích soustav automobilu je nutné uvést základní pojmy ze světelné techniky a také obecnou konstrukci světlometu. Na základě těchto znalostí je možné přejít ke konkrétním typům světlometů, které se odvíjejí od světelných zdrojů v nich umístěných. Od konvenční žárovky, přes žárovku halogenovou až ke xenonové výbojce. V současnosti je ovšem nejžádanějším světelným zdrojem svítivá dioda, tedy LED světlomet. Je tomu tak především díky jejím světelně technickým parametrům, ale také malým rozměrům, které otvírají široké možnosti pro design světlometu. Toho využívají především automobilové společnosti k tomu, aby své vozy odlišily a typizovaly. Nároky těchto zákazníků na výrobce světlometů jsou veliké a právě na nich je nalézt technologické řešení pro reálné provedení očekávané podoby světlometů.

Nejdůležitějším kritériem při vývoji světlometu je ovšem pohodlí a bezpečnost řidiče při jízdě. Každý osvětlený úsek vozovky a jejího okolí je rozhodující. Hlavně pro tento účel byly vyvinuty inteligentní adaptivní světlomety, které přizpůsobují světelný tok směru jízdy. Důležité je nejen správné osvětlení, ale také redukce oslnění protijedoucích vozidel, čehož je docíleno díky sensorům a kamerám. Díky spolupráci těchto systémů navíc se systémem GPS je osvětlení vozovky co možná neoptimálnější.

Budoucnost osvětlení je zcela otevřená, technologie jsou neustále vylepšovány, ať už jde o použití nových světelných zdrojů, tak o provedení osvětlovacích soustav a světlometu jako celku. Proto je celá jedna kapitola věnována právě tomuto tématu.

Aby světlomety plnily svou funkci během jejich provozu, jsou vystaveny už ve fázi vývoje velkému množství testů a zkoušek. Testování zajišťuje splnění parametrů kvality i bezpečnosti osvětlovacích systémů vozidel.

Všechny body zadání bakalářské práce byly splněny a výše popsány.

Součástí mé práce je navíc také měření, které se týká sledování činnosti ostřikovače světel, a to ve spolupráci se společností Automotive Lighting, s.r.o. Znečištěná světla mohou mít jiné světelné parametry, než je od nich vyžadováno, proto je i čistící systém automobilu podroben při jeho vývoji zkouškám a testům. Sledování jeho činnosti během jízdy automobilu ukazuje jeho využití v reálném provozu a výsledky mohou být použity jako výchozí údaje pro jeho testování, které slouží k prověření jeho životnosti a optimálnímu nastavení jeho funkce.

Seznam literatury a informačních zdrojů

Knižní bibliografie

- [1] BOSH, Robert. Automotive Handbook. 8. vyd. Chichester: Wiley, 2011. 1265 s. ISBN 978-1-119-97556-4
- [2] ERJAVEC, Jack. Automotive Technology. 5. vyd. New York: Delmar, 2010. 1648 s. ISBN 978-1428311497.
- [3] GSCHIEDLE, Rolf a kol. Příručka pro automechanika. 3. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. 688 s. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [4] TKOTZ, Klaus a kol. Příručka pro elektrotechnika. 2. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. 624 s. ISBN 80-86706-13-3.

Internetové zdroje

- [5] 2010 Audi R8 LED Headlights - Tech Dept. - Car and Driver. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.caranddriver.com/features/2010-audi-r8-led-headlights>
- [6] Audi A6: 64 LED od Hella: auto.cz. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/audi-a6-64-led-hella-54237#>
- [7] Audi R8 8242;in yeni komple LED farları - Audi Türkiye: TurboFSI.net. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.turbofsi.net/audi/791_audi-r8in-yeni-komple-led-farlari.html
- [8] Automobilové žárovky a HID xenonové výbojky - patice. [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.auto-moto-elektronika.cz/Automobilove-zarovky-HID-xenonove-vybojky-patice>
- [9] Automobily BMW 750i - Galerie - autopruvodce.cz Online Galerie. [online]. [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: http://www.autopruvodce.cz/galery_popup.php?img_id=88137&page=2
- [10] Bezpečnost vozidel silničního provozu [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/07-osvetleni-vozidel-pdf-p67168>
- [11] BMW 3 Series Convertible : Daytime running lights. [online]. [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: http://www.bmw-kuwait.com/me_dl/ku_en/newvehicles/3series/convertible/2007/allfacts/ergonomics/daylight.html

