ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Dominik Zuda

Bezpečnost motocyklů v souvislostech viditelnosti

Bakalářská práce

2015

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
děkan
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K616.....Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Dominik Zuda

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Bezpečnost motocyklů v souvislostech viditelnosti**

Název tématu (anglicky): Motorcycle Safety in the Context of Visibility

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Uveďte teorii osvětlení vozidel, zaměřte se na motocykly
- Uveďte legislativu týkající se signálních vlastností vozidel
- Vysvětlete pojmy ,,vidět" a ,,být viděn" v souvislosti s motocykly
- Vysvětlete světelné spektrum a signální vlastnosti v souvislosti s motocykly a prostředím
- Navrhněte stupnici ,,nepřehlédnutelnosti" kombinací v prostředí

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: First, J.: Zkoušení automobilů a motocyklů, S&T CZ s.r.o, Praha, 2008,

normy ISO

VLK, František. Teorie konstrukce motocyklů. ISBN 80-239-1601-7

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří First**

Datum zadání bakalářské práce: **14. října 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních prostředků

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Dominik Zuda
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 14. října 2014

Poděkování

Poděkování patří především mým rodičům, kteří mi poskytli zázemí a podporu při studiu na vysoké škole.

Za vedení při tvorbě bakalářské práce, za ochotu a cenné připomínky při jejím vypracování děkuji panu Ing. Jířímu Firstovi a ostatním členům katedry Ústav dopravních prostředků K616 ČVUT FD.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných pracích.

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

V Praze dne 18. srpna 2015 Dominik Zuda

Název práce: Bezpečnost motocyklů v souvislostech viditelnosti
Autor: Dominik Zuda
Obor: Dopravní systémy a technika
Druh práce: Bakalářská práce
Vedoucí práce: Ing. Jiří First
Ústav dopravních prostředků K616
Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

Abstrakt: Záměrem bakalářské práce „Bezpečnost motocyklů v souvislostech viditelnosti“ je posoudit a navrhnout, jaké barvy a barevné kombinace jsou vhodné pro použití ochranných kombinéz, přileb a motocyklů tak, aby byl řidič spolu s motocyklem co nejvíce vidět na pozemních komunikacích a snažit se tím eliminovat možnost přehlédnutí účastníka silničního provozu. Dále je zde popsán význam světelné signalizace a historie vývoje světlometů z hlediska techniky. Další část práce se zabývá světelným spektrem a jeho částmi. V další kapitole je vysvětlena fyziologie oka, včetně uvedení a specifikace jeho vad. Na závěr jsou uvedeny metody zjištění viditelnosti a návrhy pro zlepšení viditelnosti řidiče a motocyklu.

Klíčová slova: teorie osvětlení, barevné spektrum, ,,vidět“ a ,,být viděn“, viditelnost, přehlédnutí, fyziologie oka, statistika nehodovosti.

Title: Motorcycle Safety In The Context Of Visibility
Author: Dominik Zuda
Branch: Transportation Systems and Technology
Document type: Bachelor's thesis
Thesis adviser: Ing. Jiří First
Department of Transport Facilities K616
Faculty of Transportation Science, CTU in Prague

Abstract: The aim of this bachelor's thesis „Motorcycle Safety In The Context Of Visibility" is explore and propose, which colors and colors combinations are convenient for use at protective coveralls, helmets and motorcycle in such a way, that the driver together with motorcycle was the most virble on the road and try to eliminace posibility oversight road user. There is also described the importace of light signalization and the history od headlight development regarding technology. Another part deals with the light spectrum and its parts. The next chapter is explained the physiology of the eye, including the identification and specification of its defects. Finally are introduced methods of visibility detection and proposals for improving the visibility of driver and motorcycle.

Key words: theory of light, color spectrum, ,,to see" and ,,to be seen", visibility, oversight, physiology of the eye, accident statistics.

OBSAH

Seznam použitých zkratek 7
1. Úvod 8
2. Historie osvětlení vozidel 10
2.1 Acetylenové lampy 10
2.2 První elektrické světlomety 11
2.3 Halogenové žárovky 11
2.4 Xenonová světla 13
2.5 technologie LED 15
2.6 Laserové světlomety 16
2.7 Technologie používané v nových motocyklech 17
3. Světlomety na motocyklu 18
4. Pojem ,,vidět“ a ,,být viděn“ 22
5. Světelné spektrum 23
5.1 Radiové vlny 23
5.2 Mikrovlny 24
5.3 Infračervené záření 24
5.4 Viditelné světlo 25
5.5 Ultrafialové záření 26
5.6 Rentgenové záření 27
5.7 Gama záření 27
6. Světlo a jeho vnímání 28
7. Veličiny a jednotky světelné emise 30
8. Oslnění a negativní vlivy světelné emise 31
9. Lidské oko 32
9.1 Vady oka 34
9.2 Test barvocitu 35

10. Statistika nehodovosti 36
11. Problém viditelnosti motocyklů 39
12. Návrh metody zjištění viditelnosti 42
12.1 Stupnice barev ,,nepřehlédnutelnosti“ 42
12.2 Spektrální analýza, Fourierova transformace 44
13. Zvýšení viditelnosti 45
14. Závěr 46
Seznam použité literatury 47

Seznam použitých zkratek

FT	Fourierova transformace
MS	Microsoft
LED	Light-Emitting Diode
MDČR	Ministerstvo dopravy České republiky
EHK	Evropská hospodářská komise
OSN	Organizace spojených národů
UV záření	Ultrafialové záření

1. Úvod

Již v 19. století, kdy odstartovala éra výroby motorových vozidel ve větším počtu, byli nuceni výrobci řešit otázku osvětlení vozidel a umožnit tak řidičům vidět i ve tmě. S přibývajícím časem se na pozemních komunikacích objevovalo čím dál více vozidel a bylo nutné se zabývat jejich signalizací, zejména tedy řešit problematiku často označovanou jako ,,být viděn“. U motocyklů je tento pojem ještě důležitější než u ostatních vozidel, protože řidiči motocyklů jsou na vozidle prakticky nechráněni a proto musí maximálním možným způsobem eliminovat možnost přehlednutí ostatními účastníky dopravy. K tomu nejčastěji slouží světlomety, které nejenže osvětlují prostor před vozidlem, ale také dostatečně zřetelně upozorňují ostatní řidiče, že nejsou na silnici sami a tuto funkci dokážou plnit jak ve dne, tak i v noci. A právě tehdy se začal řešit problém dnes známý jako aktivní bezpečnost, tedy soubor opatření pomáhající předcházet dopravním nehodám.

Vývoj dopravy a vozidel samotných dovolil využívat vozidlům vyšší výkon a dosahovat vyšších rychlostí, případně vyšší hustoty dopravy. To samozřejmě s sebou přineslo zvyšující se požadavky na osvětlení. Zlepšovaly se nejen konstrukce samotných světlometů, ale vyvinuly se především výkonnější a efektivnější zdroje světla s delším účinným dosvitem. V počátcích se používaly světlomety statické, později přibyla možnost manuálního nastavení světelného toku. Tento trend neustálého zlepšování přetrvává dodnes, což dokazují nejmodernější použité technologie v automobilovém průmyslu, jako jsou natáčecí xenonové světlomety, které osvětlují směrový oblouk v závislosti na úhlu natočení volantu a aktuální rychlosti, případně LED světlomety, které dokážou využívat svůj maximální světelný tok prakticky neustále díky zabudovaným stereokamerám na vozidle a pouze vystíní oblast, kde jedou ostatní vozidla, aby nebyla oslňována, až po nynější naprostou novinku laserových světlometů, které mají účinný dosvit přibližně 3x delší než světlomety xenonové a dokážou osvětlit vozovku až 600 m daleko.

Samotné světlomety dodávají vozidlům nezaměnitelný vzhled, avšak je třeba mít na paměti nelehký život designérů, neboť světlomety musí splňovat nejen zkoušky ohledně osvětlení, kde se zkoumají maximální a minimální hodnoty světelných parametrů, ale také například zkoušky aerodynamické nebo zkoušky bezpečnostní.

Při vývoji nové techniky však musí být dodrženy určité zásady, aby nebyla ohrožena bezpečnost účastníků silničního provozu. Vznikla proto legislativa zabývající se oblastí technického vybavení vozidel, v níž jsou zakotveny požadavky na jednotlivé prvky osvětlení vozidel a jejich montáž. V legislativě je stanovena i metodika měření, podle které se zkoušení provádí a kriteria, na základě kterých se zkoušky vyhodnocují.

Legislativa myslí i na pojem ,,být viděn“, a proto je v České republice od 1. července 2006 povinnost svítit potkávacími světlomety (případně světly pro denní svícení, je-li jimi vozidlo

vybaveno). Dalším krokem pro zvýšení bezpečnosti bylo zavedení pravidla, že nově schválená vozidla od 7.2.2011 musí být vybaveny systémem denního svícení (toto pravidlo platí pro všechny státy v celé Evropě bez rozdílu, zda je vůz určen pro trhy, kde není povinné svícení.

Co se týče nehod motocyklů, je to veliký problém, protože řidiči motocyklů nejsou zdaleka tak dobře chráněni, jak řidiči dvoustopých vozidel. Prvky pasivní bezpečnosti většinou obstarává a nosí na sobě pouze řidič v podobě zákonem předepsané helmy a rukavic, případně kvalitní kožené bundy, kombinézy a obuvi. Dnešní moderní motocykly (např. Honda Gold Wing, který je možno vidět na obr. 20) mají v sobě dokonce zabudovaný airbag. V případě, že jezdec nevlastní motocykl vybavený airbagem, ale přesto chce být chráněný více, než pouze standardní kombinézou a helmou, může zvolit helmu (případně bundu) s airbagem vestavěným, který se samočinně aktivuje při nehodě. Jedná se však pouze o velmi malé procento řidičů, kteří jsou ochotni investovat do takovýchto ,,high-tech opatření“, proto je nutné se zabývat bezpečností všech motocyklů na našich komunikacích.

