

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ



Lenka Žaludová

VNĚJŠÍ OSVĚTLENÍ OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ

Bakalářská práce

2010

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Tomášovi Mičunkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia, a dále bych mu chtěla poděkovat za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze

.....

podpis

Název práce: **Vnější osvětlení osobních automobilů**

Autor: Lenka Žaludová

Obor: Dopravní systémy a technika

Druh práce: Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Ústav soudního znaleství v dopravě K622

Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

Abstrakt: Předmětem bakalářské práce je rešerše a shrnutí nejdůležitějších bodů týkajících se vnějšího osvětlení osobních automobilů. Vysvětlení pojmů z problematiky osvětlení. Podrobný popis jednotlivých druhů světel, světlometů a zdrojů osvětlení a jejich různé použití. Dále zpracování legislativy osvětlení vozidel, její vývoj a popsání jednotlivých předpisů, směrnic, norem a souvisejících zákonů. Následně je práce zaměřena na vývoj světel, nastínění nových technologií, jejich výhody a nevýhody. Použití příkladů z praxe. Závěr tvoří statistiky počtu nehod zapříčiněných závadou nebo jakoukoli jinou chybou v osvětlení vozidla.

Klíčová slova: světlo, světlomet, svítidlo, osvětlení, oslnění, adaptivní, noční vidění, technologie, systém, optika, dopravní nehoda, legislativa.

Title: **An Exterior Passenger Vehicle Lighting**

Author: Lenka Žaludová

Branch: Transportation Systems and Technology

Document type: Bachelor's thesis

Thesis advisor: Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Department of Forensic Experts in Transportation K622

Faculty of Transportation Sciences, CTU in Prague

Abstract: The subject of this thesis is a background research and a summary of key points related to exterior passenger vehicle lighting. Explanation of terms of lighting matters. Detailed description of the different types of lights, headlights and light sources and their various uses. Next part deals with processing of vehicle lighting legislation, its development and description of the various directives, guidelines, standards and related laws. Subsequently, the work is focused on the development of lights, outlining new technologies, their advantages and disadvantages. Examples of uses in practise. The conclusion is statistics on the accident numbers caused by a defect or any other fault in vehicle lighting.

Key words: light, headlight, lamp, lighting, glare, adaptive, night vision, technology, system, optical system, traffic accident, legislature

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	8
Seznam použitých veličin a jejich jednotek a značek.....	9
Úvod	10
1. Světlo	12
1.1. Definice	12
1.2. Veličiny a jednotky světelné emise	13
2. Systémy osvětlení.....	15
2.1. Světelné zdroje.....	16
2.1.1. Žárovky.....	16
2.1.2. Výbojky.....	19
2.1.3. LED diody.....	20
2.2. Optické systémy svítidel	21
2.2.1. Parabolický reflektor s rozptylovým sklem	22
2.2.2. Světlomet s reflektorovou optikou	23
2.2.3. Světlomet s projekční optikou	24
2.3. Pouzdro	26
3. Legislativa.....	27
3.1. Předpisy EHK/OSN a směrnice EHS/ES	27
3.1.1. Soupis předpisů EHK/OSN.....	28
3.1.2. Soupis směrnic EHS/ES	30
3.2. Soupis norem ČSN	30
3.3. Soupis norem ISO	31
3.4. Zákony a vyhlášky platné v České republice.....	31
4. Obecné charakteristiky jednotlivých vlastností osvětlení a zásady montáže	33
4.1. Kolorimetrické charakteristiky (barva)	33
4.2. Obecné požadavky na montáž osvětlení a světelné signalizace	34

4.3.	Geometrická viditelnost	35
4.4.	Seřízení světlometů	36
5.	Specifikace jednotlivých druhů světlometů a svítlen	38
5.1.	Dálkový světlomet.....	38
5.2.	Potkávací světlomet.....	39
5.3.	Přední mlhový světlomet.....	40
5.4.	Zpětný světlomet	41
5.5.	Směrová svítlna	42
5.6.	Brzdová svítlna	44
5.7.	Zařízení k osvětlení zadní registrační tabulky	45
5.8.	Přední obrysová svítlna.....	45
5.9.	Zadní obrysová svítlna	46
5.10.	Zadní mlhová svítlna	47
5.11.	Parkovací svítlna	48
6.	Moderní technologie osvětlení a asistenční systémy	50
6.1.	Adaptivní světlomety.....	50
6.1.1.	Adaptivní statické světlomety.....	51
6.1.2.	Adaptivní dynamické světlomety.....	52
6.1.3.	AFL a AFS.....	53
6.2.	Systémy pro noční vidění.....	55
6.2.1.	Aktivní technologie - NIR	56
6.2.2.	Pasivní technologie - FIR.....	57
6.2.3.	Srovnání FIR a NIR	58
6.2.4.	Active Infrared Night Vision.....	58
6.3.	Automatická aktivace světel.....	58
6.4.	Světla pro denní svícení	59
7.	Statistiky nehodovosti související s vnějším osvětlením vozidla.....	62

7.1. Závada osvětlovací soustavy vozidla	62
7.2. Oslnění světlomety jiného vozu	64
7.3. Přehled nehod podle viditelnosti v noci	65
Závěr	67
Seznam použité literatury:	68
Seznam obrázků:	73
Seznam tabulek:	75
Seznam příloh:	76

Seznam použitých zkratek

LED	Light Emitting Diode
FF	Free Form
EHK	Evropská hospodářská komise
OSN	Organizace spojených národů
EHS	Evropské hospodářské společenství
ES	Evropské směrnice
ISO	International Organization for Standardization
SAE	Society of Automotive Engineers
ČR	Česká republika
ČSN	České (československé) technické normy
STK	Stanice technické kontroly
AFS	Advanced Front Lighting System
AFL	Adaptive Forward Lighting
BMW	Bayerische Motoren Werke AG
HUD	Head-Up Display
NIR	Near Infra-Red
FIR	Far Infra-Red
ACL	Automatic Lighting Control

Seznam použitých veličin a jejich jednotek a značek

Veličina	Zn.	Rozměr		Název	Vztah k základním jednotkám
Vlnová délka	λ	[m]	↔	metr	
Frekvence	f	[Hz]	↔	hertz	s^{-1}
Svítivost	I	[cd]	↔	kandela	
Osvětlenost	E	[lx]	↔	lux	$lx = cd \cdot m^{-2}$
Světelný tok	Φ	[lm]	↔	lumen	$lm = cd \cdot sr$
Elektrické napětí	U	[V]	↔	volt	$V = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
		[kV]	↔	kilovolt	$1 \text{ kV} = 1 \cdot 10^3 \text{ V}$
Výkon	P	[W]	↔	watt	$W = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
Celsiova teplota	T	[°C]	↔	Celsiův stupeň	K
Čas	t	[s]	↔	sekunda	
		[ms]	↔	milisekunda	$1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
Rychlost	v	[m·s ⁻¹]	↔	metr za sekundu	
		[km·h ⁻¹]	↔	kilometr za hodinu	$1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
Délka	l	[m]	↔	metr	
		[mm]	↔	milimetr	$1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3}$
		[km]	↔	kilometr	$1 \text{ km} = 1 \cdot 10^3 \text{ m}$
		[nm]	↔	nanometr	$1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$
Hmotnost	m	[kg]	↔	kilogram	

ÚVOD

Světelné zařízení je jedno z prvních příslušenství, kterým byla z historického pohledu silniční motorová vozidla vybavena. Vývoj osvětlovací soustavy trvá už více než 115 let.

Za počátek vývoje lze považovat rok 1896, kdy byly vyrobeny první automobily vybavené acetylenovými nebo olejovými hlavními světlomety. Acetylenové lampy byly populárnější, protože jejich plamen lépe odolával dešti a větru. V roce 1898 se podařilo firmě Columbia Automobile Company představit v automobilu první elektrický světlomet, ovšem v té době byly acetylenové a olejové lampy považovány za lepší a byly více upřednostňovány.

V roce 1913 uvádí firma Bosch a její zakladatel Robert Bosch na trh první úspěšné elektrický světlomet. Systém byl tvořen osmiwattovým dynamem, které dávalo proud pro nabíjení akumulátoru o napětí 4 V, jenž napájel jedno přední světlo a jednu zadní svítilnu. Přední světlo s hladkým krycím sklem vyzařovalo do dálky pouze světlený kužel, čímž neosvětlovalo vozovku před vozidlem.

Dalším důležitým rokem byl rok 1924, ve kterém byl objeven systém Bilux, což byla první žárovka umožňující tlumené a dálkové světlo. Následně pak firma Osram ve spolupráci s firmou Bosch zavedla výrobu těchto dvouvláknových žárovek.

Další vývoj se už velice úzce týká moderních světlometů – v roce 1962 byla představena halogenová žárovka pro osobní automobily, v roce 1991 představuje automobilka BMW první xenonové světlomety, které byly v roce 1999 vylepšeny na bi-xenonové světlomety. Tímto způsobem tlumená i dálková světla obstarává jen jedna xenonová výbojka. Nejmodernější světlomet kompletně tvořený LED diodami byl představen v roce 2007. [1, 47]

Cílem této práce je vytvořit ucelený přehled pro odbornou i laickou veřejnost, který se zabývá současnými technologiemi, trendy ve vývoji, nejmodernějšími technologiemi a související legislativou v oblasti vnějšího osvětlení automobilu. Práce je koncipována do několika tematicky rozdělených kapitol, jež dostatečně obsáhle utváří komplexní pohled na dané téma.

Úvodem je zmíněna obecná definice světla společně s fyzikálními veličinami, které světlo pomáhají charakterizovat. Systémy osvětlení v následující kapitole poukazují na druhy světlených zdrojů a hlavně základní druhy optických systémů svítidel, které jsou nejdůležitější konstrukční součástí světlometů a svítidel.

Legislativa je další podtéma bakalářské práce. Předmětem této části práce je naznačit potřebné formality pro zavedení nové legislativy v rámci automobilového průmyslu

týkajícího se osvětlení vozidla, předpisy EHK/OSN, směrnice EHS/ES, normy a nejdůležitější česká legislativa v podobě zákonů a vyhlášek. S legislativou souvisí specifikace jednotlivých světlometů a obecné charakteristiky a zásady při montáži osvětlovací soustavy.

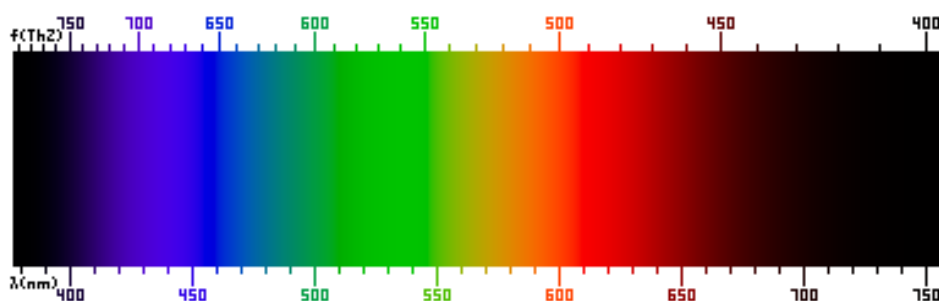
Závěr práce je tvořen popisem v současné době již používaných technologií, které se ovšem stále bohužel netýkají každého vozidla, a dále popisem nejmodernějších technologií, které se v současné době již používají, neustále se testují a vylepšují. Cílem těchto moderních „vychytávek“ je maximalizace bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a minimalizace počtu nehod, jejichž statistiky jsou také uvedeny v práci. Poukazuje se zde na 10tiletý vývoj nehod v oblasti osvětlení vozidel a viditelnosti při jízdě v noci.

1. SVĚTLO

1.1. Definice

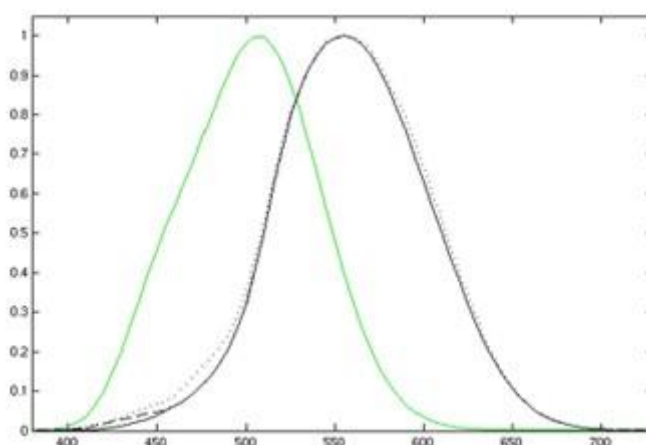
Světlo je druh viditelného elektromagnetického vlnění, jehož vlnové délky leží mezi vlnovými délkami ultrafialového záření a infračerveného záření. Studium světla a jeho interakcemi s hmotou se zabývá optika.

Lidské oko je citlivé na světlo jen v určitém rozsahu vlnové délky. Vlnové délky viditelného elektromagnetického vlnění leží v rozsahu 380 nm až 760 nm. Světlo různých vlnových délek se od sebe navzájem liší svým zabarvením, od červeného světla s nejnižší frekvencí a nejdelší vlnovou délkou po fialové s nejvyšší frekvencí a nejkratší vlnovou délkou.



Obrázek 1 - Viditelné barevné spektrum [4]

Lidské oko je v průměru nejcitlivější na světlo s vlnovou délkou 550 nm. [1, 3] „Tato citlivost je ovšem rozdílná jak pro konkrétní osoby, tak pro prostředí, ve kterém je světlo emitováno. Např. v noci je jiná než ve dne.



Obrázek 2 - Relativní citlivost oka v závislosti na vlnové délce světla [2]

Na ose x je rozmezí vlnové délky [nm], na ose y je pravděpodobnost citlivosti běžné populace. Rozdělení vpravo (černé) platí pro denní vidění, vlevo (zelené) pro noční vidění.

Světlo je emitováno vozidlem ze dvou důvodů:

- zajištění viditelnosti pro řidiče a posádky,
- upozornění (signalizace) pro ostatní účastníky dopravy.

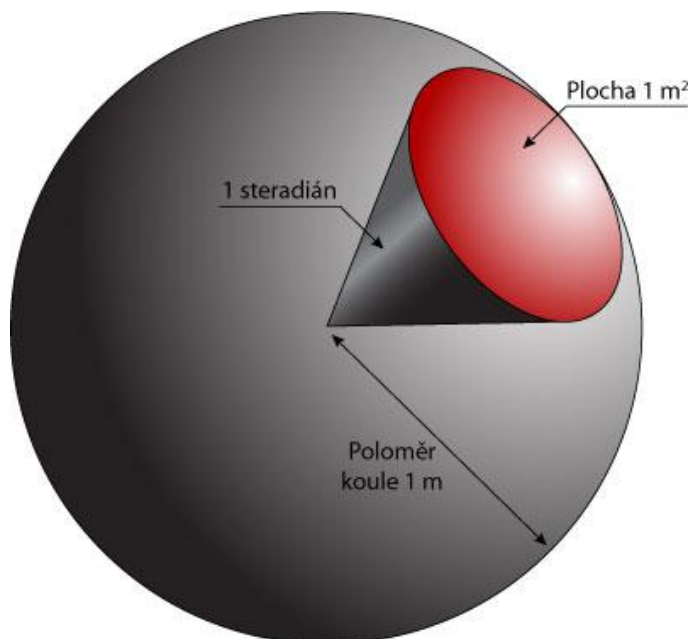
V tom smyslu jsou rozeznávány dva druhy zdrojů emise světla na vozidlech: světlomety jako první a osvětlení a světelná signalizace včetně odrazek jako druhé. Kromě pozitivní úlohy světelné emise může působit i nepříznivě. To se projevuje oslněním ostatních účastníků dopravy a zátěží prostředí nadměrným světlem.

Světelné emise většiny zařízení na vozidle jsou legislativně stanoveny rozmezím svítivosti tj. jeho minimální a maximální svítivost. Světelná zařízení jsou schvalována samostatně mimo vozidlo, avšak hodnoty svítivosti platí pro celý systém, tedy po montáži zařízení do vozidel.“ [3]

1.2. Veličiny a jednotky světelné emise

Svítivost I

„Základní jednotkou je kandela [cd]. Vyjadřuje světelný tok v kuželu, jehož vrchol je ve zdroji světla a jehož kuželovitost je definována steradiánem [sr]¹. To znamená, že stěna kuželu vytíná na vnitřní plochu koule o poloměru 1 m plochu 1 m².“ [3]



Obrázek 3 - Prostorově vyjádřená svítivost [5]

¹ Steradián je jednotka veličiny prostorový úhel.

„Zjednodušeně lze svítivost vysvětlit jako hustotu světelného toku zdroje v různých směrech.“ [6]

„Měřič je zařízení s fotovoltaickou přeměnou energie světelné na elektrickou. Udává svítivost I v kandelách.“ [3]

Fyzikální vyjádření svítivosti je: Kandela svítivosti zdroje, který v daném směru vysílá monochromatické záření o kmitočtu $540 \cdot 10^{12}$ hertzů a jehož zářivost v tomto směru je $\frac{1}{683}$ wattů na steradián. [7]

Osvětlenost E

„Základní jednotkou je lux [lx]. Vyjadřuje celkový světelný výkon, který dopadá na jednotku plochy. Lux je kandela steradián na metr čtverečný [$\text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{m}^{-2}$] nebo jednodušeji vyjádřeno je to lumen na metr čtverečný [$\text{lm}\cdot\text{m}^{-2}$]. Měřicím zařízením je luxmetr, což je zařízení s fotovoltaickou přeměnou energie světelné na elektrickou. Udává intenzitu osvětlení E v luxech.“ [3]

Základní vztah pro osvětlenost:

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S} \quad (2.1)$$

$\Delta\Phi$ - světelný tok zdroje,

ΔS – plocha, na kterou dopadá světelný tok zdroje. [7]

Světelný tok Φ

„Základní jednotkou je lumen [lm]. Vyjadřuje výkon světla, avšak relativně jen k citlivosti lidského oka. Lumen je kandela steradián [$\text{cd}\cdot\text{sr}$].“ [3]

„Jinými slovy lumen měří jen užitečné světlo (záření), které je vidět.“ [8]

Základní vztah pro světelný tok:

$$\Delta\Phi = I\Delta\Omega \quad (2.2)$$

I - svítivost,

$\Delta\Omega$ - prostorový úhel, do kterého zdroj vyzařuje. [7]

2. SYSTÉMY OSVĚTLENÍ

Systémy osvětlení budou rozděleny podle účelu, podle typu světelného zařízení, podle vzájemného uspořádání prvků a podle hlavních částí svítidel, jejichž podrobný popis bude uveden v následujících podkapitolách.

„Podle prostoru působení se u motorových vozidel rozlišují vnější světla nebo osvětlení.

Rozdělení podle účelu:

- Osvětlovací světla – světla vyzařovaná světlomety, určená k osvětlování jízdní dráhy na vzdálenost vyhovující provedení vozidla. Osvětlovací světla jsou dálková, tlumená (potkávací) a světla do mlhy.
- Návěstní světla – světla vyzařovaná svítilnami vozidla, určená k zajištění jeho viditelnosti, k upozornění na zpomalení jízdy při brzdění, na změnu směru jízdy apod. Návěstní světla jsou světla obrysová, koncová, brzdová a směrová.

Rozdělení podle typu světelného zařízení:

- Světlomety – svítilna se zdrojem spojeným s optickou soustavou, tak že vysílají světlo do určitého vymezeného prostoru.
- Svítilny – svítilna zpravidla s menším světelným výkonem, vydávající světlo usměrněné i neusměrněné k ostatním uživatelům silnice a silničního provozu.
- Odrazky – zařízení se sklem (odrazová skla) upravená opticky tak, aby za předepsaných podmínek odrážela světlo vysílané cizím zdrojem.“ [9]

Rozdělení podle vzájemného uspořádání prvků se rozeznávají svítilna:

- Samostatná – samostatný zdroj světla, samostatná výstupní plocha (krycí sklo), samostatné pouzdro.
- Sdružená – společný zdroj světla, společné pouzdro, samostatné výstupní plochy (krycí sklo).
- Skupinová – samostatný světelný zdroj, společné pouzdro, samostatné krycí skla.
- Sloučená – samostatné světelné zdroje nebo jediný zdroj světla, působící různými způsoby, společná výstupní plocha (krycí sklo), společné pouzdro. [10]

„Hlavní části svítilna jsou tyto:

- Světelný zdroj – např. žárovka, výbojka, dioda LED apod.

