

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

## **OPTIMALIZACE SYSTÉMŮ OSVĚTLENÍ VOZIDEL**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

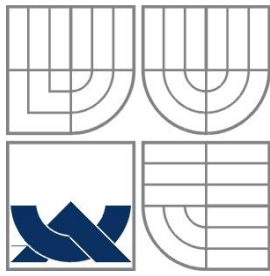
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

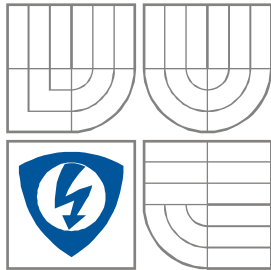
TOMÁŠ VALA

AUTHOR

BRNO 2010



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLÓGIÍ**  
**ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY  
A ELEKTRONIKY**  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC  
ENGINEERING

# **OPTIMALIZACE SYSTÉMŮ OSVĚTLENÍ VOZIDEL**

**OPTIMALIZATION SYSTEM VEHICLE LIGHTING**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Tomáš Vala

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

BRNO, 2010



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

# Bakalářské práce

bakalářský studijní obor  
Silnoproudá elektrotechnika a výkonová elektronika

**Student:** Vala Tomáš

**Ročník:** 3

**ID:** 109740

**Akademický rok:** 2009/10

**NÁZEV TÉMATU:**

## Optimalizace systémů osvětlení vozidel

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

1. Popište stručně systémy osvětlení vozidel a jejich vývoj.
2. Posuďte možnosti inovace (modernizace) hlavních světel vozidla se zaměřením na systémy pro noční viděný signalizaci a rozlišování dopravních značek.
3. Navrhněte způsob praktického využití ve cvičeních z předmětu BAEB.

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

Dle doporučení vedoucích

**Termín zadání:** 1.10.2009

**Termín odevzdání:** 27.05.2010

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

**Konzultanti semestrální práce:**

**doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.**  
*předseda oborové rady*

**UPOZORNĚNÍ:**

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

## **Abstrakt**

Osvětlení silničních vozidel v dnešní době je jedno z nejdůležitějších témat bezpečnosti provozu. Od 1. července 2006 byla stanovena nová pravidla, která představují celodenní svícení za dne, za nesnížené viditelnosti po celý rok. Novelizace pravidel silničního provozu byla vyvolána zejména nutností zvýšit bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.

Automobilová elektrotechnika se zabývá osvětlováním vozidel a zdokonalování osvětlení za nepříznivých situací (mlha, déšť, noc). Dochází k modernizaci osvětlení a přídavných světel jako jsou například adaptivní světlomety, systémy pro noční vidění. Osvětlení je nejzákladnějším prvkem aktivní bezpečnosti, který přispívá ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

## **Abstract**

In the present vehicle lighting is one of the most important topics of safety in traffic. The new rules were determined since 1st July introducing all-day lightening during a day in a full vision over all year. Updating of rules of traffic was especially generated by necessity of heighten the safety in traffic on roads.

Automotive electronics is concerned with a lighting of vehicles and improving of lighting in unfavourable situations (mist, rain, night). Modernizing is lighting of additional lights like for example adaptive headlights, night vision systems. Lighting is the most basic component of active safety which contribute to increment of safeness of traffic.

## **Klíčová slova**

Adaptivní světlomety; bezpečnost provozu; noční vidění; osvětlení vozidel; zdroje světla.

## **Keywords**

Adaptive headlights; safety in service; night vision; vehicle lighting; sources lights.

## **Bibliografická citace**

VALA, T. *Optimalizace systémů osvětlení vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 60s. Vedoucí semestrální práce prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Optimalizace systémů osvětlení vozidel jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

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

V Brně dne .....

Podpis autora .....

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Vítězslavu Hájkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne .....

Podpis autora .....





## Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>14</b>
<b>2 SVĚTLO, ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>15</b>
2.1 VLASTNOSTI SVĚTLA .....	15
2.2 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY .....	16
2.3 DŮLEŽITÉ POJMY Z OPTIKY.....	16
<b>3 KLASIFIKACE OSVĚTLENÍ VOZIDEL</b> .....	<b>17</b>
3.1 OSVĚTLENÍ VOZIDEL .....	17
3.2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SVĚTEL A SVĚTELNÝCH ZAŘÍZENÍ .....	17
3.3 HLAVNÍ ČÁSTI SVÍTIDLA .....	18
<b>4 ZDROJE SVĚTLA</b> .....	<b>19</b>
4.1 ŽÁROVKY .....	19
4.1.1 HISTORIE VZNIKU ŽÁROVKY .....	19
4.1.2 ŽÁROVKY PRO MOTOROVÁ VOZIDLA .....	20
4.1.3 BĚŽNÉ ŽÁROVKY (KONVENČNÍ) .....	21
4.1.4 LED ŽÁROVKY .....	22
4.1.5 HALOGENOVÉ ŽÁROVKY .....	23
4.2 KONSTRUKČNÍ PROVEDENÍ ŽÁROVKY .....	24
4.2.1 VLÁKNO .....	24
4.2.2 PATICE .....	24
4.3 NĚKTERÉ DRUHY ZDROJŮ .....	25
4.3.1 ZÁŘIVKY .....	25
4.3.2 VÝBOJKY .....	25
4.3.3 KAPALNÉ KRYSTALY (LCD) .....	26
4.3.4 XENONOVÉ VÝBOJKY .....	26
4.3.5 BIXENONOVÉ VÝBOJKY .....	27
<b>5 SVĚTLOMETY</b> .....	<b>28</b>
5.1 SVĚTLOMETY VOZIDEL .....	28
5.2 KONSTRUKCE HLAVNÍCH SVĚTLOMETŮ (USPOŘÁDÁNÍ SVĚTLOMETŮ).....	29
5.2.1 ODRAZOVÁ PLOCHA .....	29
5.2.2 KRYCÍ SKLO .....	30
5.2.3 POUZDRO SVĚTLOMETU.....	31
5.3 PROVEDENÍ SVĚTLOMETŮ.....	32
5.4 DÁLKOVÉ SVĚTLOMETY .....	32
5.5 TLUMENÁ SVĚTLA .....	32
5.5.1 EVROPSKÝ SYSTÉM .....	32
5.5.2 AMERICKÝ SYSTÉM .....	33
5.6 OSVĚTLENÍ VOZIDEL .....	33
5.6.1 PARABOLICKÉ SVĚTLOMETY.....	34
5.6.2 ELIPSOIDNÍ SVĚTLOMETY .....	34
5.6.3 SVĚTLOMETY S VOLNOU ODRAZOVOU PLOCHOU .....	34



5.6.4 KOMBINOVANÉ SVĚTLOMETY .....	34
<b>6 MODERNÍ KONSTRUKCE SVĚTLOMETŮ.....</b>	<b>35</b>
6.1 SVĚTLOMET BI – XENON.....	35
6.1.1 BI – XENONOVÝ SVĚTLOMET S ODRAZOVÝM SYSTÉMEM .....	35
6.1.2 BI – XENONOVÝ PROJEKČNÍ SVĚTLOMET .....	35
6.2 SVĚTLOMET SUPER DE.....	35
6.3 PES – PROJEKČNÍ SVĚTLOMETY (POLYELIPSOIDNÍ SVĚTLOMETY) .....	36
6.4 REFLEXNÍ SVĚTLOMETY .....	36
6.5 SYSTÉM SVĚTLOMETŮ „LITRONIC“ (LIGHT-ELECTRONICS).....	37
6.6 BI-LITRONIC (BIFUNKČNÍ LITRONIC) .....	38
<b>7 MODERNÍ ZPŮSOBY ŘEŠENÍ HLAVNÍCH SVĚTEL.....</b>	<b>39</b>
7.1 VÝVOJ ADAPTIVNÍCH SVĚTLOMETŮ .....	39
7.2 STATICKÉ SVĚTLOMETY .....	40
7.3 ADAPTIVNÍ DYNAMICKÉ SVĚTLOMETY AHL (ADAPTIVE HEAD LIGHTS).....	41
7.4 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY AFL (ADAPTIVE FORWARD LIGHTING).....	42
7.5 SYSTÉM ALC (CORNERING LIGHTS WITH ADAPTIVE LIGHT CONTROL).....	43
7.6 DLS SYSTÉM OSVĚTLENÍ (DISTRIBUTIVE LIGHTING SYSTEM).....	43
7.7 PÍXELOVÉ SVĚTLOMETY .....	44
<b>8 PŘÍDAVNÉ SVĚTLOMETY.....</b>	<b>45</b>
8.1 PŘÍDAVNÉ SVĚTLOMETY DO MLHY .....	45
<b>9 SYSTÉMY PRO NOČNÍ VIDĚNÍ .....</b>	<b>46</b>
9.1 NEAR INFRA-RED (NIR).....	46
9.1.1 VYUŽITÍ TECHNOLOGIE NIR V PRAXI.....	46
9.2 FAR INFRA-RED (FIR).....	48
<b>10 REGULACE DOSAHU SVĚTLOMETŮ .....</b>	<b>49</b>
10.1 RUČNÍ NASTAVOVÁNÍ SKLONU SVĚTLOMETŮ .....	49
10.2 AUTOMATICKÉ NASTAVOVÁNÍ SKLONU SVĚTLOMETŮ .....	50
10.2.1 STATICKÉ SYSTÉMY .....	50
10.2.2 DYNAMICKÉ SYSTÉMY .....	50
<b>11 ZOBRAZOVAČ VIRTUÁLNÍHO OBRAZU HEAD-UP DISPLAY (HUD).....</b>	<b>51</b>
<b>12 OSTATNÍ OSVĚTLENÍ NA VOZIDLE .....</b>	<b>52</b>
12.1 BRZDOVÁ SVĚTLA.....	52
12.2 SMĚROVÁ SVĚTLA .....	52
12.3 ZADNÍ SKUPINOVÉ SVÍTILNY .....	53
12.4 ZPĚTNÁ SVĚTLA.....	54
12.5 VÝSTRAŽNÁ SVĚTLA .....	54
12.6 SVĚTELNÁ HOUKAČKA .....	54
12.7 OSVĚTLENÍ REGISTRAČNÍ ZNAČKY .....	55
12.8 OSVĚTLENÍ PŘÍSTROJŮ .....	55



<b>12.9 KONTROLNÍ SVĚTLA (KONTROLKY, SIGNÁLKY).....</b>	<b>55</b>
<b>12.10 VÝSTRAŽNÝ MAJÁK .....</b>	<b>55</b>
<b>13 NAVRŽENÍ ZPŮSOBU PRAKTICKÉHO VYUŽITÍ V PŘEDMĚTU BAEB.....</b>	<b>56</b>
<b>13.1 VYUŽITÍ V PŘEDNÁŠKÁCH .....</b>	<b>56</b>
<b>13.2 VYUŽITÍ V LABORATORNÍCH CVIČENÍCH .....</b>	<b>56</b>
13.2.1 MĚŘENÍ INTENZITY OSVĚTLENÍ U AUTOMOBILOVÝCH ŽÁROVEK.....	57
<b>14 ZÁVĚR.....</b>	<b>58</b>
<b>15 SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>59</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>obrázek 2.1a): Šíření ve vakuu .....</i>	<i>15</i>
<i>obrázek 2.1b): Rozklad bílého světla na barevné složky.....</i>	<i>15</i>
<i>obrázek 4.1.2: Přehled žárovek ve vozidle .....</i>	<i>20</i>
<i>obrázek 4.1.3a): Konvenční a svíčková žárovka .....</i>	<i>21</i>
<i>obrázek 4.1.3b): Popis žárovky .....</i>	<i>22</i>
<i>obrázek 4.1.4: Různé typy LED žárovek.....</i>	<i>23</i>
<i>obrázek 4.1.5: Wolframové vlákno v halogenové žárovce a halogenová žárovka H4.....</i>	<i>24</i>
<i>obrázek 4.3.1: Zářivky.....</i>	<i>25</i>
<i>obrázek 4.3.2: Halogenidové výbojky .....</i>	<i>26</i>
<i>obrázek 4.3.4: Xenonové výbojky.....</i>	<i>26</i>
<i>obrázek 5.2: Základní uspořádání světlometů.....</i>	<i>29</i>
<i>obrázek 5.2.1a): Dálkové světlo .....</i>	<i>30</i>
<i>obrázek 5.2.1b): Tlumené světlo.....</i>	<i>30</i>
<i>obrázek 5.2.2a): Reflektor světlometu vytváří paralelní světelné paprsky.....</i>	<i>31</i>
<i>obrázek 5.2.2b): Rozptylové sklo vytváří požadovaný výstup světla.....</i>	<i>31</i>
<i>obrázek 5.5.1: Rozdělení světla v úrovni vozovky .....</i>	<i>33</i>
<i>obrázek 5.6.2: Odrážecí plocha DE.....</i>	<i>34</i>
<i>obrázek 6.1: Bi – xenonový světlomet pro Škoda Octavia .....</i>	<i>35</i>
<i>obrázek 6.2: Super DE systém, hlavní světlomet pro vozy s regulací sklonu světelných paprsků .....</i>	<i>35</i>
<i>obrázek 6.3a): Projekční světlomet s natáčením.....</i>	<i>36</i>
<i>obrázek 6.3b): Princip zobrazovací optiky projekčního světlometu (objektiv = čočka).....</i>	<i>36</i>
<i>obrázek 6.4: Reflexní světlomet bez mlhového světla pro Audi .....</i>	<i>37</i>
<i>obrázek 6.5: Systém Litronic v reflexním světlometu .....</i>	<i>38</i>
<i>obrázek 6.6: Bifunkční Litronic.....</i>	<i>38</i>
<i>obrázek 7.1: Adaptivní světlomet při osvětlení zatáčky .....</i>	<i>40</i>
<i>obrázek 7.2a): Statický světlomet pro odbočování.....</i>	<i>40</i>
<i>obrázek 7.2b): Doplnkové postranní světlometry .....</i>	<i>41</i>
<i>obrázek 7.3: Adaptivní dynamické světlometry .....</i>	<i>42</i>
<i>obrázek 7.4: Systém AFL pro jízdu na dálnici .....</i>	<i>42</i>
<i>obrázek 7.7: Čip DMD se zvětšenou plochou zrcadel.....</i>	<i>44</i>
<i>obrázek 8.1: Světla do mlhy .....</i>	<i>45</i>
<i>obrázek 9.1: Princip zařízení pro noční vidění NIR.....</i>	<i>47</i>
<i>obrázek 9.2: Umístění termovizní kamery v předním nárazníku.....</i>	<i>48</i>
<i>obrázek 10: Dosah světla na rovné vozovce bez regulace sklonu světlometů.....</i>	<i>49</i>
<i>obrázek 10.1: Ovladač ručního nastavení sklonu světlometů .....</i>	<i>49</i>
<i>obrázek 10.2.2:Principiální zobrazení dynamické samočinné regulace sklonu světlometů .....</i>	<i>50</i>
<i>obrázek 11: Princip systému HUD.....</i>	<i>51</i>
<i>obrázek 12.1: Brzdové světlo LED.....</i>	<i>52</i>
<i>obrázek 12.2: Boční směrové svítidlo.....</i>	<i>53</i>
<i>obrázek 12.3: Zadní skupinová svítidla Škoda Fabia .....</i>	<i>53</i>
<i>obrázek 12.5: Výstražná světla.....</i>	<i>54</i>
<i>obrázek 12.7: Osvětlení SPZ.....</i>	<i>55</i>
<i>obrázek 12.9: Kontrolky, signálky.....</i>	<i>55</i>
<i>obrázek 13.2.1: Schéma zapojení laboratorní úlohy.....</i>	<i>57</i>



## SEZNAM TABULEK

<i>tabulka 13.2.1: Tabulka pro měření žárovek .....</i>	<i>57</i>
---	-----------



## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

AFL	Adaptive Forward Lighting
AFS	Advanced Front Lighting Systém
AHL	Adaptive Head Lights
DLS	Distributive Lighting Systém
DMD	Digital Micromirror Device
ECE	Economic Commission for Europe
EHK OSN	Evropské Hospodářská Komise Organizace Spojených Národů
FIR	Far Infra Red
HUD	Head Up Display
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diodes
NIR	Near Infra Red
PES	Polyelipsoidní světlomet
SPZ	Státní Poznávací Značka
E	Osvětlení [lux]
P	Příkon [W]
$\Phi$	Světelný tok [lm]
$I_s$	Svítivost zdroje [cd]



## 1 Úvod

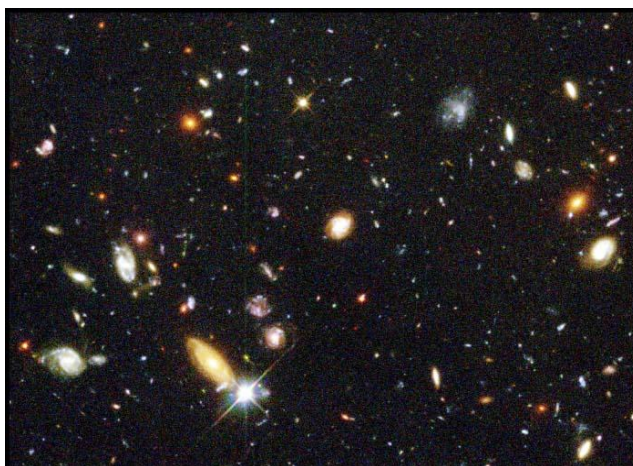
Abych mohl začít s problematikou řešení optimalizace osvětlení, musím si nejprve položit otázku: „Co je to vlastně světlo“? Světlo je určitý druh elektromagnetického záření. Jednotlivé druhy záření se od sebe navzájem liší svou vlnovou délkou. Tato vlnová délka viditelného záření se nachází v rozsahu 380nm až 760nm. Velikost vlnové délky odpovídá určitému zbarvení světla. Jako třeba vlnové délce o velikosti 380nm odpovídá barva fialová, naopak vlnové délce o velikosti 760nm pak barva červená. Lidské oko je nejcitlivější na světlo s vlnovou délkou 555 nm (žlutozelené) [1].