Každoročně se na českých pozemních komunikacích stane přibližně 80 000 nehod, které jsou šetřeny policií (tzn. nehody, kde došlo k následkům na zdraví či úmrtí nebo pokud hmotná škoda přesáhla 100 000Kč, dále pokud došlo ke škodě na majetku třetí osoby nebo pokud se účastníci nehody nedohodnou na zavinění nebo nemohou zajistit obnovení provozu), kterých se účastní řádově 130 000 vozidel ročně, z nich přibližně 3000 motocyklů, přičemž závažnost nehod motocyklů se pohybuje okolo čísla 30 (což vyjadřuje, že na každých 1000 nehod s motocykly zemře 30 lidí). Obecně mezi řidiči kolují zvěsti, že přibližně 50% kolizí motocyklů s ostatními účastníky dopravy je způsobeno jejich přehlednutím. Bohužel policejní statistiky neuvádějí, kolik nehod motocyklů je způsobeno právě přehlédnutím. Nicméně i když by číslo bylo menší než oněch zmiňovaných 50%, pořád by se jednalo o velkou spoustu lidských životů a jak známo, lidský život je jedinečný a nenahraditelný (i když dnes je ve statistikách vyjádřen pomocí peněžní částky) a je proto nutné vynaložit maximální možné úsilí pro bezpečnost na pozemních komunikacích, aby zbytečně vyhaslých lidských životů bylo co nejméně. A právě tento problém je rozebírán a řešen v následujících stránkách. [1], [2], [3]

2. Historie osvětlení vozidel

Cílem této kapitoly je zpracovat a popsat vznik prvních světlometů, na jakém principu první a postupně další vyvíjené světlomety vlastně pracovaly, uvést případné výhody, nevýhody či zajímavosti.

2.1 Acetylenové lampy

První motocykly a jízdní kola vybavené acetylenovými hlavními světlomety byly vyrobeny v roce 1897. Světlomety vyráběla firma Solar Acetylene Lamp Co. Jednalo se o svítilnu v železném rámu, v níž byl světelný zdroj otevřený, s odrážejícím zrcadlem. Acetylenová lampa je plynová lampa, ve které je palivo vázané v chemické formě. Ze zásobníku pozvolna odkapává voda do vyvíječe, kde je umístěn acetylid vápenatý (CaC_2). Při vyvolané chemické reakci se uvolňují výpary ethynu (C_2H_2), které následně stoupají lampou k ventilu umístěnému na jejím vrcholu, kde je plyn spalován. Rovnice vzniku ethynu z acetylidu vápenatého:

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

Acetylenové lampy byly také hojně využívány v Německu do roku 1950 jako osvětlení ve světelném signalizačním zařízení. Svítivost byla ovšem slabá, tlumená a slabého dosahu. [4]

Obr. 1: Acetylenová lampa na jízdním kole [5]

2.2 První elektrické světlomety

Firma Columbia Automobile Company uvedla roku 1898 první elektrické světlomety v automobilu. Tato světla měla slabá wolframová vlákna, která se často na nerovných komunikacích vlivem třesoucích se vozidel rozbíjela. Světlomety byly tlumené, obvykle poruchové a neměly čočky zaměřující jejich světlo. Stále byly ovšem považovány za lepší než acetylenové lampy. Roku 1913 přišla firma BOSCH na trh s prvním úspěšným elektrickým světlometem. První žárovka, která umožňovala klopené a dálkové světlo byla žárovka Bilux z roku 1924. Tento systém představuje dvě vlákna v jedné žárovce, kde tato žárovka zůstane ve stejné pozici a nastavení ovlivní pouze výkon světla. [6]

Obr. 2: Elektrický světlomet na motocyklu BMW R32 [7]

2.3 Halogenové žárovky

Halogenové žárovky jsou žárovky plněné plynem s příměsí halogenů nebo jejich sloučenin. První zmínky o halogenových žárovkách se objevili roku 1959. Průlomové tehdy byly tím, že do jejich plynné náplně se přidával jód, čímž mělo být potlačeno usazování wolframu na baňce, zvýšení stability světelného toku během svícení a prodloužení životnosti.

Baňka žárovky je vyrobena z křemenného nebo z tvrzeného skla. Vlákno představuje jednoduše nebo dvojitě svinutá šroubovice z wolframového drátu. Plynnou náplň tvoří inertní plyn (krypton a xenon nebo směs těchto plynů) a sloučenina obsahující halogen (např. metyljodid CH_3I nebo metylenbromid CH_2Br_2). Díky vysokému tlaku uvnitř baňky, který způsobuje menší vypařování wolframového vlákna, může v ojedinělých případech dojít k explozi a mohou tudíž být ohroženy osoby v bezprostředním okolí. Proto je nutné tyto žárovky provozovat pouze ve svítidlech s ochranným krytem. Dnes však již mnoho výrobců nabízí halogenové žárovky, které mohou být použity bez ochranného krytu, musí to však být uvedeno v průvodní dokumentaci k žárovce. Potom je ale také dobré vědět, že není žádoucí se dotýkat žárovky z křemenného skla holýma rukama, neboť látky obsažené v potu v místě dotyku po rozsvícení vyvolají reakci způsobující krystalizaci křemene, povrch zmatní, zvyšuje se jeho teplota a může dojít k porušení vakuové těsnosti žárovky. Při náhodném dotyku se doporučuje otřít povrch skleněné části žárovky hadříkem namočeným v lihu.

Pro praxi je užitečná informace o vlivu četnosti zapínání žárovky na její život. Ačkoliv přesné, statisticky spolehlivé údaje je velmi obtížné získat, lze konstatovat, že časté zapínání žárovek na plné napětí vede k dřívějšímu přepálení vlákna v porovnání s režimem obvykle používaným při zkouškách života podle platných norem. Wolfram při svícení postupně rekrystalizuje a stává se křehkým. Šok z náhlého zvýšení teploty v zeslabeném rekrystalizovaném místě je obvyklou příčinou přepálení vlákna, jehož pravděpodobnost s počtem zapnutí roste. Z tohoto důvodu je šetrnější režim v obvodech umožňujících stmívání, kdy se žárovka rozsvítí při menším napětí a teprve jeho plynulým zvyšováním dosáhne plné hodnoty světelného toku.

Značení halogenových žárovek, používaných u silničních vozidel, je následující:

- H1 – pro dálkové světlomety v moderních dělených světlometech
- H3 – pro mlhové světlomety
- H4 – pro dvouvláknové žárovky
- H7 - pro tlumené světlo v moderních světlometech

Halogenové žárovky vydávají příjemné světlo s teplotou chromatičnosti 2900 až 3400 K, což odpovídá lehce nažloutlé barvě blížící se přirozenému dennímu světlu. Nicméně z hlediska účinnosti patří dnes tento typ svítidla spíše k podprůměru, neboť s účinností max. 26 lm/W je v porovnání třeba s dnes moderními LED svítidly (100 lm/W) nebo dokonce laserovými světly s účinností 170 lm/W skutečným rekordmanem ve spotřebě elektrické energie, bere-li se v potaz hodnota světelného toku a spotřeba el. energie. [8]

Obr. 3: Dvojitý halogenový světlomet Kymco K-Pipe 125 [9]

2.4 Xenonová světla

První xenonové světlomety s jednoduchou výbojkou představila roku 1991 automobilka BMW. Jedná se o elektrický oblouk, který je zapálen vysokonapěťovým impulzem několika tisíc voltů. Elektrický náboj, vzájemně na sebe působící uvnitř s plyny a s vypařováním kovových solí přítomných v žárovce, produkuje velmi intenzivní světlo. Xenonová světla mají sklon mít jedinečnou barvu vycházející z rozdílného spektra světla. Obvykle jsou zabarvená do modra. Tato světla jsou používána v kombinaci s čočkou u předního světlometu za účelem produkovat světlo s menší spotřebou energie než u halogenových žárovek. Je potřeba dbát na udržování xenonových světel čistých, aby bylo vyvarováno oslňování ostatních řidičů. Je legislativně stanoveno, že vozidlo vybavené xenonovými světly musí mít automatické nastavování sklonu světlometů a vlastní ostřikovač.

Roku 1999 byly představeny bi-xenonové světlomety. Jedná se o světlomety s klopenými i dálkovými světly, které obstarává vlastní xenonová výbojka pro každý druh světlometu zvlášť. Na rozdíl od xenonových světlometů, které mají xenonovou výbojku pouze pro tlumená světla a dálková světla obstarává klasická halogenová žárovka, mají bi-xenonové

světlomety výhodu zejména v tom, že nemají časovou prodlevu při rozsvícení dálkových světlometů.