- Optický systém – je tvořen odrazecí plochou a průsvitným krytem, přičemž část, kterou vystupuje světlo, se skládá z optických tvarů upravujících prostorové rozložení vystupujícího světla – výstupní plocha.
- Pouzdro – do něj je zabudovaný světelný zdroj s optickou soustavou.“ [9]

2.1. Světelné zdroje

Níže popsané světelné zdroje jsou: žárovky, výbojky a LED diody.

2.1.1. Žárovky

„Žárovky jsou nejrozšířenější druh zdrojů světla pro motorová vozidla. Patří mezi žárové zdroje světla, u kterých je zdroj světla podmíněn vysokou teplotou svítící látky. Při těchto teplotách je však převaha vyzařované energie na straně tepla, takže jejich světelná účinnost je velmi malá. Žárovky mají spojité spektrum².

Vlákna žárovek jsou vyrobena z wolframu, který má teplotu tání 3350°C, a jsou vinuta v jednoduché šroubovici, jež je rovná nebo má tvar oblouku, případně písmene V. Rovný tvar je typický pro tlumené světlo a tvar oblouku nebo písmene V pro dálkové světlo. Počet vláken v žárovce je jedno nebo dvě.

Běžně používané žárovky mají následující parametry:

- Jmenovité napětí – 6 V až 24 V.
- Jmenovitý výkon (příkon) – 2 W až 75 W.
- Světelný tok – 20 lm až 2150 lm.

Patice žárovek musí umožňovat mechanicky spolehlivé uchycení žárovek tak, aby nedocházelo vlivem otřesů ke změně polohy vzhledem k optickému systému. Dále je třeba zajistit snadnou vyměnitelnost se zabezpečením proti nevhodné montáži. Tvar patice je přiřazen jednotlivým druhům žárovek.

Nejrozšířenější je bajonetová patice, tzn. patice přitmelená k baňce. Tyto patice se nejvíce používají jako signalizační, u těchto patic není rozhodující přesné dodržení polohy vzhledem k optickému systému. Nejčastějším typem patice je přírubová, používaná zejména pro žárovky tlumených a dálkových světel. Umožňuje jednoznačnou montáž a přesnou polohu žárovky vzhledem k optickému systému. Je opatřena přírubou, na které

² Spojité spektrum znamená, že vyzařované světlo obsahuje všechny barvy barevného spektra.

jsou nepravidelně umístěny obvykle tři aretační výstupky. Existují ovšem také bezpatkové žárovky sloužící pro signalizační osvětlení.“ [9]

Konvenční žárovka

„Tato žárovka se skládá ze skleněné baňky, wolframového vlákna, nosného systému vlákna a patice, ke které je baňka přitmelena. U motorových vozidel se používají žárovky plněné netečným plynem, většinou směsí dusíku a argonu. Tímto opatřením se snižuje emise materiálu vlákna, která vzniká při vysokých teplotách. Emisí materiálu může dojít k zeslabení vlákna, jeho přetržení nebo přetavení, dále se také materiál může usazovat na vnitřním povrchu baňky, čímž se snižuje světelná účinnost žárovky.

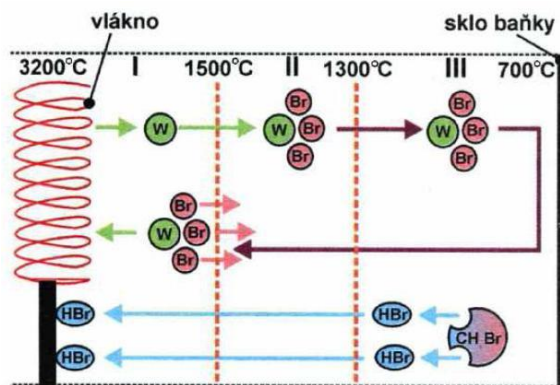


Obrázek 4 - Konvenční žárovka [11]

Halogenové žárovky

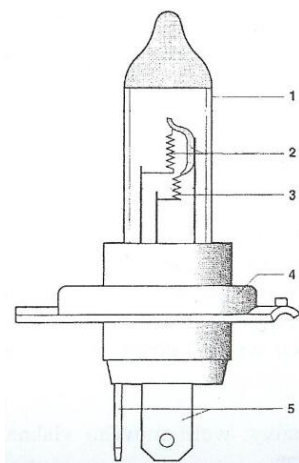
Halogenové žárovky mají dvojnásobně vyšší svítivost a i dvojnásobně delší dobu života než běžné žárovky. V provozu je třeba dodržovat předepsané napájecí napětí a zajistit jeho minimální kolísání.

V porovnání s běžnou žárovkou má tato žárovka menší baňku, aby se uvnitř dosáhlo požadované teploty, a je vyrobena z křemičitého skla, které je velmi citlivé na znečištění zejména mastnotou. U těchto žárovek je šroubovice vlákna kompaktnější, používá se rovná šroubovice umístěná v ose nebo kolmo k ose žárovky. Baňka je plněna plynem (metylenbromidem) s příměsí halogenových prvků, nejčastěji bromem. Proces, který probíhá uvnitř baňky, se nazývá halogenový cyklus.“ [12]



Obrázek 5 - Halogenový cyklus [1]

„V zóně I se wolframové vlákna rozžhaveného na 3200°C uvolňují atomy wolframu, které se v zóně II při teplotě 1400°C slučují s volně se pohybujícími atomy bromu na bromid wolframu. Ten se pohybuje k rozžhavenému vláknu, kde se rozpadá na brom a wolfram, který se zpět usazuje na vláknu. V zóně III se při teplotě nad 500°C rozpadá methylenbromid (obrázek č. 5).“ [1]



Obrázek 6 - Schéma halogenové žárovky H4 [9]

Popis: 1 – baňka, 2 – žhavaná spirála pro tlumené světlo s krytem, 3 – žhavaná spirála pro dálkové světlo, 4 – patice, 5 – elektrické kontakty. [9]

Jednotlivé druhy halogenových žárovek jsou značeny: Hx (x – číslo, které značí odlišné druhy patic). Např. H1, H3, H4, H7, atd.



Obrázek 7 - Nejpoužívanější halogenové žárovky H1, H3, H4 a H7 [13]

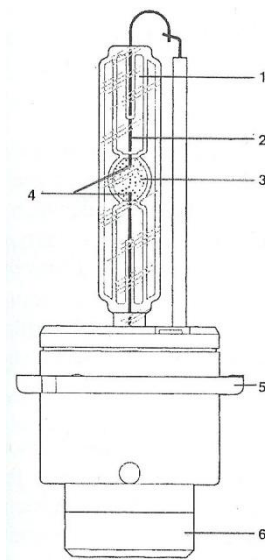
2.1.2. Výbojky

„Výbojka je skleněná trubice naplněná příslušným médiem, do jejichž konců jsou zataveny přívody k elektrodám, které jsou buď studené, nebo jsou žhaveny procházejícím proudem. Není zde žádné wolframové vlákno. U výbojek vzniká světlo výbojem mezi elektrodami, které jsou umístěny ve zředěném plynu nebo parách některých kovů. Připojí-li se elektrody na vhodné napětí, rozzáří se plyn mezi nimi a vydává obvykle monochromatické (jednobarevné) světlo. Výbojka je v provozu jen mírně teplá, poněvadž teplo, které se u ní vytváří, není podmínkou vzniku světla, ale pouze průvodním jevem.“ [9]

Pro vyšší bezpečnost a správné fungování je potřeba dodávat podpůrné systémy, což je elektronická řídicí jednotka a zapalovací jednotka (startér). [14] Elektronická řídicí jednotka např. kontroluje příkon výbojky a reguluje jej na hodnotě 35 W. [12]

Xenonové výbojky

„V tomto případě je skleněná trubice s elektrodami naplněna xenonem s přísadou metalických solí. K zapálení výboje je zapotřebí střídavé napětí 24 kV. Přeskokem jiskry mezi oběma elektrodami dojde k ionizaci plyné náplně a vytvoří se elektrický oblouk. Rozdělení světla není závislé na napětí palubní sítě, protože řídicí elektronika zajišťuje provoz výbojky s konstantním výkonem po celou dobu provozu.“ [9]



Obrázek 8 - Schéma xenonové výbojky D2S [9]

Popis: 1 – skleněná baňka s ultrafialovým filtrem, 2 – elektrická průchodka, 3 – vybíjecí prostor, 4 – elektrody, 5 – patice, 6 – elektrický kontakt. [9]

V porovnání s halogenovou žárovkou H7 vytvářejí výbojky dvojnásobné množství světelného toku (až 3200 lm u výbojky v porovnání s 1500 lm u žárovky H7 poslední

generace). Jejich průměrná životnost je šestkrát vyšší než u halogenových žárovek, tzn. životnost výbojky je 3000 hodin i více. Světlo z výbojky je velice podobné dennímu. Pro xenonové světlomety je stanoveno, že vůz musí být vybaven automatickým nastavováním jejich sklonu a ostřikovači světlometů. [14]

V současné době se používají dva druhy výbojek D2S pro projekční systémy a D2R pro čistě odrazové (reflexní) plochy, pro které je výbojka speciálně upravena, aby rozptýlila světla by správně usměrněna do paraboly.



Obrázek 9 - Xenonové výbojky D2R (vlevo) a D2S (vpravo) [15, 16]

2.1.3. LED diody

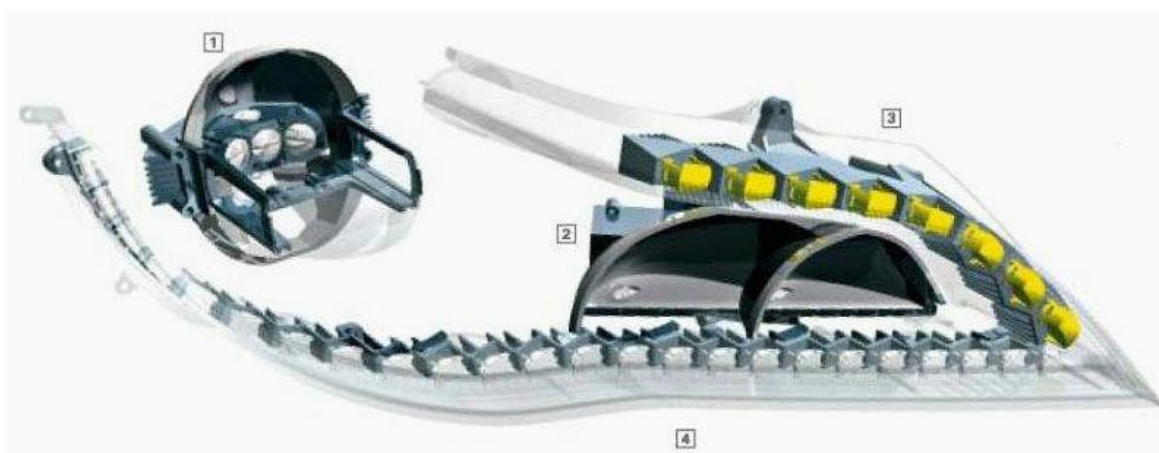
„LED³ diody jsou vysoce efektivní výbojový světelný zdroj. Fungují na principu polovodičových destiček, které přetvářejí elektrický proud přímo na světlo. Diody vydrží svítit 50 až 100 tisíc hodin, což odpovídá přibližně 10 letům nepřetržitého svícení. Jejich použití je různé, protože pokryjí celé barevné spektrum. Pro světlomety je nejvhodnější bílá, červená a žlutá. Diody jsou mnohonásobně úspornější než jakékoliv konvenční světelné zdroje, jejich udávané maximální napětí činí 5V. Malé rozměry umožňují variabilní design.

³ V českém překladu znamená dioda vyzařující světlo.



Obrázek 10 - První LED dioda pro přední světlomety (Luxeon K2 SMT) [14]

Historie použití je nejprve pro brzdová a směrová světla, v současné době se konstruuje i tlumená, dálková, postranní, denní i koncová zadní. Pro brzdová světla jsou LED diody nejvhodnější, reakční doba (doba potřebná pro plné rozzáření) je přibližně 50 ms, tedy výrazně méně než u konvenčních žárovek, takže vzadu jedoucí řidiči jsou rychleji varováni (např. při rychlosti $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ lze zkrátit brzdovou dráhu asi o 5,5 m).“ [12]



Obrázek 11 - Schéma nových světlometů Audi s LED diodami [17]

Popis obrázku: 1 - modul světelných diod pro potkávací světlo, 2 - světelné diody, které pracují jako dálková světla, 3 - světelné diody zastupující směrová světla, 4 - diody pro denní světla. [17]

2.2. Optické systémy svítidel

Tato podkapitola bude popisovat jednotlivé druhy osvětlovacích jednotek především pro přední světlomety, ostatní svítidla budou popsána v jedné z následujících kapitol. Osvětlovací jednotky budou uváděny chronologicky, dle jejich používání a vývoje.

Vysvětlení některých pojmů, které budou v následujících textech používány:

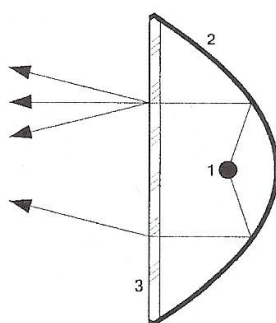
„**Reflektor** je odrazová plocha světlometu, dříve se vyráběl z ocelového plechu, v současnosti se pro složitost odrazových ploch vyrábí z plastů. Povrch reflektoru musí být hladký, trvanlivý, s malou pohltivostí a musí dobře odrážet světelné paprsky. Dříve

užívané postříbřené a leštěné odrazové plochy jsou dnes nahrazovány plochami s hliníkovou vrstvou napařenou ve vakuu, na které je nanesen ochranný lakový nebo křemenný povlak.“ [9]

„**Krycí sklo** je sklo, jež vhodně láme a usměrňuje světelné paprsky. Sklo musí být čiré a bez kazů s vysokou optickou propustností. V současnosti se používají i krycí skla z mechanicky a tepelně vysoce odolných plastů. U moderních odrazových ploch může být sklo hladké, bez optických elementů. Chrání vnitřek světlometu před nečistotami a mechanickým poškozením.

2.2.1. Parabolický reflektor s rozptylovým sklem

„U parabolických světlometů je plocha reflektoru tvořena povrchem paraboloidu⁴. Toto těleso má jedno ohnisko, jehož poloha je rozhodující pro průběh světelného toku. Odrazové plochy s malou ohniskovou vzdáleností zajišťují homogenní osvětlení před vozidlem, plochy s velkou ohniskovou vzdáleností zaručují větší dosah světla. Zdroj světla je umístěn v okolí ohniska paraboloidu tak, že nahoru vyzářené světlo je reflektorem odraženo přes optickou osu na vozovku. Paprsky světla jsou přitom vyzařovány rovnoběžně. Rozdělení světla na vozovku se docílí pomocí optických forem na krycím skle. Svislým válcovým profilem se docílí horizontálního rozdělení světla a prizmatická struktura ve výši optické osy slouží k posunu světla, aby bylo dosaženo potřebného asymetrického osvětlení vozovky (pravý přední světlomet osvětluje vozovku a okolí jinak než levý přední světlomet, aby nedocházelo k oslnění protijedoucích vozidel). U současných aerodynamických tvarů přední karoserie je z důvodu velkého sklonu krycího skla prakticky nemožné použít tento druh reflektorů.“ [12]



Obrázek 12 - Schéma parabolického reflektoru s rozptylovým sklem [9]

Popis: 1 – žárovka, 2 – reflektor, 3 – rozptylové sklo.

⁴ Paraboloid je těleso, které vznikne rotací paraboly kolem její osy.

Jako světelný zdroj se nejčastěji používají halogenové žárovky H1, H4, H7. Typickým příkladem použití tohoto světla je např. na osobním voze Škoda Felicia. [14]



Obrázek 13 - Škoda Felicia (A02) světlomet s krycím sklem [18]

2.2.2. Světlomet s reflektorovou optikou

„Tento druh světlometů je také nazýván jako světlomet s volnou plochou (z angl. Free-form, zkratka FF), která má plochu reflektoru vytvořenou volně v prostoru, tzn., že to není symetrický prostorový útvar. Odrazová plocha je rozdělena na jednotlivé segmenty, které se nazývají fazety. [6] Tyto části reflektoru tvarují a odrážejí obraz světelného zdroje požadovaným směrem a osvětlují různé části vozovky. Z toho důvodu je používáno čisté krycí sklo bez optických elementů, které bývá vyrobeno z plastu. Pomocí této technologie se může pro tlumené světlo využít prakticky celá plocha reflektoru. Návrh se provádí výpočetní technikou a plochy jsou uspořádány tak, že světlo i ze všech spodních segmentů je odráženo na vozovku.“ [12]



Obrázek 14 - Reflektor z vozu Škoda Roomster s jednotlivými segmenty – fazety

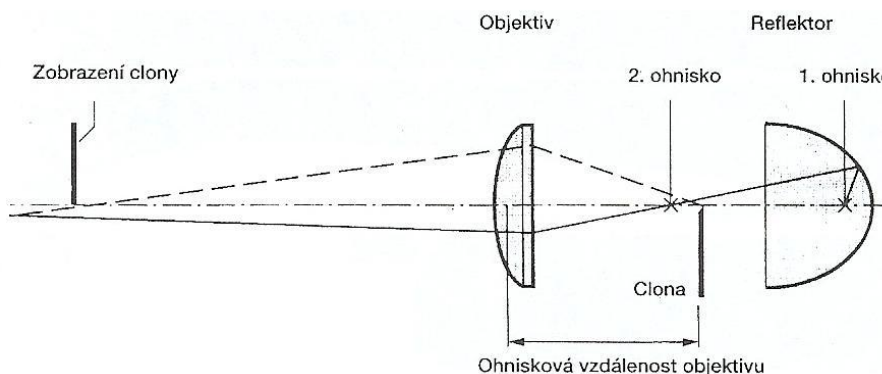
Používaný světelný zdroj je dvojí, halogenové žárovky H1, H4, H7, atd. anebo xenonové výbojky D1R, D2R, atd. [14]



Obrázek 15 – Světlozet z vozu Škoda Roomster s reflektorovým světlozetem

2.2.3. Světlozet s projekční optikou

„Pro světlozet s projekční optikou je typický elipsoidní⁵ reflektor, který umožňuje konstruovat světlozety o zvláště malých rozměrech s vysokým světelným výkonem. Princip fungování je takový, že světlozet přebírá světlo zdroje a soustřeďuje je do druhého ohnisko. První ohnisko leží stejně jako u parabolického světlozetu uvnitř reflektoru. Clonka ohraničuje rozdělení světla a vytváří hranici světla a tmy. Čočka funguje jako objektiv u projekčních přístrojů a promítá rozdělení světla. Tento osvětlovací systém se nazývá DE-modul.“ [12]



Obrázek 16 - Schéma principu zobrazovací optiky [9]

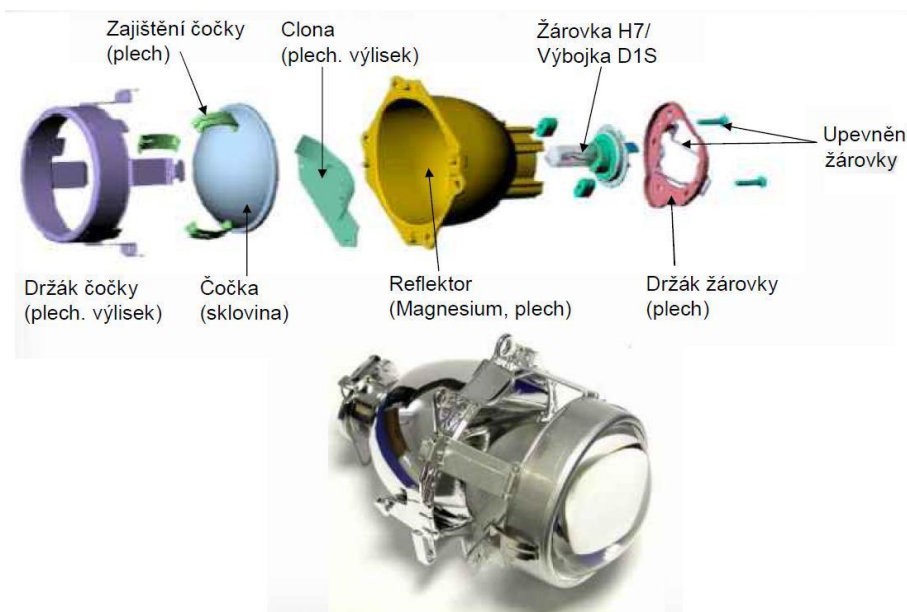
Krycí sklo je čiré bez jakékoli optických forem. Světleným zdrojem bývají halogenové žárovky H1, H4, H7, atd. anebo xenonové výbojky D1S, D2S, atd. [14] „Projekční světlozety jsou vhodné do mlhy, protože vytvářejí ostrou hranici světlo – tma. Z tohoto důvodu se začaly uplatňovat právě u mlhových světlozetů.