## 2 Světlo, základní pojmy

### 2.1 Vlastnosti světla

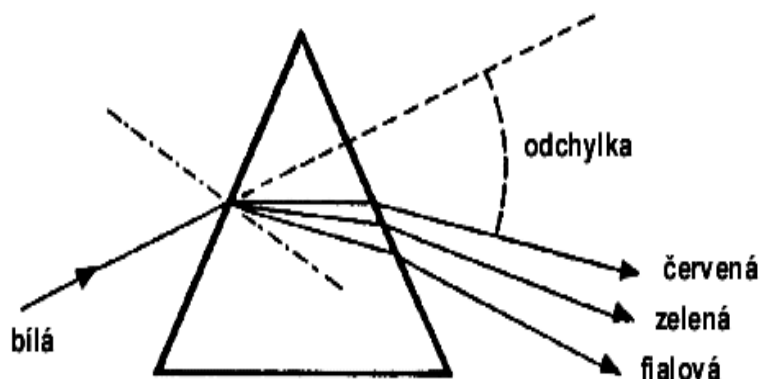
Nejznámější vlastností světla je [8]:

- a) šíření ve vakuu



obrázek 2.1a) Šíření ve vakuu [8]

- b) rozklad bílého světla na barevné složky



obrázek 2.1b): Rozklad bílého světla na barevné složky [8]

- c) rychlost světla - konečné vyřešení problému vytvořil James Clerk **Maxwell** v roce 1865 – vytvořil známou soustavu diferenciálních rovnic (Maxwellovy rovnice), které shrnovaly známé zákonitosti elektrostatického pole, magnetostatického pole, elektromagnetické indukce a vytváření magnetického pole kolem vodiče protékajícího proudem. Poté již bylo možno ukázat, že tato soustava má řešení v podobě příčného elektromagnetického vlnění nesoucí energii (proto se může nazývat záření) a ve vakuu se šíří rychlostí  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  [8].





## 2.2 Základní fyzikální veličiny [2]

- *osvětlení  $E$*  – osvětlení je hustota světelného toku, který dopadá na určitou plochu. Jednotkou osvětlení je lux (lx).
- *měrný výkon* – měrný výkon elektrického světelného zdroje vyjadřuje vztah mezi světelným tokem a elektrickým příkonem. Jednotkou měrného výkonu je  $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ .
- *světelný tok  $\Phi$*  – světelný tok je množství světelné energie vydané zdrojem světla za jednu sekundu. Jednotkou světelného toku je lumen (lm).
- *svítivost zdroje  $I_s$*  – svítivost zdroje je hustota elektrické energie, vyzařována do určitého směru. Hlavní jednotkou je kandela (cd), v současnosti základní jednotka v soustavě SI.

## 2.3 Důležité pojmy z optiky

Tyto pojmy jsou důležité pro správné nastavení a umístění světlometů a svítílen [1]:

- *referenční osa* – je to přímka, k níž jsou vztahovány světelné vlastnosti světla. Při nastavování a umístění vnějšího osvětlovacího systému platí, že v základním postavení musejí být referenční osy vodorovné a rovnoběžné s podélnou svislou rovinnou souměrnosti vozidla.
- *činná výstupní plocha světla* – je to souhrn všech částí povrchu světelného zařízení, podílející se na vytváření pole osvětlení nebo pole viditelnosti světla.



## 3 Klasifikace osvětlení vozidel

### 3.1 Osvětlení vozidel

Osvětlení vozidel se řídí právními předpisy, které jsou v evropském měřítku sjednoceny. Cílem je dbát na to, aby byly tyto předpisy dodržovány a kontrolovány. Hlavní funkcí osvětlení je vidět za tmy nebo za snížitelné viditelnosti, neoslňovat ostatní účastníky provozu a být viděn za stejných podmínek [25].

Do světelných zdrojů patří žárovka, svítivá dioda (LED), výbojka – viz kapitola 4. Zdroje světla.

### 3.2 Základní rozdělení světla a světelných zařízení

Rozdělení světla a světelných zařízení se dělí [1]:

*Podle prostoru působení* se rozlišují světla nebo osvětlení:

- **Vnitřní osvětlení**
  - prostoru pro cestující
  - motorového prostoru
  - zavazadlového prostoru a ložné plochy
  - odkládacích prostorů
  - osvětlení při otevření dveří - má signalizační funkci a zároveň funkci osvětlení vnitřního prostoru
  
- **Vnější osvětlení** - vnější světla jsou téměř v celém rozsahu vázána předpisy, jak národními, tak i mezinárodními a to co do vlastností i umístění. Některá jsou pro vozidla přímo předepsána.

*Podle účelu* se rozlišují světla nebo osvětlení:

- **osvětlovací světla** – jsou určena k osvětlování jízdní dráhy na vzdálenost vyhovující pro vedení vozidla. Do této skupiny světla patří:
  - světla dálková
  - tlumená (potkávací) světla
  - světla do mlhy
  
- **návěstní světla** – jsou určena k zajištění viditelnost vozidla, upozorňují na zpomalení jízdy při brzdění, na změnu směru jízdy. Do této skupiny patří:
  - obrysová světla
  - koncová světla
  - brzdová světla



- směrová světla - přerušovač může být mechanický, bimetalový, na principu ohřívání drátka nebo elektronický). Současné spuštění pravých i levých směrových světél má funkci výstražných světél

**Podle typu světelného zařízení:**

- **světlomety** – svítidla se zdrojem spojeným s optickou soustavou. Vysílají světlo do určitého vymezeného prostoru
- **svítilny** – mají menší světelný výkon, vytvářejí světlo usměrněné i neusměrněné
- **odrazové světlo (odrazky)** - zařízení se sklem, která jsou upravená opticky tak, aby za předepsaných podmínek odrážela světlo vysílané cizím zdrojem.

Podle vzájemného uspořádání prvků se rozlišují svítidla:

- **samostatná** – samostatný zdroj světla, samostatná výstupní plocha, samostatné pouzdro
- **sloučená** – samostatný nebo společný světelný zdroj, společná výstupní plocha, společné pouzdro
- **sdružená** – společný zdroj světla, společné pouzdro, samostatné výstupní plochy

### 3.3 Hlavní části svítidla [1]

- **pouzdro** – je v něm vestavěn světelný zdroj s optickou soustavou
- **světelný zdroj** – žárovka, výbojka, dioda LED
- **optický systém** – tvořen odražející plochou a průsvitným krytem, přičemž část, ze které vystupuje světlo, může být složena z optických útvarů upravujících prostorové rozložení vystupujícího světla.



## 4 Zdroje světla

V motorových vozidlech se používají převážně tyto zdroje světla [16]:

- Žárovka s kovovým vláknem
- Halogenová žárovka
- Plynová výbojka (například xenonová)
- Neonová zářivka
- Luminiscenční dioda
- Zářivka
- Tekuté krystaly LCD

### 4.1 Žárovky

#### 4.1.1 Historie vzniku žárovky

Technologicky výrobu žárovky zvládl Thomas Alva Edison v roce 1879, kdy je datováno první rozsvícení žárovky s uhlíkovým vláknem. Postupem času prošly žárovky a světelné zdroje rozsáhlým vývojem. Žárovky fungující na principu záření černého tělesa – žhavení vlákna při vysoké teplotě, znamenají mimo dobrodiní světla problém s teplem vyzařovaným do okolí. Změny vlákna z uhlíkového na wolframové, z rovného na vinuté došly až k halogenovému cyklu v křemenné baňce. Uvnitř křemenné baňky může být vlákno přežhavanováno, poskytuje tak lepší barevné poddání, spoří energii, ale také vede k větší povrchové teplotě světelného zdroje. Kromě žárovek dospěl vývoj i k ještě úspornějším, plazmovým zdrojům světla – výbojkám, zářivkám, doutnavkám, plynovým laserům, které využívají přechod elektronů při výbojích v plynech a parách kovů [13].

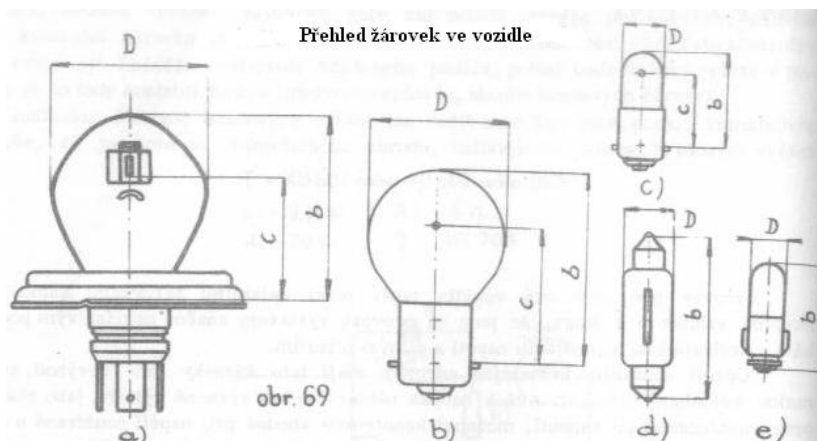
Žárovka je jednoduché zařízení k výrobě světla za použití elektrické energie. Princip spočívá v tenkém drátku, který se ve skleněné baňce ohřeje elektrickým proudem, a tento ohřátý drátek poté vyzařuje světlo. Žárovky jsou běžná svítidla, která se vyskytují téměř všude. V současnosti se ke svícení rovněž používají různé zářivky či LED diody. I přesto, že se klasické žárovky pomalu přestávají používat a nahrazují se efektivnějšími svítidly, na klasické žárovky, které vymyslel Thomas Alva Edison již v roce 1879, se jen tak nezapomene [13].

Aby vlákno neshořelo, je umístěno v baňce z obyčejného skla, ze které je vyčerpán vzduch. U standardních žárovek do 15 watt je obvykle baňka vakuovaná (vzduchoprázdná), u silnějších žárovek je naplněná směsí dusíku a argonu, ale také řidčeji kryptonem, nebo dokonce xenonem. Tyto náplně umožňují vyšší provozní teploty vlákna, omezují jeho rozprašování. U standardních a velkých žárovek je náplň volena tak, aby se za provozu tlak v baňce přibližně srovnal s tlakem atmosférickým. U vysoko přežhavených žárovek (také halogenových) bývá provozní tlak mnohonásobně vyšší, než atmosférický. To je třeba brát na zřetel a omezit možnost exploze speciálním sklem, sítkou a podobně. Tam, kde tuto možnost nemáme (optická zařízení, reflektory) musíme počítat s možností rozlétnutí velmi teplých kousků skla. Žárovky bývají také plněny halogenovými sloučeninami, původně čistým jódem, nyní různými organickými sloučeninami bromu (brommetan, bromofosfonitrit, a podobně) [13].

Střední doba života standardní žárovky je 1000 hodin. (Střední doba života znamená, že po uvedené době musí být v provozu nejméně 50% původních žárovek) [13].

### 4.1.2 Žárovky pro motorová vozidla

Žárovky určená pro motorová vozidla tvoří mezi ostatními žárovkami samostatnou skupinu, protože jsou za provozu vystaveny značně nepříznivým podmínkám - kolísajícímu napájecímu napětí a silným otřesům. Oproti některým světelným zdrojům mají tyto žárovky několik nevýhod, zvláště malou světelnou účinnost. Ale naopak mají některé výrazné výhody, jako okamžitá provozuschopnost po zapnutí, možnost konstrukce vhodné pro napětí používaná u motorových vozidel, nenáročnost pro doplňková zařízení, je zřejmě předurčují i pro používání v automobilech. Omezení světelné účinnosti žárovek je především vázáno na použitelné materiály vlákna, které jsou téměř výhradně vyráběna z wolframu, jenž má bod tání 3410 °C. Provozní teplota vlákna musí být nižší, přičemž čím se více bude blížit bodu tání, tím se bude zkracovat životnost žárovky v důsledku zvyšujícího se odpařování wolframu z povrchu vlákna. Ve skutečné žárovce se navíc v důsledku např. nestejnorodosti materiálu prakticky vždy vyskytuje místo s vyšší povrchovou teplotou. V tomto místě dochází k intenzivnějšímu odpařování, tím k zmenšení průřezu vlákna a dalšímu zvyšování teplot. Postup se tedy zrychluje, až dojde k přetavení nebo mechanickému poškození vlákna a tím ukončení životnosti žárovky [5].



obrázek 4.1.2: Přehled žárovek ve vozidle [5]

Použití žárovek ve vozidle [5]:

- a) světlomety – dálkové, tlumené
- b) ukazatel směru a brzdová
- c) obrysová
- d) vnitřní, SPZ, kontrolka nabíjení, ukazatele směrů, dálková světel
- e) osvětlení přístrojů

Žárovky se rozlišují podle uvedených parametrů [25]:

- jmenovité napětí: 6÷24 V
- jmenovitý příkon: 2÷75 W
- světelný tok: 20÷2150 lm

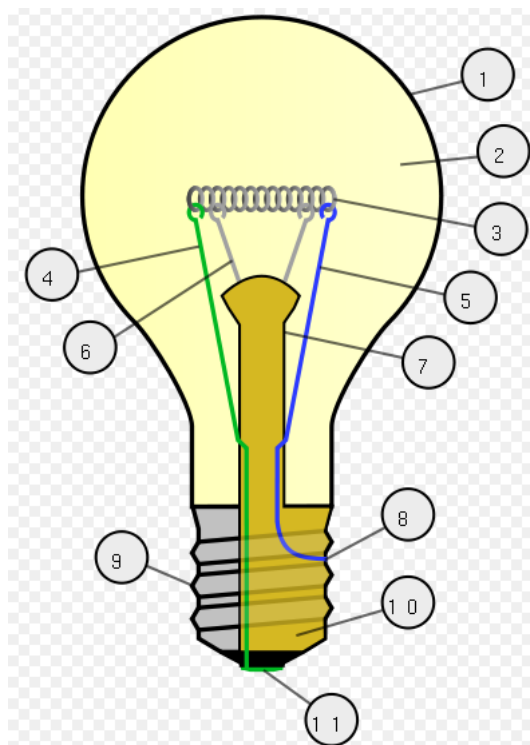
### 4.1.3 Běžné žárovky (konvenční)

Klasické žárovky mají obvykle baňku z měkkého sodno-vápenatého skla. Vnitřní prostor baňky je vyčerpán a je obvykle plněn směsí dusíku (někdy s příměsí argonu či kryptonu). Tímto opatřením se snižuje emise materiálu vlákna, která vzniká při vysokých teplotách. Emisí materiálu se vlákno zeslabuje a v místě zeslabení dojde k přetavení nebo přetržení vlákna. Emitovaný materiál se pohybuje směrem od vlákna k baňce, který se na jejím vnitřním povrchu usazuje a tím se snižuje světelná účinnost dané žárovky [13].



*obrázek 4.1.3a): Konvenční a svíčková žárovka [13]*

Obyčejná žárovka se dosud často používá v domácnostech a je také základem většiny přenosných svítidel. V automobilových světlometech nebo v domácnostech, když má být světlo soustředěno do jednoho místa, se často využívají halogenové žárovky. Mezi hlavní výhody žárovky jako světelného zdroje patří vysoce automatizovaná výroba, vynikající podání barev, možnost přímého napájení z elektrické sítě, absence zdraví škodlivých látek. Mezi nevýhody patří především nízká účinnost a měrný výkon (kolem 10-15 lm/W), krátký život a velká závislost parametrů na napájecím napětí [13].



obrázek 4.1.3b): Popis žárovky [13]

#### Konvenční žárovka se skládá [13]:

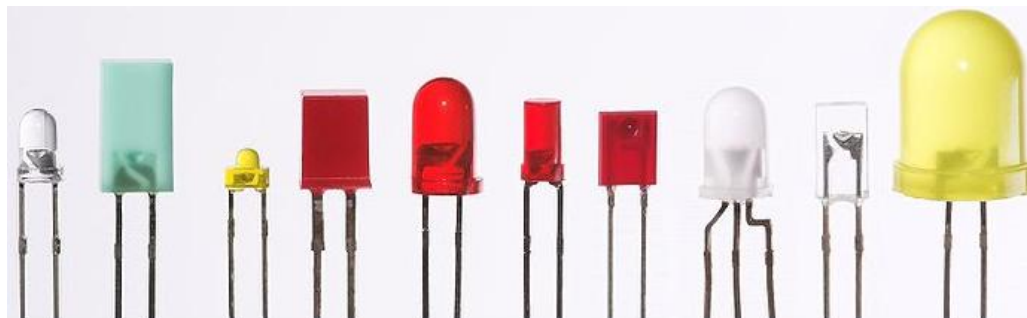
1. Skleněná baňka
2. Náplň: nízkotlaký inertní plyn
3. Wolframové vlákno
4. Kontaktní vlákno
5. Kontaktní vlákno
6. Podpurná vlákna
7. Držák (sklo)
8. Kontaktní vlákno
9. Závit pro objímku
10. Izolace
11. Elektrický kontakt

#### 4.1.4 LED žárovky

V současné době jsou k dostání i různé LED žárovky s nízkou spotřebou a dlouhou životností. LED žárovky se obvykle skládají z mnoha svítivých diod, protože každá tato dioda je vysoce energeticky účinná, má nízké požadavky na napětí a proud, vyzařuje minimum tepla a nevádí jí časté spínání. Jsou dostupné v mnoha barevných i výkonnostních variantách. Snahou je využít pro osvětlování LED (svítící diody). Výhodou svítících diod je mimořádná životnost, možnost nastavit libovolnou barvu světla (systémy s trojicí LED diod RGB) [14].

