

Nové systémy osvětlení vozidel zvyšují jízdní komfort a bezpečnost na nočních silnicích. Základy tohoto nového systému staví kromě jiných i studie o silničních geometriích a situacích vyplývajících při jízdě v noci. Z nich pak vyplývá, že by se osvětlení budoucnosti (hlavní světlomety a zadní světla) mělo při jízdě automaticky přizpůsobovat jízdní situaci a světelným poměrům. Z německých statistik vyplývá, že víc než 40% nehod se smrtelnými následky se stalo v noci, ačkoli je hustota provozu až o 80% nižší než za bílého dne. Hlavními příčinami bývá nepřiměřená rychlost, nedání přednosti v jízdě, riskantní předjíždění a vliv alkoholu; odborníci však vycházejí z toho, že u poloviny takových nehod hraje svou roli také nedostatečná viditelnost. Aby k těmto tragickým událostem docházelo co nejméně, zaznamenalo osvětlení automobilů v posledním desetiletí pozoruhodný vývoj. Od první poloviny devadesátých let se na evropských silnicích začaly objevovat vozy, vybavené světlomety s xenonovými výbojkami, které vytvářejí až 2,5krát více světla než klasické halogenové žárovky, a jejich teplota barvy 4300 Kelvinů je blíže přirozenému slunečnímu světlu než halogenová žárovka s 3200 Kelviny. Xenonové světlomety musejí mít samočinné udržování stálé výšky paprsku a ostříkovače krycích skel. Výbojka u nich slouží pouze pro potkávací světlomety, pro dálkové je ve světlometu samostatný reflektor s konvenční halogenovou žárovkou. Jinak je tomu u novějších bi-xenonových světlometů, které mívají zpravidla jednu výbojku v projektorové jednotce pro tlumené i dálkové světlomety. Přepínání zajišťuje pohyblivá clona mezi zdrojem světla a optikou. Clonu ovládá elektromagnet nebo elektromotor.

## SVĚTLOMETY

Původní, tzv. symetrické rozdělení světla postupně zaniklo, když se v roce 1957 zavedlo tzv. asymetrické rozdělení světla (obr. 1). Asymetrické rozdělení světla v úrovni vozovky, kde rozhraní světla a tmy vzrůstá na pravé straně (u vozidel s pravostranným řízením) umožnilo výrazným zvětšení délky dosahu tlumeného světla, aniž by docházelo k oslnění protijedoucích vozidel.

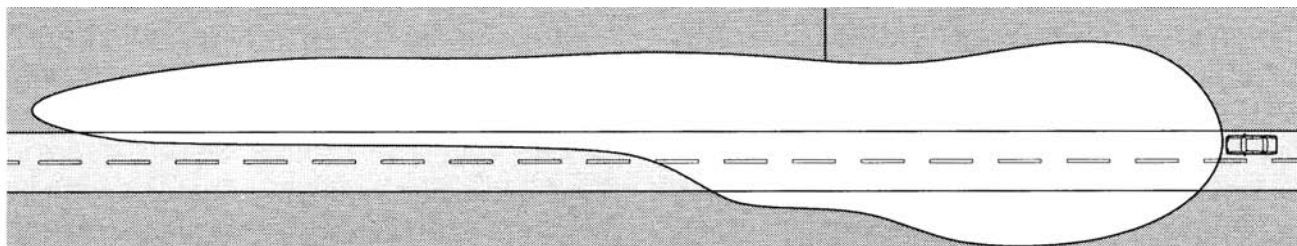
U soudobých vozidel se používají tato světla:

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

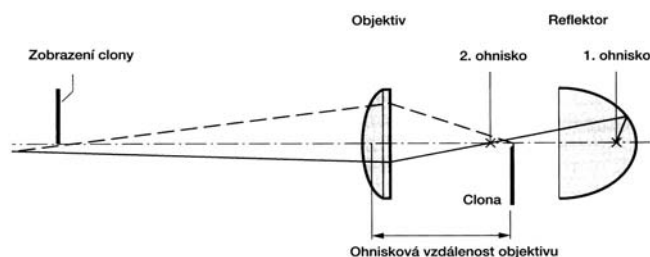
U **parabolických světlometů** je plocha reflektoru tvořena povrchem paraboloidu (parabola, která se otáčí kolem své osy). Při pohledu do světlometu zepředu, pro tlumené světlo se využívá jeho horní část. Zdroj světla je umístěn tak, že nahoru vyzářené světlo je

reflektorem odraženo přes optickou osu na vozovku. Paprsky světla jsou přitom vyzářovány rovnoběžně (pomineme-li jejich rozptyl, který závisí na velikosti vlákna a umístění žárovky). Rozdělení světla na vozovku podle zákonných požadavků a bezpečnosti se docílí pomocí optických forem na krycím skle, a sice svislým válcovým profilem pro horizontální rozdělení světla a prizmatickou strukturou ve výši optické osy, sloužící k posunu světla, aby bylo dosaženo potřebného asymetrického osvětlení vozovky.

**Elipsoidní světlomet** má podle svého názvu tvar plochy reflektoru elipsoidní. Umožňuje konstruovat světlomety o zvláště malých rozměrech s vysokým světelným výkonem. Takovéto světlomety pracují na podobném principu jako projekční zařízení, a proto se také označují jako **projekční světlomety**. Elipsoidní světlomet přebírá světlo zdroje a soustřeďuje je do **druhého ohniska** (obr. 2). První ohnisko leží stejně jako u parabolického světlometu uvnitř reflektoru (1. ohnisko na obr. 2). Clonka (4) ohraničuje rozdělení světla a vytváří hranici světla a tmy. Čočka funguje jako objektiv u projekčního přístroje a promítá rozdělení světla. Projekční světlomety jsou vhodné do mlhy, protože vytvářejí



Obr. 1 Asymetrické rozdělení světla v úrovni vozovky



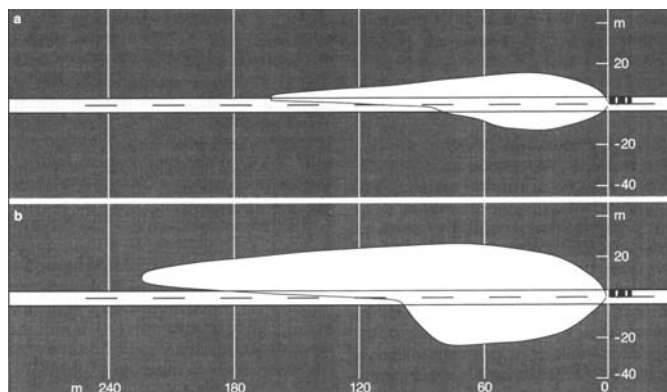
Obr. 2 Princip zobrazovací optiky projekčního světlometu (objektiv = čočka)

velmi ostrou hranici světlo – tma. Uplatňují se proto zejména u mlhových světlometů.