⁵ Elipsoid je těleso, které vznikne rotací elipsy kolem její svislé osy.



Obrázek 17 - Škoda Fabia (A04) s projekčním světlometem [14]

Světlometry se podle požadavků předpisů EHK/OSN č. 48 kombinují s automatickou regulací vertikálního sklonu světlometů a čistícím zařízením světlometů, které společně zaručují kdykoli optimální využití dalekého dosvitu a opticky bezvadný světelný výstup.“ [12]

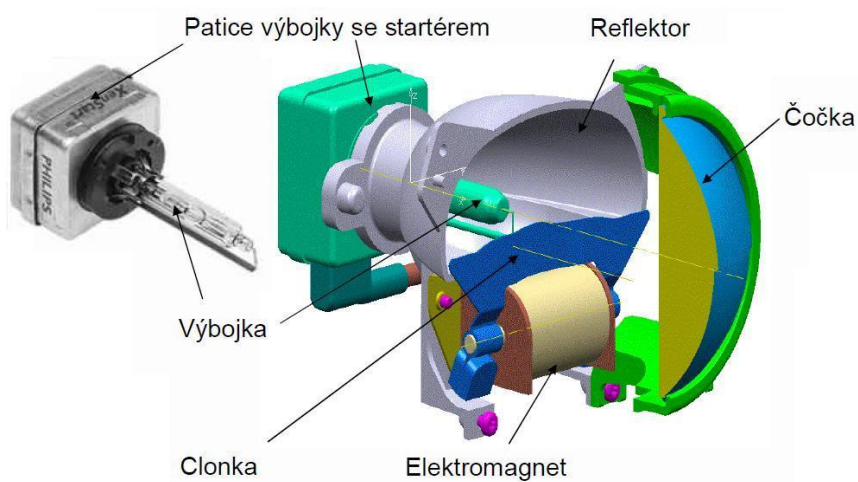


Obrázek 18 - DE-modul a schéma rozložení modulu [14]

Bi-modul

Modul, kde se uplatňuje využití jedné čočky a jedné žárovky (příp. výbojky, poté se nazývá Bi-xenonový modul), pro vytvoření svazku tlumeného i dálkového světla. Přepínáním mezi svazky je realizováno za pomoci elektromagnetu, který ovládá clonku. Výhoda toho modulu je velká úspora místa a nákladů, prodloužení životnosti zdroje.

„Pokud je clonka v poloze nahoře, svazek je tlumený, prochází pouze zastíněné světlo. V opačném případě, clonka je odklopená, plní svazek světla dálkovou funkci. Pro levostranný provoz je nutné clonku upravit. [14]



Obrázek 19 - Schéma Bi-xenonového modulu [14]

2.3. Pouzdro

„Pouzdro složí jako nosná část celého světlometu, tzn., že musí zajistit pevné a neměnné spojení dílčích částí světlometu. Pomocí objímky je navíc světlomet upevněn na vozidle. Toto upevnění musí být spolehlivé a trvalé, přičemž konstrukce musí také umožňovat v určité míře nastavení zamontovaného světlometu do předepsané polohy.“ [12]

3. LEGISLATIVA

„Legislativa je soubor pravidel, jimiž se řídí určité vztahy. Každý účastník dopravy je v přímém vztahu k dopravnímu prostředku, dopravní infrastruktuře, ostatním účastníkům dopravy. Zprostředkovaně pak k třetím osobám (výrobce, prodejce, dovozce, obsluha, bezpečnost, ...). Většina těchto vztahů je upravena legislativně. Za legislativu můžeme považovat zákony, vyhlášky, směrnice, předpisy, normy, nařízení a jiné, které jsou sestaveny a schváleny orgány, k tomuto kompetentními, a pokud nejsou v rozporu vzájemně, nebo se zákonem nejvyšším (ústavou).

Vzhledem k tomu, že doprava probíhá kontinuálně i v prostoru, je nezbytné, aby legislativa pokryla místní, národní i mezinárodní potřeby a ty nebyly vzájemně v rozporu. To vede k celosvětové unifikaci.

Na národní úrovni patří legislativa dopravních prostředků do kompetence Ministerstva dopravy České republiky. Technické normy, kterými se řídí zejména výroba dopravních prostředků, patří do kompetence Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a hygienické předpisy patří do kompetence Ministerstva zdravotnictví České republiky nebo Ministerstva životního prostředí České republiky.

Na mezinárodní úrovni patří legislativa dopravních prostředků do kompetence více institucí, kterými jsou Evropská hospodářská komise, Organizace spojených národů (EHK/OSN); Evropské hospodářské společenství (EHS/ES). Technické normy jsou v kompetenci Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO).“ [3]

3.1. Předpisy EHK/OSN a směrnice EHS/ES

„Předpisy Evropské hospodářské komise, Organizace spojených národů se oficiálně nazývají „Jednotná ustanovení pro homologaci... (a následuje odborný název součásti či příslušenství)“. Ratifikační proces těchto dokumentů začal po roce 1958, proto jsou někdy nazývány „Dohoda roku 58“.

Do současné doby byly jednotlivé předpisy ratifikovány naprostou většinou evropských států a na některé předpisy přistoupily a přistupují i velké mimoevropské státy, jako je např. Japonsko. Ve Spojených státech amerických je oblast osvětlení pro automobily řešena federálním zákonem „Federal motor vehicle safety standard“ (FMVSS 108), který se pro jednotlivé světelné funkce může odvolávat na normy SAE International, Society of Automitve Engineers. Jedná se o profesní sdružení odborníků oblasti leteckého automobilového a dopravního průmyslu. Pro ostatní státy světa obecně platí, že jejich předpisy jsou odvozeny z předpisů EHK.“ [1]

3.1.1. Soupis předpisů EHK/OSN

Předpisy EHK/OSN se v legislativě ČR nacházejí ve vyhlášce č. 100/2003 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti vozidel a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. [3]

EHK/OSN č. 1 - Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel s asymetrickým potkávacím a/nebo dálkovým světlem s žárovkami kategorie R2 (nové typy světlometů mohou být od uvedeného data homologovány jedině podle předpisu **EHK/OSN č. 112**).

EHK/OSN č. 2 – Jednotná ustanovení pro homologaci elektrických žárovek do světlometů s asymetrickým nebo potkávacím světlem nebo do obou (tento předpis byl ale v roce 1985 zrušen a byl v celém rozsahu nahrazen předpisem **EHK/OSN č. 37**).

EHK/OSN č. 3 – Jednotná ustanovení pro homologaci odrazek pro motorová vozidla a jejich přípojná vozidla.

EHK/OSN č. 4 – Jednotná ustanovení pro homologaci zařízení pro osvětlení zadní registračních tabulek motorových vozidel (s výjimkou motocyklů) a jejich příp. vozidel.

EHK/OSN č. 5 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů "sealed beam" (SB) motorových vozidel s evropským potkávacím nebo dálkovým světlem nebo obou.

EHK/OSN č. 6 – Jednotná ustanovení pro homologaci směrových svítlen motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 7 – Jednotná ustanovení pro homologaci předních a zadních obrysových svítlen, brzdových svítlen a doplňkových obrysových svítlen motorových vozidel (s výjimkou motocyklů) a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 8 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel s asymetrickým potkávacím nebo dálkovým světlem nebo obou, vybavených halogenovými žárovkami (žárovky H1, H2, H3, HB3, HB4 a/nebo H7).

EHK/OSN č. 19 – Jednotná ustanovení pro homologaci mlhových světlometů motorových vozidel.

EHK/OSN č. 20 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel s asymetrickým potkávacím nebo dálkovým světlem nebo obou, vybavených halogenovými žárovkami (žárovky H4).

EHK/OSN č. 23 – Jednotná ustanovení pro homologaci zpětných světlometů motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 31 – Jednotná ustanovení pro homologaci halogenových světlometů "sealed beam" (HSB) motorových vozidel s potkávacím nebo dálkovým světlem nebo obou.

EHK/OSN č. 37 – Jednotná ustanovení pro homologaci žárovek k užití v homologovaných světlech motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 38 – Jednotná ustanovení pro homologaci zadních mlhových svítilen motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 48 – Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci.

EHK/OSN č. 65 – Jednotná ustanovení pro homologaci zvláštních výstražných světel motorových vozidel.

EHK/OSN č. 77 – Jednotná ustanovení pro homologaci parkovacích svítilen motorových vozidel.

EHK/OSN č. 87 – Jednotná ustanovení pro homologaci denních svítilen motorových vozidel.

EHK/OSN č. 91 – Jednotná ustanovení pro homologaci bočních obrysových svítilen motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

EHK/OSN č. 98 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů s výbojkovými zdroji světla.

EHK/OSN č. 99 – Jednotná ustanovení pro homologaci výbojkových zdrojů světla.

EHK/OSN č. 112 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel s asymetrickým potkávacím a/nebo dálkovým světlem.

EHK/OSN č. 113 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel se symetrickým potkávacím a/nebo dálkovým světlem.

EHK/OSN č. 119 – Jednotná ustanovení pro homologaci rohových světlometů motorových vozidel.

Návrh předpisu EHK/OSN č. 123 – Jednotná ustanovení pro homologaci světlometů motorových vozidel s adaptivním systémem pro osvětlení vozovky.

3.1.2. Soupis směrnic EHS/ES

Směrnice EHS/ES se stejně jako předpisy EHK/OSN nacházejí v legislativě ČR ve vyhlášce č. 100/2003 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti vozidel a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

EHS/ES č. 76/756 Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci na motorová a přípojná vozidla. Změněno EHS/ES č. 80/233, EHS/ES č. 82/244, EHS/ES č. 83/276, EHS/ES č. 84/08, EHS/ES č. 89/278, EHS/ES č. 91/663, EHS/ES č. 97/28, poslední změna EHS/ES č. 2008/89.

EHS/ES č. 76/757 Odrazky. Změněno a zároveň poslední změna EHS/ES č. 97/29.

EHS/ES č. 76/758 Svítilny doplňkové obrysové, přední obrysové, zadní obrysové, brzdové, boční obrysové. Změněno EHS/ES č. 89/516, poslední změna EHS/ES č. 97/30.

EHS/ES č. 76/759 Směrové svítilny. Změněno EHS/ES č. 89/277, poslední změna EHS/ES č. 1999/15.

EHS/ES č. 76/760 Osvětlení zadní registrační tabulky. Změněno a zároveň poslední změna EHS/ES č. 97/31.

EHS/ES č. 76/761 Světlomety, žárovky, výbojky. Změněno EHS/ES č. 89/517, poslední změna EHS/ES č. 99/17 .

EHS/ES č. 76/762 Přední mlhové světlomety. Změněno a zároveň poslední změna EHS/ES č. 99/18.

EHS/ES č. 77/538 Zadní mlhové svítilny. Změněno EHS/ES č. 89/518, poslední změna EHS/ES č. 99/14.

EHS/ES č. 77/539 Zpětné světlomety. Změněno a zároveň poslední změna EHS/ES č. 97/32.

EHS/ES č. 77/540 Parkovací svítilny. Změněno a zároveň poslední změna EHS/ES č. 99/16. [3, 19]

3.2. Soupis norem ČSN

ČSN 30 0024 – Základní automobilové názvosloví. Druhy silničních vozidel. Definice základních pojmů.

ČSN 30 4002 – Elektrická zařízení motorových vozidel.

ČSN 30 4304 – Optické vložky automobilových světlometů. Základní a připojovací rozměry.

ČSN ISO 7227 - Silniční vozidla. Osvětlovací a světelné signalizační zařízení. Slovník. [2, 20]

3.3. Soupis norem ISO

ISO 303:1986 – Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci motorových vozidel a přípojných vozidel.

ISO 4182:1986 – Sklon potkávacího světla jako funkce zatížení.

ISO 4148:1978 – Varovná a výstražná světla.

ISO 7227:1993 – Terminologie osvětlení.

ISO 9819:1991 – Srovnávací tabulky regulace fotometrických požadavků světelných signalizačních zařízení.

ISO 10603:1992 – Zákony vztahující se k osvětlení a k světelné signalizaci. [3]

3.4. Zákony a vyhlášky platné v České republice

361/2000 Sb., zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.

- Novelizuje: 12/1997 Sb., 111/1194 Sb., 200/1990 Sb.
- Novelty: 60/2001 Sb. (mění k 19. 2. 2001), 478/2001 Sb. (mění k 5. 1. 2002), 62/2002 Sb. (mění k 1. 4. 2002), 311/2002 Sb. (mění k 1. 1. 2003), 320/2002 Sb. (mění k 1. 1. 2003), 436/2003 Sb. (mění k 1. 1. 2004), 53/2004 Sb. (mění k 1. 4. 2004), 229/2005 Sb. (mění k 1. 7. 2005), 76/2006 Sb. (mění k 15. 3. 2006), 411/2005 Sb. (mění k 1. 7. 2006), 226/2006 Sb. (mění k 1. 7. 2006), 342/2006 Sb. (mění k 3. 7. 2006) – úplné znění 456/2006 Sb. (mění k 11. 10. 2006), 264/2006 Sb. (mění k 1. 1. 2007), 226/2006 Sb. (mění k 1. 7. 2007), 215/2007 Sb. (mění k 22. 8. 2007), 170/2007 Sb. (mění k 1. 9. 2007), 374/2007 Sb. (mění k 1. 4. 2008), 124/2008 Sb. (mění k 1. 7. 2008), 374/2007 Sb. (mění k 1. 9. 2008), 274/2008 Sb. (mění k 1. 9. 2008), 274/2008 Sb. (mění k 1. 1. 2009), 480/2008 Sb. (mění k 1. 1. 2009) a 227/2009 Sb. (mění k 1. 7. 2010).
- Prováděcí předpisy: 30/2001 Sb., 31/2001 Sb., 32/2001 Sb., 110/2001 Sb., 277/2004 Sb., 3/2007 Sb., 124/2007 Sb.

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), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.

- Novelizuje: 168/1999 Sb.
- Novely: 478/2001 Sb. (mění k 5. 1. 2002), 175/2002 Sb. (mění k 9. 5. 2002), 320/2002 Sb. (mění k 1. 1. 2003), 193/2003 Sb. (mění k 1. 9. 2003), 103/2004 Sb. (mění k 1. 5. 2004), 186/2004 Sb. (mění k 1. 5. 2004), 237/2004 Sb. (mění k 1. 5. 2004), 411/2005 Sb. (mění k 1. 7. 2006), 226/2006 Sb. (mění k 1. 7. 2006), 342/2006 Sb. (mění k 3. 7. 2006), 311/2006 Sb. (mění k 1. 9. 2006), 226/2006 Sb. (mění k 1. 7. 2007), 170/2007 Sb. (mění k 1. 9. 2007), 137/2008 Sb. (mění k 1. 6. 2008), 124/2008 Sb. (mění k 1. 7. 2008), 383/2008 Sb. (mění k 1. 1. 2009), 297/2009 Sb. (mění k 19. 9. 2009), 347/2009 Sb. (mění k 1. 1. 2010), 227/2009 Sb. (mění k 1. 7. 2010).
- Prováděcí předpisy: 227/2001 Sb., 243/2001 Sb., 301/2001 Sb., 302/2001 Sb., 240/2002 Sb., 341/2002 Sb., 229/2004 Sb., 245/2005 Sb., 355/2006 Sb.

302/2001 Sb., vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o technických prohlídkách a měření emisí vozidel.

- Novely: 99/2003 Sb. (mění k 1. 5. 2003), 9/2006 Sb. (mění ke 12. 1. 2006), 9/2006 Sb. (mění k 1. 7. 2006).
- Provádí předpis: 56/2001 Sb.

341/2002 Sb., vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti vozidel a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

- Novely: 100/2003 Sb. (mění k 1. 5. 2003), 197/2006 Sb. (mění k 1. 6. 2006), 388/2008 Sb. (mění k 11. 11. 2008), 283/2009 Sb. (mění k 15. 9. 2009), 283/2009 Sb. (mění k 1. 1. 2011).
- Provádí předpis: 56/2001 Sb. [2, 21]

4. OBECNÉ CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH VLASTNOSTÍ OSVĚTLENÍ A ZÁSADY MONTÁŽE

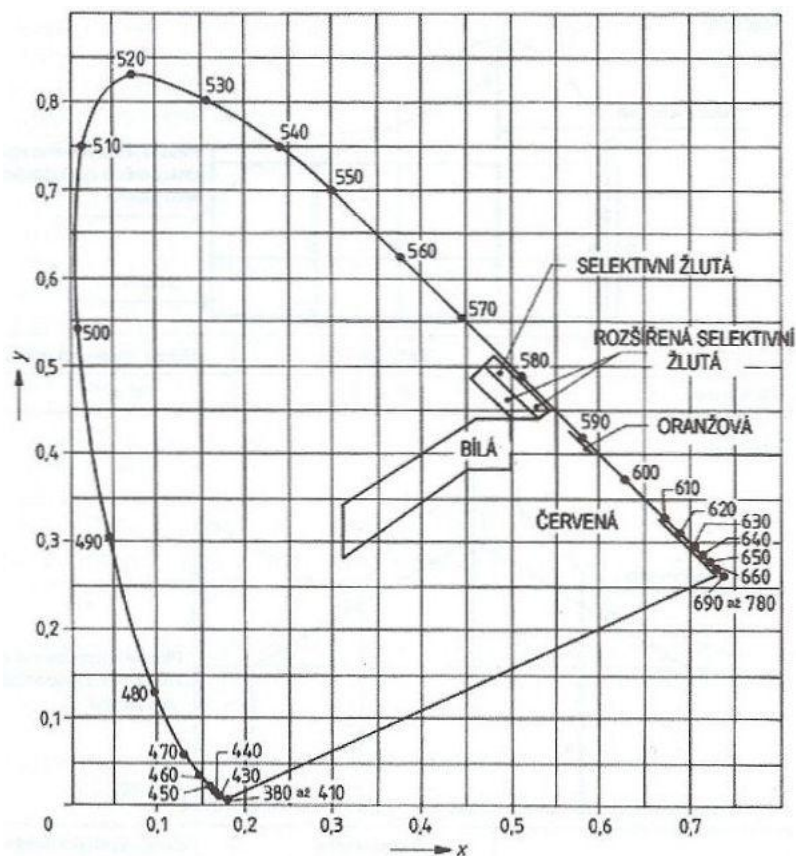
4.1. Kolorimetrické charakteristiky (barva)

„Rozdělení barev světelných zařízení vychází ze základní logiky tříbarevného označení:

- bílá dopředu (alternativně žlutá),
- oranžová bočně,
- červená dozadu.

Tato logika však není splnitelná beze zbytku. Proto je dále použita logika tříbarevné signalizace:

- bílá informační,
- oranžová varovná,
- červená pro nebezpečí.



Obrázek 20 - Pole barevných spekter světelných a signálních zařízení vozidel [3]

Pro jednoduchý výklad odstínů je použita souřadnicová soustava odstínů podle Mezinárodní komise pro iluminaci CIE. Na obrázku č. 20 a v tabulce č. 1 jsou uvedeny limity barevných odstínů, které se mohou pro světelná zařízení používat.