Xenonové světlomety mají řadu výhod v porovnání s klasickými halogenovými. Jejich světlo je pro člověka mnohem příjemnější a umožňuje lepší viditelnost, protože jeho kvalita a teplota chromatičnosti se blíží dennímu světlu (přibližně 4100 K). Xenonové světlomety mají v porovnání s halogenovými žárovkami 2,5krát větší světelný výkon při stejném příkonu a vozovka je také osvětlena do větší šířky a jasněji, případné nebezpečí je tudíž viditelnější, výraznější a dřív spatřitelné. Díky tomu všemu je řidič mnohem méně unavený a jeho jízda je tedy bezpečnější, plynulejší a soustředěnější. [10]

U motocyklů jsou dnes již xenonové světlomety na velmi vysoké úrovni. Například u motocyklu BMW K1600GT se dokážou světlomety natáčet do zatáčky. Tento technický skvost je vybaven systémem naklánění světla proti náklonu motocyklu. Světlo z xenonového projektoru míří nahoru a je na silnici směrováno pomocí pohyblivého zrcátka řízeného krokovým motorkem. Ovládací systém udržuje správný úhel paprsku bez ohledu na zatížení motocyklu, jednoduše na základě snímačů zatížení odpružení. Jako bonus tento systém také pomocí gyroskopů sleduje úhel náklonu motocyklu a společně s vyhodnocením rychlosti spočítá přesně správný úhel a nasvítí vnitřní stranu směrového oblouku. [11]

Obr. 4: Xenonový světlomet BMW K1600GT [12]

2.5 technologie LED

Název LED je zkratka z anglického Light-Emitting Diode, v překladu tedy dioda emitující světlo. LED dioda je jednoduchá polovodičová součástka, která má asi desetkrát větší účinnost než žárovka. U těchto diod je teplo produkováno ze zadní části. LED diody jsou citlivé na teplotu. V chladném počasí totiž nelze na 100 % počítat s rozmrznutím ledu nebo sněhu na těchto světlometech tak, jako je tomu u halogenových nebo xenonových systémů. Poskytují různé úrovně osvětlení při rozdílných okolních teplotách. I přes tato technická zpochybnění, mají vysokou světelnou výkonnost s viditelně nižší spotřebou energie. První vozidlo, které použilo světlomety s LED diodami byl Lexus LS roku 2008. Tehdy byla tato světla použita jako parkovací, koncová a světla upozorňující na změnu směru jízdy. Dnes jsou LED diody naprosto běžnou součástí automobilů a motocyklů, zejména jako denní svícení, směrovky, potkávací i dálková světla a jako brzdová světla vzadu (jako brzdové světlo jsou využívány zejména díky schopnosti rychle vyvinout maximální světelnou intenzitu). U nejnovějších vozidel dokáže LED světlomet při použití dálkových světlometů, přesněji řečeno při permanentním zapnutí dálkových světel, vytvořit jakýsi světlený tunel. Pokud se v protisměru objeví osvětlené auto, vrhne na něj stín a tím zabrání oslnění druhého řidiče, ale okolí je stále osvětlováno maximální intenzitou, pouze se posouvá zastíněná oblast tam, kde by hrozilo oslnění. Některé automobilky přišly s technologií, která umí upozornit třeba na nečekané vběhnutí srnky, namíří na ni světlo a tím varuje řidiče před pohybujícím se bodem.

Mezi výhody diodových světlometů patří bezesporu svítivost, která je o polovinu lepší než u xenonů a dvaapůlkrát lepší než u klasických halogenových světlometů (účinnost 100lm/W). Jejich světlo je nejbělejší a nejvíce se blíží světlu dennímu. Světlomety jsou bezúdržbové a měly by vydržet po celou životnost vozu. Technologie LED je výhodné použít na zařízeních, kde je nutná potřeba tzv. stmívání (postupné snižování intenzity), protože LED nemění svou barvu při změnách výkonu. Jsou také daleko odolnější vůči nárazům a vibracím než klasické zdroje světel, čehož lze velmi dobře využít pro jízdní kola nebo pro motocykly, které jezdí v náročném a nerovném terénu a v neposlední řadě umožňuje největší adaptibilitu v podobě světelných a zastíněných tunelů. Mezi hlavní nevýhody patří nutnost chlazení, protože výkon diod je tak veliký, že vnitřek paraboly musí ochlazovat ventilátory a pak také cena samotného LED světlometu, která je dokonce vyšší než v případě xenonových světlometů. LED technologie má opravdu velice široké uplatnění jak v dopravě, tak i v jiných neméně důležitých odvětvích. Tato technologie je teprve na počátku a jistě se bude v budoucnu zdokonalovat a nabývat na svém významu. [13], [14]

Obr. 5: LED světlomet BMW R1200GS [15]

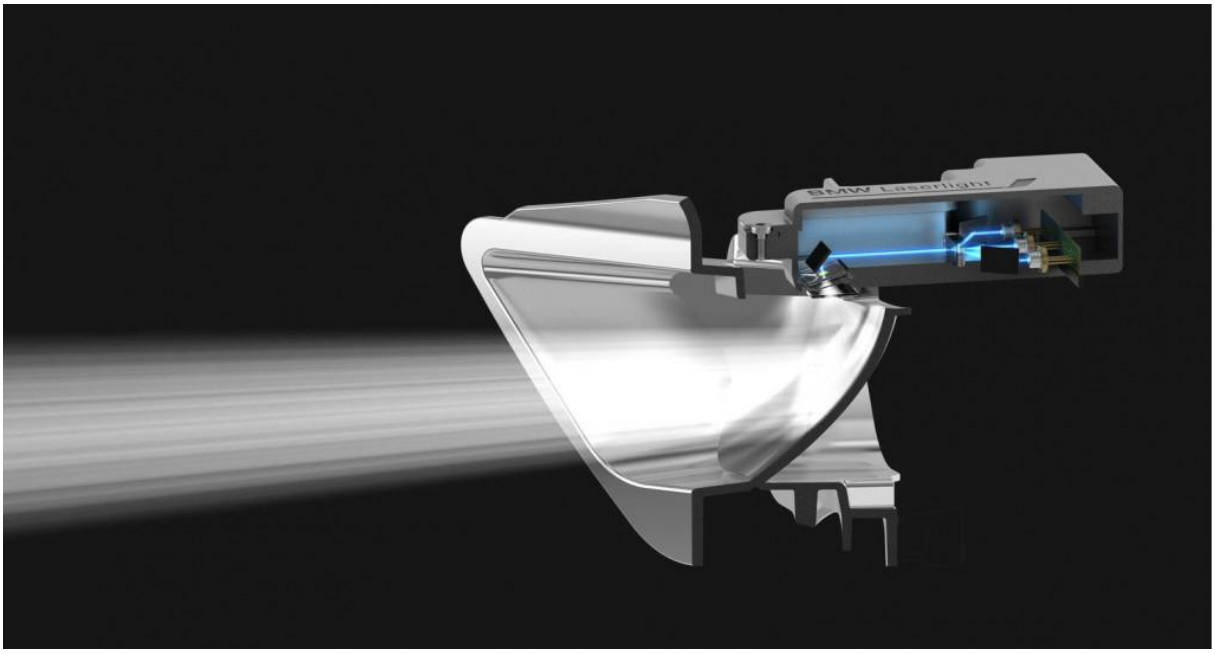
2.6 Laserové světlomety

Automobilka BMW přišla v roce 2013 s revoluční technologií laserových světlometů. Laser by měl být logickým nástupcem současných diodových světlometů. Může poskytnout lepší svítivost, která povede k větší bezpečnosti silničního provozu. Ve srovnání s diodami spotřebuje laser méně než polovinu energie, čímž přispěje ke snížení spotřeby paliva. Zatímco světelná účinnost LED diod je zhruba 100 lumenů na watt, u laserových světel se pohybuje okolo 170 lumenů na watt.

Laser je zdrojem monochromatického a koherentního světla, má tedy jednu barvu, je tvořeno jedinou vlnovou délkou a jeho vlnová délka má konstantní fázový rozdíl. Výsledkem je to, že laser vyzařuje téměř paralelní paprsek s intenzitou tisíckrát větší než u běžných LED diod.

V každém světlometu vytvářejí tři malé diody modré laserové paprsky široké pouhých 10 mikrometrů. Ty jsou zaměřeny na malá zrcadla, která je odrážejí do čočky. Uvnitř ní je žlutý fosfor, který po aktivaci laserem vydává intenzivní bílé světlo, které se z reflektoru odráží na silnici před vozem. Výsledné osvětlení je tedy bílé světlo z čočky, ne laserové paprsky. Intenzita laserového světla tak není nebezpečná pro oči ostatních účastníků silničního provozu a zvířat.

Díky miniaturním laserovým diodám, které jsou ještě 10krát menší než LED diody, by mohly být v budoucnu hlavní světlomety mnohem menší než dnes. Nová světla nemusejí být tak hluboká, navíc je bude možné umístit do nových míst a zaměřit se více na aerodynamiku vozidel, což ocení zejména konstruktéři rychlých motocyklů, kde aerodynamika hraje obrovskou roli a nyní mají díky velikosti světlometů značně ztíženou práci. Laser je technologie budoucnosti a je jen otázkou času a peněz, jak dlouho bude trvat, než se světlomety s touto technologií rozšíří alespoň do prémiových modelů každé značky. [16]



Obr. 6: Laserový světlomet v BMW i8 [17]

2.7 Technologie používané v nových motocyklech

Dnešní nové motocykly používají osvětlení pomocí technologie LED, xenonová světla, ale také halogenová. Čím dál častěji se můžeme setkat, že motocykly jsou vybaveny denním svícením pomocí LED pásů zakomponovaných do světlometů, které se automaticky rozsvěcují po nastartování. LED technologie je také často použita na zadní brzdové světlo a také na směrovky.