Světlomet s **volnou plochou** má plochu reflektoru volně vytvořenou v prostoru (není to symetrický prostorový útvar). Jednotlivé segmenty osvětlují různé části vozovky. Tímto způsobem se může pro tlumné světlo využít prakticky celá plocha reflektoru. Návrh se provádí pomocí výpočetní techniky a plochy jsou uspořádány tak, že světlo ze všech spodních segmentů je odraženo na vozovku. Ohyb světelných paprsků a rozptyl světla se vytváří přímo pomocí ploch reflektoru. Proto se může použít čisté krycí sklo bez optických elementů. To kromě efektního vzezření odstraňuje ještě jeden problém. U některých soudobých vozidel je plocha krycího skla skloněna natolik, že by bylo prakticky nemožné použít ji pro usměrnění světelných paprsků. Rozdělení světla na povrch vozovky se může dobře přizpůsobit konkrétním požadavkům.

**Kombinované světlometry** (elipsoid a volná plocha) jsou projekční systémy, u kterých je plocha reflektoru navržena technologií volných ploch. Reflektor zachycuje co možná nejvíce světla od zdroje. Zachycené světlo směřuje tak, aby co možná nejvíce dopadalo přes clonu na čočku (objektiv). Světlo je reflektorem směřováno tak, že ve výšce clony vzniká rozdělení světla, které čočka (ohnisko) promítá na vozovku.

Moderní design vozidla předpokládá kompaktní světlometry pro ploché čela vozidel. Systém světlometů „Litronic“ (Light-Electronics) s xenonovou výbojkou plní požadavky jako na druh světla a jeho intenzitu, tak i z pohledu kompaktní konstrukce. 1500 hodin životnosti jsou postačující pro průměrně potřebný celkový provozní čas osobního vozidla. Protože nedochází k náhlému výpadku jako u žárovek s vláknem, je možná diagnóza a včasná náhrada. Osvětlení vozovky je podstatně lepší než halogenovými žárovkami (obr. 3).



Obr. 3 Rozdělení světla v úrovni vozovky: a – projekční světlomet se žárovkou H1, b – projekční světlomet Litronic s výbojkou D2S

Komponenty světlometu Litronic jsou:

- optická jednotka s výbojkou a
- elektronický předřazený přístroj se zápalným zařízením a řídicí jednotkou.

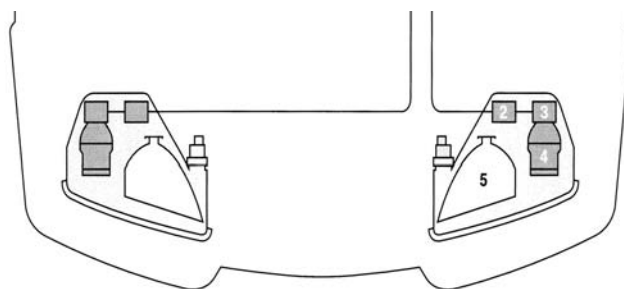
Světlometry Litronic mají v porovnání k halogenovým světlometům vyšší světelný tok se specificky přizpůsobeným rozdělením svítivosti. Tím jsou lépe viditelné okraje vozovky. V obtížných jízdních situacích a při špatném počasí je podstatně zlepšená jak viditelnost tak i orientace. Ve smyslu požadavku podle předpisu EHK-R48 se světlometry Litronic vždy kombinují s automatickou regulací vertikálního sklonu světlometů a čistícím zařízením světlometů, které společně zaručují kdykoliv optimální využití dalekého dosvitu a opticky bezvadný světelný výstup.

Mezi elektrodami výbojky (plnění inertním plynem xenonem a směsí kovů a kovových halogenidů) se zapálí elektrický oblouk. Přiložením zápalného napětí (do 25 kV) se vytvoří elektrický oblouk, který ionizuje plyn. V průběhu kontrolovaného přívodu střídavého proudu (cca 400 kHz) se vypaří kapalná a tuhá plnicí látka na základě teplotního nárůstu v ohnisku a přitom vyzařují světlo. Světelný tok 35 W výbojkové lampy D2S je prakticky dvakrát tak větší jako u halogenové žárovky (H1). Provozní napětí činí cca 85 V.

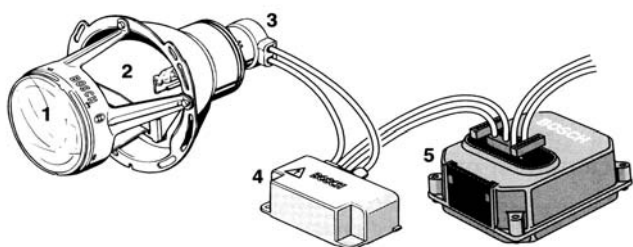
Pro zapálení, provoz a ke kontrole výbojkové lampy se používá elektronický předřadný přístroj. Skládá se ze zápalného zařízení a elektronické řídicí jednotky. Zápalné zařízení dodává vysoké napětí potřebné k zapálení výbojky. Elektronická řídicí jednotka řídí zásobování proudem v náběhové fázi a v stacionárním provozu seřídí hodnoty na výkon výbojky 35 W. V prvních sekundách po zapálení teče zvýšený proud, aby se co nejrychleji dosáhl provozní stav s plným světelným výkonem. Kolísání palubního napětí se dalekosáhle vyregulují, takže odpadnou změny světelného toku.

Když výbojka zhasne např. kvůli extrémnímu poklesu napětí v palubní síti, automaticky se zapálí znovu. V případě závady (např. při poškození lampě) přeruší elektronický předřazený přístroj napájení proudem a tím zabezpečí ochranu proti nebezpečnému dotyku.

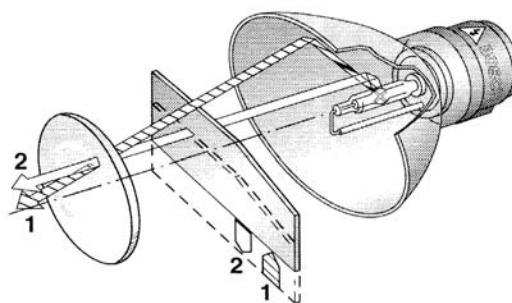
Světlometry s výbojkami se přednostně zavádějí pro tlumená světla v tzv. čtyřreflektorovém systému, kombinované s dálkovými reflektory klasické konstrukce (obr. 4). K dispozici jsou různé optické systémy.