Tabulka 1 - Kolorimetrické hodnoty světelných a signálních zařízení vozidel [3]

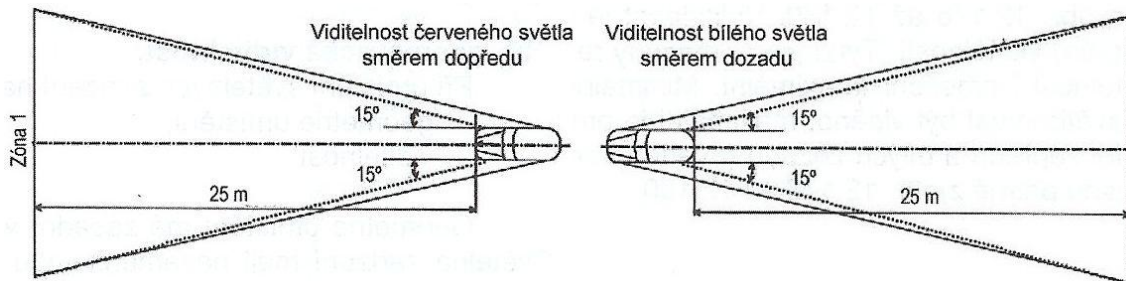
Barva	Limit (k)	Hodnota
červená	žluté	$y < 0,335$
	fialové	$z < 0,008$
bílá	modré	$x > 0,310$
	žluté	$x < 0,500$
	zelené	$y < 0,150 + 0,640$
	zelené	$y < 0,440$
	fialové	$y > 0,050 + 0,750$
	červené	$y > 0,382$
oranžová	žluté	$y < 0,429$
	červené	$y > 0,398$
	bílé	$z < 0,007$
selektivní žlutá	červené	$y > 0,138 + 0,580 x$
	zelené	$y < 1,29 x - 0,100$
	bílé	$y > - x + 0,966$
	spektrální hodnotě	$y < - x + 0,992$
rozšířená selektivní žlutá	červené	$y > 0,138 + 0,580 x$
	zelené	$y < 1,29 x - 0,100$
		$y > - x + 0,940$
	bílé	$y > 0,440$
	spektrální hodnotě	$y < - x + 0,992$

4.2. Obecné požadavky na montáž osvětlení a světelné signalizace

Montáž světel a odrazek musí být na vozidlech provedena podle zásad vztažných ke všem zařízením, bez ohledu na jejich specifikaci a bez ohledu na typ vozidla. Kontrola je prováděna vizuálně nebo jednoduchými zařízeními (měřítko, vodováha). U jednotlivých požadavků jsou zároveň uvedena kritéria hodnocení nebo tato vyplývající logika požadavku.

Referenční osa světla po jeho montáži, musí být rovnoběžná se základnou, na které vozidlo stojí. Osy bočních obrysových světel musí být kromě toho kolmé ke svislé podélné rovině (y). Osy ostatních zařízení musí být s touto rovinou rovnoběžné. Připouští se tolerance $\pm 3^\circ$.

Žádné červené světlo, které by mohlo zavinit omyl, nesmí být vyzařované směrem dopředu a žádné bílé, které by mohlo zavinit omyl, nesmí být vyzařováno směrem dozadu. Hranice viditelnosti červených světél zepředu a bílých světél zezadu jsou patrné na obrázku č. 21.



Obrázek 21 - Zóny přípustných viditelností světél s barevným odlišením [3]

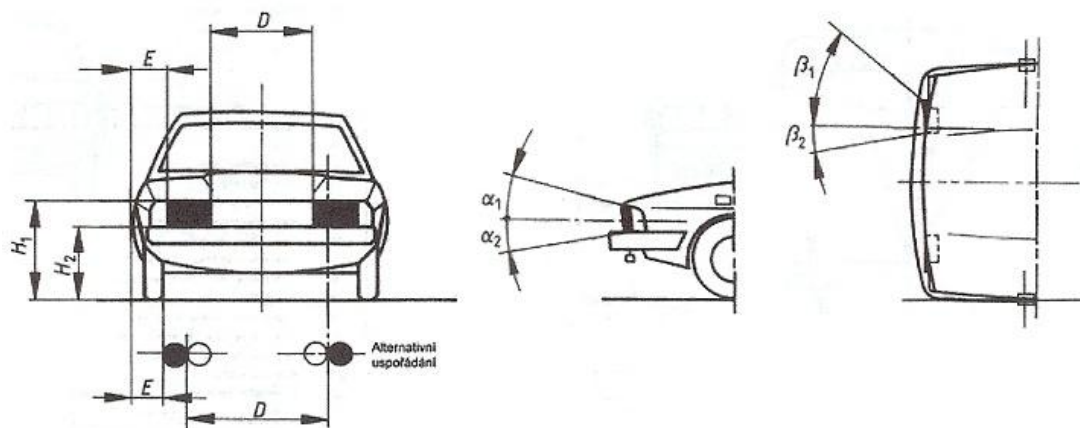
Svítlidla mohou být montována na pohyblivých částech karoserie (dveře, postranice, zástěrky apod.), musí však v jejich pevné poloze splňovat podmínky viditelnosti a fotometrie. Žádná pohyblivá část nesmí v kterékoliv svojí pevné poloze při pohledu ve směru referenční osy svítidla zakrývat víc než 50% referenční plochy předního a zadního světla, předních a zadních směrových světél a odrazových skel. Svítidlo montované na pohyblivých částech se musí samo vracet do polohy definované výrobcem.

4.3. Geometrická viditelnost

Při umístění světelných zařízení na vozidlech jsou sledovány zejména dvě veličiny:

- geometrie umístění,
- viditelnost.

Geometrie umístění má zásadní význam v orientaci ostatních účastníků dopravy. Světelná zařízení mají nezaměnitelnou polohu, což usnadňuje jejich rozpoznání. Rozměry, které jsou pro montáž jednotlivých druhů světél legislativně stanoveny, jsou patrné na obrázku č. 22.



Obrázek 22 - Geometrie rozmístění a úhly viditelnosti světel na přední straně vozidla [3]

Viditelnost je legislativně stanovena formou kulových úseků (zón) viditelnosti. Tyto jsou omezeny ze dvou směrů. Musí být zaručena minimální viditelnost i omezena maximální. Minimální je určena prostorovými úhly, ze kterých ještě světlo musí být viděno, maximální je omezena podmínkou neviditelnosti červených světel zepředu a bílých zezadu (viz obrázek č. 21).

Pro zjišťování geometrie umístění a viditelnosti stojí vozidlo na rovné ploše, zařazen je neutrál nebo „parkování“⁶ a motor vypnut. Zařízení je specifikováno jen pro potkávací světlo. Rozměry (geometrické umístění) jsou zjišťovány odměřením vzdálenosti od základny nebo svislé roviny, která tvoří tečnu k vnějším bodům karoserie.

Měřenými body světel jsou buď referenční osy, nebo okraje referenčních ploch světel. Úhly viditelnosti jsou zjišťovány buď projekcí světel na tmavou svislou stěnu a výpočtem s užitím goniometrických funkcí, nebo existují i jiné metody.“ [3]

4.4. Seřízení světlometů

Správné seřízení světlometů je velice důležité pro bezpečnost silničního provozu. Přesné seřízení lze provést jen pomocí speciálního seřizovacího přístroje – regloskopu, viz obrázek č. 23.

Regloskop je diagnostické zařízení určené pro kontrolu a nastavení všech typů světlometů. „Jde o opticko-mechanické zařízení pracující na principu přímé projekce obrazu světla vyzařovaného světlometem a umožňujícím kontrolu a seřízení světlometů motorových vozidel, jejichž výška nad vozovkou je v rozmezí nejméně 200-1300 mm.

⁶ „Parkování“ pro automatickou převodovku.

Na regloskopu se nastaví hodnota v procentech udaná výrobcem, podle ní se následně světlomet seřizuje. V STK se používá pouze provedení regloskopu vázané na pevnou pojezdovou dráhu a stání vozidla.“ [22]



Obrázek 23 – Regloskop [23]

Podmínky seřízení světlometů jsou: vozidlo musí být nezatížené, musí mít v pořádku pružiny a geometrii os i kol. V pneumatikách musí být předepsaný tlak. V jinak prázdném vozidle musí být zátěž cca 75 kg (jedna osoba) na sedadle řidiče. Vozidlo musí být postaveno na rovné ploše, ovladač sklonu světlometů je nutné nastavit do polohy "0". Vozidlo, skla a seřizovací části světlometů musí být očištěny od nečistot, které by mohly ovlivnit seřizování. Každý světlomet se seřizuje zvlášť. [14, 24, 25]

5. SPECIFIKACE JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ SVĚTLOMETŮ A SVÍTILEN

Tato kapitola bude uvádět vlastnosti jednotlivých světlometů a svítilek na vozidle, tj.: přítomnost, počet, barva, uspořádání, umístění, geometrická viditelnost, orientace, kombinace, elektrické zapojení a jiné požadavky.

5.1. Dálkový světlomet

„Dálkový světlomet je povinný u motorových vozidel, zakázaný u přípojných vozidel.

Počet: dva nebo čtyři.

Barva: bílá.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: vnější okraje svítícího povrchu nesmějí být v žádném případě blíže k nejvzdálenějšímu vnějšímu okraji vozidla než vnější okraje svítícího povrchu tlumených světlometů.
- Na výšku: nepředepisuje se.
- Na délku: před přední nápravou vozidla a je namontován tak, aby vyzařované světlo neobtěžovalo řidiče ani přímo ani nepřímo přes zpětná zrcátka nebo jiné plochy vozidla, odrážející světlo, případně obojí.

Geometrická viditelnost:

Viditelnost svítícího povrchu, včetně pásem, která se v uvažovaném směru pozorování nejeví jako osvětlená, musí být zajištěna uvnitř rozbíhajícího se prostoru, ohraničeného přímkami, vycházejícími od obrysu svítícího povrchu a svírajícími se vztažnou osou světlometu úhel nejméně 5°.

Orientace: směrem dopředu.

Kombinace:

Nesmí být sdružený s žádnou jinou svítilnou. Ale může být sloučený s potkávacím světlometem, pokud dálkový světlomet není pohyblivý v závislosti na rejdu řízení, dále s přední obrysovou svítilnou, s předním mlhovým světlometem, s parkovací svítilnou.

Elektrické zapojení:

Rozsvěcování dálkových světlometů může probíhat současně nebo ve dvojicích. Pro přechod ze svazků potkávacích paprsků na svazky dálkových paprsků se vyžaduje, aby byla zapnuta nejméně jedna dvojice dálkových světlometů. Při přechodu ze svazku dálkových paprsků na svazky potkávacích paprsků se musí vypnout současně všechny dálkové světlometry. Potkávací světlometry mohou zůstat rozsvíceny současně s dálkovými světlometry. Sdělovač „obvod zapojen“.

Jiné požadavky:

Maximální svítivost souboru svazků dálkových paprsků, jež mohou být zapínány současně, nesmí překročit 225 000 cd. Tato maximální svítivost se obdrží sečtením jednotlivých maximálních svítivostí, naměřených při homologaci typu a uvedených v příslušných homologačních formulářích.

5.2. Potkávací světlomet

Potkávací světlomet je povinný u motorových vozidel, zakázaný u přípojných vozidel.

Počet: dva.

Barva: bílá.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: okraj svítícího povrchu, nejvíce vzdálený od podélné střední roviny vozidla, nesmí být od nejvzdálenějšího vnějšího okraje vozidla vzdálen více než 400 mm. Vnitřní okraje svítícího povrchu musí být od sebe vzdáleny nejméně 600 mm.
- Na výšku: nejméně 500 mm a nejvýše 1200 mm nad zemí.
- Na délku: na přední části vozidla se tato podmínka považuje za splněnou, jestliže vyzařované světlo neobtěžuje řidiče ani přímo, ani nepřímo přes zpětná zrcátka nebo jiné plochy na vozidle, odrážející světlo, případně přes obojí.

Geometrická viditelnost:

Viditelnost je určena úhly α a β (viz obrázek č. 22).

Orientace:

Svislá orientace (změna sklonu) svazku potkávacích paprsků se měří za statických podmínek a za všech podmínek naložení vozidla. Svislá orientace potkávacích paprsků musí ležet mezi 0,5% a za 2,5% směrem dolů, bez ručního seřízení, počáteční svislá orientace směrem dolů má být seřizena mezi 1% a 1,5% při nenaloženém vozidle, tj. při pohotovostní hmotnosti a s jednou osobou na místě řidiče. Počáteční seřízení u každého typu vozidla musí být zřetelně specifikováno výrobcem vozidla a musí být uvedeno na štítku každého vozidla.

Kombinace:

Může být skupinový s dálkovým světlometem a s ostatními předními světlomety nebo svítilnami. Nesmí být sdružený s žádnou jinou svítilnou. Může být sloučený s dálkovým světlometem, pokud tento není pohyblivý v závislosti na rejdu řízení, a dále s ostatními předními svítilnami.

Elektrické zapojení:

Ovládací zařízení pro přechod na potkávací světlomet musí vypnout současně všechny dálkové světlometry. Potkávací světlometry mohou zůstat rozsvíceny současně s dálkovými světlomety. Sdělovač „obvod zapojen“ je nepovinný.

5.3. Přední mlhový světlomet

Přední mlhový světlomet je nepovinný u motorových vozidel, nepřípustný u přípojných vozidel.

Počet: dva.

Barva: bílá (žlutá).

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: bod svítícího povrchu, nejvíce vzdálený od podélné střední roviny vozidla, nesmí být vzdálen více než 400 mm od nejvzdálenějšího vnějšího okraje vozidla.
- Na výšku: nejméně 250 mm nad zemí. Žádný bod svítícího povrchu nesmí být výše než nejvyšší bod svítícího povrchu tlumeného světlometu.

- Na délku: na přední části vozidla se tato podmínka považuje za splněnou, jestliže vyzařované světlo neobtěžuje řidiče ani přímo, ani nepřímo přes zpětná zrcátka nebo jiné plochy na vozidle, odrážející světlo, případně přes obojí.

Geometrická viditelnost:

Viditelnost je určena úhly α a β (viz potkávací světlo).

Orientace:

Mlhové světlo nesmějí měnit svou orientaci v závislosti na rejdu řízení. Musí být orientovány směrem dopředu, aniž by oslňovaly nebo příliš obtěžovaly řidiče, přijíždějící v opačném směru nebo ostatní uživatele vozovky.

Kombinace:

Může být skupinový s ostatními předními světly, resp. svítilnami. Nesmí být sdružený s žádným jiným světlem. Může být sloučený s dálkovými světly, nepohyblivými v závislosti na rejdu řízení, jsou-li použity čtyři dálkové světla, a dále s předními obrysovými svítilnami, s parkovacími svítilnami.

Elektrické zapojení:

Mlhové světlo musí být možné rozsvěcet a zhasínat nezávisle na dálkových a potkávacích světlech a naopak. Sdělovač „obvod zapojen“ je nepovinný.

5.4. Zpětný světlo

Zpětný mlhový světlo je povinný u motorových vozidel.

Počet: jeden nebo dva.

Barva: bílá.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: nepředepisuje se.
- Na výšku: nejméně 250 mm a nejvýše 1200 mm nad zemí.
- Na délku: na zádi vozidla.

Geometrická viditelnost:

Viditelnost je určena úhly α a β (viz potkávací světlo).

Orientace: směrem dozadu.

Kombinace:

Může být skupinový s kteroukoli zadní svítilnou. Nesmí být sdružený s žádnou svítilnou. Nesmí být sloučený s žádnou svítilnou.

Elektrické zapojení:

Smí se rozsvítit jen tehdy, je-li zařazen zpětný převod, a je-li zařízení, ovládající spouštění nebo zastavení motoru v takové poloze, že chod motoru je možný. Nesmí se rozsvítit nebo zůstat rozsvícený, není-li splněna jedna nebo druhá z výše uvedených podmínek. Sdělovač „obvod zapojen“ je nepovinný.

5.5. Směrová svítilna

Směrová svítilna je povinná. Typy směrových svítilen jsou rozděleny do kategorií (1, 2 a 5), jejichž montáž na jednom vozidle tvoří uspořádání (A a B).

Uspořádání A platí pouze pro všechna motorová vozidla.

Uspořádání B platí pouze pro přípojná vozidla. (nebude zde popisováno)

Počet:

Počet zařízení musí být takový, aby mohla vyzařovat signály, které odpovídají jednomu z uspořádání.

Barva: oranžová.

Uspořádání (schéma montáže) pro A:

- dvě přední směrové svítilny (kategorie 1),
- dvě zadní směrové svítilny (kategorie 2),
- dvě doplňkové boční směrové svítilny (kategorie 5).

Umístění:

- Na šířku: vzdálenost mezi nejvzdálenějšími vnějším okrajem vozidla a vnějším okrajem svítícího povrchu nesmí být větší než 400 mm. Vzdálenost mezi vnitřními okraji obou svítících povrchů nesmí být menší než 600 mm. Jestliže svíslá vzdálenost mezi zadní směrovou svítilnou a příslušnou zadní obrysovou svítilnou není větší než 300 mm, vzdálenost mezi nejvzdálenějším vnějším okrajem vozidla a vnějším okrajem svítícího povrchu zadní směrové svítilny nesmí být o více než 50 mm větší než vzdálenost mezi nejvzdálenějším vnějším okrajem vozidla a vnějším okrajem svítícího povrchu příslušné zadní obrysové svítilny. U předních

směrových svítílen nesmí být svítící povrch vzdálen méně než 40 mm od svítícího povrchu potkávacího světlometu nebo předního mlhového světlometu, pokud je. Menší vzdálenost se však vypouští, je-li svítivost ve vztahné ose směrové svítilny při nejmenším rovna 400 cd.

- Na výšku nad zemí: nejméně 500 mm u směrových svítílen kategorie 5, nejméně 350 mm u směrových svítílen kategorií 1 a 2, nejvýše 1500 mm u všech kategorií. Jestliže nosná konstrukce vozidla neumožňuje dodržet tuto maximální hranici, smí nejvyšší bod svítícího povrchu u směrových svítílen kategorie 5, být ve výšce 2300 mm a u směrových svítílen kategorií 1 a 2 ve výšce 2100 mm.
- Na délku: vzdálenost mezi vztahným středem svítícího povrchu boční směrové svítilny (uspořádání A) a příčnou rovinou vozidla, vymezující vpředu celkovou délku vozidla, nesmí být větší než 1800 mm. Jestliže nosná konstrukce vozidla neumožňuje dodržet nejmenší úhly viditelnosti, může se tato vzdálenost zvětšit až na 2500 mm, je-li vozidlo vybaveno podle uspořádání A.

Geometrická viditelnost:

Vertikální úhly – 15° nad a pod horizontálou. Vertikální úhel pod horizontálou se může zmenšit na 5° u bočních směrových svítílen uspořádání A, je-li jejich výška nad zemí menší než 750 mm.

Kombinace:

Může být skupinová s jednou nebo více svítílnami, světlometem. Nesmí být sdružená s žádnou jinou svítílnou. Nesmí být sloučená jinak než parkovací svítílnou.

Elektrické zapojení:

Zapínání směrových svítílen je nezávislé na zapínání ostatních svítílen a světlometů. Všechny směrové svítilny na téže straně vozidla se musí zapínat a vypínat týmž ovládacím zařízením a musí svítit přerušovaně synchronním způsobem.

Provozní sdělovač je povinný pro všechny směrové svítilny, které řidič přímo nevidí. Může být optický nebo akustický nebo obojího druhu. Je-li optický, může svítit přerušované světlo, které v případě vadné činnosti kterékoli směrové svítilny zhasne (s výjimkou bočních směrových svítílen), zůstane rozsvíceno bez přerušování nebo výrazně změní frekvenci přerušování. Je-li výlučně akustický, musí být dobře slyšitelný a za týchž podmínek jako u optického sdělovače se u něho musí projevit výrazná změna frekvence.

Jiné požadavky:

Frekvence přerušování světla musí být 90 ± 30 period za minutu. Po uvedení spínače světelného signálu v činnosti musí nejdéle do jedné sekundy následovat rozsvícení světla a nejdéle do jedné a půl sekundy první zhasnutí světla.