LED jsou vyráběny v mnoha různých tvarech a velikostech např. 5 mm velké v cylindrickém pouzdru (červená, pátá zleva) je nejobvyklejší, odhadem se podílí na 80% celkové produkce.

Barva plastické čočky pouzdra je obvykle stejná, jako barva vyzařovaného světla, ale nemusí to být pravidlem. Například pro infračervené diody je obvykle používáno purpurové pouzdro a pro modré zase čiré [14].



obrázek 4.1.4: Různé typy LED žárovek [14]

#### 4.1.5 Halogenové žárovky

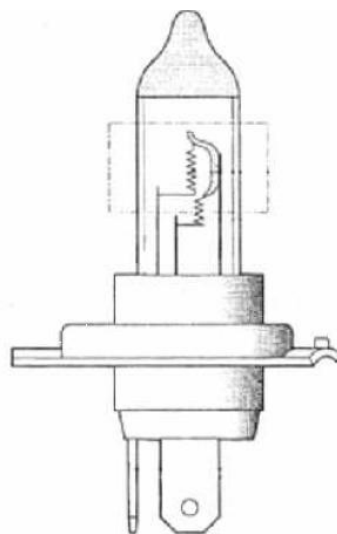
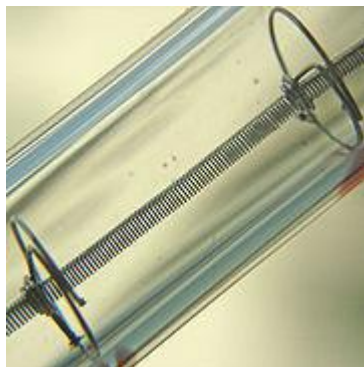
Halogenové žárovky mají vyšší svítivost, ale i delší dobu života než žárovky běžné (konvenční). Problém krátkého života žárovky se u halogenové žárovky řeší příměsí halogenu, (např. methylenbromid). V žárovce probíhá tzv. halogenový cyklus, kde se při vysoké teplotě vypařující wolfram slučuje a rozpadá například s bromem. Díky tenzi wolframových par v blízkosti vlákna se omezuje jeho vypařování. Výsledkem je vyšší životnost a zvýšení světelného toku (měrný výkon až 20 lm/W). U halogenových žárovek je použito křemenné sklo kvůli značně vyšším teplotám (min. 250°C) [1, 13].

Nevýhodnou vlastností použití křemenného skla místo normálního je, že tato žárovka se stává zdrojem ultrafialového záření, protože křemenné sklo je pro toto záření, na rozdíl od obyčejného skla, propustné. Při nadměrném vystavení se světlu halogenové žárovky by teoreticky bylo možné se i opálit, problém většinou zaznamenávají lidé s citlivým zrakem. Proto se nekryté halogenové žárovky pro všeobecné osvětlování povinně vyrábějí z křemenného skla s přísadou oxidu ceričitého nebo titaničitého, které škodlivé UV záření zcela blokují. Baňka žárovky je za provozu velice teplá, při prasknutí baňky existuje možnost vzniku požáru, poškození předmětů, nebo popálenin. Také z důvodu přítomnosti ultrafialového záření ve spektru, je žádoucí umístit halogenové žárovky do svítidel s ochranným skleněným krytem, který, jak výše řečeno, většinu ultrafialového záření pohltní [13].

Xenonová technologie se užívá při výrobě halogenových žárovek pro dopravní prostředky (H1, H4, H7). Tuto informaci ovšem na obalu nenajdeme, ale můžeme ji odvodit z toho, že výrobce deklaruje zvýšení světelného toku o 50 - 60%. Přitom jde o HOMOLOGOVANÉ typy, na rozdíl od typů s příkony vyššími a mnohem vyššími (100+80 W, 140+100 W a podobně) [13].

Také halogenových žárovek se týká směrnice o ekodesignu a související nařízení EK. Od září 2009 je zakázán prodej halogenových žárovek s příkonem nad 80 W, pokud nebudou mít energetickou třídu alespoň C. U dnes prodávaných halogenových žárovek je běžně energetická třída D [13].





obrázek 4.1.5: Wolframové vlákno v halogenové žárovce a halogenová žárovka H4 [13]

## 4.2 Konstrukční provedení žárovky

### 4.2.1 Vlákno

Vlákna žárovek jsou vyráběna z wolframu, který má teplotu tání  $3350^{\circ}\text{C}$ . Vlákna jsou vinuta v jednoduché šroubovici, která je buď rovná nebo má tvar oblouku, popřípadě písmene V.

Vlákno bývá v žárovce jedno nebo dvě. U dvouvláknových žárovek se pro dálkové světlo používá vlákno ve tvaru oblouku nebo písmene V a pro tlumené potom rovné vlákno. Umístění těchto vláken je závislé na druhu odrazové plochy. U halogenových žárovek se používají rovné šroubovice, které jsou umístěné v ose, nebo kolmo k ose žárovky [1, 25].

### 4.2.2 Patice

Hlavním úkolem patice je, aby umožňovala mechanicky spolehlivé uchycení žárovky. Nesmí docházet vlivem otřesů ke změně polohy vzhledem k optickému systému. Dále je třeba zajistit snadnou a vyměnitelnost se zabezpečením proti nevhodné montáži. Tvary patic jsou normalizovány dle jednotlivých druhů žárovek. Rozeznáváme tyto druhy patic [1]:

- **bajonetová patice** – je nejvíce používaná z patic, k baňce je přitmelena. Na zadní straně jsou umístěny kontakty, buď dva, nebo jeden, zda se jedná o žárovku jednovláknovou nebo dvouvláknovou. Ukostření žárovky zajišťuje přímo povrch patice. Poloha žárovky v objímce je zajištěna aretačními výstupy. Žárovky s bajonetovou paticí se používají jako signalizační žárovky [1].
- **přírubová patice** – používají se zejména pro světlomety, protože umožňuje jednoznačnou montáž a přesnou polohu žárovky vzhledem k optickému systému. Na patici je příruba, která je opatřena třemi aretačními výstupy, které zajišťují správnou montáž. Kostra patice je vyvedena samostatně [1].

- **sufitová patice** – při montáži se žárovka zasunuje mezi dva pružné kontakty. Tato patice nemá žádné aretační výstupy, slouží většinou pro osvětlení vnitřního prostoru karosérie [1].
- **bezpaticové žárovky** – používají se poměrně často za účelem osvětlení a signalizace (na polohu žárovky nejsou kladeny přísné požadavky). Funkci patice zde zastávají vodiče zatavené přímo do skla baňky [1].

## 4.3 Některé druhy zdrojů

### 4.3.1 Zářivky

Je to nízkotlaká výbojka, která se používá jako zdroj světla. Tvoří ji zářivkové těleso, jehož základem je nejčastěji dlouhá skleněná trubice se žhavicími elektrodami, naplněná rtuťovými parami a argonem. V nich nastává doutnavý výboj, který ale září v neviditelné ultrafialové oblasti. Toto záření dopadá na stěny trubice, které jsou obvykle pokryty luminoforem. Tato fluorescenční látka mění podle svého druhu neviditelné ultrafialové záření na viditelné světlo, které má namodralou (denní), bílou nebo narůžovělou barvu. Zářivky se používají k vnitřnímu osvětlení prostoru karosérie vozidel v hromadné dopravě osob. Životnost zářivek je lepší než životnost žárovek. Při četnosti spínání 8krát za 24 hodin vydrží asi 8 000 až 12 000 hodin, než světelný tok poklesne asi na 85 % [1, 17].



obrázek 4.3.1: Zářivky [17]

Zářivku není vhodné často zhasínat a rozsvěcet, protože se při startu více opotřebovává emisní vrstva oxidů barya, stroncia a vápníku na elektrodách [17].

### 4.3.2 Výbojky

U výbojek vzniká světlo výbojem mezi elektrodami, které jsou umístěny ve zředěném plynu nebo parách některých kovů. Výbojka je obvykle uzavřená skleněná trubice, naplněná směsí různých par a plynů, podle typu výbojky. Do této trubice zasahují z vnějšího prostředí dvě nebo více elektrod, které umožňují zavedení elektrického proudu do plynové náplně. Hlavní využití výbojek je přeměna elektrické energie na světlo. Podle tlaku plynové náplně výbojky dělíme na vysokotlaké (sodíkové, rtuťové, halogenidové,...) a nízkotlaké (rtuťové, sodíkové). Vlastní těleso

výbojky může být ze skla, korundu a podobných materiálů. Mezi výbojky se obvykle řadí i tzv. obloukové lampy. Samotné těleso osvětlovacích výbojek bývá často umístěno v baňce, buď pokryté luminoforem, nebo čiré. Baňka bývá plněna inertní atmosférou, nebo vakuovaná, pro snížení tepelných ztrát. Rtuťové nízkotlaké výbojky se obvykle označují jako zářivky [1].



obrázek 4.3.2: Halogenidové výbojky [18]

### 4.3.3 Kapalné krystaly (LCD)

Nelze je považovat za zdroje světla, ale jedná se pouze o zobrazovače. Princip spočívá v tom, že působením elektrického pole na krystal měníme jeho kontrast. Pro zajištění čitelnosti je nutno zobrazovač osvětlovat denním nebo umělým světlem. V současnosti se používají jako kontrolní a signalizační prvky na přístrojové desce [1].

### 4.3.4 Xenonové výbojky

Skleněná trubice se zatavenými elektrodami. Baňka výbojky je z taveného křemene. Je naplněna xenonem s přísadou metalických solí pod tlakem 8-25 atmosfér. K zapálení výboje je zapotřebí přivést střídavé napětí o velikosti 24 kV. Přeskokem jiskry mezi oběma elektrodami dojde k ionizaci náplně a vznikne elektrický oblouk. Rozdělení světla není závislé na napětí palubní sítě, protože řídicí elektronika zajišťuje provoz výbojky s konstantním výkonem po celou dobu provozu. V současné době se používají dva druhy výbojek [1].

- D2R pro čisté odrazové (reflexní) plochy
- D2S pro projekční systémy

Ve srovnání s halogenovou žárovkou mají dvojnásobný světelný tok, zajišťují lepší osvětlení krajnic [1].



obrázek 4.3.4: Xenonové výbojky [19]



#### **4.3.5 Bixenonové výbojky**

Vyžívají pro tlumená i dálková světla jako zdroj jednu společnou plynovou výbojku. Přepínání mezi tlumeným a dálkovým světlem zařizují clonky pohybující se v ose světelného paprsku [1].

Výhodou bixenonových světlometů je mimořádně široký světelný paprsek, dobře osvětlující vozovku i po stranách (v režimu tlumených i dálkových světel) a barva vyzařovaného světla, které se velmi podobá dennímu světlu. Díky tomu se oči řidiče dokážou rychle a bez problémů přizpůsobovat měnícím se světelným podmínkám [1].



## 5 Světlomety

Světlomet (reflektor) je svítidlo, které slouží k směrovému osvětlení. Jejich umístění se řídí právními předpisy. Přesné znění je možno zjistit ve vyhlášce číslo 102/1995 Sb [1].

### 5.1 Světlomety vozidel

Každé motorové vozidlo musí být vybaveno světloomety s potkávacími a dálkovými světly. Tyto světla musí být bílé barvy a mohou být složena do jednoho světloometu s jinými světly svítícími dopředu. Činnost dálkového světla musí být signalizována nepřerušovaně svítícím sdělovačem modré barvy v zorném poli řidiče, tlumené světlo pak svítícím světlem zelené barvy.

#### Kategorie vozidel [1]:

Vozidla se dělí pro účely stanovení technických podmínek do těchto kategorií:

- a) kategorie L - motorová vozidla, která mají dvě nebo tři kola,
- b) kategorie M - motorová vozidla určená pro přepravu osob, která mají nejméně čtyři kola,
- c) kategorie N - motorová vozidla určená pro přepravu věcí, která mají nejméně čtyři kola,
- d) kategorie T - traktory,
- e) kategorie O - přípojná vozidla,
- f) kategorie R - ostatní vozidla.

Vozidla nacházející se v kategoriích M, N a motorová vozidla kategorií L<sub>2</sub> a L<sub>5</sub>, která přesahují šířku větší než 1,3m musí být vybavena dvěma světloomety s potkávacím světlem nebo čtyřmi světloomety s dálkovým světlem [1].

Přepínání potkávacích a dálkových světel musí být provedeno tak, aby nedošlo k jejich současnému vypnutí. Dálková světla mohou být zapnuta všechna současně nebo ve dvojicích. Potkávací mohou svítit současně s dálkovými. Po přepnutí z dálkových světel na potkávací musí být dálková světla všechna vypnutá [1].

Rozsvícení potkávacích, dálkových světel nesmí být možné, nejsou-li současně v činnosti obrysová světla a osvětlení zadní státní poznávací značky. Tato podmínka neplatí pro použití potkávacích nebo dálkových světel jako světelného výstražného zařízení [1].

Každé motorové vozidlo, které má nejméně čtyři kola a motorová vozidla se třemi koly, uspořádanými symetricky k podélné střední rovině vozidla, mohou být vybavena dvěma předními obrysovými světloomety bílé barvy a dvěma zadními světloomety červené barvy [1].

Každé motorové vozidlo musí mít zařízení pro osvětlení zadní tabulky státní poznávací značky, pokud jí je vozidlo vybaveno [1].

Každé vozidlo kategorií M, N, O, T, L a jiná vozidla, jejichž konstrukční rychlost je vyšší než 6 km.h<sup>-1</sup>, musí mít vzadu umístěná dvě brzdová světla barvy červené [1].

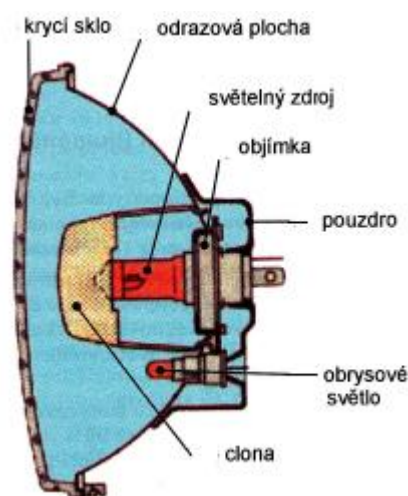
Každé motorové vozidlo, s výjimkou dvoukolových motorových vozidel, musí být vybaveno dvěma zadními odrazkami červené barvy netrojúhelníkového tvaru stejného typu, nebo dvěma předními odrazkami bílé barvy [1].

Motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola, mohou být vybavena dvěma předními světlomety shodného provedení se světlem do mlhy bílé nebo žluté selektivní barvy a jednou nebo dvěma zadními svítilnami se světlem do mlhy červené barvy, jedním nebo dvěma světlomety se zpětným světlem bílé barvy a jedním hledacím světlometem. Při použití svítilny se světlem červené barvy do mlhy musí být tato svítilna umístěná v levé polovině vozidla. Současně se světlomety se světlem do mlhy a svítilnami se světlem do mlhy musí svítit obrysová světla a osvětlení zadní poznávací značky [1].

Přední světlomety se světlem do mlhy musí být možné zapnout nebo vypnout nezávisle na dálkových a potkávacích světlech a jejich činnost musí být signalizována v zorném poli sdělovačem zelené barvy. Zapnutí zadních svítilen se světlem do mlhy musí být signalizováno v zorném poli řidiče sdělovačem oranžové barvy. Světlomet se zpětným světlem musí být v činnosti pouze při zařazení zpětného chodu. Motorové vozidlo, jehož technická způsobilost byla schválena po 1. 1. 1985, musí být vybaveno výstražným světelným zařízením. To musí být v činnosti, pouze pokud řidič působí na jeho ovládací ústrojí nebo při vypnutých světelných zařízeních vnějšího osvětlení a umožňovat zapínání tlumených a dálkových světel [1].

Kontrolní přístroje pracovního prostoru řidiče musí být osvětleny při zapnutí světelných zařízení vnějšího osvětlení vozidla. Osvětlení přístrojů nesmí řidiče oslňovat ani působit rušivě při řízení vozidla a přístroje se nesmí na čelním skle [1].