Obr. 4 Čtyřreflektorový systém Litronic (Bosch): 1 – palubní napětí, 2 – elektronická řídicí jednotka, 3 – zapalovací zařízení s přípojkou pro výbojku, 4 – reflektorová optika s výbojkou pro tlumené světlo, 5 – halogenové dálkové světlo



Obr. 5 Systém Litronic v projekčním světlometu: 1 – čočka, 2 – výbojka, 3 – konektor, 4 – zapalovací zařízení, 5 – řídicí jednotka



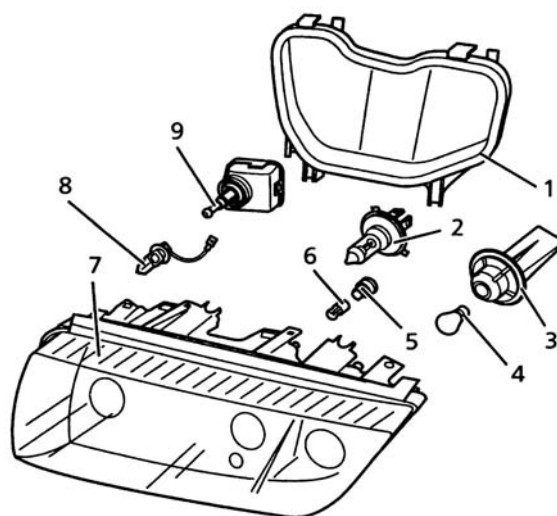
Obr. 7 Bifunkční Litronic „Reflexion“: 1 – tlumené světlo, 2 – dálkové světlo (Bosch)

## PROJEKČNÍ SVĚTLOMETY

V protikladu ke klasickým světlometům, u kterých je pro rozptyl světla potřebné rozptylové sklo, se u projekčního světlometu vyobrazuje už reflektorem vytvořený rozptyl světla, který se přes čočku přenáší na vozovku. Základní konstrukce světlometu se v principu podobá diaprojektoru. V obou případech je podstatné optické zobrazení objektu. Pokud v případě diaprojektoru sestává objekt z diapozitivu samotného, u světlometu ho tvoří reflektorem vytvořený rozptyl světla a hrana clony. Tato hrana vytváří pro tlumené světlo potřebnou hranici světla a tmy (obr. 3 a 5).

## REFLEXNÍ SVĚTLOMETY

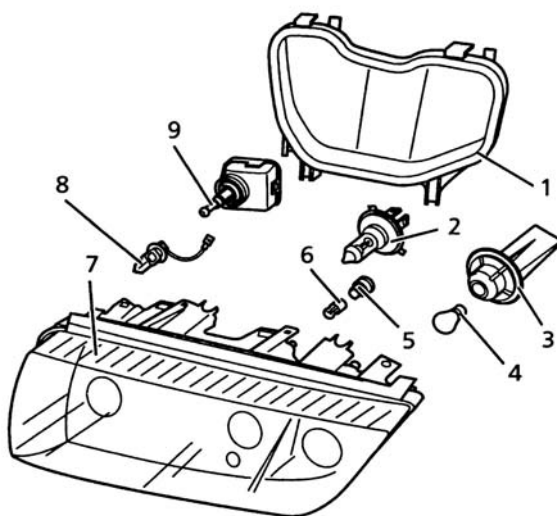
Když jsou pro výstup světla k dispozici větší plochy, může být Litronic proveden též jako reflexní světlomet. Značně větší plocha pro výstup světla je charakteristická rozptylovým polem, které je integrováno do uzavíracího skla světlometu, nebo leží na jeho vnitřní straně. Pro tlumené světlo se používá výbojka, která je pro vytváření hranice světla a tmy vybavena stínovými pruhy. Pomocí speciální výbojky se může realizovat také velmi účinný dálkový světlomet (obr. 6).



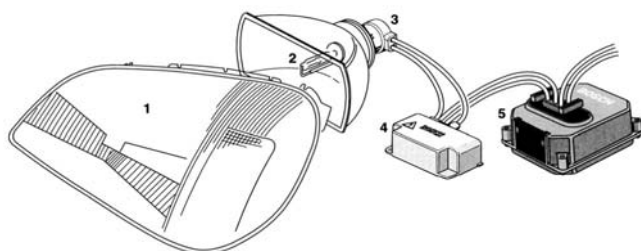
Obr. 8 Bifunkční Litronic „Projektion“: 1 – tlumené světlo, 2 – dálkové světlo (Bosch)

## Bi-Litronic

Zvláštní polohu zaujímá bifunkční Bi-Litronic. Je produktem vývoje firmy Bosch a spočívá na reflexním principu. Řešení dovoluje pomocí pouze jedné výbojky z dvojsvětlometového systému vytvářet tlumené i dálkové světlo. K tomu při přepnutí přepínače pro dálkové/tlumené světlo uvádí elektromagnetický stavěcí člen výbojku v reflektoru do dvou různých poloh (obr. 7), které pokaždé určí výstup světelného toku pro dálkové nebo tlumené světlo.



Obr. 9 Montážní přehled hlavního světlometu Škoda Fabia: 1 – zadní kryt světlometu, 2 – žárovka potkávacího světla, 3 – objímka žárovky směrového světla, 4 – žárovka směrového světla, 5 – objímka žárovky obrysového světla, 6 – žárovka obrysového světla, 7 – těleso světlometu, 8 – žárovka dálkového světla, 9 – nastavovač sklonu světlometu

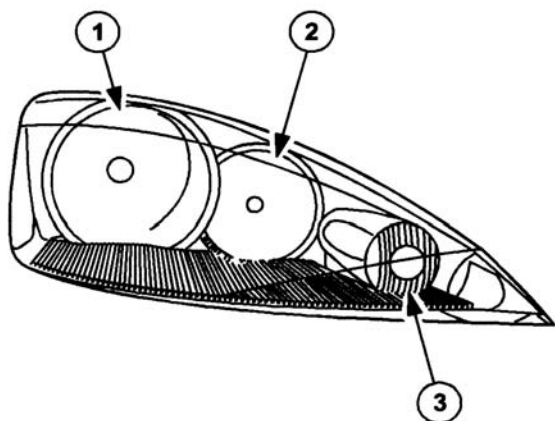


Obr. 6 Systém Litronic (Bosch) v reflexním světlometu: 1 – uzavírací rozptylové sklo světlometu, 2 – výbojková lampa, 3 – konektor, 4 – zapalovací zařízení, 5 – řídicí jednotka

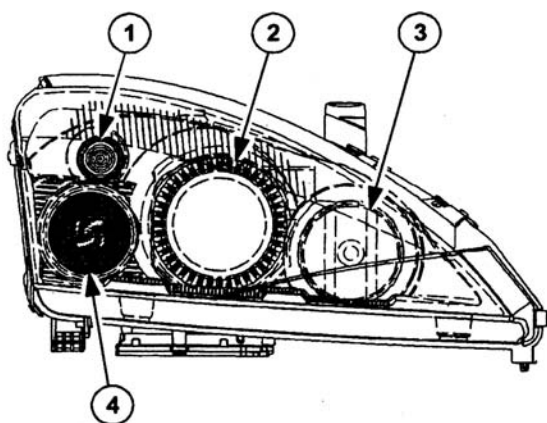
Na obr. 7 a 8 jsou znázorněny dva typy bifunkčních světlometů Litronic.