V případě selhání některé ze směrových svítilek, s výjimkou zkratu, musí ostatní směrové svítilny dále vyzařovat přerušované světlo, přičemž frekvence přerušování může být za těchto podmínek odlišná od předepsané frekvence.

5.6. Brzdová svítilna

Brzdová svítilna je povinná.

Počet: dvě.

Barva: červená.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: nejméně 600 mm od sebe. Tato vzdálenost se může zmenšit na 400 mm, je-li celková šířka vozidla menší než 1300 mm.
- Na výšku nad zemí: nejméně 350 mm, nejvýše 1500 mm nebo nejvýše 2100 mm, jestliže tvar karosérie nedovoluje dodržet 1500 mm.
- Na délku: na zádi vozidla.

Geometrická viditelnost:

Horizontální úhel – 45° vně a dovnitř.

Vertikální úhel – 15° nad a pod horizontálou.

Orientace: směrem dozadu od vozidla.

Kombinace:

Může být skupinová s jednou nebo více zadními svítilnami. Nesmí být sdružená s žádnou jinou svítilnou. Může být sloučená se zadní obrysovou svítilnou nebo parkovací svítilnou.

Elektrické zapojení:

Musí se rozsvítit, jakmile se uvede v činnost provozní brzda. Provozní sdělovač je nepovinný. Je-li, musí dávat nepřerušované světlo, které se rozsvítí v případě selhání

některé brzdové svítily. Svítivost brzdových svítilen musí být znatelně větší než svítivost zadních obrysových svítilen.

5.7. Zařízení k osvětlení zadní registrační tabulky

Zařízení k osvětlení zadní registrační tabulky je povinné.

Barva: bílá.

Kombinace:

Může být skupinové s jednou nebo více zadními svítilnami, resp. světlomety. Může být sdružené se zadními obrysovými svítilnami. Nesmí být sloučené se žádnou jinou svítilnou, resp. světlometem.

Elektrické zapojení:

Zařízení se musí rozsvítit jen současně se zadními obrysovými svítilnami. Sdělovač „obvod zapojen“ je nepovinný. Je-li, musí být jeho funkce zajištěna tímž sdělovačem, předepsaným pro obrysové svítilny.

5.8. Přední obrysová svítilna

Přední obrysová svítilna je povinná u všech motorových vozidel, u přípojných vozidel jen s šířkou přes 1600 mm. Nepovinná u přípojných vozidel, která nejsou širší než 1600 mm.

Počet: dvě.

Barva: bílá.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: bod svítícího povrchu, který je nejvíce vzdálen od podélné střední roviny vozidla, nesmí být vzdálen více než 400 mm od nejvzdálenějšího vnějšího okraje vozidla. Vzdálenost mezi vnitřními okraji obou svítících povrchů musí být nejméně 600 mm.
- Na výšku nad zemí: nejméně 350 mm, nejvýše 1500 mm nebo nejvýše 2100 mm, jestliže tvar karosérie nedovoluje dodržet 1500 mm.
- Na délku: na přední části vozidla.

Geometrická viditelnost:

Horizontální úhel pro obě přední obrysové svítilny – buď 45° dovnitř a 80° vně, nebo 80° dovnitř a 45° vně.

Vertikální úhel – 15° nad a pod horizontálou. Vertikální úhel pod horizontálou může být snížen na 5°, je-li výška svítilen menší než 750 mm nad zemí.

Orientace: směrem dopředu.

Kombinace:

Může být skupinová s kteroukoli jinou přední svítilnou, resp. světlometem. Nemůže být sdružená s kteroukoli jinou svítilnou. Může být sloučená s kteroukoli jinou přední svítilnou, resp. světlometem.

Elektrické zapojení:

Elektrické zapojení se nepředepisuje. Sdělovač „obvod zapojen“ je povinný. Tento sdělovač musí být nepřerušovaný a nevyžaduje se, dá-li se osvětlení přístrojové desky zapínat nebo vypínat jen současně s obrysovými svítilnami.

5.9. Zadní obrysová svítilna

Zadní obrysová svítilna je povinná.

Počet: dvě.

Barva: červená.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: bod svítícího povrchu nejvíce vzdálený od podélné a střední roviny vozidla, nesmí být vzdálen více než 400 mm od nejvzdálenějšího vnějšího okraje vozidla. Vzdálenost mezi vnitřními okraji svítících povrchů nesmí být menší než 600 mm. Tato vzdálenost se může zmenšit na 400 mm, je-li celková šířka vozidla menší než 1300 mm.
- Na výšku nad zemí: nejméně 350 mm a nejvýše 1500 mm, nebo nejvýše 2100 mm, jestliže tvar karosérie nedovoluje dodržet 1500 mm.
- Na délku: na zádi vozidla.

Geometrická viditelnost:

Horizontální úhel pro obě zadní obrysové svítilny – buď 45° dovnitř a 80° vně, nebo 80° dovnitř a 45° vně.

Vertikální úhel – 15° nad a pod horizontálou. Vertikální úhel pod horizontálou může být snížen na 5°, je-li výška svítilen menší než 750 mm nad zemí.

Orientace: směrem dozadu.

Kombinace:

Může být skupinová s kteroukoli jinou zadní svítilnou, resp. světlometem. Může být sdružená se zařízením pro osvětlení zadní registrační tabulky. Může být sloučená s brzdovou svítilnou nebo zadní mlhovou svítilnou nebo parkovací svítilnou.

Elektrické zapojení:

Elektrické zapojení se nepředepisuje. Sdělovač „obvod zapojen“ je povinný. Musí být kombinován se sdělovačem pro přední obrysové svítilny.

5.10. Zadní mlhová svítilna

Zadní mlhová svítilna je povinná.

Počet: jedna, druhá je nepovinná.

Barva: červená.

Uspořádání (schéma montáže): nepředepisuje se.

Umístění:

- Na šířku: je-li jen jedna zadní mlhová svítilna, musí být umístěna vzhledem k podélné střední rovině vozidla na straně vozidla protilehlé směru dopravy, předepsanému v zemi registrace vozidla. Ve všech případech vzdálenost mezi zadní mlhovou svítilnou a brzdovou svítilnou musí být větší než 100 mm.
- Na výšku: mezi 250 mm a 1000 mm nad zemí.
- Na délku: na zádi vozidla.

Geometrická viditelnost:

Horizontální úhel pro – 25° dovnitř a vně.

Vertikální úhel – 5° nad a pod horizontálou.

Orientace: směrem dozadu.

Kombinace:

Může být skupinová s kteroukoli jinou zadní svítilnou. Nemůže být sdružená s žádnou jinou svítilnou. Může být sloučená se zadní obrysovou svítilnou nebo parkovací svítilnou.

Elektrické zapojení:

Elektrické zapojení musí být takové, že zadní mlhová svítilna se může rozsvítit pouze tehdy, jsou-li v používání tlumené světlomety nebo přední mlhové světlomety. Jsou-li namontovány přední mlhové světlomety, musí být možné vypnout zadní mlhovou svítilnu nezávisle na předních mlhových světlometech. Sdělovač „obvod zapojen“ je povinný. Nezávislé světlo stálé viditelnosti.

5.11. Parkovací svítilna

U motorových vozidel, jejichž délka nepřesahuje 6 m a šířka 2 m, je nepovinná, u všech ostatních vozidel nepřípustná.

Počet: podle způsobu uspořádání.

Barva: bílá, červená, oranžová.

Uspořádání (schéma montáže):

Uspořádání jsou buď dvě přední svítilny a dvě zadní svítilny, nebo jedna svítilna na každé straně.

Umístění:

- Na šířku: bod svítícího povrchu, nejvíce vzdálený od podélné střední roviny vozidla, nesmí být vzdálen více než 400 mm od nejvzdálenějšího vnějšího okraje vozidla.
- Na výšku nad zemí: nejméně 350 mm, nejvýše 1500 mm nebo 2100 mm, jestliže tvar karosérie nedovoluje respektovat 1500 mm.
- Na délku: nepředepisuje se.

Geometrická viditelnost:

Horizontální úhel pro – 45° vně, dopředu a dozadu.

Vertikální úhel – 15° nad a pod horizontálou. Vertikální úhel pod horizontálou může být snížen na 5°, je-li výška svítilny nad zemí menší než 750 mm.

Orientace:

Orientace musí být taková, aby svítilny splňovaly podmínky viditelnosti dopředu a dozadu.

Kombinace:

Může být skupinová s kteroukoli jinou svítilnou, resp. světlo­metem. Nesmí být sdružená s žádnou jinou svítilnou. Může být sloučená vpředu s obrysovou svítilnou, s potkávácím světlo­metem, s dálkovým světlo­metem a s předním mlhovým světlo­metem. Vzadu může být sloučená se zadní obrysovou svítilnou, s brzdovou svítilnou a zadní mlhovou svítilnou. Dále také se směrovou svítilnou kategorie 5.

Elektrické zapojení:

Elektrické zapojení musí umožnit rozsvícení parkovací svítilny (parkovacích svítilen) na téže straně vozidla nezávisle na kterýchkoli jiných svítilnách. Sdělovač je nepovinný, je-li, nesmí být možno jej zaměňovat se sdělovačem obrysových svítilen. Funkce této svítilny může být též zajištěna současným zapnutím předních a zadních obrysových svítilen na téže straně vozidla.“ [10]

6. MODERNÍ TECHNOLOGIE OSVĚTLENÍ A ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Tato kapitola bude věnována jednotlivým moderním a nejmodernějším technologiím jako jsou například adaptivní světlomety, noční vidění a denní svícení, kde bude zmíněna související legislativa.

„Podle některých studií klesá vizuální vnímavost v noci a při nedostatečném osvětlení až na pouhých 4%, přitom však 90% všech informací potřebných pro řízení vozu přijímá řidič právě prostřednictvím zraku. Proto hraje pro bezpečnost provozu za špatných světelných podmínek mimořádně důležitou roli světelná technika automobilů, která se s vývojem nejmodernějších systémů snaží předcházet dopravním nehodám v noci.

6.1. Adaptivní světlomety

Adaptivní světlomety představují revoluci v systému osvětlení vozovky v různých jízdních podmínkách. Umožňují řidiči pomocí technologie, která bude níže popsána, co nejvíce přizpůsobit noční jízdu té denní.

V Evropě předvedl velmi jednoduchou aplikaci světlometů osvětlujících zatáčku, již v 60. letech Citroen DS, u něhož se pomocí mechanického lanovodu natáčely dálkové světlomety v závislosti na poloze volantu. Vývoj dále pokračoval a v roce 1993 vzniknul z iniciativy devíti výrobců automobilů a světlometů projekt AFS Eureka, jehož první plody se objevily jako adaptivní světlomety AFL (Adaptive Forward Lighting) nebo AFS (Advanced Front Lighting System). U těchto moderních světlometů se používají vyspělá elektronická řízení.

Jakmile vůz vjede do zatáčky, snímače analyzují v závislosti na poloze volantu úhel natočení kol a automaticky horizontálně natočí do tohoto směru i světlomety. Osvětlí se tak zóny komunikace a přilehlých částí, které dříve tonuly ve tmě a výrazně se zlepšuje viditelnost v noci nebo za špatného počasí. Světlomety umožňují sledovat profil silnice a včas odhalit ostatní účastníky silničního provozu a případné překážky.

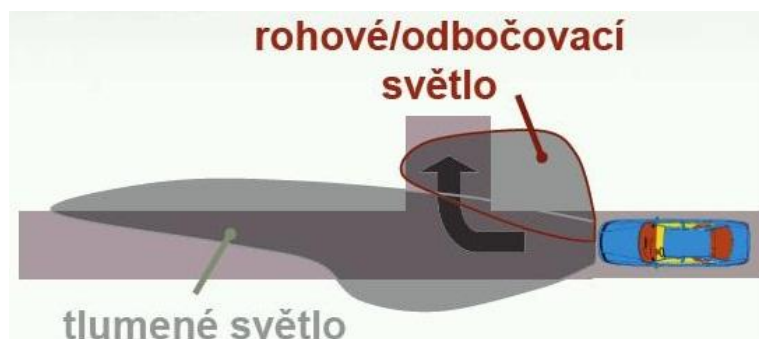


Obrázek 24 - Porovnání projetí zatáčkou s adaptivními (nahore) a klasickými (dole) světlomety [14]

Adaptivní světlomety lze rozdělit do dvou kategorií – statické a dynamické, které se ovšem velice úzce prolínají, protože jsou zde použity téměř stejné technologie.

6.1.1. Adaptivní statické světlomety

Tyto světlomety jsou koncipovány jako přídatný světlomet. V tomto případě je reflektor pevný a je nasměrován tak, že osvětluje určitou oblast při odbočování vozidla pod úhlem 60 až 80°. U statického světla do zatáčky se jako vstupní veličina pro algoritmus používá spínač směrových světel, rychlost jízdy a úhel natočení volantu. Systém pracuje při rychlostech do 70 km·h⁻¹ a při zapnutých tlumených světlometech. Jako akční člen slouží přídatná halogenová žárovka. Vše řídí a vyhodnocuje elektronická jednotka začleněná do elektronické datové sítě vozu, z níž v reálném čase dostává průběžně informace z vozu. Přídatné svítidlo nezačne svítit náhle, ale intenzita postranního světleného paprsku plynule narůstá a poté klesá.“ [12]



Obrázek 25 – Schéma osvětlení oblasti adaptivními statickými světlomety při odbočování [26]

U vozů Škoda Auto se systém deaktivuje při rychlostech nad $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Osvětlení temných míst v rozsahu úhlu -30° až -60° . Akčním členem je rovněž halogenová žárovka, která zároveň slouží jako přední mlhový světlomet. Na rozdíl od klasického předního mlhového světlometu je tento světlomet protáhlý i do stran právě kvůli funkci adaptivních světlometů. [26]



Obrázek 26 – Adaptivní statické světlomety u vozů Škoda Auto [26]

„Statické adaptivní světlomety jsou vhodné pro průjezd velmi úzkými zatáčkami, serpentinami, křižovatkami a pro manévrování v těsných prostorech se špatnou viditelností kolem vozu. Tento systém velkým podílem zvyšuje bezpečnost silničního provozu při odbočování.

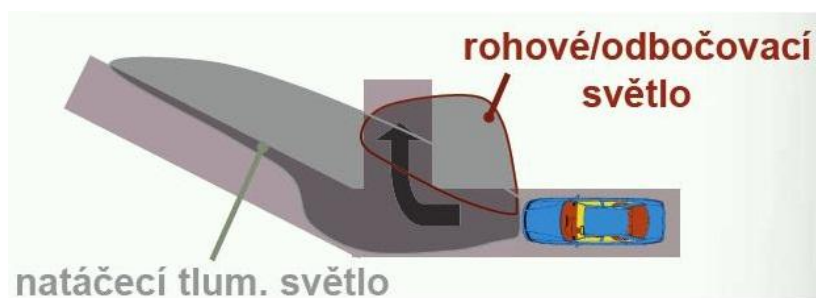
6.1.2. Adaptivní dynamické světlomety

Adaptivní dynamické světlomety jsou od statických adaptivních světlometů odlišné tím, že se natáčí kompletní tlumené světlo. Maximální natočení je 15° v každém směru, optimální pro zatáčení s rychlostmi nad $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Adaptivní otočné moduly mohou být halogenové, xenonové nebo bi-xenonové. Natáčení projektoru nebo reflektoru řídí elektronická jednotka, přičemž směr, šířka a výška svazku světla se mění v závislosti na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu a tím i řízených kol. U dynamického světla jsou akumulátory krokové motory, které tlumené světlo natáčejí do požadovaného směru. Bi-xenonové moduly s projekční optikou světlometů jsou natáčeny pomocí elektromotorů.

Značka BMW začala jako první do svých vozů řady 6 integrovat systém adaptivních světlometů, kde jsou bi-xenonové světlomety ovlivňovány kromě rychlosti a polohy volantu také úhlovou rychlostí vozidla kolem svislé osy.

Pomocí těchto světlometů má řidič až o 90% lépe osvětlené zatáčky, protože světla se natáčejí souběžně s řízením. Při jízdě zatáčkou o poloměru 190 m má řidič běžného vozu s konvenčními pevnými světlomety osvětlený prostor do vzdálenosti zhruba 30 m.

S adaptivními světlomety se nabízí o 25 až 55 m více osvětleného prostoru. Tím se mnohonásobně zvýší bezpečnost jízdy.“ [12]



Obrázek 27 - Schéma osvětlení oblasti adaptivními dynamickými světlomety při odbočování [26]

U projekčních světlometů s xenonovou výbojkou ve vozech Škoda Auto se systém automaticky deaktivuje při rychlostech nad $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Osvětlení temných míst je v rozsahu úhlů -15° až -45° . [26]



Obrázek 28 – Adaptivní dynamické světlomety u vozů Škoda Auto v kombinaci s projekčními světlomety s xenonovou výbojkou [26]

6.1.3. AFL a AFS

System AFL je moderní systém kombinující statické a dynamické osvětlení a různé druhy světelných paprsků, které slouží k maximálnímu osvětlení vozovky a to v několika kategoriích.

„Světlomety nové generace mění své charakteristiky podle toho, zda vůz jede po běžných silnicích, po dálnicích, ve městě a přizpůsobují se aktuálním klimatickým podmínkám.

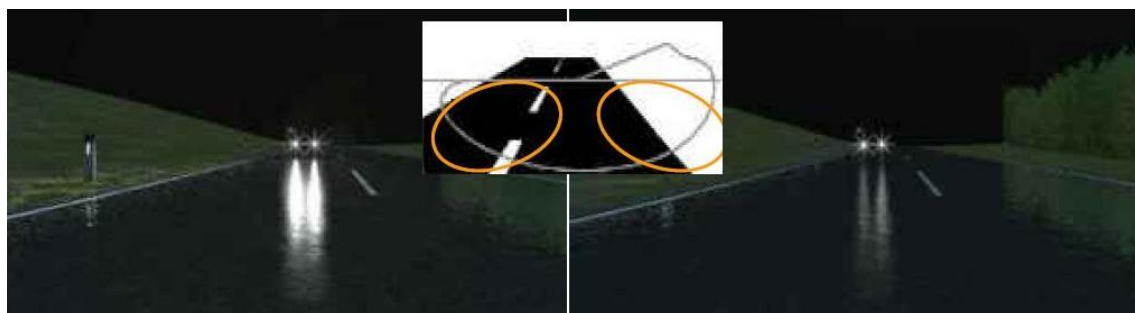
Když vůz jede rychle v přímém směru, např. na dálnici, je nutné, aby světelný paprsek osvětloval vozovku dále před vozem. Naproti tomu zcela jiné podmínky klade na světlomety městský provoz – zde jsou největším nebezpečím neosvětlené prostory ležící

bokem ke směru jízdy, a proto tyto moderní světlomety musí tato slepá místa co nejintenzivněji eliminovat.



Obrázek 29 – Porovnání tlumeného (vlevo), městského (uprostřed) a dálničního světla (vpravo)

Tyto moderní světlomety se již také přizpůsobují i počasí, např. jízdě za deště, sněžení nebo v mlze. Za těchto situací je řidič často nepříjemně rušen odrazy světlometů od lesklého povrchu vozovky. Světlomety proto snižují intenzitu osvětlení v centrální části silnice před automobilem a naopak zvýší intenzitu dvou postraních světelných kuželů, které osvětlují ve střední vzdálenosti okrajové sekce vozovky.“ [12]



Obrázek 30 - Porovnání tlumeného světla (vlevo) a světla do špatného počasí (vpravo), schéma uprostřed

Tedy cílem výrobců je maximálně zlepšit osvětlení vozovky před a vedle vozidla zejména při odbočování a při jízdě zatáčkou. Z tohoto důvodu byly vyvinuty jednotlivé režimy osvětlení pro určité oblasti jízdy vozidla. Jsou to:

- standardní tlumené,
- dálniční,
- městské,
- odbočovací. [14]

„Stěžejním prvkem těchto světlometů jsou horizontálně a vertikálně natáčecí bi-xenonové světlomety s pohyblivými částmi reflektorů, variabilními filtry a clonami umístěnými do

cesty světelného paprsku. Překročí-li rychlost vozu hranici okolo $115 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ⁷ zvedne se automaticky světelný paprsek tlumených světel o něco výš, což zlepší výhled řidiče. Automatický regulační systém, který je standardní součástí světlometů AFL, při tom zabraňuje oslnění protijedoucích řidičů – regulační zařízení totiž eliminuje vliv pohybů karoserie na výšku světelného paprsku.