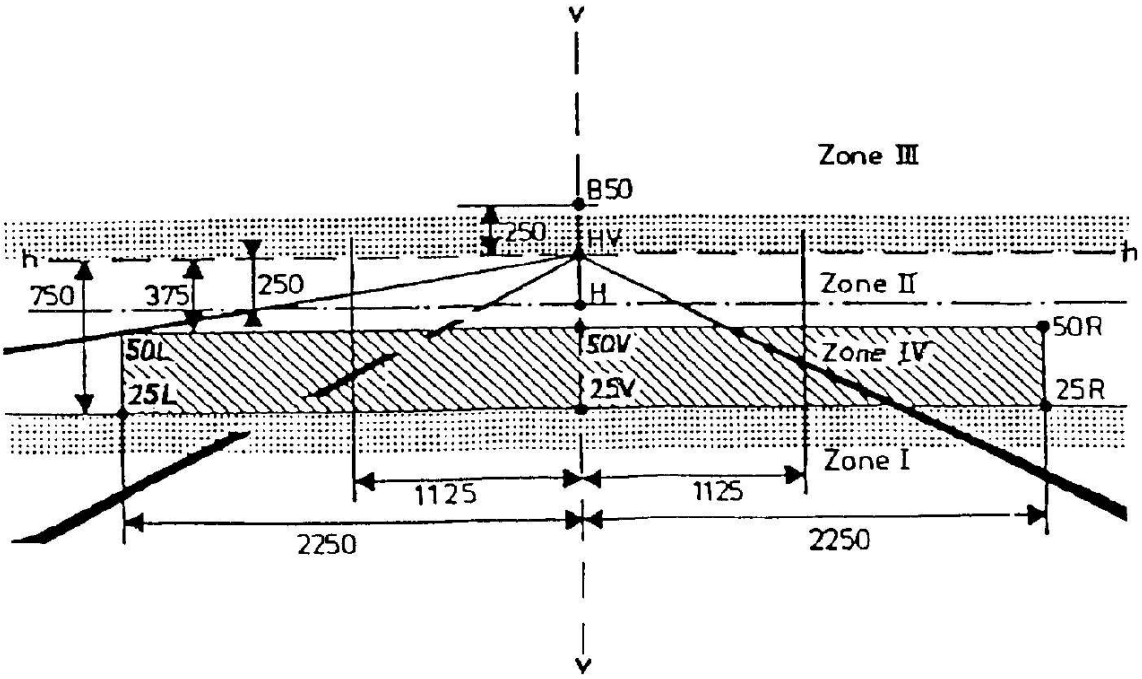
Ačkoli jsou motocykly na pozemních komunikacích z hlediska celkového počtu zastoupeny pouze v mizivém procentu ve srovnání s osobními vozy, tak mi i přesto přijde škoda, že motocykly jsou, co se týče nejnovějších technologií, vždy o krok pozadu oproti osobním automobilům. A to i navzdory tomu, že jsou mnohem zranitelnější a snadněji přehlédnutelní než ostatní vozidla na pozemních komunikacích. Naštěstí se najdou i výjimky, zejména renomovaní výrobci nabízející dražší motocykly, jako je výše zmíněné BMW K1600GT, které má xenonové světlomety s možností nasměrování do oblouku a automatickou regulací sklonu.

3. Světlomety na motocyklu

Světlomet je technický prostředek, který má dvě základní funkce, a sice umožnit vidění řidiči i při snížené viditelnosti a upozornit na sebe ostatní účastníky dopravy. Obě tyto funkce však plní jen některé světlomety (hlavní a potkávací světla, mlhovky a zpětná světla), ale signální funkci plní všechny. Každé vozidlo, které smí jezdit na pozemních komunikacích, musí být prověřeno a schváleno v akreditovaných zkušebnách a musí splňovat vyhlášku MDČR č. 100/2003 Sb. a další příslušné předpisy EHK/OSN. Způsobilost k provozu a správná funkčnost je ověřována na speciálních místech k tomu určených, případně pomocí speciálních měřících přístrojů. Metody a zařízení pro zkoušení světlometů a světelných emisí jsou následující:

a) měřící místo – temná komora s vnitřním povrchem, který neodráží světlo. Komora je vybavena zařízením pro uchycení světlometu a fotometrickou stěnou.

b) fotometrická stěna – svislá rovina s vyznačenými charakteristickými body. Jejich geometrické polohy jsou stanoveny podle druhu světlometu. Stěna s fotosnímačem se umístí 25 m před světlomet a kolmo k přímce, která spojuje vlákno žárovky s bodem HV.



Obr. 7: Fotometrická stěna pro motocykly [18]

c) měřič osvětlení – jedná se o zařízení zvané luxmetr, které převádí energii fotovoltaickou světelnou na elektrickou. Udává intenzitu osvětlení E v luxech.

d) měřič svítivosti – jedná se o zařízení, které převádí energii fotovoltaickou světelnou na elektrickou. Udává svítivost I v kandelách.

Každý motocykl schválený pro provoz na pozemních komunikacích musí mít následující předepsané prvky osvětlení:

- Přední osvětlení:
    - obrysová světla
    - potkávací světla
    - dálková světla
    - směrová světla
- Zadní osvětlení:
    - zadní obrysové světlo
    - brzdové světlo
    - osvětlení registrační značky
    - směrová světla

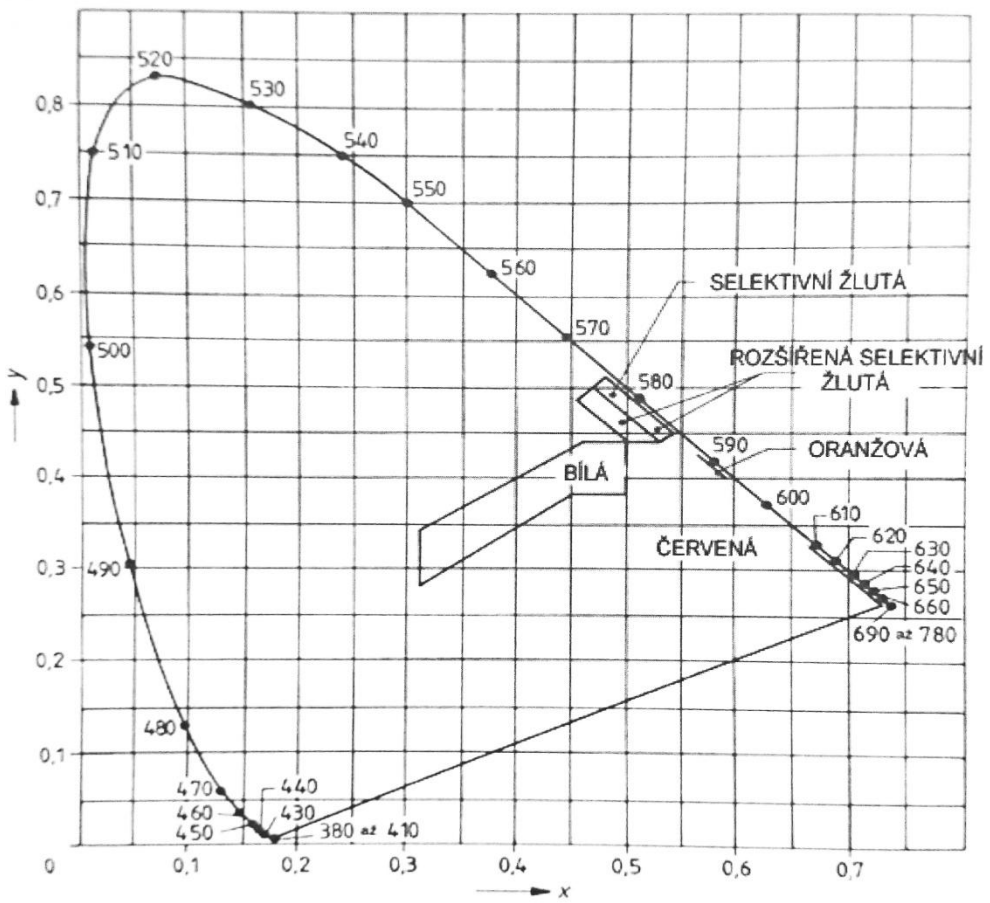
Důležité je také zmínit, jakou barvu můžou mít různé typy světel (platí obecně pro všechna vozidla schválená pro provoz na pozemních komunikacích):

- bílá barva (alternativně žlutá) – světla směřující dopředu
- oranžová – zboku
- červená – světla směřující dozadu

Najdeme však také výjimky, které tyto pravidla splňovat nemusí, jako například osvětlení registrační značky nebo u automobilů zpětný světlomet při couvání. A protože výše uvedené barvy světlometů nejsou dodrženy ve 100% případů, používá se následující logika tříbarevné signalizace:

- bílá – informační
- oranžová – varovná
- červená – signál pro hrozící nebezpečí

Na následujících obrázkách jsou uvedeny limity barevných odstínů, které mohou být použity pro světelná zařízení. [19]

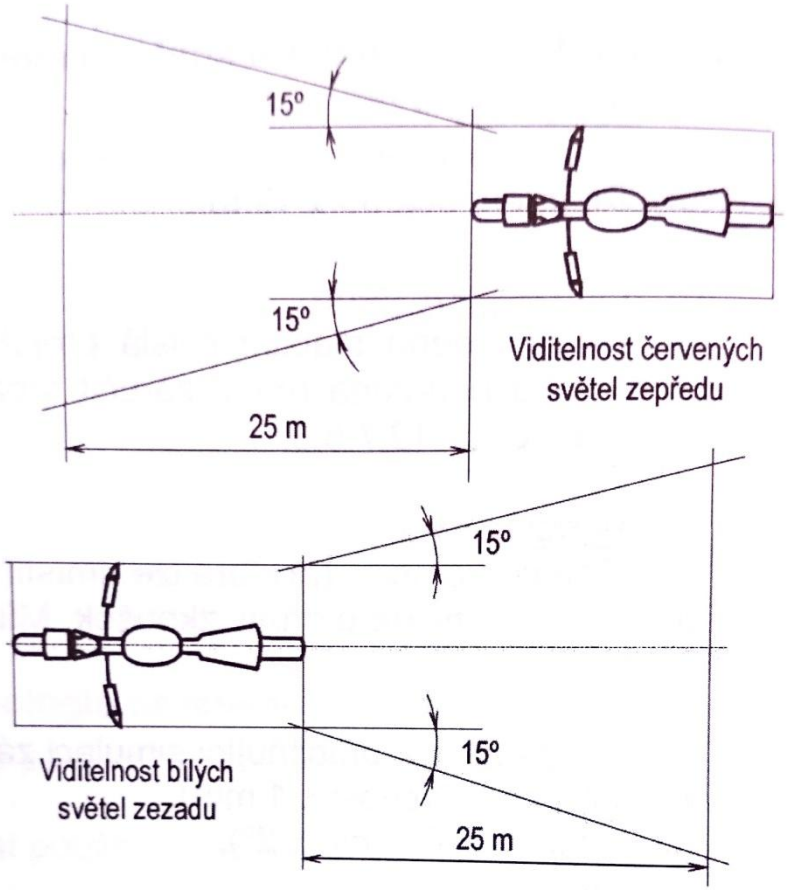


Obr. 8: Pole barevných spekter světelných a signálních zařízení vozidel [19]