Hlavní světlomety vozu Škoda Fabia (obr. 9) jsou opatřeny tzv. čirou optikou. Odrážecí (optické vložky), které jsou vyvinuté počítačovou technologií, nepotřebují usměrňování světelných paprsků dezénem skla. Světlomety jsou opatřeny čirými kryty („sklo“) je z materiálu PC (polykarbonát), který nemá rýhování. Čirá optika lépe využívá světelnou energii, a má tedy lepší účinnost. Světlomet je rozdělen na komory. Rozptylu světla se dosahuje tvarem reflexních ploch komor, které jsou samostatné pro jednotlivá světla, a mají tedy i samostatné žárovky pro světla tlumená (potkávací, klopená), dálková, obrysová a do těles světlometů integrovaná směrová světla s oranžovými žárovkami. Při zapnutí světel dálkových zůstávají svítit i světla potkávací, čímž je docíleno mnohem lepšího osvětlení vozovky a tím i zlepšení bezpečnosti jízdy. Světlomety mají ručně ovládané zařízení, kterým je možné plynule přizpůsobovat jejich sklon podle zatížení vozu.

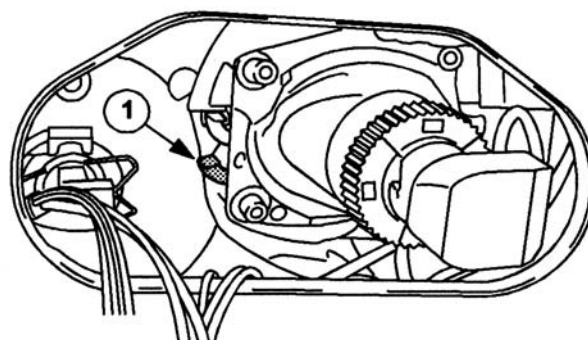
Na obr. 10 je příklad předního světla vozu Ford Focus. Světlomety jsou z čirého skla s plošnými reflektory a odděleným dálkovým světlem. Směrová světla jsou zabudována do skříně světlometu směrem dovnitř vozu. Pro tlumené světlo se používají žárovky H7, pro dálkové světlo žárovky H1. Při cestách do země s levostranným jízdním režimem se používá lepicí maska pro zamezení oslnění.



Obr. 10 Přední světlo s halogenovými žárovkami (Ford Focus): 1 – hlavní světlomet, 2 – dálkový světlomet, 3 – směrové světlo



Obr. 11 Přední světlo s xenonovými výbojkami (Ford Focus): 1 – obrysové světlo, 2 – hlavní světlomet, 3 – dálkový světlomet, 4 – směrové světlo



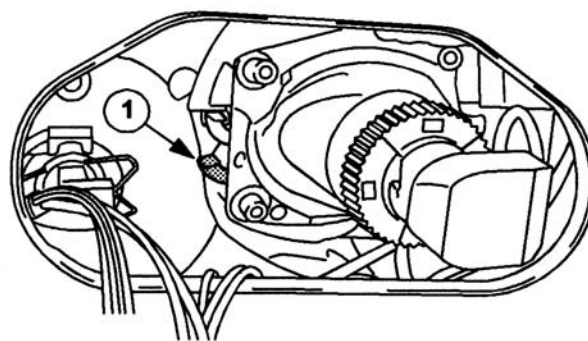
Obr. 12 Přepínání dálkového a tlumeného světla (Ford Focus): A – clona v poloze „dálkové světlo“. B – clona v poloze „tlumené světlo“, 1 – čočka, 2 – reflektor, 3 – nastavovací elektromotor pro clonu, 4 – přestavovací páka pro clonu, 5 – clona

U automobilů Ford se dodávají výbojkové světlomety, která poprvé používají novou bi-xenonovou techniku (obr. 11). V tomto případě 35wattová xenonová výbojka nevytváří pouze tlumené světlo, nýbrž také dálkové světlo. Poloha směrových světel u dvojitých výbojkových světlometů je jiná než u konvenčních světlometů. Směrová světla jsou umístěna vně.

Přepínání mezi tlumeným a dálkovým světlem zajišťuje clona, která se natáčí do světelného kužele (obr. 12). Zdroj světla se přitom nemění. Příkladový reflektor pro světelnou houkačku má konvenční techniku (žárovka H7). Směrové světlo a obrysové světlo jsou stejně jako u konvenčního světlometu.

Výbojkové světlomety mají pro přestavení světel při přechodu z pravostranné dopravy na levostrannou dopravy páku uvnitř světlometu (obr. 13). Přestavením páky se vloží do světelného kužele clona, která zabraňuje oslnění v protisměru. Protože na světelné výbojce je elektrické napětí až 30 kV, je nutno při opravách dbát na bezpečnostní předpisy.

Nový systém Varilis (Variables Intelligentes Licht-System) firmy Hella zvyšuje jízdní komfort a bezpečnost na nočních silnicích. Základy tohoto nového systému staví kromě jiných i studie o silničních geometriích a situacích vyplývajících při jízdě v noci. Z nich pak vyplývá, že by se osvětlení budoucnosti (hlavní světlomety a zadní světla) mělo při jízdě automaticky přizpůsobovat jízdní situaci a světelným poměrům. Mezi tyto systémy patří statické světlomety do zatáček nebo vychylovací xenonové bi-světlomety (systém Maybach pro Mercedes).



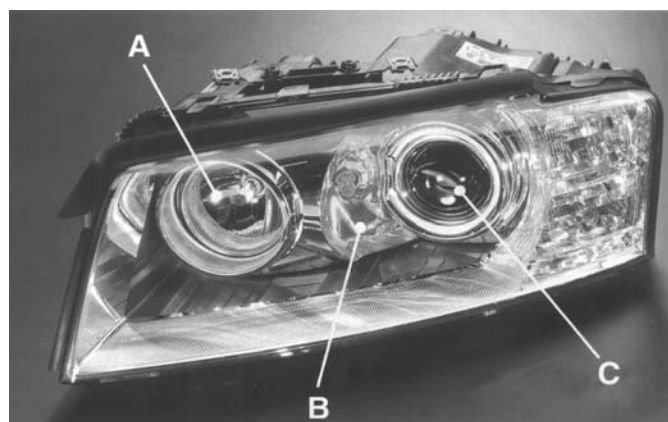
Obr. 13 Páka pro přestavování světel z pravostranné na levostrannou dopravu – pozice 1 (Ford Focus)

Systém VarioX (Hella) má tvarovaný váleček, který se nachází mezi xenonovou výbojkou a skleněnou čočkou místo clony. Tento váleček se otáčí kolem podélné osy a na své obvodové ploše je opatřen různým tvary kontur, jejichž pomocí lze na silnici vytvářet různé typy rozložení světla. Systém VarioX má tedy mezi zdroj světla a skleněnou čočku zasunutou clonu, podobně jako u diaprojektoru. Tvar clony pak vytváří požadované rozhraní osvětleného a neosvětleného prostoru. Prvním krokem k tomu, aby se u jednoho světlometu dosáhlo vedle vycloněného světla ještě dodatečného rozložení světelného kužele je dvojitý xenonový světlomet. V tomto případě se clona ve zlomcích sekundy mechanicky posune a uvolňuje chod paprsků dálkového světla.