Krokové elektromotorky dokážou ve zlomku sekundy změnit nastavení všech těchto elementů, tak aby osvětlení vždy optimálně odpovídalo aktuální jízdě situaci. Ovládací členy dostávají pokyny z řídicího procesoru prostřednictvím vysokorychlostních datových sítí vozu. Řídicí jednotka při tom neustále vyhodnocuje informace z řady citlivých čidel, především ze senzorů sledujících rychlost jízdy, úhel natočení předních kol, naklánění karoserie, zatížení vozu a úroveň okolního osvětlení.

V průběhu jízdy se mění kombinace světelných svazků a z jednotlivých jednotek je vytvářen optimální celkový světelný svazek. Řidiči je tak poskytována maximální možná viditelnost dle momentálních jízděných a povětrnostních podmínek.“ [12]

Systém AFS je v průběhu vývoje rozdělen na tři generace:

- AFS I – tlumené světlo je doplňováno statickým adaptivním světlometem, tedy pouze rozsvěcováním do zatáček
- AFS II – tlumené světlo je dynamicky natáčeno do zatáček a také doplněné statickým adaptivním světlometem
- AFS III – tlumené světlo se přizpůsobuje jízděným podmínkám v režimech: dálniční světlo, tlumené, odbočovací, městské, déšť a mlha. [14]

6.2. Systémy pro noční vidění

„Při řízení automobilu jsou téměř všechny důležité informace vnímány očima. Nové systémy pro noční vidění informují o všech překážkách před vozem mnohem dříve, než by reagoval člověk pouhým okem. Nové technologie na bázi různých druhů senzorů podporují řidiče a pomáhají mu, aby se v obtížných situacích koncentroval na to podstatné.

⁷ Průměrná hodnota, u každé značky osobních automobilů může být odlišná.

Kamery s nočním viděním využívají neviditelného infračerveného světla⁸, aniž by oslňovaly protijedoucí řidiče. Speciální laserové světlomety osvětlují vozovku infračerveným světlem, jeho odraz snímá videokamera, zabudovaná do vnitřního zpětného zrcátka, a výsledný černobílý obraz vidí řidič na klasickém displeji na palubním počítači nebo na HUD⁹. Hlavní předností, kterou tato technologie nabízí, je nemožnost oslnění světlomety protijedoucích automobilů. Tato technika je přínosem při jízdě v noci a mimo jiné také v extrémních podmínkách, jako je jízda v hustém dešti, mlze nebo sněžení.

6.2.1. Aktivní technologie - NIR

Výzkumní pracovníci společnosti Daimler Chrysler (Mercedes) vyvinuli aktivní technologii pro noční vidění využívající infračervené záření NIR (Near Infra-Red). Tato technologie je schopna pomocí infračerveného záření identifikovat osoby, zvířata, dopravní značky a ostatní silniční objekty na vzdálenost přibližně 150 m před automobilem. Tento systém je schopen detekovat jakýkoli objekt nezávisle na jeho teplotě. Dva laserové zářiče osvětlují vozovku před vozidlem infračerveným světlem, které neomezuje ostatní řidiče. Získaná obrazová data se vyhodnotí v řídicí jednotce a zobrazí se řidiči na displeji jako reálný černobílý obraz s vysokým rozlišením.

⁸ Infračervené světlo je elektromagnetické vlnění o vlnové délce větší než viditelné světlo, tzn. 760 nm až 1 mm. Infračervené světlo vyzařují všechny objekty, čím má objekt vyšší teplotu, tím má světlejší barvu.

⁹ HUD je systém, který promítá obraz nebo zvolené údaje, např. aktuální rychlost, pokyny navigace nebo tempomat, na sklo čelního okna přesně v přímém zorném poli řidiče.



Obrázek 31 - Zobrazení osob a zvířat systémem NIR ve voze Mercedes [27]

6.2.2. Pasivní technologie - FIR

Společnost BMW uvedli na trh systém Night Vision, který využívá technologii FIR (Far Infra-Red). Funkce je na bázi použití termovizní¹⁰ kamery (viz obrázek č. 32), která přímo registruje vyzařované teplo objektů a osob.



Obrázek 32 - Infrakamera, samostatný modul a příklad zabudování v nárazníku vozidla [28, 29]

Snímač zachycující teplo je umístěn v levém rohu předního nárazníku pod nárazuvzdorným sklem, které se čistí automaticky při aktivaci ostřikovačů a při teplotách pod 5°C je skleněný kryt vyhříván. Informace ze snímače jsou potom rovněž v počítači převedeny na ikonické znázornění a zobrazeny na obrazovce. Dosah systémů FIR se pohybuje kolem 300 m, což je přibližně dvakrát víc než u systémů NIR, které pracují se zbytkovým světlem. Řidič může být proto dříve varován před možným nebezpečím.

¹⁰ Termovize je bezkontaktní termografická metoda, která na základě detekce infračerveného záření a použití videotechniky zviditelňuje rozložení teplot na zkoumaném povrchu těla.



Obrázek 33 - Zobrazení osob a zvířat systémem FIR ve voze BMW [29]

V rychlostech pod $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ kamera snímá úhel 36° , při vyšších rychlosti pak pouze úhel 24° , jenž se natáčí o 6° podle pohybu volantu. Ve vysokých rychlostech lze zapnout digitální zoom, který zvětší vzdálené objekty o padesát procent.

6.2.3. Srovnání FIR a NIR

Zdá se, že dálková infračervená technologie FIR je pro použití ve vozidlech výhodnější, než technologie NIR. Ke stejnému výsledku došla i odborná studie¹¹ pro zobrazování osob a zvířat. Podle této studie systém FIR rozpoznal osoby průměrně na vzdálenosti 165 m, NIR pouze na 59 m. Systémy NIR jsou navíc citlivé na světla ostatních aut, semaforey, pouliční osvětlení a vysoce reflexní povrchy, jako jsou dopravní značky, což může řidiče naopak i rozptýlit. FIR naopak zobrazuje pouze objekty vyzařující teplo.

6.2.4. Active Infrared Night Vision

Dalším systémem je Active Infrared Night Vision od společnosti Valeo. Tento typ nočního vidění garantuje dosah viditelnosti 200 m, namísto 60 až 80 m potkávacích světlometů.

6.3. Automatická aktivace světel

Automatická aktivace světel značená ACL (Automatic Lighting Control) je systém, který automaticky aktivuje světlomety. Zapne nebo popř. vypne tlumené světlomety v závislosti na intenzitě okolního světla. Tu měří dva senzory v čelním skle. Jedno čidlo hodnotí okolní světlené podmínky, druhé je zaměřené přímo na kvalitu osvětlení přímo ve směru

¹¹ Studie michiganského výzkumného ústavu UMTRI z prosince 2004.

jízdy vozu. Díky tomu systém rozpozná i momenty, kdy vůz jede tunelem. Pokud oba senzory zaregistrují malou intenzitu světla, aktivují tlumená světla. Pokud potom dopředu zacílený senzor vyhodnotí dostatek světla, ale druhý senzor registruje v okolí vozu stále málo světla, zůstávají tlumená světla zapnutá. Pokud oba senzory vyhodnotí dostatečnou intenzitu okolního světla, tlumená světla s malým časovým odstupem zhasnou. Jestliže dopředu zacílený senzor hlásí světlo a druhé prostorové čidlo registruje málo okolního světla, světla zůstanou vypnutá.“ [12]



Obrázek 34 - Ukázka světleného senzoru na čelním skle osobního vozu Peugeot [30]

Aktivace světel bývá v České republice ve vozech použita v kombinaci se systémem denního svícení – popis viz další kapitola. Důvodem byla změna od 1. července 2006, kdy nabyl účinnosti zákon č. 411/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 200/1990 Sb. o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. V § 32 zákona č. 411/2005 Sb., se mj. říká: "(1) Motorové vozidlo musí mít za jízdy rozsvícena obrysová světla a potkávací světla nebo světla pro denní svícení, pokud je jimi vybaveno podle zvláštního právního předpisu. Tramvaj musí mít rozsvícena potkávací světla nebo světla pro denní svícení. (2) Vozidlo musí mít za jízdy při snížené viditelnosti rozsvícena obrysová a potkávací nebo dálková světla, pokud je jimi vybaveno podle zvláštního právního předpisu.". Dříve bylo podle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, nutné denní svícení pouze v zimním období. [21]

6.4. Světla pro denní svícení

Světla pro denní svícení se vyznačují silně rozptýleným tokem světla, který netvoří kužel jako u běžných reflektorů. Rozptýlené světlo svým charakterem neoslňuje protijedoucí

řidiče ani neosvětluje vozovku, ale v dostatečné míře zajišťuje zásadní podmínku bezpečného provozu "být viděn".

Režim denního svícení je zprostředkováván speciálním světlem pro denní svícení, které musí být homologováno podle EHK/OSN č. 48 a je určené výhradně pro osvětlení ve dne za nesnížené viditelnosti. Provedení a umístění světel 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. o provozu na pozemních komunikacích pozměněným zákonem č. 411/2005 Sb. (viz přesné znění výše).

Na jedno vozidlo se montují dva kusy (jeden pár) světel. Umísťují se ve vodorovné rovině ve výšce od 250 mm do 1500 mm na přední část vozidla. Vzdálenost světel od bočního obrysu je max. 400 mm a vzájemně mezi světly min. 600 mm (u vozidel s šířkou menší než 1300 mm je povolena vzájemná vzdálenost 400 mm). [31]

Úhel vyzařování je od -20° do $+20^{\circ}$. [14]



Obrázek 35 - Příklad zabudování LED diod pro denní svícení v předním nárazníku [32]

Světla se rozsvítí automaticky po zapnutí zapalování (nastartování motoru) a zhasnou po jeho vypnutí. Při rozsvícení obrysových světel musí světla pro denní svícení automaticky zhasnout.

Pro porovnání je zde uvedena energetická náročnost osvětlovacích soustav a spotřebičů ve vozidle:

Tabulka 2 - Hodnoty energetické náročnosti určitých spotřebičů ve vozidle [33]

Spotřebič ve vozidle	Výkon [W]
Klimatizace	2000 - 3000
Vyhřívání okna	500
Autorádio	40 - 100
Satelitní navigace s barevnou obrazovkou	80
Potkávací světla (halogenová i xenonová)	160
Denní světla (podle typu) včetně doprovodného osvětlení	6 - 21

Hlavním přínosem těchto přídavných světel je úspora energie, neboť při jejich používání nesvítí obrysová, potkávací ani koncová světla vozidla. Úsporu přinese také nižší spotřeba paliva cca. o 0,2 l/100 km a prodloužení životnosti žárovek či výbojek, kterou pocítí především řidiči vozidel s xenonovými světlomety, jejichž výbojky mají sice delší životnost než běžné žárovky, ale jejich výměna je výrazně nákladnější. Nejpoužívanějšími zdroji osvětlení jsou LED diody z důvodu jejich dlouhé životnosti.

Z hlediska bezpečnosti přináší celoroční svícení i za dne řadu výhod. Především je protijedoucí vozidlo lépe vidět (viz obrázek č. 36) – to znamená, že řidiči dřív a včas zaznamenají vůz v protisměru. Řidič rovněž mnohem přesněji a rychleji odhadne vzdálenost a rychlost blížícího se vozu, snáz rozliší parkující a jedoucí vozidlo. Svícení za dne je velice důležité zejména v některých denních dobách, kdy výrazně zlepšuje rozpoznatelnost automobilů za špatné viditelnosti. Platí to například za letních podvečerů, kdy zapadající slunce velice ztěžuje identifikaci protijedoucích vozů, velký význam má pro brzké zaregistrování automobilů v protisměru například v alejích, kde se střídají světlo a stín. [31]



Obrázek 36 - Porovnání vozidel bez rozsvícených světlometů (vlevo), tlumených světlometů (uprostřed) a světel pro denní svícení (vpravo) [26]

7. STATISTIKY NEHODOVOSTI SOUVISEJÍCÍ S VNĚJŠÍM OSVĚTLENÍM VOZIDLA

Statistiky dopravních nehod jsou důležitým ukazatelem ve vývoji provozu na pozemních komunikacích. Velký podíl na změnách statistik v rámci nehodovosti související s vnějším osvětlením vozidla má technický vývoj. Na jednu stranu umožňují moderní technologie řidiči např. zvyšovat rychlost jízdy, ale na druhou stranu se snaží zvyšovat bezpečnost. V současné době nové bezpečnostní opatření ve vozidlech snižují počty usmrčených osob, tím pádem rostou počty těžce raněných. Bohužel ale nedochází ke snížení počtů nehod, ve většině případů hraje stále velkou roli lidský faktor.

Výše popsané nové technologie jako je například AFS, AFL, systém nočního vidění nebo i denní svícení, jsou důležitými prvky, které by měly zvyšovat kvalitu a jízdní pohodlí současně s bezpečností.

Modernizace v automobilové oblasti musí být korigována správnou legislativou, která také ovlivňuje nehodovost. Jako příklady bych uvedla zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (účinnost od 1. 1. 2001), kde nastala změna v povinnosti hlášení dopravní nehody pouze v případě přesáhnutí hmotné škody 20000 Kč a bylo zavedeno celodenní svícení i za nesnížené viditelnosti v zimním období. Dále od 1. 7. 2006 byl zaveden systém bodového hodnocení na základě zákonů č. 411/2005 Sb. a 226/2006 Sb., kterými byl novelizován zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (zákon o silničním provozu). V tomto roce byl usmrčen druhý nejmenší počet osob a to 956. Pouhých 832 osob bylo usmrceno v roce 2009, což je zatím nejméně od roku 1992. Tento zákon také mění povinné celodenní svícení pouze v zimním období na celoroční povinnost.

Další změna nastala od 1. 1. 2009, kdy nabyla v účinnosti novela zákona o silničním provozu provedená zákonem č. 274/2008 Sb., zvýšení limitu pro oznamovací povinnost pouze přesáhne-li škoda na vozidle (včetně přepravovaných věcí) částku 100000 Kč.

V následujících podkapitolách budou vyhodnoceny jednotlivé statistiky nehodovosti v souvislosti s vnějším osvětlením osobních automobilů od roku 2000 až do roku 2009.

7.1. Závada osvětlovací soustavy vozidla

Data jsou čerpána z Přehledu nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za roky 2000 – 2002 a z Přehledu nehodovosti na pozemních komunikacích v České

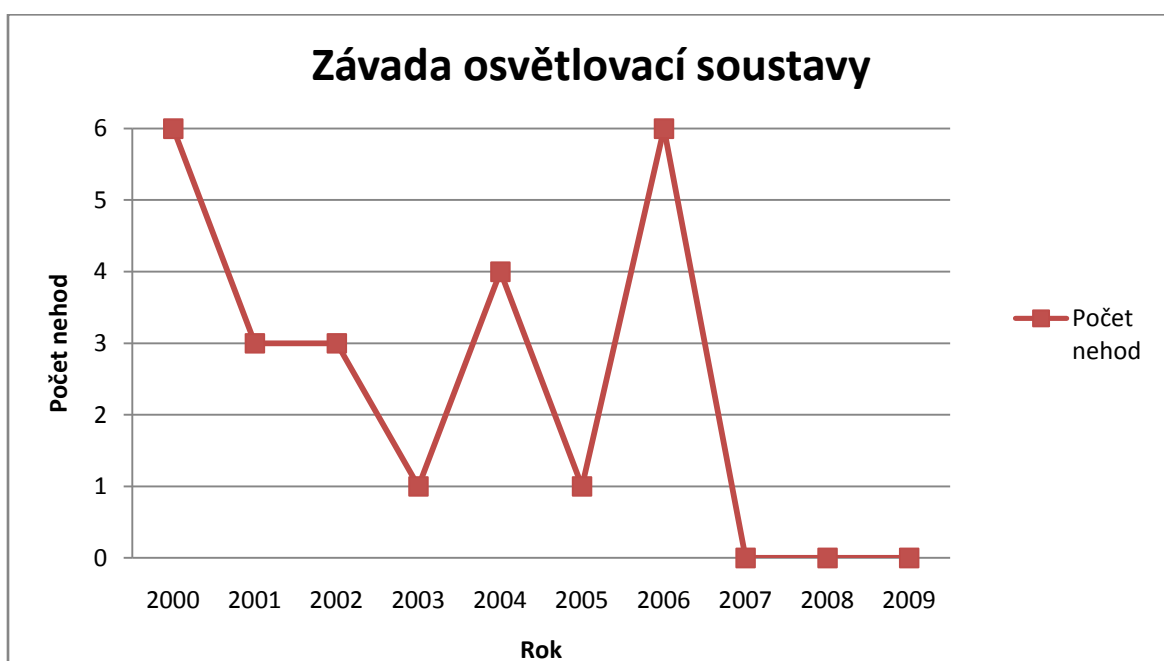
republiky za roky 2003 – 2009, z tabulky č. 24B Přehled nehod podle hlavní příčiny - Technická závada motorového vozidla: Závada osvětlovací soustavy.

Hodnoty v tabulce jsou sečteny pro celou Českou republiku od roku 2000 do 2009. V roce 2008 nebyla tato statistika vedena.

Tabulka 3 - Závada osvětlovací soustavy vozidla [34 - 43]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Počet nehod	6	3	3	1	4	1	6	0	-	0
Procentuální zlepšení oproti roku 2000	-	50%	50%	83%	33%	83%	0%	100%	-	100%

Trend vývoje těchto nehod je klesající, bohužel v roce 2006 došlo k určité výjimce, která mohla být ovlivněna zavedením celoročního povinného svícení.



Obrázek 37 - Graf vývoje nehodovosti při závadách osvětlovací soustavy vozidla [34 - 43]

Ve statistikách jsou nehody evidovány podle krajů, nejvíce nehod v této souvislosti bylo v Západočeském kraji – 8 nehod, Východočeský kraj – 6 nehod, Severočeský kraj – 5 nehod a dále Severomoravský kraj – 3 nehody a Jihočeský kraj – 2 nehody. Z těchto údajů vyplývá, že ve Středočeském kraji, Jihomoravském kraji a Hlavním městě Praha nebyly žádné nehody v této kategorii. [34 - 43]

7.2. Oslnění světlometry jiného vozu

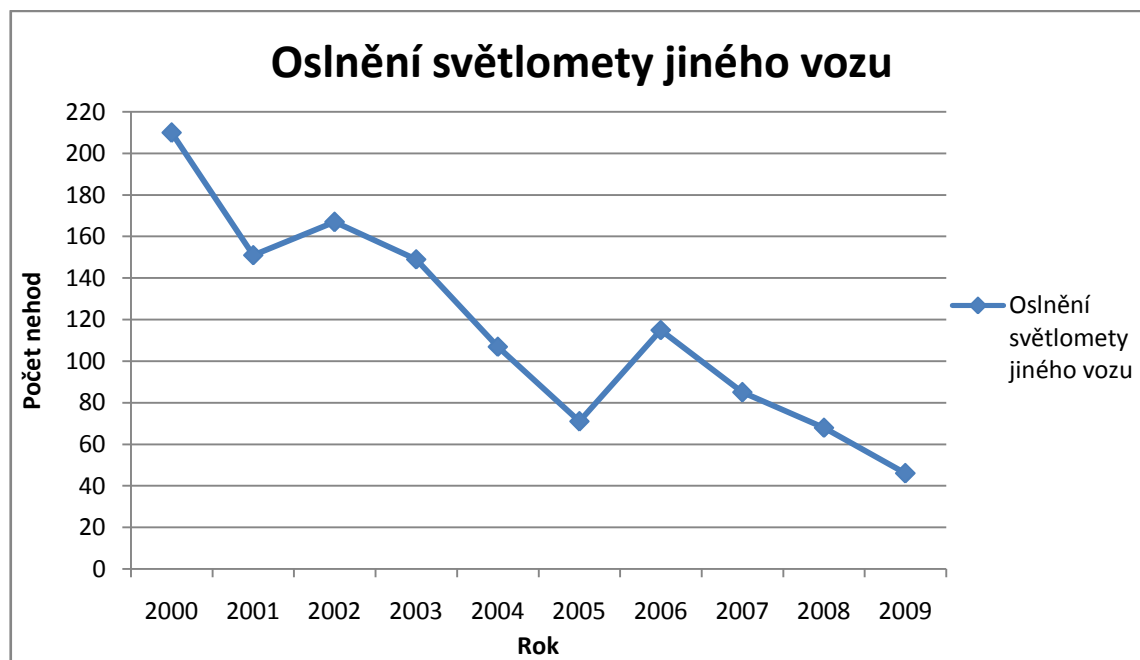
Data jsou čerpána z Přehledu nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za roky 2000 – 2002 a z Přehledu nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za roky 2003 – 2009, z tabulky č. 18B Přehled nehod podle vnějšího ovlivnění řidiče (viníka) – Oslněn světlometry jiného vozu.