## 5.2 Konstrukce hlavních světlometů (uspořádání světlometů)



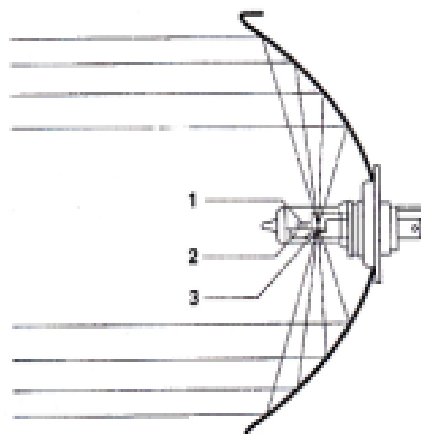
obrázek 5.2: Základní uspořádání světlometů [1]

Hlavní světlomet je složen z krycího skla, světelného zdroje, pouzdra a odrazové plochy (reflektoru), do kterého je zezadu zastrčená jedna nebo dvě objímky se žárovkou. Pouzdro nese objímku, ve které je uchycen světelný zdroj a odrazová plocha. Před světelným zdrojem může být umístěna clona. S odrazovou plochou je spojeno krycí sklo. Ve světlometu může být také umístěno obrysové světlo [1].

### 5.2.1 Odrazová plocha

Odrazová plocha má zásadní vliv na vytvoření požadovaného tvaru světelného toku a světelnou účinnost. Je vyrobena z ocelového plechu, ale v poslední době je k její výrobě používán plast. Světelná účinnost závisí nejen na tvaru plochy, ale také na jejím povrchu, který musí být

hladký s malou pohltivostí a musí dobře odrážet světelné paprsky. Dnes jsou odrazové plochy vyráběny s hliníkovou vrstvou napařenou ve vakuu, na které je nanesen ochranný lakový nebo křemenný povlak [1].

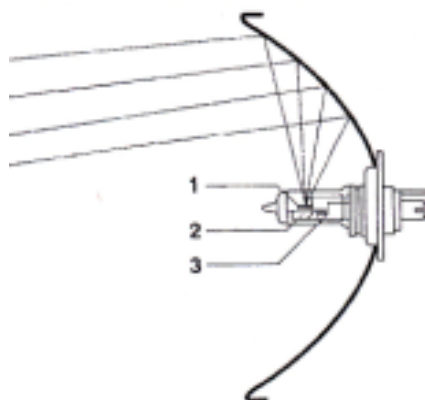


obrázek 5.2.1a): Dálkové světlo [3]

Poznámka: 1 – vlákno pro potkávací světlo,

2 – krytka,

3 – spirála pro dálkové světlo v ohnisku.



obrázek 5.2.1b): Tlumené světlo [3]

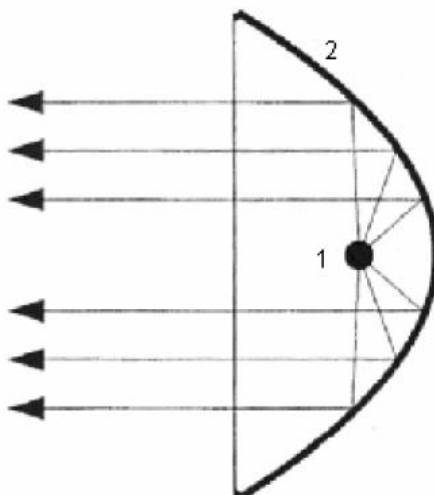
Poznámka: 1 – vlákno pro potkávací světlo,

2 – krytka,

3 – spirála pro dálkové světlo.

### 5.2.2 Krycí sklo

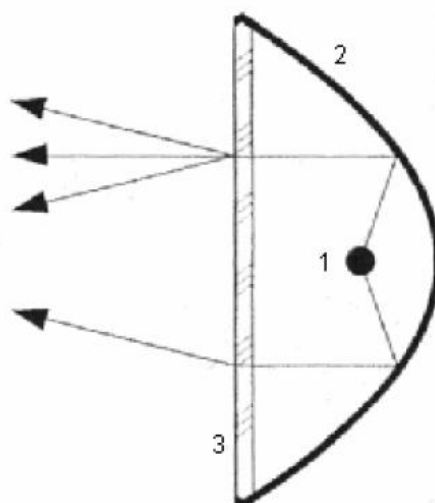
U odrazových ploch nejde dosáhnout vhodného rozložení světla jen úpravou tvaru odrazové plochy, v takovém případě se použije tvarované krycí sklo, které světelné paprsky vhodně láme a usměrňuje. V poslední době se používají krycí skla vyrobená z mechanicky a tepelně vysoce odolných plastů s požadovanými optickými vlastnostmi. Krycí sklo má za úkol úpravy světelného toku, ochránit vnitřek světlometu před nečistotami a mechanickým poškozením [1].



obrázek 5.2.2a): Reflektor světloometu vytváří paralelní světelné paprsky [3]

Poznámka: 1 – žárovka,

2 – reflektor.



obrázek 5.2.2b): Rozptylové sklo vytváří požadovaný výstup světla [3]

Poznámka: 1 – žárovka,

2 – reflektor,

3 – rozptylové sklo (nebo plast).

### 5.2.3 Pouzdro světloometu

Slouží jako nosná část celého světloometu. Pomocí objímky je světlomet upevněn na vozidle. Upevnění musí být spolehlivé a trvalé, konstrukce musí umožňovat v určité míře nastavení zamontovaného světloometu do předepsané polohy[1].





### 5.3 Provedení světlometů

Z hlediska upevnění na vozidle se světlometry dělí do dvou skupin [1]:

- **zapuštěné** – jsou téměř vždy určeny pro určitý typ motorového vozidla
- **pro vnější montáž** – mají všeobecnější použití

Podle tvaru se světlometry dělí na [1]:

- **kruhové**
- **obdélníkové**

### 5.4 Dálkové světlometry

Mohou být sloučeny do jednoho světlometu nebo se může jednat o dva světlometry samostatné. Pokud jsou světla sloučena do jednoho světlometu, používá se podle druhu odrazové plochy dvouvláknová žárovka. Poněvadž při běžném provozu motorového vozidla jsou v činnosti více než v 90ti% použita světla potkávací, budeme se při popisu druhů a vlastností odrazových ploch zabývat převážně jimi [1].

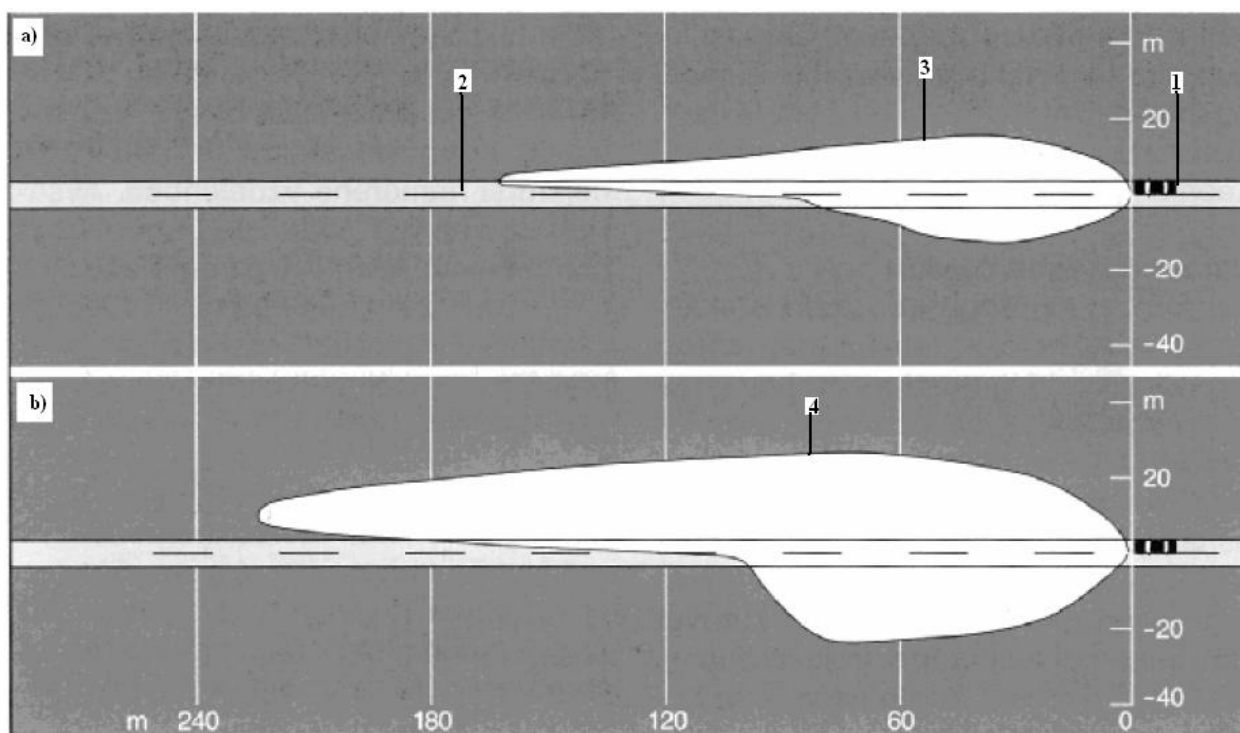
### 5.5 Tlumená světla

Jsou kompromisem mezi požadavkem dobrého vidění a možnosti oslnění řidiče protijedoucího vozidla. V praxi se používají tři systémy, které jsou odvozeny ze dvou základních typů – evropského a angloamerického [1].

#### 5.5.1 Evropský systém

Vyznačuje se klopením světelného kužele tlumených světél směrem dolů a výrazným potlačením světelných paprsků v horní polovině světelného kužele. Existují dvě možnosti [1, 25]:

- **asymetrický evropský systém** – je normalizován předpisy EHK OSN. Tento způsob se v Evropě používá od roku 1957. Asymetrické rozdělení světla v úrovni vozovky, kde rozhraní světla a tmy vzrůstá na pravé straně (u vozidel s pravostranným řízením). To umožňuje výrazné zvětšení délky dosahu tlumeného světla, aniž by docházelo k oslnění protijedoucích řidičů [3].
  - a) s dvouvláknovými žárovkami – předpis EHK č. 1 a 20
  - b) s jednovláknovými žárovkami – předpis EHK č. 8
- **symetrické tlumené světlo** – má vodorovné rozhraní potlačeného světla souměrné vpravo i vlevo. Používal se v Evropě před zavedením asymetrického systému. Pro Evropu předpis EHK č. 5 a 31 [3].



obrázek 5.5.1: Rozdělení světla v úrovni vozovky

Poznámka: a) symetrické tlumené světlo,

b) asymetrické tlumené světlo,

1 – vozidlo,

2 – vozovka,

3 – symetrické rozdělení světla,

4 – asymetrické rozdělení světla.

### 5.5.2 Americký systém

Vyznačuje se klopením tlumených světel šikmo dolů na stranu od protijedoucích vozidel. Tento systém sice více oslňuje, ale lépe osvětluje [1, 25].

### 5.6 Osvětlení vozidel

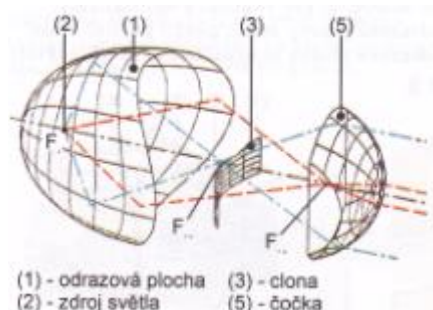
U soudobých vozidel se používají tato světla [3]:

- parabolická světla,
- elipsoidní světla,
- světlometry s volnou plochou,
- kombinace elipsoidního světlometu a světlometu s volnou plochou.

### 5.6.1 Parabolické světlometry

Jsou používána nejdéle. Odrazová plocha je tvořena částí rotačního paraboloidu, který vznikne rotací paraboly kolem její osy. Rotační paraboloid má jedno ohnisko, jehož plocha 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. Pokud je zdroj světla umístěn v ohnisku, odráží se světelné paprsky od plochy rovnoběžně s osou paraboloidu (dálková světla), je-li zdroj světla před ohniskem, odráží se světelné paprsky směrem k ose (tlumená světla). Kromě odražených paprsků vystupují i přímé paprsky vytvářející tzv. rozptylový kužel světla [1].

### 5.6.2 Elipsoidní světlometry



obrázek 5.6.2: Odrazová plocha DE [1]

Elipsoidní světlomet má tvar plochy reflektoru elipsoidní. Umožňuje tak konstruovat světlometry o zvláště malých rozměrech s vysokým světelným výkonem. Světlometry pracují na podobném principu jako projekční zařízení, označují se také proto jako projekční světlometry. Projekční systém vytváří velmi ostrou hranici světlo – tma, to je vhodné pro prosvícení mlhy. Projekční světlometry se uplatňují jako světla do mlhy, i když by mohla sloužit jako světla tlumená popř. dálková [1].

### 5.6.3 Světlometry s volnou odrazovou plochou

Tato odrazová plocha je volně vytvářena v prostoru. Každý její bod má určitou definovanou funkci. Jednotlivé segmenty osvětlují různé části vozovky. Tímto způsobem se může pro tlumené světlo využít téměř všechny části odrazové plochy. Plochy jsou uspořádány tak, že světlo ze všech spodních segmentů je odraženo na vozovku. Vytvoření požadovaného světelného toku provádí přímo odrazová plocha, proto se může použít hladké krycí sklo bez optických elementů [3].

### 5.6.4 Kombinované světlometry

Jsou to projekční světlometry (elipsoid a volná plocha), u kterých je plocha reflektoru navržena technologií volných ploch. Reflektor tak zachycuje nejvíce světla od zdroje. Toto zachycené světlo směřuje přes clonu na čočku (objektiv). Světlo je reflektorem směřováno tak, že ve výšce clony vzniká rozdělení světla, které čočka promítá na vozovku [3].

## 6 Moderní konstrukce světlometů

### 6.1 Světlomet Bi – xenon

Umožňuje sloučení tlumených a dálkových světel do jednoho světlometu a tím i využití výhod xenonové výbojky pro oba druhy světel, a to jak v případě světlometů s čistě odrazovou plochou, tak pro systémy projekční. Použitím těchto světlometů se snižují náklady i nároky na zastavěný prostor a otvírají se nové prostory a možnosti pro automobilové návrháře. K výhodám těchto světlometů patří mimořádně intenzivní a široce rozptýlené dálkové světlo, které je barevně přizpůsobené tlumenému, nízká spotřeba energie při provozu dálkových světlometů [1].



obrázek 6.1: Bi – xenonový světlomet pro Škoda Octavia [21]

#### 6.1.1 Bi – xenonový světlomet s odrazovým systémem

Zdroj světla je posouván do dvou poloh, vzdálených od sebe několik milimetrů po dosažení požadovaného rozdělení světelného toku pro oba druhy osvětlení. Výkonnost Bi- xenonového světlometu s reflexním systémem je závislá na společné odrazové ploše pro tlumená a dálková světla. Čím je odrazová plocha větší, tím je vyšší účinnost světlometu [1].

#### 6.1.2 Bi – xenonový projekční světlomet

Výbojka je zabudována pevně, pohyblivá je clona, která tvaruje tlumené a dálkové světlo. U těchto světlometů je výhodná jeho malá čelní plocha [1].

### 6.2 Světlomet Super DE

Jedná se o kombinaci volné odrazové plochy FF s projekčním optickým systémem DE. Tento systém umožňuje zvětšit šířku rozptylu a zlepšit osvětlení stran vozovky. Světlo je možno soustředit na hranici světlo – tma, tím se dosáhne většího dosvitu [1].



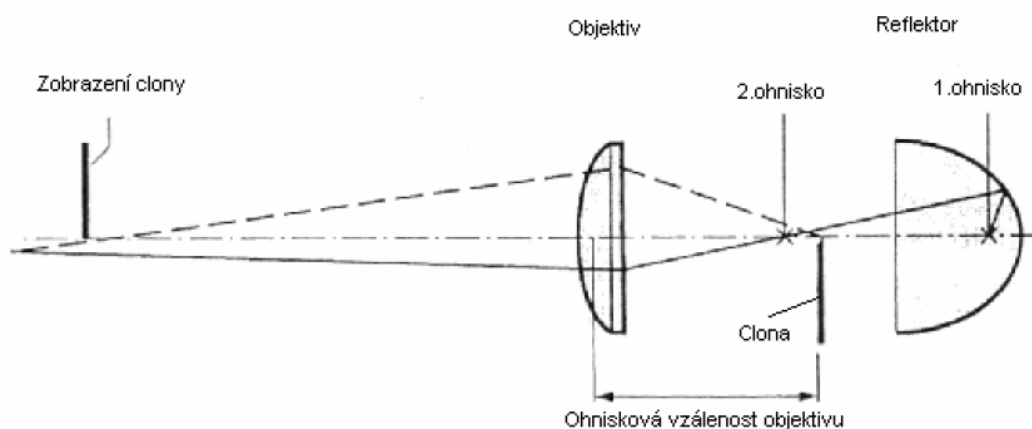
obrázek 6.2: Super DE systém, hlavní světlomet pro vozy s regulací sklonu světel [20]

### 6.3 PES – projekční světlomety (polyelipsoidní světlomety)

Projekční světlomety mají zásadní rozdíl oproti klasickým světlometům. Základním rozdílem je, že rozptylové sklo nevykonává rozptyl světla, ale pro tuto činnost je zde čočka, která vzniklé světlo přenáší na vozovku. Vyobrazuje se reflektorem vytvořený rozptyl světla a hrana clony. Konstrukce světlometu se podobá diaprojektoru. Clona tlumeného světla je důležitou podmínkou k vytvoření světla a tmy. Rozdělení světla promítá čočka, která má funkci jako objektiv. Projekční světlomety se používají nejčastěji pro tlumené světlo a pro světla do mlhy, díky ostré hranici světla a tmy [25].



obrázek 6.3a): Projekční světlomet s natáčením [22]



obrázek 6.3b): Princip zobrazovací optiky projekčního světlometu (objektiv = čočka) [3]

### 6.4 Reflexní světlomety

Používají se tam kde je možno využít pro výstup světla větší plochu. Výstupní plocha je charakterizovaná rozptylovým polem, které je sjednoceno do uzavíracího skla světlometu, nebo je spojeno na jeho vnitřní straně. Nejčastěji se používá výbojka u tlumeného světla, která je pro vytvoření hranice světla a tmy vybavena stínovými pruhy. U dálkových světlometů bychom reflexní světlomet mohli realizovat za pomoci speciální výbojky [25].



obrázek 6.4: Reflexní světlomet bez mlhového světla pro Audi [20]

### 6.5 Systém světlometů „Litronic“ (Light-Electronics)

U moderních vozidel jsou požadavky kladeny na kompaktní světlometry. Systém světlometů „Litronic“ s xenonovou výbojkou tyto požadavky plní jak z pohledu kompaktní konstrukce, tak i druhem světla a jeho intenzitou. V porovnání s halogenovými žárovkami je vozovka podstatně lépe osvětlena, životnost výbojek je asi 1500 hodin, což je postačující pro průměrně potřebný celkový provozní čas osobního vozidla. Díky tomu, že nedochází k náhlým výpadkům jako u žárovek s vláknem, je možná jejich diagnóza a včasná výměna [3].