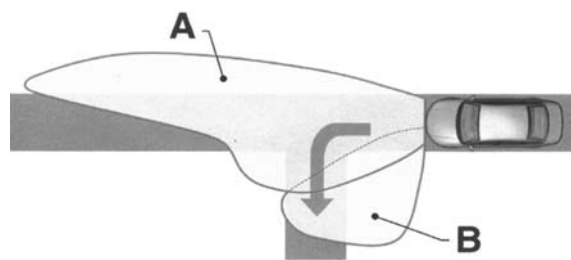
### ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY

Podle odborných studií klesá vizuální vnímavost v noci a při nedostatečném osvětlení až na pouhých 4 procenta, přitom však 90 procent 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.

Parametry světlometů osobních automobilů velmi přesně určují předpisy ECE, které do konce loňského roku povolovaly pouze vertikální změnu úhlu vysílaného paprsku světla, neumožňovaly však natáčení asymetrických světlometů do stran. Normy ECE předepisují pro potkávací světlomety fotometrické hodnoty s přesně definovaným tvarem a rozložením světla. Podmínky na silnicích jsou však často jiné a navíc proměnlivé. Proto vznikl v roce 1993 z iniciativy devíti výrobců automobilů a světlometů projekt AFS Eureka (dnes se na něm podílí již 23 firem), jehož první plody se objevily jako adaptivní světlomety AFL (Adaptive Forward Lighting), či AFS (Advanced Front Lighting System) už v prvních vozech na jaře letošního roku. Uvedení světlometů AFL do sériové výroby umožnila poslední změna předpisů ECE R48, jež vstoupila v platnost 31. ledna 2003, a která navazuje na změněné předpisy ECE R98 pro xenonové světlomety a 8112 pro halogenové světlomety. V Evropě předvedl velmi jednoduchou aplikaci



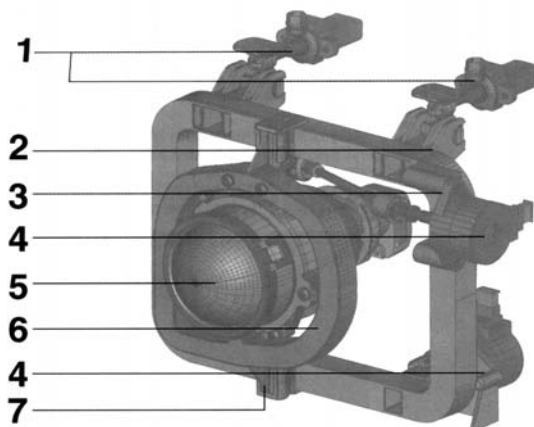
Obr. 14 Do tělesa reflektoru Audi A8 je mezi čočky tlumených a dálkových světel Xenon Plus s dynamickou regulací sklonu paprsku uložen krátký tubus s další výbojkou: A – dálkový světlomet, B – postranní světlomet, C – bi-xenonový modul



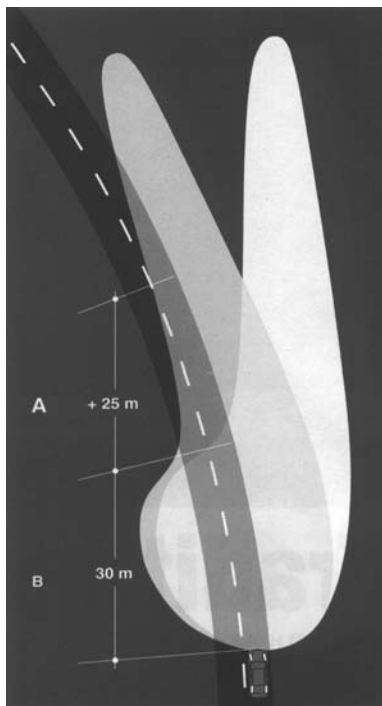
Obr. 15 Doplnkové postranní světlomety, jaké vyrábí například Hella pro Audi A8, se uplatní zejména ve velmi úzkých zatáčkách, serpentínách a na křižovatkách. Zapínají se v rychlosti do 70 km/h: A – tlumené světlomety, B – postranní světlomety

světlometů, osvětlujících zatáčku, již v šedesátých letech Citroen DS, u něhož se pomocí mechanického lanovodu natáčely dálkové světlomety v závislosti na poloze volantu. Moderní světlomety AFL používají vyspělé elektronické řízení a jejich uvedení na trh je rozděleno do dvou kroků. Od letošního roku je dovoleno pouze natáčení světlometů, ale za dva roky by měla následovat druhá generace s doplnkovými funkcemi, jako je například adaptivní distribuce světla pro různé podmínky (špatné počasí, jízda na dálnici, apod.).

K hlavním dodavatelům automobilového průmyslu v této oblasti patří firmy Hella, Visteon a Valeo, které jako první zahájily výrobu světlometů AFL. Společnost Hella uvedla nejdříve statický systém pro Audi A8 (obr. 14 a 15). Ten je vhodný pro velmi úzké zatáčky, serpentiny, křižovatky a pro manévrování v těsných prostorech se špatnou viditelností kolem vozu. Funkci těchto doplnkových světlometů řídí elektronická jednotka na základě rychlosti jízdy, úhlu natočení volantu a zapnutí směrových svítlen. Systém pracuje při rychlostech do 70 km/h a při zapnutých tlumených světlometech. Přídavné svítily nezačnou svítit náhle, ale intenzita postranního světelného paprsku plynule narůstá a poté klesá. Od roku 2003 dodává Hella pro vozy Opel Vectra/Signum a Mercedes Benz třídy E adaptivní bi-xenonové moduly s čočkovým projektorovým systémem, natáčené v horizontální rovině při zapnutých tlumených i dálkových světlometech pomocí elektromotorů (obr. 16). Vše řídí elektronická jednotka začleněná do elektronické datové sítě vozu, z níž v reálném čase dostává průběžné informace o úhlu



Obr. 16 Konstrukce natáčecího světlometu AFS firmy Visteon: 1 – ruční seřízení, 2 – svislá osa otáčení, 3 – velký rám, 4 – krokový elektromotor, 5 – bi-xenonový projektor, 6 – malý rám, 7 – horizontální osa otáčení.