Hodnoty v tabulce jsou sečteny pro celou Českou republiku od roku 2000 do 2009.

Tabulka 4 - Oslnění světlometry jiného vozu [34 - 43]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Oslnění světlometry jiného vozu	210	151	167	149	107	71	115	85	68	46
Celkový počet hlášených nehod	211 516	185 664	190 718	195 851	196 484	199 262	187 965	182 736	160 376	74 815
Procentuální podíl ze všech hlášených nehod	0,10%	0,08%	0,09%	0,08%	0,05%	0,04%	0,06%	0,05%	0,04%	0,06%

Data jsou zpracovaná v grafu, z něhož je názorně vidět, že opět rok 2006 „narušuje“ klesající tendenci, která je z velké části ovlivněna modernějšími technologiemi osvětlení, lidé s postupem času obnovují svůj vozový park. Rok 2006 je výjimkou, hlavním vlivem může být výše jmenované zavedené bodového systému.



Obrázek 38 – Graf vývoje nehodovosti při osvětlení světlometry jiného vozu [34 - 43]

Pokud by byla statistika rozdělená do krajů, největší počet nehod byl ve Středočeském kraji – 226 nehod a dále Severočeský kraj – 199 nehod, Severomoravský kraj – 158 nehod, Jihomoravský kraj - 145 nehod, Východočeský kraj – 132 nehod, Jihočeský a Západočeský stejně – 105 nehod a nejméně Hlavní město Praha – 99 nehod. [34 - 43]

7.3. Přehled nehod podle viditelnosti v noci

Data jsou čerpána z Přehledu nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za roky 2000 – 2002 a z Přehledu nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za roky 2003 – 2009, z tabulky č. 31A Přehled nehod podle viditelnosti: V noci – nezhoršená, s veřejným osvětlením. V noci – zhoršená, s veřejným osvětlením. V noci – nezhoršená, bez veřejného osvětlení. V noci – zhoršená, bez veřejného osvětlení.

Hodnoty v tabulce jsou sečteny pro celou Českou republiku od roku 2000 do 2009.

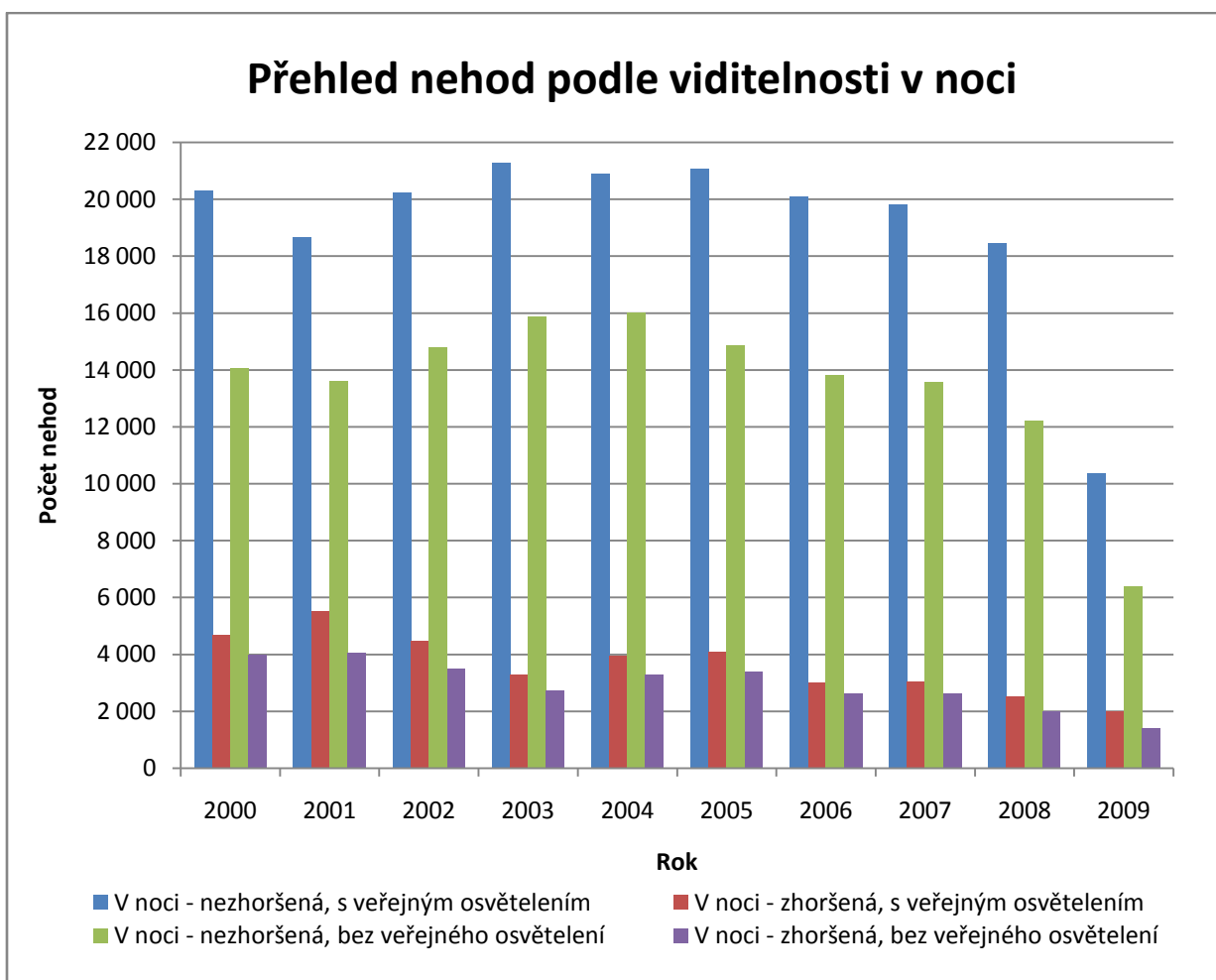
Tabulka 5 – Přehled nehod podle viditelnosti v noci [34 - 43]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
V noci - nezhoršená, s veřejným osvětlením	20 329	18 661	20 254	21 283	20 917	21 077	20 091	19 824	18 450	10 365
V noci - zhoršená, s veřejným osvětlením	4 700	5 534	4 460	3 304	3 966	4 110	3 024	3 033	2 513	2 010
V noci - nezhoršená, bez veřejného osvětlení	14 060	13 613	14 787	15 883	16 013	14 857	13 834	13 597	12 229	6 408
V noci - zhoršená, bez veřejného osvětlení	3 987	4 074	3 499	2 719	3 282	3 386	2 631	2 615	2 019	1 430

Data jsou zpracovaná v grafu (obrázek č. 39), z něhož je názorně vidět, že nejvíce nehod v noci se stává při nezhoršené viditelnosti, s veřejným osvětlením. Dále jsou nejčastější nehody při nezhoršené viditelnosti, bez veřejného osvětlení. Třetím nejčastějším typem jsou nehody v noci při zhoršené viditelnosti, s veřejným osvětlením a jako poslední nehody při zhoršené viditelnosti, bez veřejného osvětlení. Jednoznačně je tedy nejvíce nehod v noci na komunikacích v intravilánu, kde je většina komunikací osvětlených.

Pokud by byly nehody rozděleny podle krajů v letech 2000 - 2009, nejvíce nehod v noci při nezhoršené viditelnosti, s veřejným osvětlením bylo v Hlavním městě Praha – 48 167 nehod. Nejvíce nehod při nezhoršené viditelnosti, bez veřejného osvětlení bylo ve Středočeském kraji – 30 483 nehod.

Hlavním důvodem uvedení této statistiky je porovnání vývoje nehodovosti v závislosti na používání nových systémů, jako je AFL, AFS a nočního vidění. Trend vývoje je opět klesající, největší rozdíl je viditelný mezi roky 2008 a 2009. [34 - 43]



Obrázek 39 - Graf přehledu nehod podle viditelnosti v noci [34 - 43]

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo tvoření komplexního přehledu o technických i obecných vlastnostech vnějšího osvětlení osobních automobilů. Z tohoto důvodu je práce rozdělená do několika tematických celků, které již byly naznačeny v zadání.

Správné osvětlení vozidla a vozovky, nejen v noci ale i ve dne, je jeden ze základních podmínek snížení rizika dopravní nehody nebo jejího úplného vyvarování. V tomto případě je bohužel rozdíl různých druhů světlometů a světel znatelný. V práci jsou popsány téměř všechny detaily, jak systémy fungují, jaké jsou legislativní podmínky jejich používání, také definice základních souvisejících fyzikálních veličin a průběh nehodovosti ve třech zásadních statistikách týkajících se tématu.

Statistiky nehodovosti jsou velice zajímavé a vypovídající. Během posledních 10 let, jež jsou v práci zhodnoceny, se výrazně snížily hodnoty počtů nehod. Nejen technický vývoj, nová legislativa, ale i lidský faktor ovlivnily a ovlivňují pozornost řidičů, od které se následně odvíjí i pravděpodobnost nehody.

V současné době a samozřejmě i do budoucna lze předpokládat, že vývoj osvětlení ve vozidlech nekončí a ani končit nemůže. Výzkumní pracovníci, technici a vědci budou stále dál nepřímo nuceni vyvíjet a zkoušet nové technologie, které budou schopny jízdu v noci, za deště a jinak nepříznivých podmínek co nejvíce přizpůsobit té klasické denní. Budou schopny dostatečně osvětlit co největší oblast před a za vozidlem a při tom nebudou oslňovat protijedoucí řidiče. A v nepodstatné míře budou myslet na životní prostředí. To vše je v dnešní době jen jakousi ideální vidinou, ale během pár let může vývoj poskočit mílovými kroky.

Znalosti z bakalářské práce budou použity jako podklad pro další zpracování tématu v diplomové práci. Zde bude navázáno na současnou verzi práce, dojde k jejímu rozvoji, rozšíření a zhodnocení naměřených hodnot, která mohou osvětlit problematiku osvětlení a pomoci při následném zpracování. Měření bude světelný zdroj (luxmetrem) u různých druhů osvětlení v závislosti na použitých technologiích, vzdálenosti, klimatických podmínkách, automobilech různých značek a na možných situacích při dopravních nehodách. Závěr diplomové práce bude koncipován jako porovnání kvality a technologie osvětlení z hlediska bezpečnosti, oslňování protijedoucích vozidel, osvětlení vozovky a osvětlení chodců a okolí. Tato budoucí práce by mohla současně sloužit jako pomocný materiál při analýze dopravních nehod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] Grof, Tomáš. *Aktivní bezpečnost zaměřená na osvětlení vozidel*. Pardubice, 2008. Diplomová práce (Ing.). Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera.
- [2] PIHAN, Roman. *Fotografovani.cz* [online]. 2007-02-15 [cit. 2010-06-05]. Veličiny pro měření světla. Dostupné z WWW:
<http://www.fotografovani.cz/images3/rom_svetlo_1p_01.gif>.
- [3] First, Jiří a kol. *Zkoušení automobilů a motocyklů : Příručka pro konstruktéry*. Praha : S&T CZ, 2008. 348 s. ISBN 978-80-254-1805-5.
- [4] Commons. In *Wikipedia : otevřená encyklopedie* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, strana naposledy edit. 2010-06-02 [cit. 2010-06-05]. Česká verze. Dostupné z WWW:
<<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Srgbspectrum.png>>.
- [5] PIHAN, Roman. *Fotografovani.cz* [online]. 15. 2. 2007 [cit. 2010-06-05]. Veličiny pro měření světla. Dostupné z WWW:
< http://www.fotografovani.cz/images3/rom_svetlo_1p_02_upr.jpg>.
- [6] Svítivost. In *Wikipedia : otevřená encyklopedie* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, strana naposledy edit. 2010-05-09 [cit. 2010-06-05]. Česká verze. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C3%ADtivost>>.
- [7] Mikulčák, Jiří; Charvát, Jura; Macháček, Martin; [et al.]. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. 4. vyd. Praha : Prometheus, 2007. 206 s. ISBN 978-80-7196-345-5.
- [8] *Atarion s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2010-06-05]. Lumen versus kandela. Dostupné z WWW: <<http://www.led-moduly.cz/lumen-versus-kandela.html>>.
- [9] Vlk, František. *Elektrická zařízení motorových vozidel : [palubní síť, baterie, alternátory, startéry, zapalování, osvětlení]*. 1. vyd. Brno : František Vlk, 2005. 251 s. ISBN 80-239-3718-9.
- [10] Černý, Josef. *Světla a osvětlení silničních vozidel*. 1. vyd. Praha : Nakladatelství dopravy a turistiky, 1995. 40 s. ISBN 80-85884-18-6.
- [11] *Auto-Bits* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Car bulb 380 type. Dostupné z WWW: <<http://www.auto-bits.co.uk/images/www.auto-bits.co.uk/big/bg199251rd1065357885.jpg>>.

- [12] Vlk, František. *Automobilová elektronika 2. / Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. 1. vyd. Brno : František Vlk, 2006. 308 s. ISBN 80-239-7062-3.
- [13] *Coolbulbs.com* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Nokya. Dostupné z WWW: <http://www.coolbulbs.com/images/nokya/NokyaActicWhite_chart_lg.jpg>.
- [14] Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav. *Vývoj a konstrukce světlometů*. 2007. 58 s.
- [15] *EURO-R.com* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Philips D2R Xenon Bulb. Dostupné z WWW: <<http://www.euro-r.com/images/d2rbig.jpg>>.
- [16] *BALBO autoricambi.com* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Lampada H.I.D. D2S Xenon Philips Ultra Blue. Dostupné z WWW: <http://www.balboautoricambi.com/images/d2s_xenon.jpg>.
- [17] *Www.carmotor.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-06-05]. Magazín. Dostupné z WWW: <<http://www.carmotor.cz/magazin/pages/0,412.html>>.
- [18] *JBautodily* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Levé přední světlo - Škoda Felicia 10/94-12/97. Dostupné z WWW: <<http://www.jbautodily.cz/Fotografie/Zbozi/Original/S-6U1941017.jpg>>.
- [19] *TÜV UVMV s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Předpisy. Dostupné z WWW: <<http://predpisy.tuv-sud.cz/predpisy.html>>.
- [20] *ÚNMZ* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. ČSN 30 0024. Dostupné z WWW: <<http://csnonline.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=23165>>.
- [21] *Zákony na webu* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Zákony a vyhlášky. Dostupné z WWW: <<http://sbcr.cz/>>.
- [22] 302/2001 Sb., vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o technických prohlídkách a měření emisí vozidel.
- [23] *Peterson Technik* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Regloskop s luxmetrem TM 260. Dostupné z WWW: <<http://www.peterson-technik.sk/buxus/images/bosch/TM260.jpg>>.
- [24] *Elektrika* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Osvětlení. Dostupné z WWW: <<http://lazo.czechian.net/elektrika/osvetleni.htm>>.

- [25] *VW Polo* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Seřízení světlometů. Dostupné z WWW: <http://www.vw-polo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199:seizeni-svtlomet&catid=67:rady-a-navody&Itemid=87>.
- [26] Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav. *Světlometry a elektronika světlometů*. 2007. 39 s.
- [27] STACHA, Jan. *AutoTýden.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Spasitel, nebo škůdce: noční vidění. Dostupné z WWW: <http://www.tyden.cz/rubriky/auta/slovnicek/spasitel-nebo-skudce-nocni-videni_123687.html>.
- [28] *AutoPlanet.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-06-05]. FLIR pomáhá BMW vylepšit noční vidění. Dostupné z WWW: <<http://www.autoplanet.cz/blog/flir-pomaha-bmw-vylepsit-nocni-videni/?addcomm&pg=106>>.
- [29] *Autolexicon.net* [online]. 2009-02-20 [cit. 2010-06-05]. BMW Night Vision. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/bmw-night-vision-nocni-videni>>.
- [30] *Hyperinzerce* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Inzeráty. Dostupné z WWW: <<http://hyperinzerce.cz/x-cz/inz/1897/1897563-peugeot-206-1-4-roland-garos-5dver--11.jpg>>.
- [31] *Denní svícení* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Články. Dostupné z WWW: <<http://www.dennisviceni.cz/>>.
- [32] *Denní svícení* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Galerie. Dostupné z WWW: <http://www.dennisviceni.cz/fotky3176/fotom/_f_2ledayline-golf2.jpg>.
- [33] *Denní svícení* [online]. 2010 [cit. 2010-06-05]. Speciální světla pro denní svícení spotřebují méně energie. Dostupné z WWW: <<http://www.dennisviceni.cz/dennisviceni/3-CLANKY/17-Denni-sviceni-lhned-cz>>.
- [34] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za rok 2000. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2001.
- [35] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za rok 2001. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2002.

- [36] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti v silničním provozu na území České republiky za rok 2002. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2003.
- [37] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2003. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2004.
- [38] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2004. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2005.
- [39] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2005. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2006.
- [40] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2006. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2007.
- [41] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2007. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2008.
- [42] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2008. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2009.
- [43] POLICIE ČR. Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2009. Praha : Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2010.
- [44] Hella KGaA Hueck & Co. Lippstadt, Německo. *Technical Information, Light – Headlamps*. 12 s.
- [45] Hella KGaA Hueck & Co. Lippstadt, Německo. *Technical Information, Light – Pedestrian Protection*. 8s.
- [46] Šachl, Jindřich (st.); Šachl, Jindřich (ml.); Schmidt, Drahomír; [et al.]. *Analýza nehod v silničním provozu*. 2. vyd. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znalectví, 2008. 154 s.