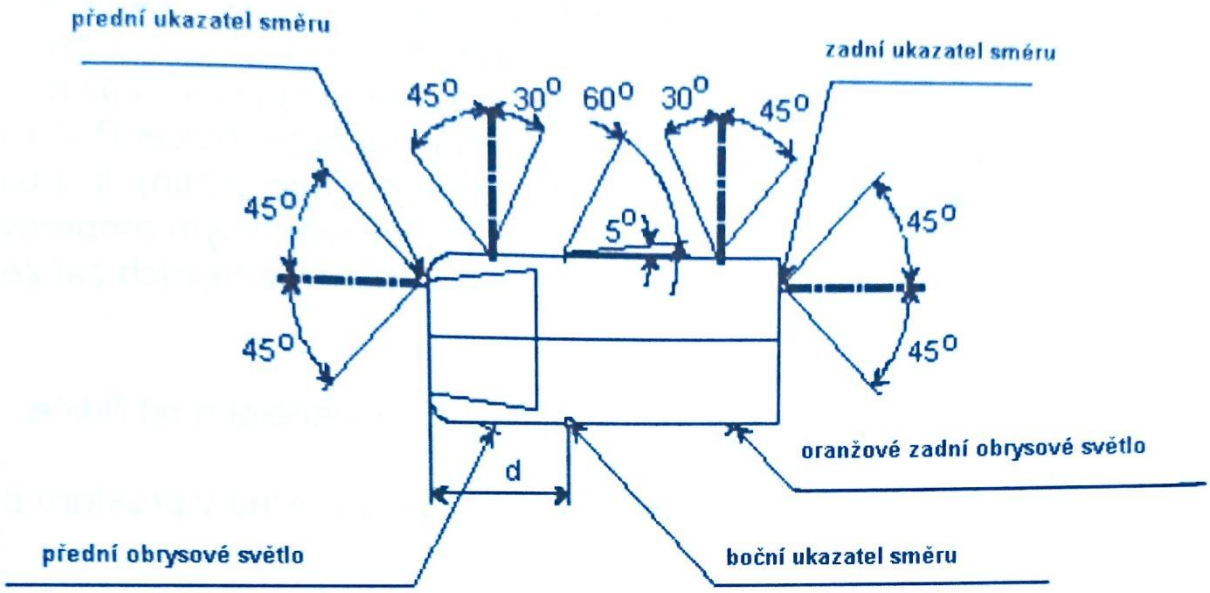
Barva	Limit k (ke):	
ČERVENÁ	žluté	y < 0.335
	fialové	z < 0.008
BÍLÁ	modré	x > 0.310
	žluté	x < 0.500
	zelené	y < 0.150 + 0.640
	zelené	y < 0.440
	fialové	y > 0.050 + 0.750
	červené	y > 0.382
ORANŽOVÁ	žluté	y < 0.429
	červené	y > 0.398
	bílé	z < 0.007
SELEKTIVNÍ ŽLUTÁ	červené	y > 0.138 + 0.580 x
	zelené	y < 1,29 x - 0.100
	bílé	y > - x + 0.966
	spektrální hodnotě	y < - x + 0.992
ROZŠÍŘENÁ SELEKTIVNÍ ŽLUTÁ	červené	y > 0.138 + 0.580 x
	zelené	y < 1,29 x - 0.100 x
	bílé	y > - x + 0.940 y > 0.440
	spektrální hodnotě	y < - x + 0.992

Obr. 9: Kolorimetrické hodnoty světelných a signálních zařízení vozidel [19]

Důležitá, kromě barvy samotné, je také viditelnost. Myslí se tím obecně stanovená hranice, ve které můžeme vidět světlo dané barvy. Zóny přípustných viditelností jednotlivých světel s vyznačenými plochami jsou znázorněny na následujících obrázcích:



Obr. 10: Zóny přípustných viditelností světel s barevným odlišením pro motocykly [20]



Obr. 11: Úhly viditelnosti směrových a obrysových světel [21]

4. Pojem „vidět“ a „být viděn“

Pojem ,,být viděn“ zřejmě nebyl cizí ani našim zákonodárcům, a proto je v České republice od 1. července 2006 povinnost svítit potkávacími světlomety (případně světly pro denní svícení, je-li jimi vozidlo vybaveno). Nicméně všichni účastníci silničního provozu by si měli uvědomit, že často pouze rozsvícená světla nemusí stačit, musíme se také zabývat i ostatními věcmi, jako jsou retroreflexní prvky nebo barva vozidla či oblečení. Barvy vozidel totiž úzce souvisejí s bezpečností, protože umožňují předcházet kritickým dopravním situacím a někdy dokonce i samotným nehodám. Řidič může díky vhodně zvoleným barvám okolních vozidel včas zareagovat, protože tmavší auta nám připadají opticky blíž a naopak světlejší dál. V noci mají zase výhodu světlé barvy, neboť nepohlcují světlo a jsou proto lépe vidět. Dle švýcarského profesora Lüschera prý barvy působí na duševní život bez ohledu na to, zda si to přeje či nikoli. Barva může psychiku povzbudit nebo utlumit, stejně jako například krevní tlak nebo tepovou frekvenci. Výběr barev na pracovišti a jejich vzájemné sladění podporuje (nebo zhoršuje) produktivitu práce. Stejně je tomu tak i na místě pracoviště řidiče, kde barva interiéru také ovlivňuje duševní pohodu pasažérů. Výrobci se proto nejčastěji přiklánějí k modrošedým odstínům, protože šedá barva je neutrální a modrá barva psychiku uklidňuje.

Dalším krokem pro zvýšení bezpečnosti bylo zavedení pravidla, že nově schválená vozidla od 7.2.2011 musí být vybaveny systémem denního svícení. [22]

Je dokázáno, že největší problém činí řidičům rozeznávat objekty v noci, zejména pak neosvětlené chodce a cyklisty. Například v roce 2013 bylo usmrceno v noci 80 chodců. Dále pak v nočních hodinách přijde o život každý 4. cyklista z celkového počtu usmrcených na jízdním kole (v roce 2013 to bylo 15 cyklistů). Přitom by stačilo tak málo – vzít si na sebe reflexní vestu nebo aspoň nějaký reflexní doplněk, jakým může být například samolepka nebo opasek na ruku či nohu. [23]

Stejný problém musí řešit i řidiči motocyklů. Pravdou sice je, že povinnost svítit i za dne platí také pro ně, avšak přehlédnout jedoucí motocykl je mnohem snazší než automobil, zejména pak v různobarevném prostředí nebo prostředí osvětleném pouličními lampami a městské zástavbě, kde může často motocykl splynout s okolím, protože řidiči ostatních vozidel ho zkrátka přehlédnou, neboť si mohou myslet, že světlo od motocyklu je pouliční lampa nebo billboard. Je to také částečně způsobeno tím, že většina motocyklů na našich komunikacích má pouze jeden přední světlomet na rozdíl od automobilů.

5. Světelné spektrum

Elektromagnetické spektrum zahrnuje elektromagnetické záření všech možných vlnových délek. Jedná se o příčné vlnění, které se vakuem šíří rychlostí $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$.

Druhy záření se rozlišují podle vlnové délky (resp. frekvence) a podle zdroje záření. Mezi jednotlivými druhy nejsou ostré hranice a přechod z jednoho záření do druhého je plynulý. Platí, že záření s vyšší vlnovou délkou má nižší frekvenci a naopak záření s nízkou hodnotou vlnové délky má vysokou hodnotu frekvence. Každé záření má svoje typické vlastnosti a využití. [24]

5.1 Radiové vlny

Radiové vlny jsou vyzařovány anténami, jejichž délka je úměrná délce nosné vlny, takže jejich rozměry jsou v rozmezí milimetrů až stovek metrů. Radiové vlny jsou elektromagnetické vlny, jejichž pole se šíří v kulových vlnoplochách. Elektromagnetická vlna má 2 složky: složku elektrickou a magnetickou. Obě složky jsou na sebe kolmé a navíc jsou kolmé na směr šíření. Rychlost šíření radiové vlny ve volném prostoru je shodná s rychlostí světla, tedy $3*10^8\ m.s^{-1}$.