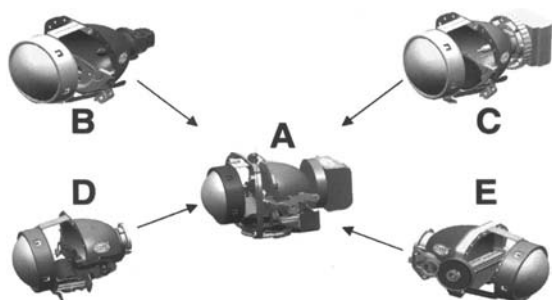


Obr. 17 Aktivní natáčení světlometů zlepšuje osvětlení zatáčky až o 15%, zlepšuje osvětlení zatáčky až o 90%: A – systém AFL, B – konvenční tlumené světlometry



Obr. 18 Projektor natáčecího modulu Hella je uložen do rámu, otočného kolem svislé osy v rozsahu  $\pm 15^\circ$ , což stačí pro osvětlení zatáček do poloměru asi 200 m; pro velmi táhlé nebo naopak ostré zatáčky lze přidat statický postranní světlomet, jaký má Audi A8

natočení volantu a rychlosti jízdy. Každý modul má svou řídicí jednotku a vlastní elektromotor. Světlometry pro vozy Opel jsou navíc vybavené statickými postranními širokoúhlými reflektory pro osvětlení křižovatek a míst podél vozovky. Pracují do 50 km/h a mají dosah až 30 m. Adaptivní otočné moduly mohou být halogenové, xenonové nebo bi-xenonové, ale do budoucna se počítá i se světlometem Vario-Xenon, který dokáže s jediným modulem vytvořit rozličné rozdělení světla na vozovku podle aktuálních podmínek. Firma Visteon se z počátku zaměřuje na natáčecí světlometry vybavené klasickými halogenovými žárovkami, aby

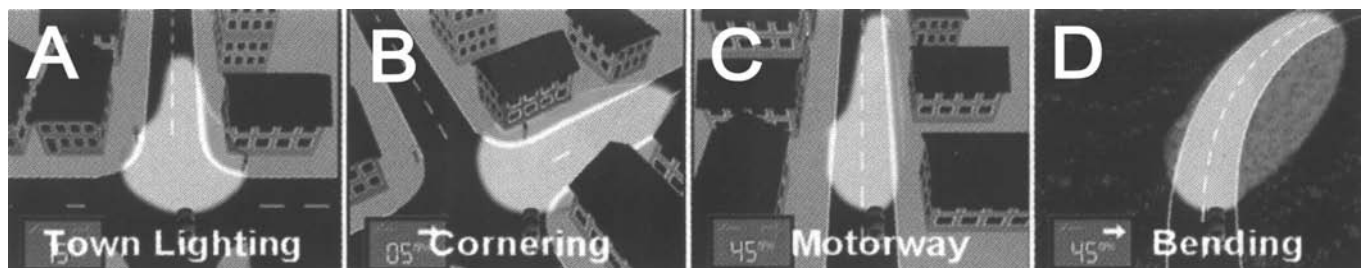


Obr. 19 Firma Hella vyvinula otočný modul pro různé zdroje světla s projekční technikou: A – otočný modul, B – halogenový světlomet, C – xenonový světlomet, D – bi-xenonový světlomet, E – modul Vario-Xenon

tato technika byla dostupná i pro vozy nižších cenových kategorií. Natáčení projektoru nebo reflektoru řídí elektronika, přičemž směr, šířka a výška svazku světla se mění v závislosti na rychlosti jízdy a natočení řízených kol. Společnost Valeo nazývá svůj systém Bending Light a dodává jej pro Porsche Cayenne, jehož bi-xenonové světlometry jsou tvořené eliptickým modulem o průměru 50 mm. Na vývoji se podílely firmy Ichikoh of Japan a Valeo Sylvania of North America, ale princip činnosti je obdobný jako u konkurence. Osvětlení periferních oblastí vidění řidiče se zlepšilo až o 90 %, řidič zaznamená největší přínos v ostrých zatáčkách a na křižovatkách. Valeo vyvinulo podobně jako Hella dynamické a statické adaptivní světlometry. Dynamické řešení je nejvhodnější pro průjezd táhlými zatáčkami střední až vysokou rychlostí. Bi-xenonový modul v projektorovém nebo reflektorovém provedení se natáčí kolem svislé osy až o  $15^\circ$ , zatímco u statického řešení pro osvětlení ostrých zatáček a křižovatek je přídavný projektor nebo reflektor integrovaný do celku světlometu pod úhlem  $45^\circ$ . Adaptivní světlometry pro osvětlení zatáček nabízí také BMW ve vozech nové řady 5. Kromě rychlosti a polohy volantu ovlivňuje natočení bi-xenonových světlometů rovněž úhlová rychlost vozidla kolem svislé osy. Dalším krokem vyvíjeným v rámci výzkumného a vývojového



Obr. 20 Adaptivní bi-xenonové světlometry Hella dodávané do vozu Opel Vectra a Signum, jsou jako první vybavené aktivně natáčecím modulem i pasivním světlometem pro osvětlení křižovatek: 1 – natáčecí bi-xenonový modul, 2 – reflektor postranního světlometu, 3 – jednotka elektrického napájení, 4 – řídicí jednotka nastavení světlometů, 5 – předradník xenonových světlometů



Obr. 21 Postupně budou adaptivní světlometry AFS doplněny o řadu dalších funkcí, které umožní osvětlení vozovky podle charakteru okolí: A – rozložení světla pro jízdu přímým směrem v obci (široké osvětlení krajnic, do 60 km/h), B – odbočování na křižovatce (zapnutá směrová světla, do 40 km/h, C – dálnice (zvětšení dosahu o 30 % zvýšením světelného výkonu žárovky nebo zvýšením světelného paprsku tlumených světel až o 0,5 %), D – zatačka; při špatném počasí lze vhodným rozložením světla zmírnit odražení světla od mokré vozovky

programu Connected Drive je systém **ALC** (Cornering Lights with Adaptive Light Control) s variabilním rozdělením světla na vozovku podle jízdní situace. Základem jsou natáčecí modulové světlometry Vario-Xenon (úhel natočení až 15°), vyvinuté ve spolupráci firem BMW a SiMotion. Systém ALC sleduje na **základě informací ze satelitního systému GPS** a digitalizovaných map silniční sítě, používaných navigačním přístrojem, pohyb vozu po dané vozovce a dokáže například osvětlit zatačku ještě dřív, než do ní vůz vjede. Při jízdě obcí je světelný paprsek velmi široký, aby osvětlil oblasti přilehlé k vozovce, mimo obec je užší, zato však s větším dosahem.