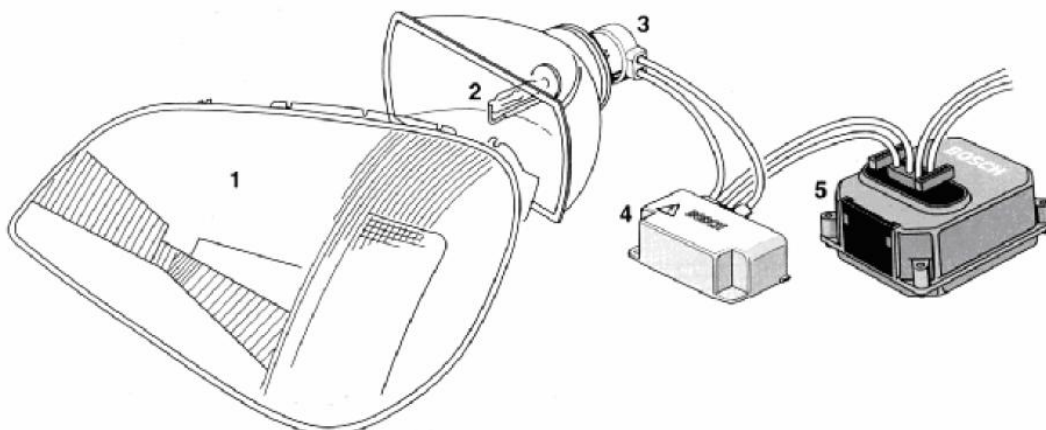
Systém světlometů „Litronic“ se skládá z:

- optické jednotky s výbojkou,
- elektronického předřadného přístroje se zápalným systémem a řídicí jednotkou.

Díky systému „Litronic“, který má v porovnání k halogenovým světlometům vyšší světelný tok se specificky přizpůsobeným rozdělením svítivosti, jsou lépe osvětleny okraje vozovky, při zhoršené viditelnosti nedochází ke ztrátě orientace. Systémy se vždy povinně kombinují s automatickou regulací vertikálního sklonu světlometů a čistícím zařízením, které se společně starají o optimální využití dalekého světelného dosvitu a opticky bezvadný světelný výstup. Jako zdroj světla se používá xenonová výbojka, její popis viz kapitola 4.3.4 [3].

Elektronický předřadný přístroj se používá pro zapálení, provoz a ke kontrole výbojkové lampy. Skládá se ze zápalného zařízení, které dodává napětí potřebné k zapálení výbojky, a elektronické řídicí jednotky, ta řídí dodávky proudu v náběhové fázi a v stacionárním provozu seřídí hodnoty na výkon 35 W. Po zapálení je potřeba několik vteřin dodávat vyšší proud, aby bylo co nejdříve dosaženo provozního stavu s plným světelným výkonem. Řídicí jednotka vyrovnává kolísání palubního napětí, tím odpadají změny světelného toku. Jestliže dojde např. kvůli extrémnímu vlivu poklesu napětí v palubní síti ke zhasnutí výbojky, automaticky se zapálí znovu. V případě závady nebo poškození lampy přeruší elektronický předřadný přístroj napájení proudem a tím zabezpečí ochrana proti nebezpečnému dotyku [3].

Světlometry s výbojkami se přednostně používají pro tlumená světla v tzv. čtyřreflektorovém systému v kombinaci s klasickými dálkovými reflektory klasické konstrukce [3].



obrázek 6.5: Systém Litronic v reflexním světlometu [3]

Poznámka: 1 – uzavírací rozptylové sklo světlometu,

2 – výbojková lampa,

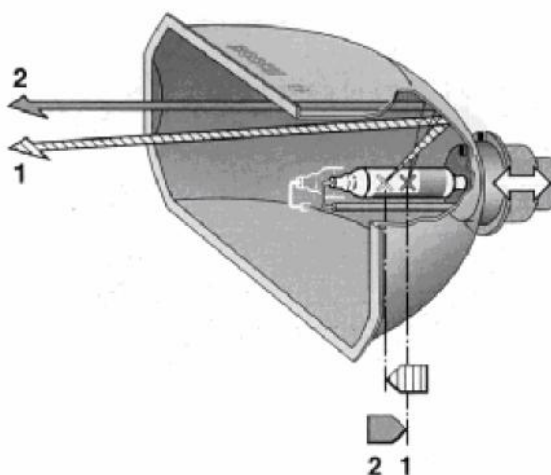
3 – konektor,

4 – zapalovací zařízení,

5 – řídicí jednotka.

## 6.6 Bi-Litronic (Bifunkční Litronic)

Je to zvláštní systém navržený firmou Bosch, který spočívá na principu reflexního světlometu. Dovoluje pomocí pouze jedné výbojky z dvojsvětlometového systému vytvářet tlumené i dálkové světlo. K přepínání světel se docíluje tak, že při přepnutí přepínače světel nastaví elektromagnetický stavěcí člen výbojku umístěnou v reflektoru do dvou různých poloh, které odpovídají výstupu světelného toku pro dálkové nebo tlumené světlo [3].



obrázek 6.6: Bifunkční Litronic [3]

Poznámka: 1 – tlumené světlo,

2 – dálkové světlo.



## 7 Moderní způsoby řešení hlavních světel

Mezi inovativní zařízení pro osvětlení vozidla patří adaptivní světlomety do zatáčky, obrysová světla se skleněnými kabely, světlomety s prvky LED, pixelové světlomety, zařízení pro noční vidění a virtuální zobrazování displejem Head-up [4].

Moderní světlomety se budou přizpůsobovat i počasí, jízdě za deště, sněžení nebo v mlze. Za těchto situací je řidič často nepříjemně rušen odrazy světlometů od lesklého povrchu vozovky. Světlomety příští generace proto cíleně sníží intenzitu osvětlení centrální části silnice před automobilem a naopak zvýší intenzitu dvou postranních světelných kuželů, které osvětlují okrajové sekce vozovky. Konstrukteři se snaží, aby řidič měl za každého počasí co nejlépe osvětlenou cestu, ale zároveň aby v žádném případě nedocházelo k oslňování protijedoucích vozidel [4].

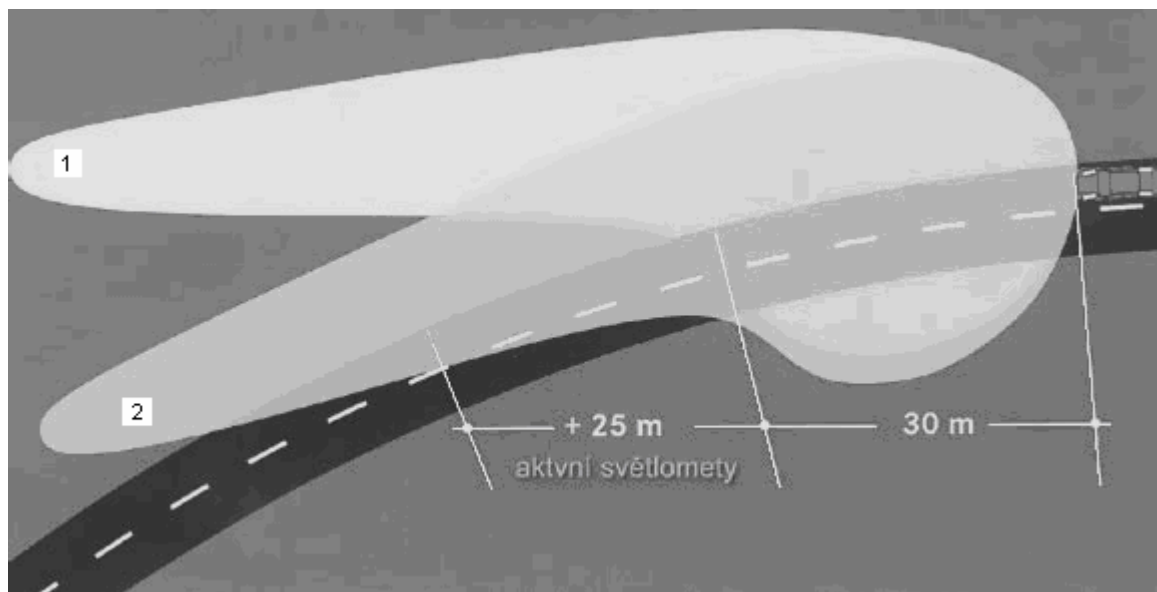
### 7.1 Vývoj adaptivních světlometů

Podle odborných studií se snižuje vizuální vnímavost v noci a při nedostatečném osvětlení až na pouhých 4%. Přitom však přes 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 [4].

Parametry světlometů osobních automobilů velmi přesně určují předpisy ECE, které do konce roku 2005 povolovaly pouze vertikální změnu úhlu vysílaného paprsku světla, neumožňovaly natáčení asymetrických světlometů do stran. Normy ECE předepisují pro potkávací světlomety feromagnetické hodnoty s přesně definovaným tvarem a rozložením světla. Podmínky na silnicích jsou však často jiné a proměnlivé. Vývoj těchto světlometů začal v roce 1993, kdy z iniciativy několika výrobců vznikl projekt AFS Eureka (Advanced Front Light System), jehož prvním výsledkem byl právě světlomet AFS. Uvedení těchto světlometů do sériové výroby však umožnila až novela předpisu ECE R48, s platností od 31. ledna 2003. Tato norma navazuje na změněné předpisy ECE pro xenonové a halogenové světlomety. V Evropě předvedl velmi jednoduchou aplikaci světlometů, osvětlujících zatáčku, již v šedesátých letech Citroen, u něhož se pomocí mechanického lanovodu natáčely dálkové světlomety v závislosti na poloze volantu [4].

Moderní systém AFS používá elektronické zařízení, které samočinně natáčí hlavní světlomety do zatáčky v závislosti na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu. Jejich uvedení bylo rozděleno na dva kroky. Od roku 2006 je povoleno pouze natáčení světlometů, ale od roku 2008 bude možno využívat další generaci s doplňkovými funkcemi, jako je například adaptivní distribuce světla pro různé podmínky (špatné počasí, jízda na dálnici) [4].





obrázek 7.1: Adaptivní světlomet při osvětlení zatáčky [3]

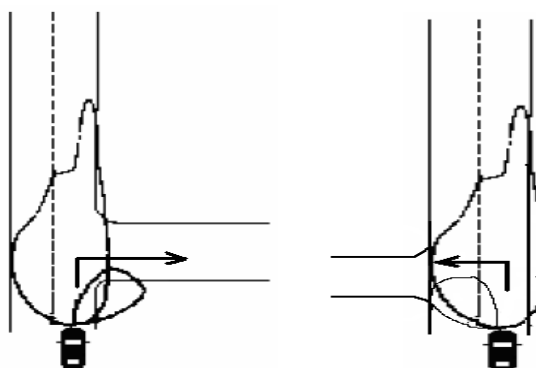
Poznámka: 1 - oblast osvětlena konvenčním tlumeným světlometem s asymetrickým rozložením,  
2 - oblast osvětlena dynamickým systémem AFS, prodlužuje osvětlení až o 25 metrů.

Adaptivní natáčení světlometů zlepšuje osvětlení zatáčky až o 15%, zlepšuje osvětlení zatáčky až o 90%.

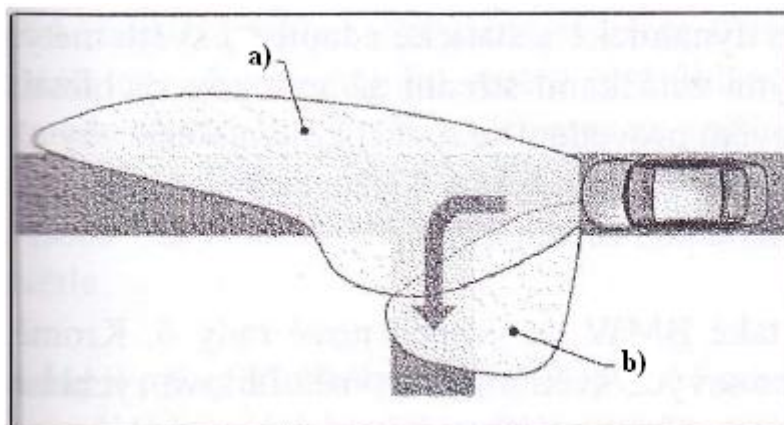
## 7.2 Statické světlometry

Statické světlometry nemůžeme považovat za adaptivní světlometry, protože se nenatáčejí, ale mají přídatný světlomet, který je pevný a nasměrován tak, aby při změně směru jízdy osvětloval oblast v úhlu  $60^\circ$  až  $80^\circ$ . Statický systém je vhodný pro velmi úzké zatáčky, serpentiny, křižovatky a pro manévrování v těsných prostorách se špatnou viditelností kolem vozu. Funkce těchto doplňkových světlometů je řízena elektronickou jednotkou, která na základě rychlosti jízdy, úhlu natočení volantu a zapnutí směrových světel plynule zvyšuje a snižuje intenzitu postranního světelného paprsku [4].

Systém pracuje při rychlostech do 70 km/h a při zapnutých tlumených světlometech. U statického světla do zatáčky se jako vstupní veličina pro algoritmus spouštění světla používá spínač směrových světel, jako akční člen slouží přídatná halogenová žárovka [4].



obrázek 7.2a): Statický světlomet pro odbočování [4]



obrázek 7.2b): Doplňkové postranní světlomety [4]

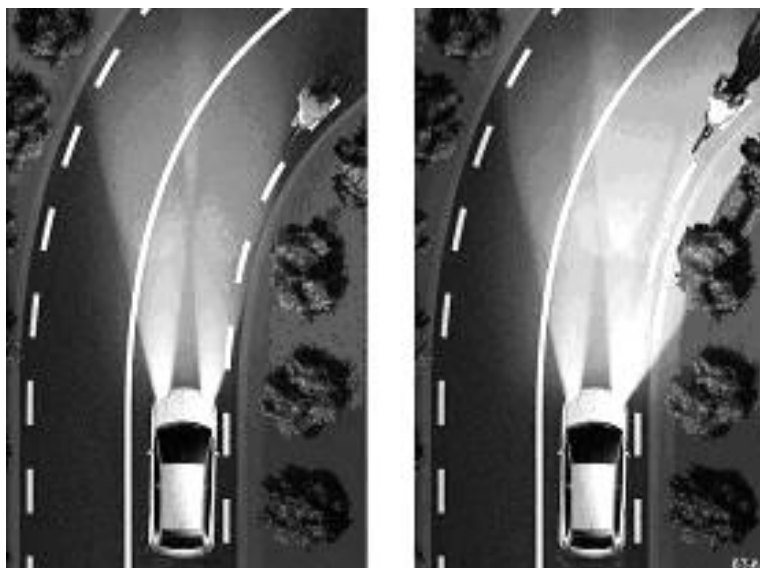
Poznámka: a) tlumené světlomety,

b) postranní statické světlomety.

### 7.3 Adaptivní dynamické světlomety AHL (Adaptive Head Lights)

Adaptivní (dynamické) světlomety AHL zlepšují osvětlení vozovky při odbočování nebo zatáčení vozidla v noci nebo za zhoršené viditelnosti. Délka osvětlení a úhel natočení světlometů se reguluje podle rychlosti jízdy. Natáčení kompletního tlumeného světla je maximálně  $15^\circ$  v každém směru. Natáčení je optimální pro zatáčení s rychlostmi nad 30 km/h [4].

Světlomety AHL mohou být halogenové, xenonové nebo bi-xenonové. V budoucnu se počítá s vario-xenonovým světlometem, který dokáže s jediným modulem vytvořit rozličné rozdělení osvětlení na vozovku podle aktuálních podmínek. Adaptivní bi-xenonové světlomety s projektorovým systémem jsou natáčeny jak při dálkových, tak tlumených světlech pomocí elektromotorů. Vše řídí elektronická jednotka, která je součástí elektronické datové sítě vozu, z níž v reálném čase dostává informace o úhlu natočení volantu a rychlosti jízdy. Každý modul má svoji řídicí jednotku a vlastní elektromotor. Natáčení projektoru nebo reflektoru řídí elektronika, která v závislosti na rychlosti jízdy a natočení řízených kol umí měnit směr, šířku a výšku svazku světla. U dynamického světla jsou aktuátory krokové motory, které tlumené světlo natáčejí do požadovaného směru [4].