Radiové vlny se užívají pro rozličné přenosy informací pomocí služeb jako jsou rádiové vysílání, televize, mobilní telefony, amatérské rádiové přenosy apod. V lékařství se rádiové vlny využívají při radiokoagulaci, tedy při zástavě krvácení či řezání tkání. [25]

Rozdělení radiových vln podle délky:

	délka				frekvence		
1	velmi dlouhé	10 km	--	100 km	30 kHz	--	3 kHz
2	dlouhé	1 km	--	10 km	300 kHz	--	30 kHz
3	střední	100 m	--	1000 m	3 Mhz	--	300 kHz
4	krátké	10 m	--	100 m	30 Mhz	--	3 MHz
5	VKV	1 m	--	10 m	300 Mhz	--	30 MHz
6	UKV	1 dm	--	10 dm	3 Ghz	--	300 MHz
7	centimetrové	1 cm	--	10 cm	30 Ghz	--	3 GHz
8	milimetrové	1 mm	--	10 mm	300 Ghz	--	30 GHz

Obr. 12: Rozdělení elektromagnetických vln podle délky [25]

5.2 Mikrovlny

Mikrovlny jsou vysokofrekvenční radiové vlny a dosahují délky 1 m – 0,03 mm. Mikrovlny se používají především v mikrovlnných troubách pro ohřev jídel, neboť mikrovlny předávají látkám svou energii, látky jí absorbují a tím se ohřívají v celém svém objemu. Podobně jako světlo se mikrovlny šíří prostorem, odrážejí se od předmětů a pohlcují v materiálech. Dále se používají k vysoušení dřeva či přenosu informací pomocí bezdrátové sítě Wi-Fi. V medicíně mají mikrovlny využití zejména při léčbě nádorových onemocnění nebo při rehabilitacích. Kovové materiály mikrovlny úplně odrážejí, nekovové materiály jako sklo a některé plasty jsou pro mikrovlny většinou propustné. Materiály, které obsahují vodu, například potraviny, kapaliny nebo tkáně účinně pohlcují mikrovlnnou energii, která se pak mění v teplo. [26]

5.3 Infračervené záření

Infračervené záření je elektromagnetické záření s vlnovou délkou větší než viditelné světlo, ale menší než mikrovlnné záření. Naše tělesná tkáň produkuje v důsledku metabolických procesů teplo, kterého se zbavuje převážně ve formě infračerveného záření. Proto je kupříkladu možné vidět lidské tělo i v noci pomocí infračervených kamer. Každé těleso, které má větší teplotu než je teplota absolutní nuly, je zdrojem infračerveného záření. Vlastnosti infračervených paprsků jsou důvodem, proč dokážeme vnímat teplo, které k nám přichází ze slunce, i za studených zimních dní. Infračervené záření je část neviditelného světla nalezená na elektromagnetickém spektru. Je to forma sálavého tepla nazývaná také „infračervená energie“.

Infračervené záření se dělí na tři základní segmenty podle vlnové délky:

- blízké infračervené záření (760 nm – 1,5 mikrometru)
- střední infračervené záření (1,5 – 5,6 mikrometru)
- dlouhé infračervené záření (5,6 mikrometru – 1 mm)

Neviditelné světelné pásmo zahřívá předměty, aniž by zároveň ohřívalo okolní vzduch. Nejlepší příklad je samo Slunce. Když na nás venku za chladného počasí svítí Slunce, cítíme teplo, ikdyž vzduch v bezprostředním okolí je stále studený. Toto teplo je způsobeno infračervenými paprsky, které pronikají pod vaši kůži do hloubky až několika centimetrů. Infračervená energie je tedy zcela bezpečná, přátelská a efektivní, jelikož ohřívá přímo předměty a nikoli vzduch kolem. Přibližně 40 % sluneční energie spadá do oblasti infračerveného světla. Infračervené záření je lidským okem neviditelné, ale je možné ho pozorovat pomocí speciálních kamer, které mají snímače citlivé na infračervené záření. Naše tělo také vyzařuje teplo pomocí dlouhého infračerveného záření o vlnové délce 4 až 14

mikrometrů. Můžete si to vyzkoušet sami na sobě, když podržíte obě dlaně blízko sebe, aniž by se dotýkaly. [27]

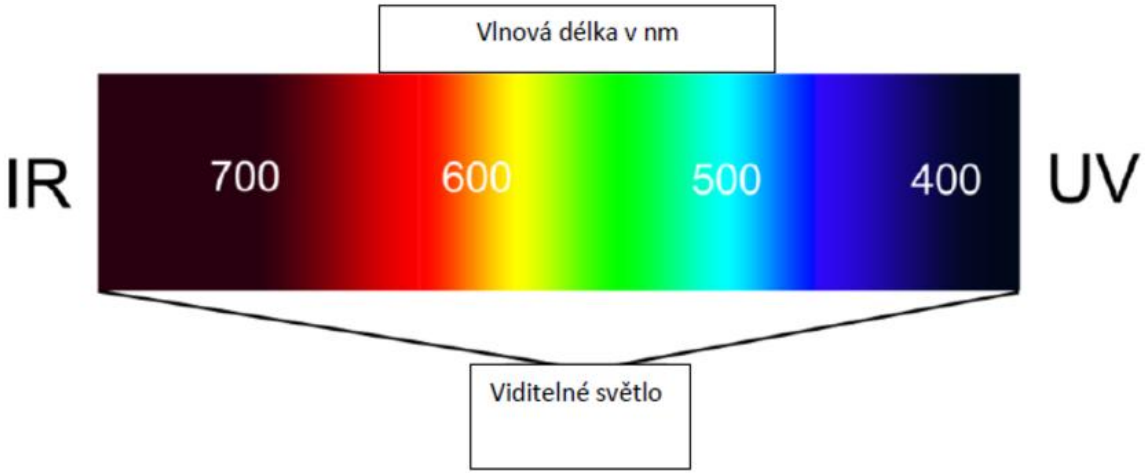
5.4 Viditelné světlo

Viditelné světlo je elektromagnetické záření v rozmezí vlnových délek 350–750 nm. Tyto vlnové délky mají tu vlastnost, že při dopadu na fotoreceptory lidského oka (tyčinky a čípky) vyvolávají zrakový vjem. V celém spektru elektromagnetického záření se viditelné světlo nachází mezi infračerveným a ultrafialovým zářením. Světlo má duální charakter, může se chovat jako částice i jako vlnění. Vlastnosti viditelného světla zkoumá fyzika, konkrétně obor zvaný optika.

Zdroje viditelného světla mohou být buď přirozené (Slunce, oheň) nebo umělé (výbojka, laser, žárovka). Využití pro lidi je kromě zraku samotného také v přístrojích, jako například lupa, dalekohled nebo mikroskop. Střední vlnové délky pro dané barvy:

- červená (650 nm)
- oranžová (600 nm)
- žlutá (580 nm)
- zelená (525 nm)
- modrá (450 nm)
- fialová (400 nm)

Pro lidské oko je nejcitlivější zóna vlnových délek přibližně uprostřed viditelného spektra, konkrétně od 500 nm do 650 nm, čemuž odpovídá zelená, žlutá a červená barva. [28]



Obr. 13: Vlnová délka viditelného spektra [29]

5.5 Ultrafialové záření

Ultrafialové záření je elektromagnetické záření o vlnové délce kratší než má světlo fialové barvy. Jeho nejkratší vlnové délky zasahují do oblasti rentgenového záření o vlnové délce až 10 nm. Pro oko je toto záření neviditelné, ale na zrakový orgán působí škodlivě. Proto je nutné chránit oči před jeho účinky brýlemi se speciálními skly. V nejjednodušším případě stačí obyčejné sklo, které UV záření pohlcuje.

Dle velikosti vlnové délky rozdělujeme UV záření do tří skupin:

- UVA – vlnová délka 315 – 400 nm, penetruje hluboko a nezpůsobuje opálení.
- UVB – vlnová délka 280 – 315 nm, jeho převážná část je pohlcena ozónem ve stratosféře (ozónovou vrstvou).
- UVC – vlnová délka nižší než 280 nm, má nejvyšší energii z UV záření a je tudíž nejnebezpečnější.

Ozáření pokožky vyvolává vznik ochranného pigmentu, což se projevuje při opalování zhnědnutím. Na ozáření tělo reaguje produkcí vitamínu D. Velké dávky ultrafialového záření však lidskému organismu škodí. Je prokázáno, že ultrafialové záření může způsobit rakovinu kůže. Ultrafialové záření ale také ničí choroboplodné mikroorganismy, a proto se používá při sterilizaci a dezinfekci.

Zdrojem UV záření jsou tělesa zahřátá na vysokou teplotu (Slunce, elektrický oblouk) nebo speciální výbojky naplněné párami rtuti. Obyčejné sklo však UV záření pohlcuje. Proto se výbojky zhotovují ze skla křemenného. Také atmosféra toto záření velmi silně pohlcuje. Ve vysokých vrstvách atmosféry toto záření způsobuje ionizaci vzdušného kyslíku, což je příčinou vzniku ozónu.

Některé sloučeniny fluoru (tzv. freony), které se dostávají do ovzduší při některých výrobních procesech nebo při používání sprejů, se s ozónem v atmosféře slučují. Tím se atmosféra ve velkých výškách trvale zbavuje ozónu a její schopnost pohlcovat UV záření se snižuje. V atmosféře vznikají ozónové díry, jimiž v některých místech proniká UV záření ve větší míře až k povrchu Země a ohrožuje zdraví lidí. [30]

5.6 Rentgenové záření

Rentgenové záření je forma elektromagnetického záření o vlnových délkách 10 nm až 100 pm. Vzniká při přeměně energie rychle se pohybujících elektronů, které dopadají na povrch kovové elektrody, na energii elektromagnetického záření.

Podle vlnové délky se rozlišuje:

a) měkké rentgenové záření – má větší vlnovou délku.

b) tvrdé rentgenové záření - vlnové délka se blíží záření gama, může být využito k léčbě zhoubných nádorů, protože ničí buňky.

Záření s menší vlnovou délkou má větší frekvenci a proto má i větší energii. Rentgenové záření je pro lidský organizmus nebezpečné, proto je důležité, aby záření trvalo co nejkratší dobu a je nutné se proti němu bránit stíněnými materiály, kterými záření neprojde (např. olověné plechy).

Rentgenové záření objevil v roce 1895 německý fyzik W. C. Röntgen (1845 - 1923) při studiu výbojů v plynech. Zjistil, že při dopadu katodového záření (proud elektronů urychlených elektrickým polem) na kovovou anodu vzniká záření, které proniká i neprůhlednými předměty. Röntgen provedl řadu pokusů, jimiž zjistil vlastnosti tehdy ještě neznámého záření. Za své objevy obdržel v roce 1901 první Nobelovu cenu za fyziku.