V konstrukci pokrokových světelných soustav se aplikuje princip systémové integrace, na jehož základě se využívají společná čidla a zdroje informací pro rozličné systémy vozu, což přináší úsporu nákladů na jednotlivé komponenty. Koncept SMARLI (Smart Light) firmy Visteon bere v úvahu například informace z čidla deště, používaného dosud jen pro ovládání stíračů. Sledování vzdálenosti vpředu jedoucích vozů, které je součástí adaptivního tempomatu ACC, lze využít pro řízení rozdělení a intenzity světla tak, aby viditelnost byla co nejlepší, ale nebezpečí oslnění ostatních řidičů co nejmenší. Zavedení samočinné detekce mlhy s viditelností pod 50 m je příslibem budoucího adekvátního používání zadních mlhových světlometů. Nesmíme opomenout ani podpůrné systémy nočního vidění Night Vision, založené na snímání infračerveného spektra záření. Získaný obraz se promítá prostřednictvím displeje HUD (Head-Up Display) na sklo čelního okna. Podobný systém vyvíjí společnost Daimler Chrysler ve svém vývojovém středisku v německém Ulmu. Speciální laserové světlometry osvětlují vozovku infračerveným světlem, jehož odraz snímá videokamera a výsledný černobílý obraz vidí řidič na klasickém displeji nebo HUD. Viditelnost při zapnutých tlumených světlometech se tím údajně zvětší z dnešních 40 m až na 150 m, ale největším přínosem bude tato technika v extrémních podmínkách hustého deště, mlhy nebo sněžení. Firma Valeo uvádí u svého systému Active Infrared Night Vision viditelnost jako u dálkových světlometů bez oslnování protijedoucích řidičů (dosah 200 m namísto 60 až 80 m u potkávacích světlometů), což řidiči ocení zejména v hustém provozu, v němž je využití dálkových světlometů výrazně omezeno. Zdrojem infračerveného světla je halogenová žárovka ve dvoufunkčním projektorovém modulu, zvažuje se však náhrada halogenové žárovky infračervenými diodami LED. Obraz snímá infračervená kamera zabudovaná do vnitřního zpětného zrcátka.

Velmi zajímavá řešení světelné techniky předvedla automobilka BMW v rámci výzkumného a vývojového programu Connected

Drive. Kromě zmiňovaných světlometů do zataček se v sériové výrobě již objevila brzdová světla s proměnnou intenzitou podle stupně brzdění, jimiž jsou vybaveny vozy BMW řady 5 a 7, prodávané v USA (zavedení v Evropě zatím brání právní předpisy). Adaptivní brzdové svítily BFD (Brake Force Display) mění plochu a intenzitu světla při zpomalení nad  $5 \text{ m/s}^2$  nebo při aktivovaném ABS tak, že se kromě brzdových svítilen rozzáří i koncové světlometry.

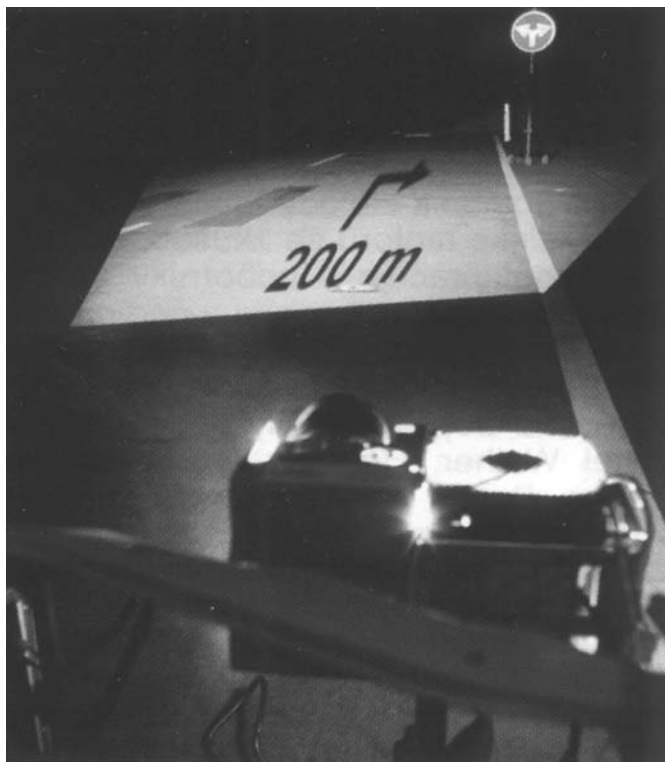
**Pixelové světlometry**, (obr. 22) které firma BMW považuje za třetí vývojový stupeň světelné techniky po bi-xenonových a adaptivních světlometech. Tato zcela nová revoluční technika umožňuje libovolně programovatelné a na bod přesné rozdělení



Obr. 22 Porovnání stupně oslnění u dnes již běžného bi-xenonového světlometu (vlevo) a vyvíjeného pixelového světlometu (vpravo)

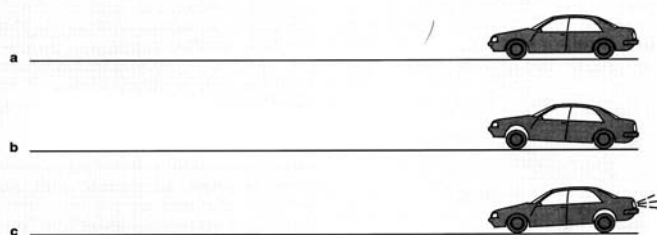


Obr. 23 Tento malý čip DMD nese 480 tisíc mikroskopicky malých zrcátek, jimiž lze velmi přesně směřovat světelné paprsky



Obr. 24 Pixelové světlomety umí nejen velmi dobře osvětlit oblast před vozem, ale lze jimi na vozovku promítat i nejrůznější symboly; snímek ukazuje pokyn navigační soustavy, že po 200m následuje odbočka doprava

světla na vozovku. Základem je čip DMD (Digital Micromirror Device = digitální mikrozrcadlové zařízení), který nese 480 tisíc mikroskopicky malých zrcadel o velikosti jednoho pixelu, jež jsou individuálně řízena a natáčena (obr. 23). Tato zrcátka přebírají funkci běžného reflektoru, ale individuální natáčení 480 tisíc odrazových plošek umožňuje zavedení zcela nových funkcí, jako je například trvale využitelný neoslňující dálkový světlomet, u něhož je oblast ve výši očí protijedoucích řidičů ztmavena, nebo zvlášť jasné a cílené osvětlení dopravního značení. Na vozovku lze tímto způsobem promítat i různé informační symboly, například světelné plochy ve tvaru šipek, kterými navigační systém informuje řidiče o změně směru jízdy (obr. 24). V první fázi se počítá s tím, že pixelové světlomety se stanou nejprve doplňující součástí běžných světlometů pro cílené osvětlování určitých ploch a oblastí mimo dosah běžných světlometů. Pixelové světlomety umožní ještě lepší



Obr. 25 Dosah světla na rovné vozovce bez regulace sklonu světlometů: a – při jízdě stálou rychlostí bez užitečného zatížení, b – při zrychlení nebo s větším zatížením vzadu, c – při brzdění

dynamickou regulaci sklonu i bočního natočení světelného paprsku a zavedení zvláštního osvětlení pro jízdu ve městě, po dálnicích či místních silnicích nebo za špatného počasí.