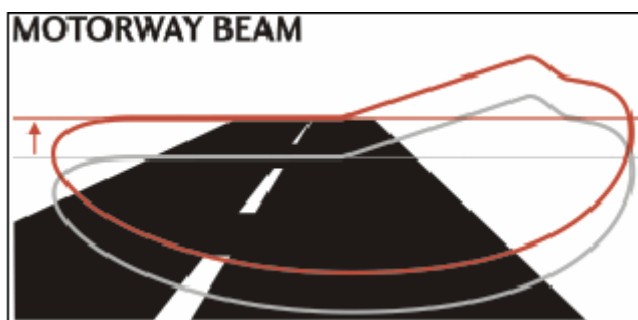
obrázek 7.3: Adaptivní dynamické světlomety [4]

Poznámka: vlevo – konvenční potkávací světlo s asymetrickým rozdělením svítivosti, vpravo – potkávací světlo s dynamickým světlem do zatáčky pro včasné rozpoznání nebezpečí.

#### 7.4 Adaptivní světlomety AFL (Adaptive Forward Lighting)

Světlomety AFL mají elektromechanický systém, ten samočinně natáčí hlavní světlomety do zatáčky v závislosti na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu. Jízda v noci je potom příjemnější a bezpečnější. Přídavný světlomet, který při odbočování ve tmě umožňuje vidět do zatáčky, do které vozidlo odbočuje. Odbočovací světlomet je instalován mezi dálkovým a potkávacím světlem v tělese hlavního světlometu. Adaptivní světlomet se aktivuje při rychlosti pod 70 km/h a při současně zapnutých tlumených světlech. Zapne se automaticky, pokud je delší dobu zapnutá směrovka, nebo když řidič hodně stáčí volant. Při zařazení zpětného chodu se adaptivní světlomety automaticky zapnou na obou stranách, tím se zlepši orientace při couvání [4].

Adaptivní světlomety AFL přizpůsobují svoji činnost a charakteristiky aktuálním jízdním podmínkám a světelným podmínkám. Když vůz jede rychle v přímém směru, například při jízdě po dálnici, je nutné, aby světelný paprsek osvětloval vozovku dále před vozem [4].



obrázek 7.4: Systém AFL pro jízdu na dálnici [4]

Naproti tomu zcela jiné podmínky klade na světlomety městský provoz – tady se vyskytuje největší nebezpečí v neosvětlených prostorách ležících bokem ke směru jízdy, proto moderní světlomety musí tato „slepá“ místa co nejintenzivněji eliminovat. Temná místa prudkých zákrut,



které se běžně vyskytují na většině okresních silnic, výrazně lépe osvětlují moderní adaptivní světlomety AFL, které se natáčejí spolu s řízením. Všechny tyto funkce budou světlomety AFL zvládat ještě lépe po připojení se satelitními navigačními systémy – osvětlovací systémy budou díky tomu moci rychleji reagovat na blížící se zatáčky nebo klesání, stoupání silnice [4].

Stěžejním prvkem adaptivních světlometů AFL příští generace jsou horizontálně a vertikálně natáčecí bi-xenonové světlomety s pohyblivými částmi reflektorů a variabilními filtry s clonami umístěnými do cesty světelného paprsku. Krokové elektromotorky dokážou ihned změnit nastavení všech těchto elementů tak, aby osvětlení odpovídalo vždy aktuální jízdní situaci [4].

Hlavní součástí adaptivních světlometů AFL je systém dynamického natáčení světel, díky kterému má řidič až o 90% lépe osvětlené zatáčky, neboť se světla natáčejí souběžně s řízením. Při jízdě zatáčkou o poloměru 190 metrů má řidič vozu s konvenčními pevnými světlomety osvětlený prostor do vzdálenosti asi 30 metrů. Adaptivní světlomety se systémem dynamického natáčení světelného paprsku více osvětleného prostoru a to až o 25 metrů. Adaptivní světlomety se natáčejí nejen do stran, ale za určitých okolností se mění i úhel jejich paprsku ve vertikální rovině [4].

Některé adaptivní světlomety se dokážou samy natáčet a rozsvěcovat. Jestliže řidič zapne automatickou aktivaci světel, která je zatím výbavou na přání, samy se rozsvítí při vjezdu do tunelu a při soumraku. Při vyjetí z tunelu a při rozednění se samy vypnou. Řidič tak má jistotu rozsvícených světel vždy, když to je potřeba [4].

### **7.5 Systém ALC (Cornering Lights with Adaptive Light Control)**

Systém ALC je vyvíjen výzkumným a vývojovým programem Connected Drive. Jedná se tedy o světlomety s variabilním rozdělením světla na vozovku podle jízdní situace. Základem jsou natáčecí modulové světlomety Vario-Xenon, které mají úhel natočení až 15°[4].

Tento systém sleduje informace ze satelitního systému GPS. Díky satelitnímu systému GPS a digitalizovaných map silniční sítě, které používají navigační přístroje, sleduje systém ALC pohyb vozu po vozovce a dokáže osvětlit zatáčku ještě dřív, než do ní vůz vjede. Při jízdě v obci je světelný paprsek velmi široký, aby osvětlil oblasti přilehlé k vozovce, mimo obec je užší, zato však má větší dosah [4].

### **7.6 DLS systém osvětlení (Distributive Lighting System)**

Další novinkou pro osvětlení automobilů je DLS. V systému je umístěn jeden centrální zdroj, ze kterého je světlo vedeno světlovody k jednotlivým částím systému. Systém DLS se skládá ze světelného zdroje, světelného modulu, světlovodů a vnější činné optiky [4].

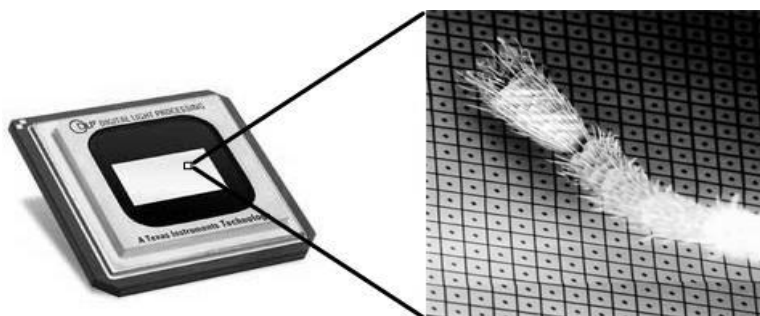
Tento systém obsahuje náhradu za tlumené světlo pro případ, že by nastala porucha systému. Systém může být doplněn ovládním přes satelitní navigaci a přepínat se do jednotlivých funkcí podle aktuální polohy a rychlosti[4].

## 7.7 Pixelové světlomety

Pixelové světlomety jsou považovány za třetí vývojový stupeň světelné techniky. Tato úplně nová revoluční technika umožňuje libovolně programovatelné a na bod přesné rozdělení světla na vozovku [4].

Základem je DMD čip (Digital Micromirror Device = digitální mikrozrcadlové zařízení), (obrázek 7.7), který nese asi 480 tisíc mikroskopicky malých zrcadel o velikosti jednoho pixelu. Každé zrcadlo je individuálně řízeno a natáčeno. Zrcátka přebírají funkci běžného reflektoru, ale díky natáčení 480 tisíc odrazových plošek umožňuje tento světlomet zavedení zcela nových funkcí, jako je například trvale využitelný neoslňující dálkový světlomet, u kterého je oblast ve výši očí protijedoucích řidičů ztmavena, nebo zvlášť jasné a cílené osvětlení dopravního značení [4].

Tento systém navíc umí na vozovku promítat i různé informační symboly, například světlené plochy ve tvaru šipky, kterými navigační systém informuje řidiče o změně směru jízdy. Prozatím se počítá s tím, že pixelové světlomety se stanou jako doplňující součástí běžných světlometů, pro cílené osvětlování určitých ploch, které jsou mimo dosah běžných světlometů. Pixelové světlomety umožňují ještě lepší dynamickou regulaci sklonu i bočního natočení světelného paprsku a zavedení zvláštního osvětlení pro jízdu ve městě, po dálnici nebo na místních silnicích. Dokážou nejenom velmi dobře osvětlit oblast před vozidlem, ale lze jimi na vozovku promítat i různé symboly (například pokyny navigačního systému) [4].



obrázek 7.7: Čip DMD se zvětšenou plochou zrcadel [4]

## 8 Přídavné světlomety

Existuje celá řada druhů přídavných světlometů. Nejčastějšími jsou přídavné světlomety do mlhy.

### 8.1 Přídavné světlomety do mlhy

Světla do mlhy jsou účinným pomocným osvětlením pro lepší viditelnost v mlze, hustém dešti, v zimě při sněžení a v prašném prostředí, protože dálková nebo tlumená světla nejsou v mlze dostatečně účinná. U světlometů do mlhy se využívá veškerých možností pro zlepšení viditelnosti za mlhy, které by nemohly být použity pro světla dálková a tlumená bez zhoršení viditelnosti. Nejúčinnějším opatřením ke zlepšení viditelnosti je vhodné rozložení světla. Požadavkem je, aby co nejmenší množství světelných paprsků směřovalo vzhůru, protože toto množství vytváří neprůhlednou slonu. Nejméně účinným prostředkem ke zlepšení viditelnosti je barva světla. Překážkami v atmosféře se nejlépe šíří světlo jednobarevné (monochromatické), nejlepší světlo je tedy světlo výbojek [1].

Objevila se řešení, která preferují barvu světla modrou nebo zelenou, avšak mezinárodní předpisy povolují pouze barvu bílou nebo žlutou. Světlomety do mlhy je nejlépe umístit co nejbližší k vozovce, to vede k lepší viditelnosti za mlhy, protože u povrchu vozovky je mlha řidší.

Druhů přídavných světlometů je celá řada, ale většina těchto světlometů nesmí být použita v běžném silničním provozu, jsou spíše určeny pro rallye. Vozidlo může být vybaveno dvěma předními světlomety shodného provedení se světlem do mlhy bílé nebo žluté selektivní barvy. Přední světlomety se světlem do mlhy musí být na vozidle umístěny tak, aby bod jejich činné polohy nejbližší rovině vymežující největší šířku vozidla nebyl dále než 400 mm od této roviny, nejvyšší bod jejich činné svítící plochy výše než nejvyšší bod činné svítící plochy potkávacího světla a nejnižší bod činné svítící plochy níže než 250 mm nad rovinou vozovky. Přední světlomety do mlhy musí být možné zapnout nebo vypnout nezávisle na dálkových nebo potkávacích světlech. V zorném poli řidiče jsou signalizována sdělovačem zelené barvy [1, 25].

Světlomety do mlhy smí řidič užívat jen v mlze nebo při sněžení a to vždy současně s obrysovými světly [3].



obrázek 8.1: Světla do mlhy [20]



## 9 Systémy pro noční vidění

Noční nehody jsou podle statistik v průměru těžší nehody než nehody denní. Kolem 40% smrtelných nehod proběhne v noci nebo za snížitelné viditelnosti. Řada evropských výrobců řeší problém zlepšení viditelnost za snížené viditelnosti (v noci i za mlhy) [1].

Zařízení pro noční vidění poskytuje řidiči informace o vyskytujících se překážkách na vozovce mnohem dříve, než by je pouhým okem registroval. Při řízení automobilu jsou všechny důležité informace vnímány očima. Osvětlení vozovky tlumenými světly dosahuje asi do vzdálenosti zhruba 40 metrů, proto je toto osvětlení vozovky omezené. Dálkových světel se používá jen zřídka vlivem velkého provozu na pozemních komunikacích. Videosenzory jsou velmi důležité při řízení automobilu, protože podporují vidění řidiče. Doplnkem těchto videosystémů jsou další asistenční služby, například kontrolování a udržování jízdní stopy, dodržování bezpečné vzdálenosti. Pro zadní část lze najít využití jako např. pomoc při parkování. Podpora řidiče se skládá ze speciální kamery, která je propojena s počítačem a komplexním zpracováním obrazu [4].

Kamery s infračerveným viděním využívají pro lidské oko neviditelné infračervené světlo, tím se nabízí možnost využití infračervených kamer v osvětlení vozidel. Tento druh záření vyzařují všechny objekty, lidé, zvířata, rostliny atd. Čím vyšší teplotu pozorovaný objekt má, tím světlejší barvou jsou zobrazovány. Systémy nočního vidění pracují se dvěma technologiemi [4]:

- **Near Infra-Red (NIR),**
- **Far Infra-Red (FIR).**

### 9.1 Near Infra-Red (NIR)

Zařízení pro noční vidění se skládá ze dvou zdrojů světla umístěných vpředu na vozidle, které pracují v infračervené oblasti (NIR - Near Infra Red). Oblast, která je využita leží za horním koncem spektra viditelného světla  $0,76\mu\text{m}$  a dosahuje až do vlnové délky  $1,1\mu\text{m}$ . Krycí sklo NIR světlometů je opatřeno filtrem. Filtr propustí jen infračervené světlo. Se světlometry NIR musí být zapnuty oba světlometry vnější. Kamery s infračerveným viděním využívají infračervené světlo, které je pro lidské oko neviditelné. V osvětlení vozidel se tyto infračervené kamery používají. Infračervené záření vyzařují všechny objekty, rostliny, zvířata a lidé. S rostoucí teplotou jsou na kameře zobrazovány světlejší barvou. Zdroje světla neomezují ostatní řidiče [1].

Technologie Near Infra Red dokáže pomocí infračerveného záření rozpoznat osoby, lesní zvěř, dopravní značení až na vzdálenost 160 metrů. Tento systém osvětluje prostor před vozidlem infračerveným zářením. Světlo odražené od určité překážky je zachyceno infračervenou kamerou, poté se signál zpracovává v palubním počítači na obraz a poté je zobrazen výsledný objekt na displej [25].

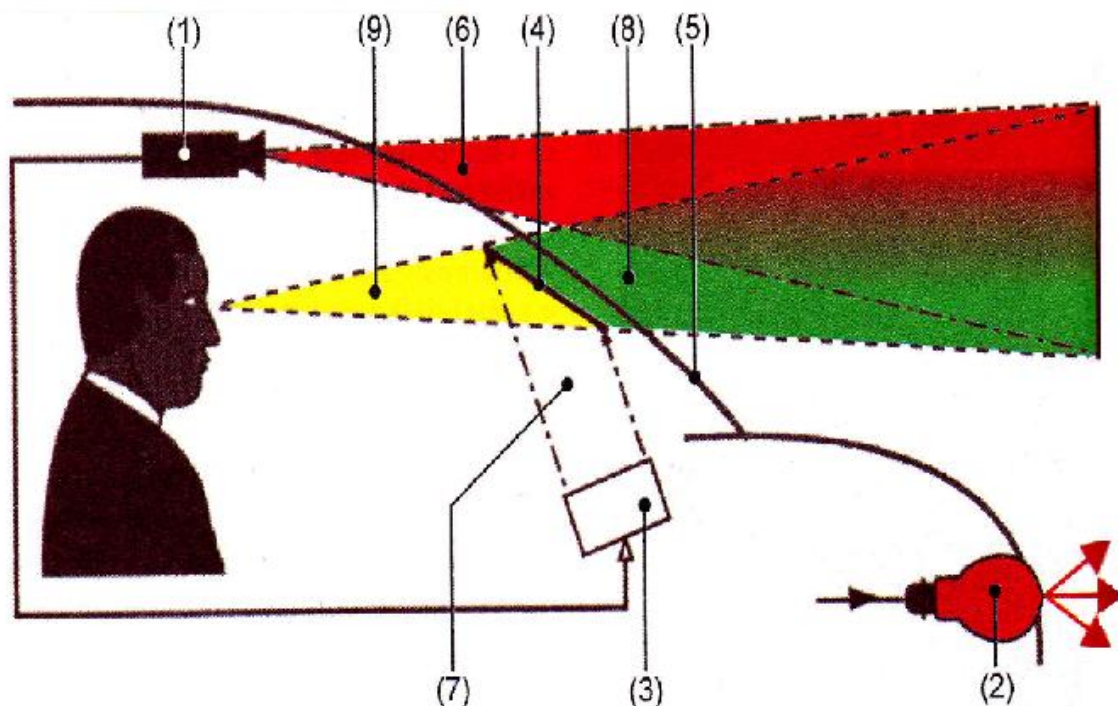
#### 9.1.1 Využití technologie NIR v praxi

Technologii NIR využívají především následující systémy:

- **Noční vidění (Night Vision)** - některé podpůrné systémy nočního vidění, které jsou založeny na snímání infračerveného spektra záření, jsou propojeny s displejem HUD (Head-Up Display). Obraz získaný z kamery se promítá prostřednictvím displeje HUD na čelní sklo. Využívají speciální laserové světlometry, které osvětlují vozovku

infračerveným světlem, jehož odraz snímá videokamera. Výsledný obraz je pak řidiči zobrazován na klasickém displeji nebo HUD. Viditelnost při zapnutých tlumených světlometech se zvýší z dnešních 40 metrů až na 150 metrů. Větší přínos tohoto systému nalezneme při extrémních podmínkách – hustý déšť, mlha, sněžení [4].