Podle způsobu vzniku rentgenového záření se rozlišuje:

a) brzdné záření - vzniká jako důsledek zpomalování pohybu elektronů dopadajících velkou rychlostí na povrch kovu. Změna rychlosti elektronů a brzdění jejich pohybu vzájemným působením s atomy kovu má za následek vyzařování elektromagnetických vln, jejichž frekvence se spojitě mění. Proto je spektrum brzdného záření spojité.

b) charakteristické záření – souvisí se změnami energie atomů kovu, které ji získaly působením dopadajících elektronů. Toto spektrum je čárové. [31]

5.7 Gama záření

Jedná se o elektromagnetické záření s vlnovými délkami kratšími než 300 pm. Protože fotony nemají elektrický náboj, záření gama se neodchyluje od svého původního směru ani v elektrickém poli ani v magnetickém poli. Proto se látkou volně šíří a značně se rozptyluje.

Záření gama vznikající při radioaktivních a jiných jaderných a subjaderných dějích. Využívá se v neurochirurgii v přístroji Leksellův gama nůž – tento přibližně dvacetitunový přístroj využívá gama záření izotopu ^{60}Co. Jedná se o helmu, do které je upevněná hlava. V helmě je umístěno 201 kobaltových zářičů, které jsou všechny zaměřeny na jedno místo, které

ozáří. Díky malému záření se ale nepoškodí okolní tkáň, léčebné účinky má jen na místo, kam směřují všechny zářiče.

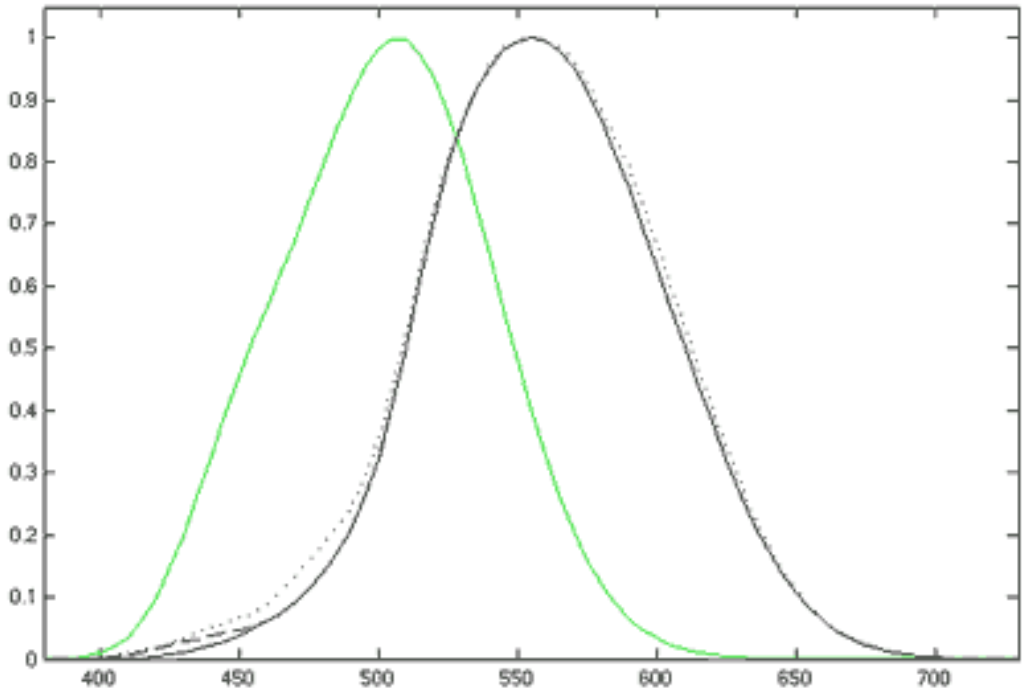
Gama záření se také využívá k defektoskopii, což je metoda zjišťování vad v součástkách. Díky své vysokoenergetické povaze dokáže hubit bakterie, a proto se používá ke sterilizaci lékařských nástrojů. [32], [33]

6. Světlo a jeho vnímání

Světlo je druh elektromagnetického vlnění, které je emitováno vozidlem a to zejména kvůli zajištění dobré viditelnosti pro řidiče v noci a v nepříznivých podmínkách a především kvůli signalizaci pro ostatní účastníky silničního provozu.

Při řešení problému oslnění a zátěže prostředí je nezbytné uvést základní informace z fyziologického hlediska. Vychází se z toho, že lidské oko je na světlo citlivé jen v určitém rozsahu kmitočtů. Pro lidské oko je světlo viditelné pouze v intervalu od 350 do 750 nm, kde o světlu s hodnotami menšími než 350 nm hovoříme jako o UV záření a o světlu s hodnotami většími než 750 nm jako o infračerveném záření. Pro šíření světla platí zákony odrazu a lomu. Tyto principy bývají využívány zejména při konstrukci prvků osvětlení a světelné signalizace. Světlo se ve vakuu šíří rychlostí c = 2,99792458 · 10^8 m·s^{-1}. V jiných prostředích se světlo však šíří pomaleji.

Na následujícím obrázku je znázorněna relativní citlivost oka v závislosti na vlnové délce:



Obr. 14: Relativní citlivost oka v závislosti na vlnové délce [34]

Na ose x je kmitočet světelné emise, na ose y pravděpodobnost citlivosti běžné populace. Oblouk vpravo platí pro vidění ve dne a oblouk vlevo pro vidění v noci. Z grafu lze vyčíst, že vnímání světla se s denním režimem mění, ve dne je oko nejcitlivější na vlnové délky 550-570 nm, což odpovídá žlutozelené barvě. V noci pak nejvíce vnímáme vlnové délky 490-510 nm, tedy modrozelenou barvu. Nicméně rozmezí viditelnosti zůstává pořád na hodnotách od 350 do 750 nm.

Vzácně se lidé také potýkají s poruchami fotoreceptorů sítnice. Důsledky této poruchy a terminologie konkrétních poruch jsou následující:

- avitaminóza - šeroslepost, způsobuje morfologické změny až k zničení receptorů.
- daltonismus – nedostatek fotoreceptorové bílkoviny absorbující zeleň nebo červeň. Touto vadou trpí přibližně 4 % lidí a týká se zejména mužů, neboť daltonismem je dle statistik postiženo 9 % mužů a pouze 0,4 % žen.
- protanopie – porucha vidění červené barvy.
- deuteranopie – porucha vidění zelené barvy.
- tritanopie – porucha vidění modré barvy.

Barvocit se vyšetřuje pomocí tabulek s různě barevnými skvrnami, které tvoří symboly. Světelné emise naprosté většiny zařízení namontovaných ve vozidle jsou legislativně stanoveny rozmezím svítivosti a to jeho minimální a maximální svítivostí. Světelná zařízení bývají schvalovány samostatně mimo vozidlo, nicméně hodnoty svítivosti jsou platné pro celý systém, tj. po montáži na vozidlo. [34], [35], [36]

7. Veličiny a jednotky světelné emise

Světelný tok ϕ

Udává množství světelné energie vydané zdrojem za 1 sekundu. Jednotkou světelného toku je lumen [lm].

[ϕ] = J · s^{-1} = lm

Svítivost I

Svítivost udává světelný tok v kuželu, jehož vrchol je ve zdroji světla a jehož kuželovitost je definována steradiánem [sr], tzn. že stěna kuželu vytíná na vnitřním povrchu koule o poloměru 1 m plochu 1 m^2. Jinak řečeno udává hustotu energie, kterou zdroj vyzáří za 1 s do prostorového úhlu Ω. Základní jednotka je kandela [cd].

Osvětlení E

Vyjadřuje celkový světelný výkon, který dopadá na jednotku plochy. Lux je tedy kandela steradián na metr čtvereční [cd·sr·m^{-2}]. Základní jednotkou je lux [lx].

Odrazivost

Odrazivost je optická vlastnost materiálu, která popisuje, jaké množství světla se odrazilo od materiálu v poměru k množství, které na materiál dopadlo. K odrazu dochází vždy na povrchu materiálu, pro materiály rozptylující světlo v objemu (průsvitné materiály) také z objemu materiálu. Odrazivost závisí na materiálu, chemickém složení a struktuře materiálu, stavu materiálu a jeho povrchu (teplota, drsnost, stupeň oxidace), vlnové délce, směru dopadajícího a odraženého světla a polarizaci světla.

Jednotkou je kandela na lux [cd·lux^{-1}]. [37]

8. Oslnění a negativní vlivy světelné emise

Vedle nesporných výhod mají světelné emise také několik zásadních negativních dopadů, ať už se jedná o samotné jedince nebo o prostředí. Vyzářené světlo přispívá ke světelnému znečištění prostředí, ale hlavně, co je pro nás nejdůležitější, způsobuje oslnění ostatních účastníků dopravy nebo zvěře, která se pohybuje v blízkém okolí pozemní komunikace.

Nyní si pojďme říci, co vlastně světelné znečištění je. Jedná se o veškeré světelné emise, které jsou rozptýlené v úrovni nad vodorovnou plochou, procházející zdroji světla. V silniční dopravě tyto emise nejvíce zapříčiňují především dálková a tlumená světla osobních a nákladních automobilů a motocyklů. Nicméně jejich parametry a použití jsou upraveny legislativně a zmírnění jejich dopadu na životní prostředí může být ošetřeno vysázením zeleně v okolí pozemní komunikace.

K oslnění dochází, když je v zorném poli jas, na který je adaptace mimo fyziologické možnosti zraku (pak se jedná o absolutní oslnění), nebo je-li sítnice oka vystavena většímu jasu, než na jaký je právě adaptována. Oslnění může být způsobeno buď přímo světlomety protijedoucích vozidel nebo odrazem světelných paprsků od lesklých předmětů, vodní hladiny či sněhu. Silnému protisvětlu se lidský zrak dokáže přizpůsobit celkem rychle, avšak během následné adaptace zpět jede řidič takřka poslepu. V tomto období je riziko dopravní nehody obzvláště vysoké, protože řidič prakticky není schopen rozeznat špatně viditelné předměty (jakým je například neosvětlený chodec) a případně včas zareagovat, aby mohl zabránit potencionální nehodě.