### REGULACE DOSAHU SVĚTLOMETŮ

Regulace dosahu světlometů (regulace sklonu světlometů) má při všech stavech zatížení vozidla zabezpečit stálý dobrý dohled bez oslňování protijedoucích vozidel tím, že úhel sklonu tlumeného („potkávacího“) světla se přizpůsobí příslušnému stavu zatížení vozidla. Automatická regulace sklonu světlometů je v protikladu k ručně ovládané verzi ještě bezpečnější a jistější, protože nastavení řidičem je subjektivní a kromě toho se může lehce zapomenout (obr. 25). Pro vozidla s výbojkovými světlomety je zákonem předepsána automatická regulace dosahu světlometů.

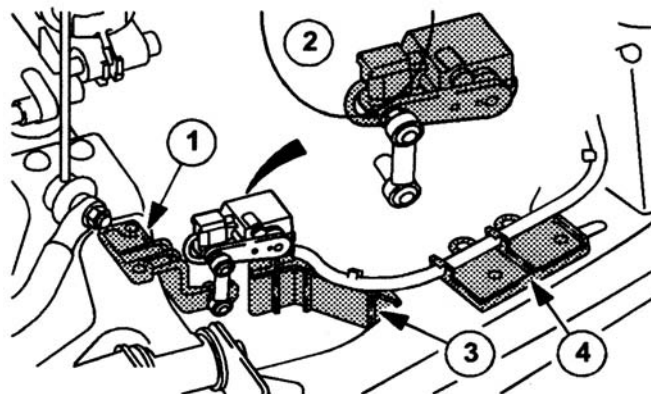
Při automatické regulaci sklonu světlometů se rozlišuje mezi statickými a dynamickými systémy. Statické systémy vyrovnávají užitečné zatížení v prostoru pro cestující a v zavazadlovém prostoru, dynamické systémy korigují dodatečně sklon světlometů při rozjezdu, akceleraci a brzdění.

**Statický systém.** Mimo signálů z nápravových snímačů přijímá řídicí jednotka rychlostní signál z elektronického tachometru nebo z řídicí jednotky ABS. Pomocí tohoto signálu systém určí, zda-li vozidlo stojí, pohybuje se nebo jede stálou rychlostí. Statický automatický systém pracuje vždy s velkým útlumem, tzn. že vyreguluje pouze dlouho přetrvávající náklony karosérie.

Po každém rozjezdu vozidla systém koriguje nastavení světlometů v závislosti od naložení vozidla. Toto nastavení se při dosažení konstantní rychlosti znovu zkontroluje a případně zkoriguje. Odchytky mezi požadovanou polohou systém příslušně vyrovná. U statického systému se používají ručně ovládané servomotory.

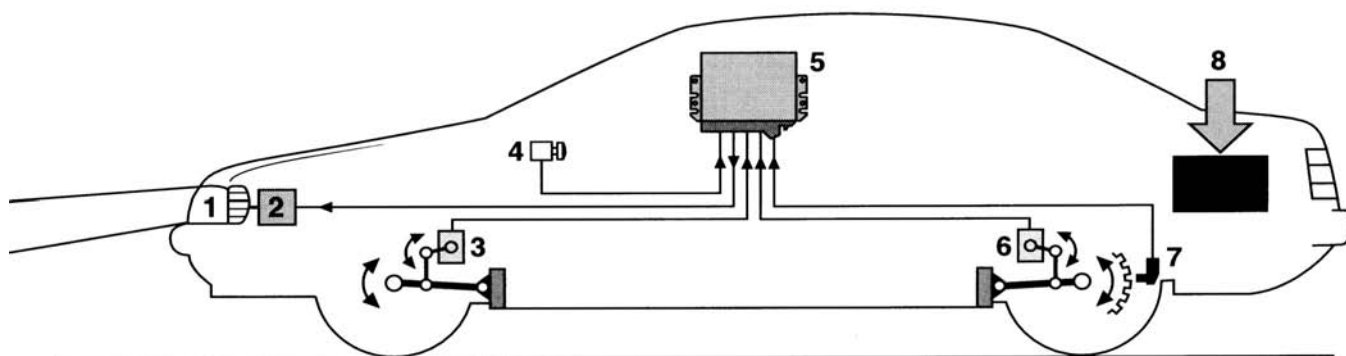
Na obr. 26 je příklad statické regulace dosahu světlometů vozu Focus. K regulaci se používají následující součásti:

- snímače úrovně vozidla na přední a zadní nápravě (Hallův snímače),
- řídicí jednotka zabudovaná do předního snímače,
- stavěcí elektromotory světlometů (zabudovány do světlometů).



Obr. 26 Snímače úrovně vozidla na přední nápravě pro statickou regulaci dosahu světlometů (Ford): 1 – držák na pravém příčném rameni, 2 – Hallův snímač, 3 – držák na nápravnicí, 4 – vedení kabelu





Obr. 27 Principiální zobrazení dynamické samočinné regulace sklonu světlometů: 1 – světlomet, 2 – nastavovač, 3 – snímač světlé výšky na přední nápravě, 4 – vypínač světel (zapnuto/vypnuto), 5 – elektronická řídicí jednotka, 6 – snímač světlé výšky na zadní nápravě, 7 – snímač otáček kola, 8 – užitečné zatížení

Po výměně nebo opravě součástí se musí systém seřídít pomocí diagnostické testery.

**Dynamický samočinný systém** zabezpečuje optimální polohu světlometů v každé jízdě poloze, protože funguje ve dvou provozních režimech. Přidáním rozlišením rychlostního signálu se na rozdíl od statické regulace sklonu světlometů rozpozná i akcelerace a brzdění. Při jízdě stálou rychlostí zůstává jak dynamický systém, tak statický systém v režimu s velkým tlumením. Když se rozpozná akcelerace nebo brzdění, přepne se systém okamžitě do dynamického režimu. Zkrácené vyhodnocení signálů a zvýšené stavěcí rychlosti servomotorů umožňují přizpůsobení sklonu světlometů za zlomky sekundy. Tak má řidič vždy správný dohled, aby mohl přehledně řešit příslušnou dopravní situaci. Po ukončení akcelerace nebo brzdění se systém automaticky přepne opět do pomalého režimu.

Ke komponentům dynamické samočinné regulace sklonu světlometů patří (obr. 27):

- snímače na nápravách vozidla, které 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 vyše příslušné aktivační signály na servomotory.
- servomotory, které provedou přesné nastavení světlometů.

### LITERATURA

- [1] VLK F.: Elektronické systémy motorových vozidel 1, 2. *Vlastním nákladem, Brno, 2004.*
- [2] VLK F.: Automobilová technická příručka. *Vlastním nákladem, Brno, 2003.*
- [3] VLK F.: Stavba motorových vozidel. *Vlastním nákladem, Brno, 2003.*