- **Automotive Lighting** - tento systém je postaven na bázi infračerveného vidění. Prostor před vozem osvětlují infračervené diody, které jsou zabudovány v předních světlometech. Obraz je snímán kamerou, která je citlivá na infračervené světlo a zobrazuje ho na displeji před řidičem [4].
- **Active Infrared Night Vision** - systém byl vyvinut společností Valeo, která uvádí u svého systému viditelnost jako při zapnutých dálkových světlometech (asi 200 metrů namísto 60 metrů u potkávacích světlometů) bez oslňování protijedoucích řidičů. To nejvíce řidiči ocení v hustém provozu, při kterém jsou dálková světla omezena. Zdrojem infračerveného světla je halogenová žárovka ve dvoufunkčním projektovém modulu. Do budoucna se zvažuje náhrada halogenové žárovky infračervenými diodami LED. Obraz snímá infračervená kamera, jež je zabudována do vnitřního zpětného zrcátka [4].



obrázek 9.1: Princip zařízení pro noční vidění NIR [1]

Poznámka: 1 - digitální kamera, 2 - zdroj infračerveného světla, 3 - displej, 4 - kombinací plocha, 5 - čelní sklo, 6 - obraz snímáný kamerou, 7 - viditelný NIR obraz, 8 - přímo přecházející obraz, 9 - výsledný obraz.



## 9.2 Far Infra-Red (FIR)

Tato technologie je vhodnější pro zobrazování osob a zvířat než technologie NIR, protože její dosah je dvojnásobný, tedy téměř 300 metrů, zatímco u NIR je to pouze 160 metrů. Podle studie rozpoznal systém FIR osoby na vzdálenost 165 metrů, NIR jen na 59 metrů. Systémy NIR jsou navíc citlivé na osvětlení ostatních aut, semaforey, pouliční osvětlení a vysoce reflexní povrchy, jako jsou dopravní značky. Systém FIR nereaguje na dopravní značky ani na světla ostatních automobilů [4].

Systém FIR zobrazuje pouze objekty, které vyzařují teplo, protože snímá termovizní kamerou, tím se stává další zdroj světla na vozidle nadbytečným. Jedná se o pasivní systém. Tyto informace z kamery jsou v počítači převedeny na ikonická data a zobrazeny na obrazovce. FIR neposkytuje detailní obraz dopravní situace, nepodstatné detaily jsou ztlumeny, aby nerozptylovaly pozornost řidiče. Řidič může být dříve varován před možným hrozícím se nebezpečím. FIR má méně dílů, opadá zdroj světla, který vyžaduje systém NIR [4].

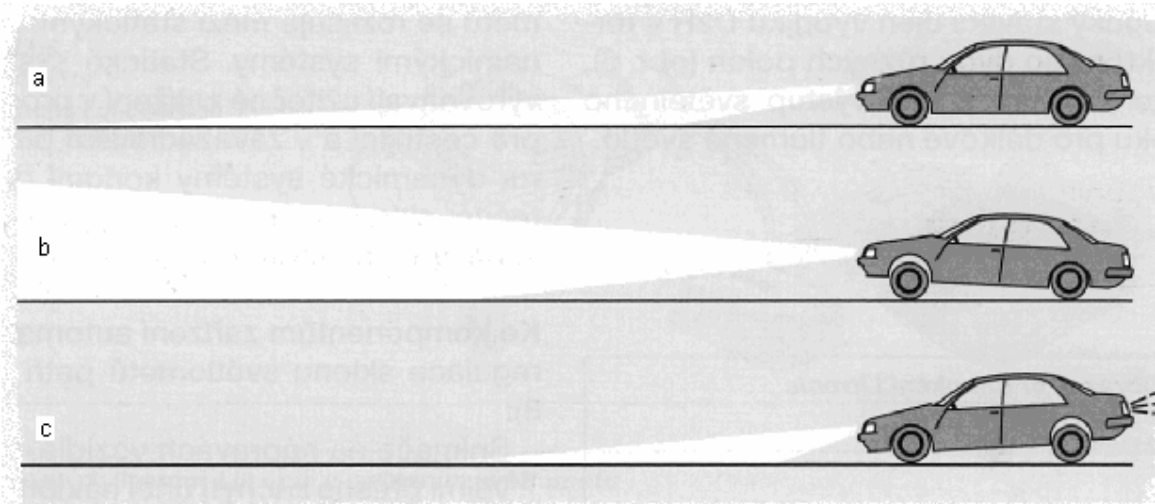
Je používán především firmou BMW. Snímač (kamera FIR) – kamera zachycuje teplo vyzařované objekty před vozem, je umístěn v levém rohu předního nárazníku. Infračervená kamera je chráněna mrazuvzdorným sklem, čistí se automaticky při aktivaci ostřikovačů a při teplotách pod 5 stupňů je skleněný kryt vyhříván. V rychlostech do 80km/h kamera snímá úhel 36 stupňů, při rychlostech vyšších snímá úhel 24 stupňů a mění se o 6 stupňů podle pohybů volantu. Ve vysokých rychlostech lze zapnout digitální zoom, který zvětší vzdálené objekty o padesát procent. Je patrné, že použití systému FIR je ve vozidlech výhodnější. Hlavní předností systému nočního vidění je nemožnost oslnění světlomety protijedoucích automobilů [4].



obrázek 9.2 Umístění termovizní kamery v předním nárazníku [4]

## 10 Regulace dosahu světlometů

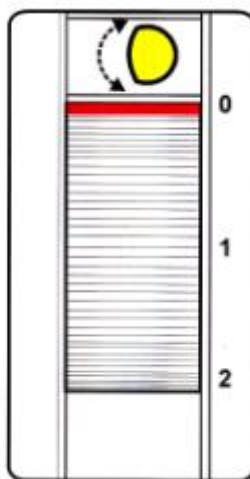
Regulace dosahu světlometů má zajistit, aby se při nerovnoměrném zatížení vozidla úhel sklonu (nastavení sklonu světlometu) tlumeného světla přizpůsobil zatížení vozidla [25].



obrázek 10: Dosah světla na rovné vozovce bez regulace sklonu světlometů [4]  
Poznámka: a - při jízdě stálou rychlostí bez užitečného zatížení,  
b - při zrychlení nebo s větším zatížením vzadu,  
c - při brzdění.

### 10.1 Ruční nastavování sklonu světlometů

Pro nastavení je vyžadována vícepolohová nebo plynulá regulace s ovládáním přímo z místa řidiče. Regulátor je hydraulický a nerozebíratelný [1].



obrázek 10.1: Ovladač ručního nastavení sklonu světlometů [1]

Na stupnici zobrazené na obrázku je označena základní poloha pro nezatížené vozidlo (0) a další polohy pro různé druhy zatížení (1, 2). Podle zatížení upravuje řidič naklápění optických vložek, které jsou stlačovány písty naplněné nemrznoucí kapalinou.

## 10.2 Automatické nastavování sklonu světlometů

Umožňuje správně nastavit světlomet v závislosti na změně velikosti a rozložení zatížení vozidla. Automatické nastavení světlometů je bezpečnější oproti ručnímu nastavení. Pro vozidla, u nichž jsou výbojkové světlometry, je automatická regulace povinná (předepsaná zákonem). Rozlišujeme dva systémy nastavení sklonu světlometů [25].

### 10.2.1 Statické systémy

Tyto systémy vyrovnávají vliv užitečného zatížení v prostoru pro cestující a v zavazadlovém prostoru. Mimo signálů z nápravových snímačů přijímá řídicí jednotka rychlostní signál z elektronického tachometru nebo z řídicí jednotky ABS. Pomocí tohoto signálu systém určí, zdali vozidlo stojí, pohybuje se nebo jede stálou rychlostí. Statický systém pracuje vždy s velkým útlumem, tzn., že vyreguluje pouze dlouho přetrvávající náklony karosérie [4].

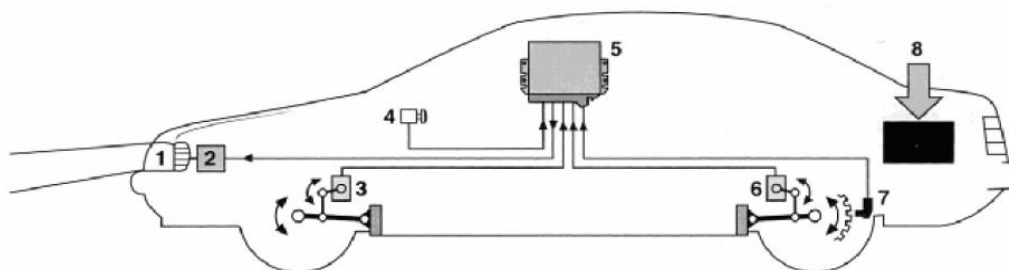
### 10.2.2 Dynamické systémy

Tyto systémy korigují dodatečně sklon světlometů při rozjezdu, akceleraci a brzdění. Dynamický samočinný systém zabezpečuje optimální polohu světlometů v každé jízdě poloze, protože funguje ve dvou provozních režimech. Přídavným rozlišením rychlostního signálu se na rozdíl od statické regulace sklonu světlometů rozpozná i akcelerace a brzdění [4].

Při jízdě stálou rychlostí zůstává jak dynamický, tak statický systém v režimu velkého tlumení. Jestliže se však rozpozná akcelerace nebo brzdění, přepne se systém ihned do dynamického režimu. Zkrácené vyhodnocování signálů a zvýšené stavěcí rychlosti servomotorů umožňují přizpůsobení sklonu světlometů za zlomky sekundy. Řidič má potom správný dohled, aby mohl řešit přehledně příslušnou dopravní situaci. Po ukončení akcelerace nebo brzdění se systém automaticky přepne opět do pomalého režimu [4].

Komponenty dynamické samočinné regulace sklonu světlometů [4]:

- snímače na nápravách vozidla velmi přesně zachytí úhel náklonu karosérie,
- elektronická řídicí jednotka, která ze signálů snímačů propočte úhel náklonu karosérie a tento porovná s předvolenou hodnotou. Při odchylce vyšle příslušné aktivační signály na servomotory, ty potom provedou přesné nastavení světlometů,
- servomotory provedou přesné nastavení světlometů.

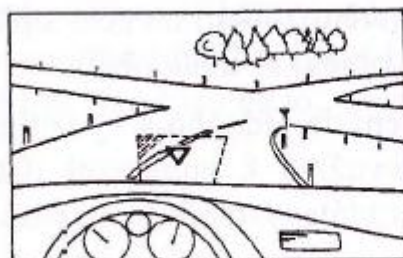


obrázek 10.2.2: Principiální zobrazení dynamické samočinné regulace sklonu světlometů [4]

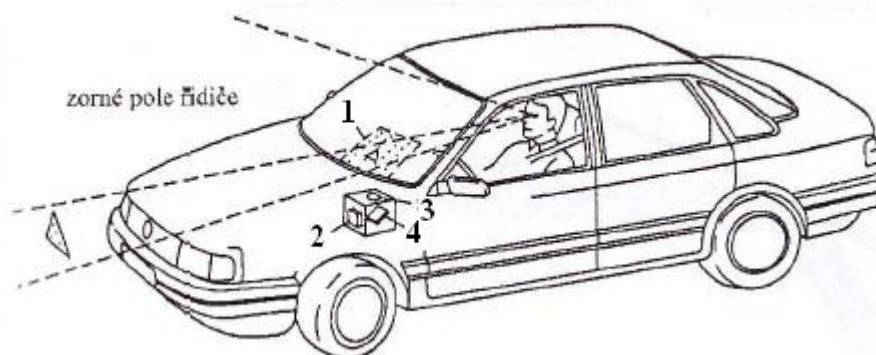
Poznámka: 1 - světlomet, 2 - nastavovač, 3 - snímač světelné výšky na přední nápravě, 4 - vypínač světel (zapnuto/vypnuto), 5 - elektronická řídicí jednotka, 6 - snímač světelné výšky na zadní nápravě, 7 - snímač otáček kola, 8 - užitečné zatížení.

## 11 Zobrazovač virtuálního obrazu Head-up Display (HUD)

Zobrazovač zobrazuje informace přímo v zorném poli řidiče. Je zde zobrazena navigace, rychlost a provozní stav vozidla. Virtuální obraz vidí řidič ve spodní části zorného pole asi ve vzdálenosti 2,2 metru. Obraz řidiči vůbec nepřekáží, pokud by nějakým způsobem omezoval řidiče, lze ho podle potřeby vypnout. Řidič nemusí oči ani na okamžik odtrhnout od vozovky a dopravní situace před vozidlem a jízda je proto bezpečnější. Na čelním skle se přes holografické zrcadlo ve výhledovém poli řidiče objeví virtuální obrazová informace, jako je např. výstražná dopravní značka (jedná se o propojení na “elektronické“ dopravní značky) nebo navigační signál, okamžitá rychlost, varování o bezpečné vzdálenosti. Promítání na čelní sklo odlehčuje řidiče od sledování navigačního přístroje, který neleží v jeho přímém zorném poli [4].



head-up-display



obrázek 11: Princip systému HUD [4]

Poznámka: 1 – polopropustné zrcadlo,  
2 – LCD displej,  
3 – zobrazovací čočka,  
4 – zobrazovací zrcadlo a zobrazení výstražné dopravní značky.

## 12 Ostatní osvětlení na vozidle

Velmi důležitým prvkem v osvětlení vozidel jsou světla brzdová a směrová.

### 12.1 Brzdová světla

Každé vozidlo, jehož konstrukční rychlost je vyšší jak 6 km/h, musí být opatřeno dvěma brzdovými světly červené barvy. Brzdová světla jsou povinnou a nezbytnou součástí každého motorového vozidla. Musí svítit směrem dozadu jasným červeným světlem. Musí se rozsvítit současně při působení řidiče na ovládací ústrojí provozního brzdění. V těchto světlech se používají žárovky o příkonu 21 W nebo zdroj tvořený LED diodami. Polovodičové LED diody se vyznačují velmi krátkou reakční dobou, teda dobou pro plné rozzáření, a proto se právě v konstrukci brzdových světlem využívají. Brzdová světla musí při brzdění svítit nezávisle na funkci ostatních spotřebičů [3].

Modernější jsou adaptivní brzdová světla. Jsou to blikající koncová brzdová světla, která slouží k účinnějšímu varování okolní dopravy o náhlém brzdění. Blikají se čtyřikrát vyšší frekvencí než zapnutá směrová světla. V kritických situacích lze tímto opatřením získat čas asi 0,2s. Adaptivní brzdová světla při nouzovém brzdění blikají a velmi zřetelně varují řidiče jedoucího v závěsu [3].



obrázek 12.1: Brzdové světlo LED [23]

### 12.2 Směrová světla

Všechna motorová vozidla a jejich přípojná vozidla, s výjimkou dvoukolových vozidel s konstrukční rychlostí nižší než  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a s objemem válců motoru do  $50 \text{ cm}^3$ , musí být vybavena směrovými světly.

Směrová světla musí svítit přerušovaným světlem oranžové barvy. Přerušování směrového světla musí mít frekvenci  $1,5 \pm 0,5 \text{ Hz}$ . Doba svícení musí být mezi 40÷80 % doby cyklu, aby účinek směrového světla byl zřetelně a dostatečně vnímatelný. Ukazatele směru jízdy jsou základní signalizační prvky vozidel, jejich umístění, předepsaná svítivost a rychlost přerušování je stanovena mezinárodními předpisy [3].

Ukazatele směru jízdy plní dvojí funkci:

- signalizace směru jízdy,
- varovné osvětlení vozidla.

Při varovném osvětlení vozidla blikají všechny ukazatele na obou stranách vozidla zároveň. Činnost musí být nezávislá na funkci ostatních spotřebičů, ale naopak funkce signalizace směru jízdy je závislá na zapnutí zapalování vozidla [3].

Základním prvkem směrových světel je přerušovač. Přerušovače směrových světel existují ve třech různých konstrukčních provedeních:

- bimetalové,
- kondenzátorové,
- elektronické.

Ve starších typech vozidel se používá směrového osvětlení s přerušovačem bimetalovým. V novějších typech vozidel je přerušovač elektronický. Elektronické přerušovače pracují spolehlivě a přesně, rytmus jejich práce nezávisí na palubním napětí. Existují dva druhy elektronických přerušovačů. Přerušovače osazené tranzistory a přerušovače s číslicovými obvody. U obou typů přerušovačů se jako zdroj přerušovaného proudu používá klopný obvod (multivibrátor) [3].