- [12] BMW GROUP.com. [online]. [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: http://www.bmwgroup.com/e/0_0_www_bmwgroup_com/investor_relations/finanzberchte/geschaeftsberichte/2002/downloadbereich/pdfs/neues_denken.pdf
- [13] BMW: Laser nahradí LED světla | auto.cz. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/bmw-laser-nahradi-led-svetla-61323>
- [14] Diademové žárovky do blinkrů 21W modré (oranžově bliká) SADA : Autofashion.cz autodoplňky. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.autofashion.cz/zbozi/produkt-5787/diademove-zarovky-do-blinkru-21w-modre-oranzove-blika-sada.html>
- [15] Guangzhou Komwa Industry Co., Ltd, HID Xenon Lighting, LED Lighting: Komwa Lighting. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.komwa.com/product.asp>
- [16] High-beam assistant: autolexicon.net. [online]. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/high-beam-assistant/>
- [17] Kontrola a seřizování moderních světlometů: Maha-cz.cz. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.maha-cz.cz/cz/aktuality/kontrola-a-serizovani-modernich-svetlometu/>
- [18] Kvalitní světlo předchází nehodám - IBS Motorpress s.r.o. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.autoservismagazin.cz/novinky/kvalitni-svetlo-predchazi-nehodam>
- [19] Nebezpečí dodatečně namontovaných xenonových výbojek!: Policie České republiky. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/nebezpeci-dodatecne-namontovanych-xenonovych-vybojek.aspx>
- [20] Odborné časopisy - Současnost a budoucnost automobilového osvětlení. [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=44730
- [21] Odborné časopisy - Současný stav a vývoj mezinárodních předpisů pro osvětlení automobilů. [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22897
- [22] Odborné časopisy - Světelné zdroje – halogenové žárovky. [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37973
- [23] Odborné časopisy - Systém předního osvětlení automobilů AFS společnosti Visteon. [online]. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23035
- [24] Oddělení elektroniky: Automotive Lighting. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: http://www.al-lighting.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600675&id=1214&p1=1176
- [25] Oddělení mechanického designu: Automotive Lighting. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z:

- http://www.al-lighting.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600675&id=1213&p1=1174
- [26] Oddělení Testování a validací: Automotive Lighting. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: http://www.al-lighting.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600675&id=1209&p1=1175
- [27] Osvětlení [online]. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://feil.vsb.cz/kat430/data/ae/Osvetleni.pdf>
- [28] Osvětlení motorových vozidel [online]. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2006-05-292-300.pdf>
- [29] Produkty a technologie: Automotive Lighting. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: http://www.al-lighting.cz/vismo/zobraz_dok.asp?id_org=600675&id_ktg=51&p1=68
- [30] Přední světlo XENON D1S+H1 (bez roznětky, bez výbojky, bez žárovek, s motorkem) (aut. ovládané) RS ORIGINAL P Škoda Octavia II.: autodoplňky a náhradní díly Škoda. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.skoda-autodoplanky.cz/538/1519/pr-svetlo-xenon-d1sh1-bez-roznetky-bez-vybojky-bez-zarovek-s-motorkem-aut-ovladane-rs-original-p/> (světlo OII)
- [31] Přístroje na nastavování světlometů HELLA: MotoFocus.cz. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://motofocus.cz/novinky/2470,priacutestroje-na-nastavovaacuteniacute-svetlometu-hella>
- [32] Světelné zdroje pro automobily 2013: OSRAM [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.osram.cz/osram_cz/KATALOG/OSRAM_AM_2013_katalog.pdf
- [33] Světlomety a elektronika světlometů [online]. 2007 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.fm.tul.cz/files/projektme/Elektronika_sv_tlomet_28.3.2007_TU_Liberec.pdf
- [34] THE FULL-LED TECHNOLOGY FOR AUTOMOTIVE LIGHTING: Magneti Marelli. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.magnetimarelli.com/excellence/technological-excellences/the-full-led-technology>
- [35] Umělé osvětlení vnitřního prostředí: TZB-info. [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1303-umele-osvetleni-vnitriho-prostredi>
- [36] Xenonová výbojka D2S N10445701. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.skoda-dily.cz/eshop/n10445701-xenonova-vybojka-d2s.html>
- [37] XENONOVÉ HID SADY | Bixenony - HID H4 H/L 12V 35W 4300K přestavbová sada bixenon: WWW.IXENON.CZ xenonové a bixenonové výbojky, xenony a bixenony. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.ixenon.cz/ix/eshop/3-1->

XENONOVE-HID-SADY/0/5/30-Bixenony-HID-H4-H-L-12V-35W-4300K-
prestavbova-sada-bixenon

- [38] Xenonové světlomety (výbojky): autolexicon.net. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/xenonove-svetlomety-vybojky/>
- [39] Xenony // Led | Xenony: SVSPRAHA.CZ - autodoplňky a autodíly. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.svspraha.cz/svspraha/4-Xenony-Led/5-Xenony>
- [40] Xenony I - co o nich víme. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.autoarmy.cz/clanky/xenony-i-co-o-nich-vime.html>

Ostatní zdroje

- [41] Informační materiály firmy Automotive Lighting, s.r.o.
- [42] Manuál dataloggeru DI-160