- [47] *Autolexicon.net* [online]. 2009-02-26 [cit. 2010-06-07]. Světlo met automobilu. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/svetlomet-automobilu>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1 - Viditelné barevné spektrum [4]	12
Obrázek 2 - Relativní citlivost oka v závislosti na vlnové délce světla [2]	12
Obrázek 3 - Prostorově vyjádřená svítivost [5]	13
Obrázek 4 - Konvenční žárovka [11]	17
Obrázek 5 - Halogenový cyklus [1]	18
Obrázek 6 - Schéma halogenové žárovky H4 [9]	18
Obrázek 7 - Nejpoužívanější halogenové žárovky H1, H3, H4 a H7 [13]	18
Obrázek 8 - Schéma xenonové výbojky D2S [9]	19
Obrázek 9 - Xenonové výbojky D2R (vlevo) a D2S (vpravo) [15, 16]	20
Obrázek 10 - První LED dioda pro přední světlomety (Luxeon K2 SMT) [14]	21
Obrázek 11 - Schéma nových světlometů Audi s LED diodami [17]	21
Obrázek 12 - Schéma parabolického reflektoru s rozptylovým sklem [9]	22
Obrázek 13 - Škoda Felicia (A02) světlomet s krycím sklem [18]	23
Obrázek 14 - Reflektor z vozu Škoda Roomster s jednotlivými segmenty – fazety	23
Obrázek 15 – Světlomet z vozu Škoda Roomster s reflektorovým světlometem	24
Obrázek 16 - Schéma principu zobrazovací optiky [9]	24
Obrázek 17 - Škoda Fabia (A04) s projekčním světlometem [14]	25
Obrázek 18 - DE-modul a schéma rozložení modulu [14]	25
Obrázek 19 - Schéma Bi-xenonového modulu [14]	26
Obrázek 20 - Pole barevných spekter světelných a signálních zařízení vozidel [3]	33
Obrázek 21 - Zóny přípustných viditelností světelných s barevným odlišením [3]	35
Obrázek 22 - Geometrie rozmístění a úhly viditelnosti světelných na přední straně vozidla [3]	36
Obrázek 23 – Regloskop [23]	37
Obrázek 24 - Porovnání projetí zatáčkou s adaptivními (nahore) a klasickými (dole) světlomety [14]	51
Obrázek 25 – Schéma osvětlení oblasti adaptivními statickými světlomety při odbočování [26]	51
Obrázek 26 – Adaptivní statické světlomety u vozů Škoda Auto [26]	52
Obrázek 27 - Schéma osvětlení oblasti adaptivními dynamickými světlomety při odbočování [26]	53
Obrázek 28 – Adaptivní dynamické světlomety u vozů Škoda Auto v kombinaci s projekčními světlomety s xenonovou výbojkou [26]	53
Obrázek 29 – Porovnání tlumeného (vlevo), městského (uprostřed) a dálničního světla (vpravo)	54

Obrázek 30 - Porovnání tlumeného světla (vlevo) a světla do špatného počasí (vpravo), schéma uprostřed	54
Obrázek 31 - Zobrazení osob a zvířat systémem NIR ve voze Mercedes [27]	57
Obrázek 32 - Infrakamera, samostatný modul a příklad zabudování v nárazníku vozidla [28, 29]	57
Obrázek 33 - Zobrazení osob a zvířat systémem FIR ve voze BMW [29].....	58
Obrázek 34 - Ukázka světleného senzoru na čelním skle osobního vozu Peugeot [30] ...	59
Obrázek 35 - Příklad zabudování LED diod pro denní svícení v předním nárazníku [32] .	60
Obrázek 36 - Porovnání vozidel bez rozsvícených světlometů (vlevo), tlumených světlometů (uprostřed) a světel pro denní svícení (vpravo) [26]	61
Obrázek 37 - Graf vývoje nehodovosti při závadách osvětlovací soustavy vozidla [34 - 43]	63
Obrázek 38 – Graf vývoje nehodovosti při osvětlení světlometry jiného vozu [34 - 43].....	64
Obrázek 39 - Graf přehledu nehod podle viditelnosti v noci [34 - 43]	66

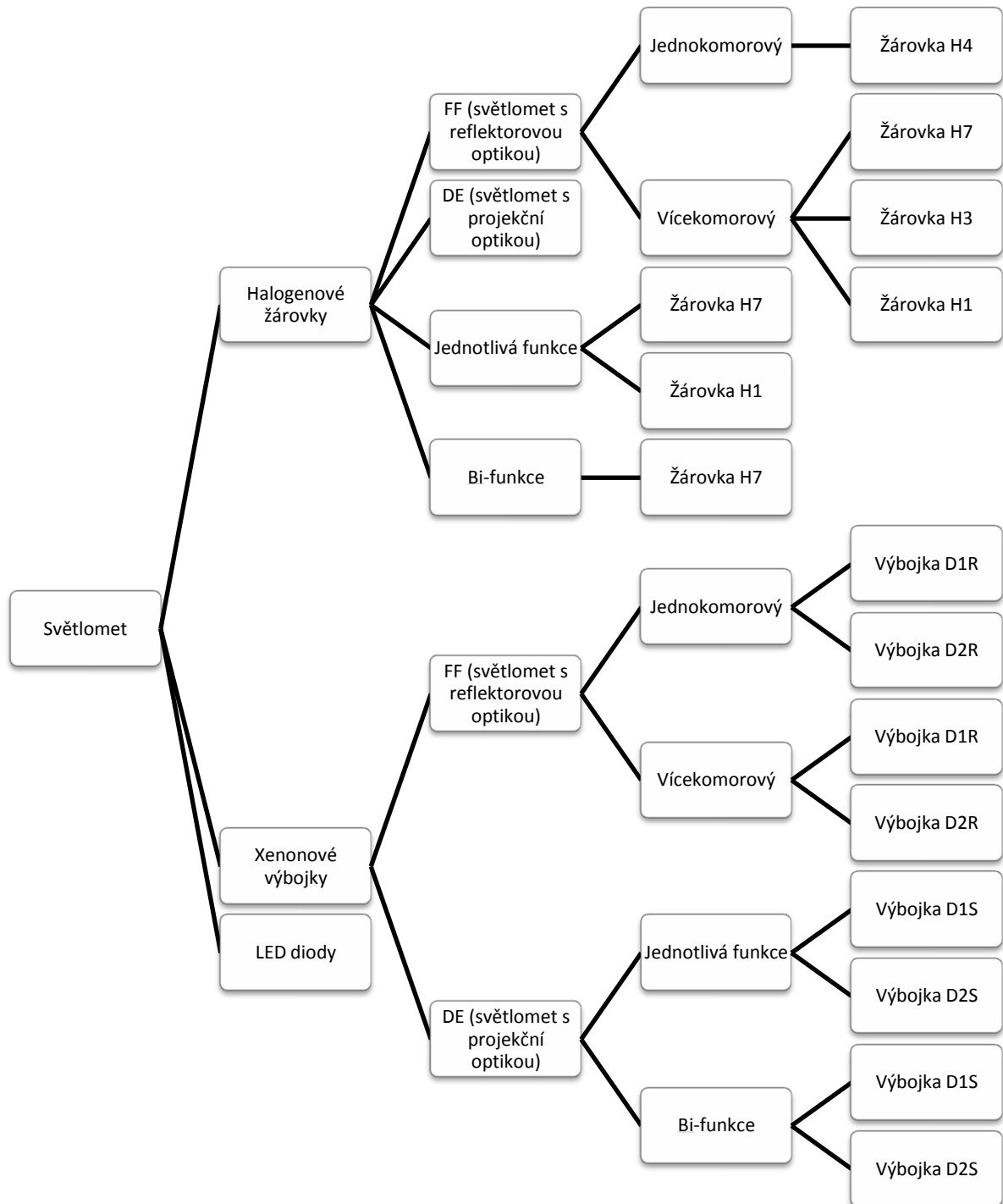
SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 - Kolorimetrické hodnoty světelných a signálních zařízení vozidel [3]	34
Tabulka 2 - Hodnoty energetické náročnosti určitých spotřebičů ve vozidle [33]	60
Tabulka 3 - Závada osvětlovací soustavy vozidla [34 - 43]	63
Tabulka 4 - Oslnění světlomety jiného vozu [34 - 43].....	64
Tabulka 5 – Přehled nehod podle viditelnosti v noci [34 - 43].....	65

SEZNAM PŘÍLOH:

- A Rozpadové schéma světlometů ve vozidlech Škoda Auto [14]
- B Tabulka hodnot svítivosti pro jednotlivé druhy světelné signalizace [3]
- C1 Tabulka rozmístění světelných zařízení a úhly viditelnosti [3]
- C2 Vyznačení jednotlivých veličin z tabulky v příloze C1 na nákresu automobilu [3]
- D Kategorie vozidel [3]

A Rozpadové schéma světlometů ve vozidlech Škoda Auto [14]



B Tabulka hodnot svítivosti pro jednotlivé druhy světelné signalizace [3]

Druh světla		Svítivost / [cd]			
		Min.	Max.		
			1 světlo	Souprava 2 světel ³⁾	
Denní světlomety		400	800		
Zadní světlo do mlhy		150	300		
Zpětný světlomet		80	300 ¹⁾		
Směrovky	Přední - 1	175	700	490 ²⁾	980
	Přední - 1a	250	800	560 ²⁾	1120
	Přední - 1b	400	800	600 ²⁾	1200
	Zadní - 2a	50	200	140 ²⁾	280
	Zadní - 2b	175	700	490 ²⁾	980
	Zadní noc	40	120	84 ²⁾	168
	Boční	0,6	200	140 ²⁾	280
Brzdové světlo	Kategorie S1	40	100	70 ²⁾	140
	Kategorie S2 - den	130	520	366 ²⁾	728
	Kategorie S2 - noc	30	80	56 ²⁾	112
	Kategorie S3	25	80	56 ²⁾	110
Přední obrysové světlo ^{4) 5)}		4	60	42 ²⁾	84
Zadní obrysové světlo		4	12	8,5 ²⁾	17
Obrysové světlo boční	SM1	4	25		
	SM2	0,6	25		
Parkovací světlo	Přední	2	60		
	Zadní	2	30		
Osvětlení zadní registrační značky		2,5·m ⁻²			

- 1) 600 cd vertikálně 5° dolů a 8000 cd pod 5° dolů.
- 2) Hodnoty pro svítidlo se značkou „D“.
- 3) Celková hodnota max. svítivosti souboru dvou světel se získá součinem svítivosti jednoho světla a číslem 1,4.
- 4) Pokud je sloučeno se světlometem, platí max. 100 cd.
- 5) Hodnoty platí i pro doplňkové obrysové světlo.

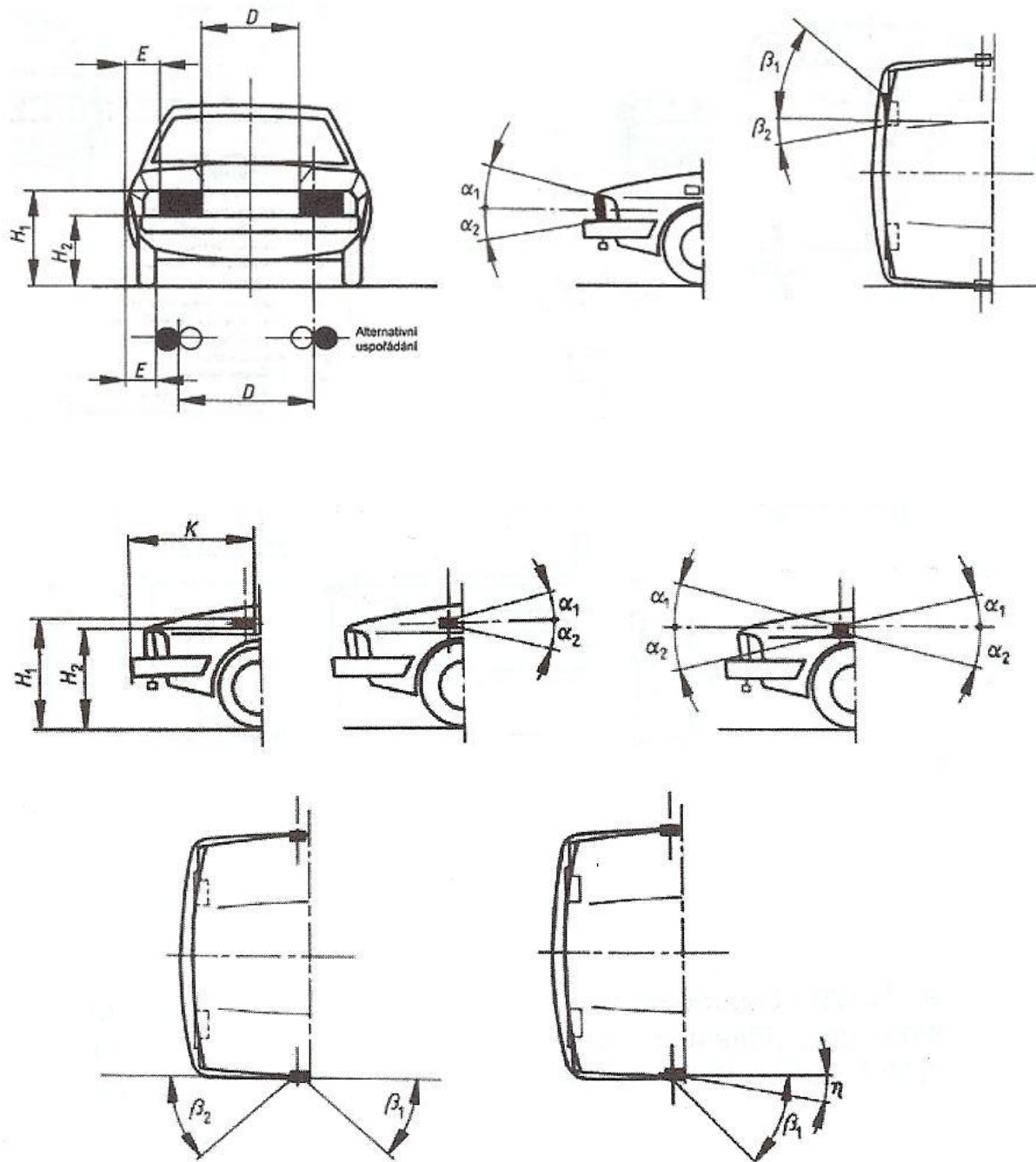
C1 Tabulka rozmístění světelných zařízení a úhly viditelnosti [3]

	Kategorie vozidel	Počet	Barva	α_1	α_2	β_1	β_2	D	E	H ₁	H ₂	K	η
Dálkové světlo	L	1 (2)	bílá	>5	>5	>5	>5	<200	střed	<1300	>500		
	M, N	2 (4)											
Potkávací světlo	L	1 (2)	bílá	15 ³⁾	10 ³⁾		45 ¹⁾	<200	střed	<1200	>500		
	M, N	2					10	>600 ²⁾	<400				
Přední mlhovka	L	1 (2)	bílá (žlutá)	15	10	45	45 ⁵⁾		střed ⁴⁾		>250		
	M, N	2		5	5	45	10	<400	<800				
Zadní mlhovka	L	1 (2)	červená	15	10		25 ⁵⁾			<900	>250		
	M, N			5	5	25	<1000 ⁶⁾						
Zpětné světlo	M, N, O ⁷⁾	1,2	bílá	15	5	45	45 ⁸⁾			<1200	>250		
Směrové světlo	L	4	oranžová	15	15 ⁹⁾	80	20	>180	¹²⁾	<1200	>350 ¹¹⁾	<300	5
	M, N, O	4 až 8		15	15 ⁹⁾	¹³⁾	¹³⁾	>600 ¹⁰⁾	<400	<1500	<1200		
Výstražný signál	Platí shodné parametry se směrovými světly												
Osvětlení registrační značky	L	1	bílá	15 ¹⁵⁾	0 ¹⁵⁾	30 ¹⁵⁾						<1200 ¹⁵⁾	>300 ¹⁵⁾
	M, N, O												
Brzdové světlo	L	1 (2)	červená	15	15 ⁹⁾	45	45 ⁵⁾			<1500 ¹⁶⁾	>250		
	M, N, O	2					45	>600 ¹⁰⁾	<400	>350			
Brzdové světlo střední	M, N, O	1 (20)	červená	10	5	10	10		střed ± 150		>850 ¹⁷⁾		
Přední obrysová světlo	L	1 (2)	bílá	15	15 ⁹⁾	80	45	>600 ¹⁰⁾	<400	<1200	>350		
	M, N, O ¹⁸⁾	2								<1500 ¹⁶⁾			
Zadní obrysová světlo	L	1 (2)	červená	15	15 ⁹⁾		80 ⁵⁾			<1500	>250		
	M, N, O	2 (4)					45	>600 ¹⁰⁾	<400	<1500 ¹⁶⁾	>350		
Parkovací světlo	M, N, O ¹⁹⁾		bílá, červená, oranžová	15	15 ⁹⁾	45	45		<400	<1500 ¹⁶⁾	>350		
Boční obrysová světlo	M, N, O	2+2	oranžová	10	10 ⁹⁾	45	45			<1500 ¹⁶⁾	>250	<3000 p. <1000 z.	
Denní světlo	M, N ⁷⁾	2	bílá	10	10	20	20	>600 ¹⁰⁾	<400	<1500	>250		

	Kategorie vozidel	Počet	Barva	α_1	α_2	β_1	β_2	D	E	H ₁	H ₂	K	η
Přední odrazové sklo	M, N, O ⁷⁾	2	bílá (transp.)	10	10 ₉₎	30	30	>600 ₁₀₎	<400	<900	>250		
Zadní odrazové sklo ²⁰⁾	L	1 (20)	červená	10	10 ₉₎	30	30	>600 ₁₀₎	<400	<900	>250		
	M, N, (O ⁷⁾)	2											
Zadní odrazové sklo ²¹⁾	O	2	červená	15	15 ₉₎	30	30	>600	<400				
Boční odrazové sklo ²⁰⁾	L	2 (4)	oranžová	15	15 ₉₎	30	30			<900	>300		
	M, N, (O ¹⁹⁾)			10	10 ₉₎	45	45				>250		

- 1) 10 v případě dvou potkávacích světél.
- 2) Může být zmenšeno až na 400 u vozidel užších než 1300 mm.
- 3) Měřeno při nezatíženém vozidle, pro jiná zatížení viz dále.
- 4) ± 250 mm.
- 5) 10 v případě dvou světél.
- 6) Pro off-road vozidla až 1200.
- 7) Nepovinné.
- 8) 30° směrem dovnitř v případě dvou světél.
- 9) 5° pro světla umístěná níž než 750 mm.
- 10) Může být sníženo až na 400 mm pro vozidla užší než 1300 mm.
- 11) 500 mm pro vozidla jiná než M1 a N1.
- 12) Platí zvláštní pravidla podle EHK/OSN č. 53.
- 13) Podle EHK/OSN č. 48.
- 15) Podle ISO 303:1986.
- 16) Max 2100 pokud tvar karoserie nedovoluje dodržet výšku 1500 mm.
- 17) Nebo < 1500 mm pod horním okrajem zadního okna, avšak vždy nad brzdovými světly párovými.
- 18) Nepovinné pro přípojná vozidla užší než 1600 mm.
- 19) Nepovinné pro vozidla kratší než 6 m a užší než 2 m.
- 20) Netrojúhelníkové.
- 21) Trojúhelníkové.

C2 Vyznačení jednotlivých veličin z tabulky v příloze C1 na nákrese automobilu [3]



D Kategorie vozidel [3]

Značka	Obsah a členění kategorie
L	Motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly
L _A	Moped (dvoukolové) - zdvihový objem válců do 50 cm ³ (při pohonu spalovacím motorem) a maximální konstrukční rychlost do 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu.
L _B	Moped (tříkolka) - zdvihový objem válců do 50 cm ³ (při pohonu spalovacím motorem) a maximální konstrukční rychlost do 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; s jakýmkoli uspořádáním kol a moped (lehká čtyřkolka) - hmotnost v nenaloženém stavu je menší než 350 kg, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě el. vozidel, dále, maximální konstrukční rychlost je nižší než 45 km/h a zdvihový objem válců je menší než 50 cm ³ u zážehových motorů nebo pro jiné druhy motorů maximální čistý výkon nepřesahuje 4 kW.
L _C	Motocykl (dvoukolové) - zdvihový objem válců nad 50 cm ³ (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlost nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu.
L _D	Motocykl s postraním vozíkem (se třemi koly) - zdvihový objem válců nad 50 cm ³ (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlostí nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; se třemi koly uspořádanými nesouměrně vzhledem ke střední podélné rovině.
L _E	Tříkolka - zdvihový objem válců nad 50 cm ³ (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlostí nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; se třemi koly uspořádanými souměrně vzhledem ke střední podélné rovině čtyřkolka - jiné než lehké tříkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu nepřesahuje 400 kg nebo 550 kg u vozidel určených k přepravě nákladů, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě el. vozidel a dále, u nichž maximální čistý výkon motoru nepřesahuje 15 kW.
M	Motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu osob.
M ₁	Vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, nebo víceúčelová vozidla.
M ₂	Vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5000 kg.
M ₃	Vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 5000 kg.
N	Motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu nákladů.
N ₁	Vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg.
N ₂	Vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3500 kg, avšak nepřevyšuje 12000 kg.
N ₃	Vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12000 kg.
O	Přípojná vozidla.
O ₁	Přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg.
O ₂	Přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, nepřevyšuje 3500 kg.
O ₃	Přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3500 kg, nepřevyšuje 10000 kg.
O ₄	Přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10000 kg.
T	Traktory zemědělské nebo lesnické.
S	Pracovní stroje.
R	Ostatní vozidla, která nelze zařadit do výše uvedených kategorií.