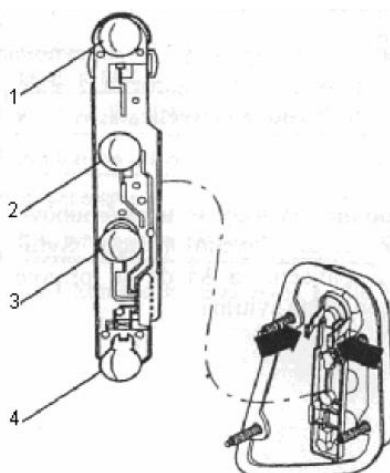
Boční směrové svítilny – jsou umístěny podle vyhlášky Ministerstva dopravy ČR a předpisu EHK – OSN č. 48 v jedné třetině délky vozu, tj. v zadní části předního blatníku [3].



obrázek 12.2: Boční směrové svítilny [24]

### 12.3 Zadní skupinové svítilny

Tyto svítilny mají po čtyřech žárovkách umístěných v samostatných nosičích. Funkce žárovek podle umístění je naznačena na obrázku [3].



obrázek 12.3: Zadní skupinová svítilna Škoda Fabia [3]



*Poznámka: 1 – brzdové světlo,*

*2 – směrové světlo,*

*3 – světlo pro couvání,*

*4 – dvouvláknová žárovka.*

Zadní skupinová svítidla je odlišná pro levou a pravou stranu. Plastové těleso svítidel má nerozebíratelně upevněný průsvitný kryt se třemi pásy. V horní třetině je zadní mlhové světlo, uprostřed na vnější straně zadní směrové světlo a blíže k ose vozu světlo na couvání. Střední pás je transparentní, spodní a horní pásy jsou červené [3].

Ve spodním pásu je světlo brzdové a obrysové. Obrysové světlo má jednu žárovku samostatnou a dále svítí 5W vlákno dvouvláknové žárovky [3].

## 12.4 Zpětná světla

Zpětná světla vytvářejí osvětlení dozadu při couvání a zároveň upozorňují ostatní účastníky silničního provozu o pohybu vozidla dozadu. Osobní automobil musí být opatřen zpětnými světly, která musí vyzařovat světlo bílé barvy [25].

## 12.5 Výstražná světla

Výstražná světla jsou účinným doplňkem vozidel povinně vybavených výstražnými majáky nebo výstražnou světelnou rampou. Jsou určena především pro policejní motocykly a pro automobily, které díky svým rychlostem, zvláštnímu určení nebo rozměrům vyžadují zdůraznění výstražné funkce pro zajištění bezpečnosti v silničním provozu [8].



obrázek 12.5: Výstražná světla [8]

## 12.6 Světelná houkačka

Je obvykle krátké spuštění dálkových nebo potkávacích světel. Omezování používání akustické houkačky v obcích a v noci vedlo k použití dálkových světel jako světelné houkačky. Jejich spínání se děje páčkou přepínače směrových světel na sloupku řízení [9].

## 12.7 Osvětlení registrační značky

Každé vozidlo musí mít zařízení pro osvětlení zadní tabulky státní poznávací značky [25].



obrázek 12.7: Osvětlení SPZ [10]

## 12.8 Osvětlení přístrojů

Kontrolní přístroje pracovního prostoru řidiče musí být osvětleny při zapnutí světelných zařízení vnějšího osvětlení vozidla. Osvětlení přístrojů nesmí řidiče oslňovat a ani působit rušivě při řízení vozidla [25].

## 12.9 Kontrolní světla (kontrolky, signálky)

Signalizují zapnutí obrysových světel (zelená - tlumená světla, modrá - dálková světla) nebo poruchu na vozidle. Podobnou funkci v akustické verzi má signální houkačka [25].



obrázek 12.9: Kontrolky, signálky [11]

## 12.10 Výstražný maják

V ČR modrý nebo obdobné blikající oranžové světlo pro označení pracovních vozidel. Blikání může být zajištěno elektromotoricky nebo elektronicky [11].





## 13 Navržení způsobu praktického využití v předmětu BAEB

V této části bakalářské práce je naznačen návrh teoretického a praktického využití osvětlení motorových vozidel v přednáškách a v laboratorních cvičeních z předmětu automobilová elektrotechnika.

Teoretická část bude obsahovat shrnutí základních vlastností z optiky, druhy osvětlení motorových vozidel, možnosti osvětlení z hlediska dosavadního vývoje a možností osvětlení do budoucnosti. V teoretické části budou studenti seznámeni s laboratorními úlohami, ve kterých by své teoretické znalosti při jejich měření mohli využít. Soubor bude doplněn kontrolními otázkami, jejichž správné zodpovězení by mělo být předpokladem pro laboratorní cvičení.

### 13.1 Využití v přednáškách

Pro přednášky bude vytvořena prezentace, která bude obsahovat stručně vysvětlené důležité pojmy z optiky, rozdělení světla a jejich umístění na vozidle, zdroje světla. Dále pak bude vysvětleno porovnání světla v hlavních světlotech, jejich konstrukce a použití. V poslední části přednášky by byly vysvětleny moderní systémy osvětlení, které můžeme vidět u nových automobilů jako je například moderní technologie Near Infra Red (NIR) pro noční vidění. Dále pak inovace signalizace a rozlišování dopravních značek.

### 13.2 Využití v laboratorních cvičeních

Optimalizace systému osvětlení motorových vozidel dává možnost velkého využití v laboratorním cvičení. V této části bude vypracována laboratorní úloha, a její následná realizace v rámci této práce.

Vhodné by mohlo být také navázání kontaktů s některou firmou, zabývající se automobilovým průmyslem. Zejména pro studenty by bylo dobré nahlédnout do školicích středisek automobilek, která používají diagnostického programu a funkčního modelu. To by mohlo být velmi užitečné a názorné pro praktické využití.

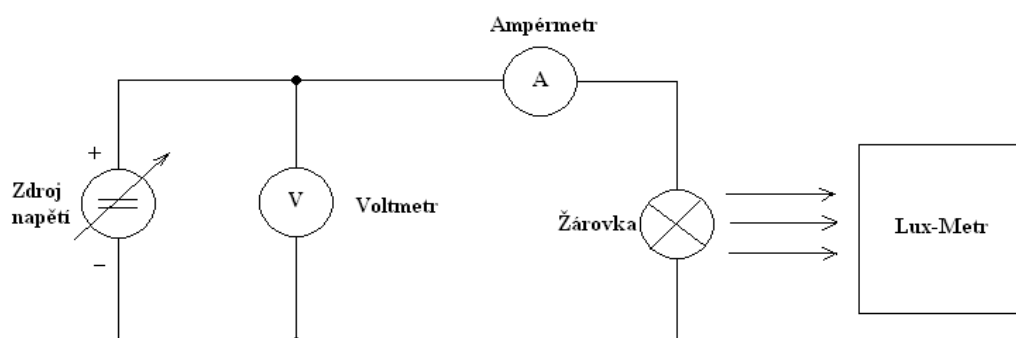
Dlouho jsem přemýšlel jakou laboratorní úlohu zrealizovat, tak aby ji bylo schopno provést se stávajícím vybavením laboratoří VUT FEKT. Z technických důvodů byly laboratoře tento semestr uzavřeny, tak jsem neměl možnost laboratorní úlohu zrealizovat prakticky. Z tohoto důvodu jsem provedl jenom její teoretický návrh.

Původně jsem zamýšlel zrealizovat laboratorní úlohu, ve které by si studenti vyzkoušeli využití funkcí nočního vidění, ale z technického hlediska je tato úloha nereálná. Součástky pro tuto úlohu představují vysoké finanční náklady, které by mi škola neposkytla z důvodů ekonomického rozpočtu. Další možností je laboratorní úloha, která by se zabývala nastavováním sklonu světlotetů. Studenti by se zde seznámili se světlotetem a jeho využitím v praxi. Ale i tato úloha představuje velké náklady na její realizaci. Museli bychom zakoupit řídicí jednotku, která by byla finančně nákladná. Nejlepším řešením by bylo navázání kontaktů s firmou, která se zabývá automobilovým průmyslem, jako je například naše firma Škoda Auto. To by bylo velmi přínosné zejména pro studenty, seznámili by se tak s danou problematikou a jejím následným řešením. Tato možnost se jeví do budoucna velmi zajímavá. Pro laboratorní cvičení jsem navrhnul jednoduché zpracování měření intenzity osvětlení žárovky.

### 13.2.1 Měření intenzity osvětlení u automobilových žárovek

V teoretické části budou studenti seznámeni s běžně používanými žárovkami, které se používají v automobilech. Studenti se tak seznámí s jejich parametry a s jejich použitím. Soubor bude doplněn kontrolními otázkami, jejichž správné zodpovězení by mělo být předpokladem pro laboratorní cvičení. Následně potom proběhne praktické měření, jehož cílem bude určit intenzitu osvětlení u jednotlivých druhů žárovek v závislosti na palubním napětí.

Studenti budou mít za úkol proměřit běžně používané žárovky v automobilu, které budou k dispozici pro měření, jako je například autožárovka PHILIPS BlueVision s označením H4 nebo autožárovka NARVA standardní s označením H3 při kolísajícím napětí palubní sítě. Schéma pro zapojení laboratorní úlohy je znázorněno na obrázku.



obrázek 13.2.1: Schéma zapojení laboratorní úlohy

Do předem připravené tabulky studenti zaznamenají změřené hodnoty proudu a intenzity osvětlení. Z naměřených hodnot studenti sestaví grafické závislosti  $I=f(U)$ ,  $U=f(E)$ , které jasně charakterizují konkrétní druh žárovky [25].

U	Žárovka 1			Žárovka 2		
	I			I		
	[A]			[Lux]		
[V]	$\alpha$	k	I	$\alpha$	k	I
10						
11						
12						
13						
14						
13						
12						
11						
10						

tabulka 13.2.1: Tabulka pro měření žárovek

Kde:  $U$  – napájecí napětí,  $I$  – proud tekoucí obvodem,  $E$  – změřená hodnota intenzity osvětlení



## 14 Závěr

Bakalářská práce byla zpracována na téma Optimalizace systémů osvětlení vozidel. V první části jsou popsány základní pojmy, dále je zde popsáno osvětlení vozidel a jeho klasifikace, zdroje světla a jejich použití v dnešní době.

Ve druhé části jsou uvedeny způsoby řešení světlometů a jejich konstrukce, provedení. Dále jsou zde uvedeny moderní způsoby řešení hlavních světel, především projekční světlomety a adaptivní světlomety. V jejich vývoji a zdokonalování se pořád pokračuje a tím více budou ve vozidlech využívána. Poté jsou zde uvedeny přídavné světlomety do mlhy a modernizace hlavních světel vozidla se zaměřením na systémy pro noční vidění. Tento systém se rozděluje na dva druhy NIR a FIR. Výrobci upřednostňují zejména systém FIR, protože je schopen rozpoznat osoby na vzdálenost až 165 m. Systém FIR umožňuje velmi dobré zviditelnění objektů a překážek za špatné viditelnosti např. v mlze a při hustém sněžení. Výhodou tohoto zařízení je, že při použití těchto zařízení nedochází k oslňování dalších účastníků silničního provozu. Dále se zde zabývám regulací světlometů, která je velmi důležitá v tom, že zabezpečuje stále dobrý dohled na vozovku bez oslňování protijedoucích vozidel. V druhé části se také zabývám moderními systémy osvětlení vozidel, jako jsou systémy ALC. Tento systém sleduje informace ze satelitního systému GPS. Díky satelitnímu systému GPS a digitalizovaných map silniční sítě, které používají navigační přístroje, sleduje systém ALC pohyb vozu po vozovce a dokáže osvětlit zatáčku ještě dřív, než do ní vůz vjede.

Ve třetí části jsem analyzoval možnosti aplikace pro praktická cvičení z BAEB jak pro přednášky, tak pro laboratorní cvičení. Byla navržena jednoduchá laboratorní úloha pro využití ve cvičeních z předmětu Automobilová elektrotechnika. Původně jsem zamýšlel zrealizovat laboratorní úlohu, ve které by si studenti vyzkoušeli využití funkcí nočního vidění, ale z technického hlediska je tato úloha nereálná. Součástky pro tuto úlohu představují vysoké finanční náklady, které by mi škola neposkytla z důvodů finančních nákladů. Vhodné by mohlo být také navázání kontaktů s některou firmou, zabývající se automobilovým průmyslem. Zejména pro studenty by bylo dobré nahlédnout do školících středisek automobilek, která používají diagnostického programu a funkčního modelu. To by mohlo být velmi užitečné a názorné pro praktické využití.



## 15 Seznam literatury

### Monografie:

- [1] JAN, Zdeněk, KUBÁT, Jindřich, ŽDÁNSKÝ, Bronislav. *Elektrotechnika motorových vozidel 2*. Brno:Avid s.r.o. Brno, 2003. s. 155.
- [2] HALLIDAY, D, RESNICK, R, WALKER, J. *Fyzika*. Brno:VUTIUM 2001, 1997. 1254 s. ISBN 80-214-1868-0.
- [3] VLK, František. *Elektrická zařízení motorových vozidel: Osvětlení*. 1.vydání. Brno: Fratišek Vlk, Mokrohorská 34, 644 00 Brno, 2005. 251 s. ISBN 80-239-3718-9.
- [4] VLK, František. *Automobilová elektrotechnika 1: Asistenční a informační systémy*. 1.vydání. Brno: Fratišek Vlk, Mokrohorská 34, 644 00 Brno, 2006. 269 s. ISBN 80-239-6462-3.

### Internetové zdroje:

- [5] [Http://lazo.czechian.net](http://lazo.czechian.net) [online]. 2004 [cit. 2009-09-18]. Dostupný z WWW: <<http://lazo.czechian.net/elektrika/osvetleni.htm>>.
- [6] [Http://utf.mff.cuni.cz](http://utf.mff.cuni.cz) [online]. 2007 [cit. 2009-10-19]. Dostupný z WWW: <<http://utf.mff.cuni.cz/~jobdr/download/Svetlo-St.ppt>>.
- [7] [Http://www.fm.tul.cz](http://www.fm.tul.cz) [online]. 2004 [cit. 2009-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.fm.tul.cz>>.
- [8] [Http://www.holomy.cz](http://www.holomy.cz) [online]. 2009 [cit. 2009-09-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.holomy.cz/svetla.html>>.
- [9] [Http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2003 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Osvětlení\\_motorového\\_vozidla](http://cs.wikipedia.org/wiki/Osvětlení_motorového_vozidla)>.
- [10] [Http://www.ap-safranek.cz](http://www.ap-safranek.cz) [online]. 2001 [cit. 2009-11-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.ap-safranek.cz/osvetleni-vozidel/osvetleni-spz/>>.
- [11] [Http://www.gme.cz](http://www.gme.cz) [online]. 2000 [cit. 2009-11-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.gme.cz/cz/index.php?page=electronic&id=11058>>.
- [12] [Http://www.dobry-obchod.cz](http://www.dobry-obchod.cz) [online]. 2001 [cit. 2009-11-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.dobry-obchod.cz/obchod/kateg/svetla/114-majaky/>>.
- [13] [Http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2001 [cit. 2009-11-24]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Žárovka>>.
- [14] [Http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2003 [cit. 2009-11-23]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/LED\\_dioda](http://cs.wikipedia.org/wiki/LED_dioda)>.
- [15] [Http://www.odbornecasopisy.cz](http://www.odbornecasopisy.cz) [online]. 2003 [cit. 2009-10-21]. Dostupný z WWW: <[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=35817](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=35817)>.



- [16] [Http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2000 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Osvětlení\\_motorového\\_vozidla#Zdroje\\_sv.C4.9Btla](http://cs.wikipedia.org/wiki/Osvětlení_motorového_vozidla#Zdroje_sv.C4.9Btla)>
- [17] [Http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2003 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zářivka>>.
- [18] [Http://www.kupzarovsky.cz](http://www.kupzarovsky.cz) [online]. 2006 [cit. 2009-11-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.kupzarovsky.cz/vybojky-halogenidove-vybojky-c-141\\_142.html](http://www.kupzarovsky.cz/vybojky-halogenidove-vybojky-c-141_142.html)>.
- [19] [Http://www.autodoplanky.cz](http://www.autodoplanky.cz) [online]. 2005 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.autodoplanky.cz/novinky-shop/xenonove-vybojky-original-hid-a1115445>>.
- [20] [Http://www.hella.cz](http://www.hella.cz) [online]. 2002 [cit. 2009-11-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.hella.cz/\\_data/vyber-z-katalogu-osvetleni.pdf](http://www.hella.cz/_data/vyber-z-katalogu-osvetleni.pdf)>.
- [21] [Http://www.xenon.cz](http://www.xenon.cz) [online]. 2007 [cit. 2009-11-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.xenon.cz/index.php?option=com\\_virtuemart&category\\_id=9&flypage=flypage.tpl&page=shop.product\\_details&product\\_id=72&vmcchk=1](http://www.xenon.cz/index.php?option=com_virtuemart&category_id=9&flypage=flypage.tpl&page=shop.product_details&product_id=72&vmcchk=1)>.
- [22] [Http://skodafabia.wz.cz](http://skodafabia.wz.cz) [online]. 2008 [cit. 2009-11-29]. Dostupný z WWW: <<http://skodafabia.wz.cz/zvenci.html>>.
- [23] [Http://www.autobest-tuning.cz](http://www.autobest-tuning.cz) [online]. 2008 [cit. 2010-5-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.autobest-tuning.cz/svetla-blinkry-471/svetla-585/hyundai-472/hyundai-sonata-2006-svetla-zadni-komplet-led-7386.html>>.
- [24] [Http://www.ekiteauto.cz](http://www.ekiteauto.cz) [online]. 2009 [cit. 2010-5-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.eliteauto.cz/sada-prislusenstvi-smerovych-svetel-1/sada-prislusenstvi-smerovych-svetel-6/>>.

#### **Ostatní materiály:**

- [25] HÁJEK, Vítězslav, Hajek\_AET\_ST. *Materiály pro přednášky v předmětu BAEB* [online]. 2008 [cit. 2009-10-21], s. 1-189.