Z dříve prováděných výzkumů vyplývá, že doba adaptace zraku se spolu s rostoucím věkem prodlužuje, což znamená, že starší řidiči snášejí oslnění hůř než lidé mladší. Další poznatek, který z průzkumů vyplynul, byl ten, že mladý řidič, který je oslněn, často nesníží rychlost jízdy a tím riskuje více, než řidiči dřívějšího data narození.

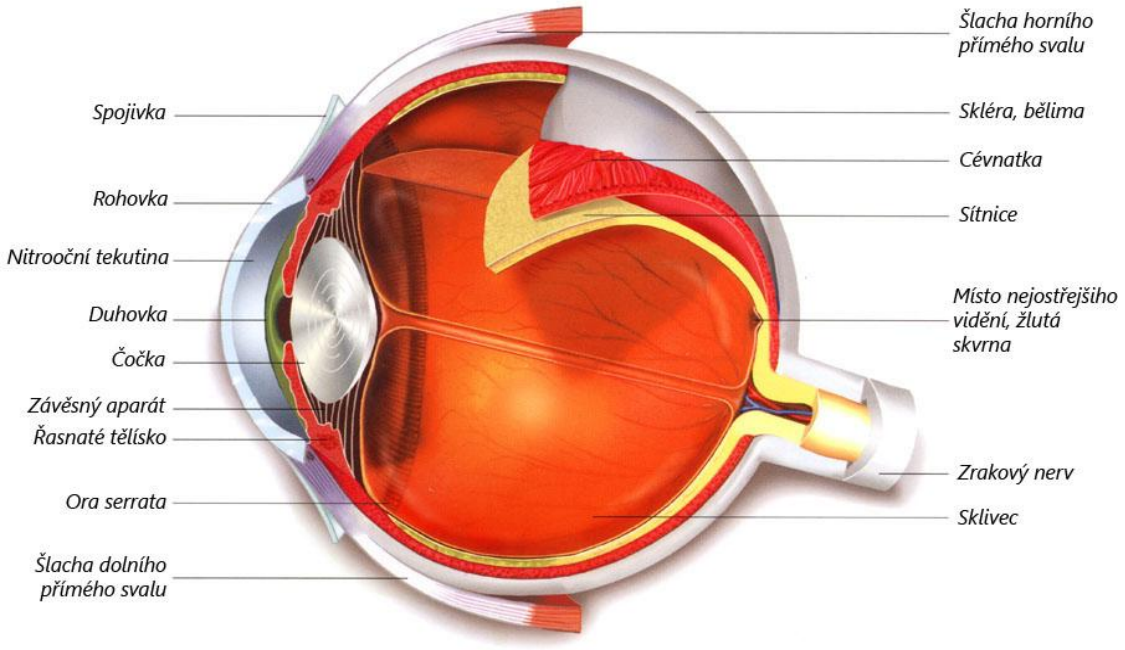
Řízení za tmy je pro řidiče, bez ohledu věku, velice unavující, protože v noci dochází k produkci hormonu melatoninu, který je přirozeným spánkovým regulátorem. Je-li takto unavený řidič v zápětí oslněn, může dojít snadno k chvilkové dezorientaci, což rapidně zvyšuje možnost dopravní nehody. A právě na tyto případy naštěstí myslí i naše legislativa a zavedla povinnost asymetrických tlumených světlometů, které vyzařují menší množství světla na stranu protijedoucích vozidel a pravý kraj vozovky osvětlují více zejména z toho důvodu, že při pravé straně vozovky může jet cyklista, jít chodec a je tím také zaručena lepší a včasnější viditelnost dopravního značení, ať už vodorovného či svislého. Sklon světlometů je třeba správně nastavit v závislosti na zatížení zadní části vozu, což je také legislativně upraveno. Například automobily vybaveny xenonovými světly musí mít povinně jednak ostřikovače předních světlometů, ale hlavně automatickou regulaci náklonů světlometů v závislosti na zatížení automobilu. [22]

Co se týče přepínání mezi potkávacími a dálkovými světly, tak v praxi se spoléhá pouze na ohleduplnost řidičů, kteří by správně měli včas přepnout na tlumená světla ještě než dojde k oslnění. Naštěstí vývoj techniky v automobilech jde velice rychle dopředu, a tak již dnes není výjimkou najít v nových vozech systém automatického přepínání dálkových a potkávacích světel bez zásahů řidiče, kdy systém sám rozpoznává okolní světlo a protijedoucí vozidlo a sám přepíná mezi světly pro denní svícení, potkávacími světly a světly dálkovými. Poslední novinkou jsou automobily vybaveny světlomety, které mají zapnutá dálková světla mimo obec neustále, pouze vystíní oblast protijedoucího nebo před námi jedoucího vozidla buď pomocí stínítek ve světlometu nebo v případě LED světlometů pomocí vypínání určitých LED diod. Existují však i prvky infrastruktury, které dokážou snížit (nebo úplně eliminovat) oslnění od protijedoucích vozidel, a sice oddělené jízdní pásy středovým dělícím pásem s vysázenou zelení, které můžeme vidět na některých úsecích našich dálnic.

9. Lidské oko

Lidské oko umožňuje přímé pozorování optických jevů, čímž staví optiku mezi nejdůležitější části napříč všemi fyzikálními obory. Pomocí zraku vnímá člověk dění kolem sebe. Základem zrakového vjemu je detekce dopadajícího světla, a proto můžeme lidské oko zahrnout mezi světelné detektory. Lidské oko je ale velice složitý orgán a jeho zkoumání patří spíše do oblasti medicíny. Proto zde uvedu pouze nejdůležitější aspekty, které se týkají optiky a vnímání světla.

Na následujícím obrázku je znázorněno schéma lidského oka.



Obr. 15: Schéma lidského oka [38]

Dopadající světlo prochází rohovkou, přední komorou vyplněnou kapalinou, čočkou a sklivcem a dopadá na sítnici, na které se vytváří obraz, avšak zmenšený a převrácený. Průměr rohovky je přibližně 12 mm a její tloušťka 0,6 mm. Index lomu rohovky je 1,376. Na rozhraní rohovka – vzduch proto dochází k výraznému lomu. Za rohovkou se nachází tekutina s indexem lomu 1,336. V komoře je duhovka, která plní funkci vstupní clony a její průměr bývá 2 – 8 mm (záleží na intenzitě dopadajícího světla). Oko každého jedince má svou specifickou barvu, tu zajišťuje právě duhovka. Není třeba se však barvou očí nějak trápit, neboť barva duhovky nemá z hlediska optické funkce žádný vliv, jedná se pouze o estetický prvek. Dále světlo prochází čočkou, která má, dle slov lékařů, tvar a velikost malé fazole. Čočka má vrstevnatou strukturu, je pružná a uchycená na svalových vláknech, díky kterým může měnit svou tloušťku a tvar. Tím zajistí, že můžeme jemně a spojitě měnit optickou mohutnost (což je veličina, která vyjadřuje zakřivení čočky). Při uvolněných svalech je čočka nejplošší a oko je zaostřenou na vzdálené předměty. Nejtlustší je pak při pozorování blízkých předmětů. Index lomu čočky je na kraji 1,38 a uprostřed 1,41. Za čočkou je zadní komora s tekutinou a světlo pak dopadá na sítnici, kde dochází k jeho detekci. Celé oko má přibližně 2 cm v průměru, jeho celková mohutnost je 66,6 D (oko zaostřeno na blízko). Obrazové ohnisko leží na sítnici a předmětové ohnisko 15 mm před povrchem rohovky.

Neakomodované oko vidí dobře vzdálené předměty. Vzdálený bod je nejvzdálenější bod, jehož ostrý obraz může oko na sítnici vytvořit. Blízký bod je naopak nejbližší bod, který lze zaostřit. Poloha blízkého bodu je pohyblivá a mění se s věkem. Pro děti je blízký bod okolo 10cm, pro lidi okolo 40 let to je už 20 - 40 cm a pro starší lidi to může být až 2 metry. Tomu odpovídá vývoj optické mohutnosti čočky v závislosti na věku:

10 let … 14 D
20 let … 9 D
40 let … 1-2 D
70 let … 0 D

Toto je způsobeno nárůstem tloušťky čočky s přibývajícím věkem, ale také ukládáním bílkovin spojeným s indexem lomu. K největšímu skoku v posunu blízkého bodu dochází okolo 45. roku života. Pak je nutné nosit brýle se spojnými čočkami, které nám umožní zaostřit na vzdálenost vhodnou pro čtení (což bývá nejčastěji 25 cm, nazývaná někdy také jako konvenční zraková vzdálenost).

Na sítnici figurují dva typy fotocitlivých buněk: tyčinky a čípky. Tyčinky nerozlišují barvy, ale jsou velmi citlivé. Naopak čípky barvy rozlišují a fungují při vysokých intenzitách světla. Čípky jsou umístěny ve střední části sítnice v oblasti o průměru 3 mm, která se nazývá žlutá skvrna. Uprostřed ní je fovea, kde nejsou žádné tyčinky, ale je zde nejkvalitnější zrakový

vjem. Na sítnici ústí také optický nerv, jehož zakončení se nazývá slepá skvrna a v této oblasti nejsou žádné tyčinky ani čípky.

Oko disponuje velmi zajímavými funkcemi. Tou základní je akomodace neboli zaostřování, o které jsem psal výše. Další funkcí je adaptace, která dovoluje fungovat oku a správně vidět pro velké rozpětí světelných toků přes 5 řádů. Při malé úrovni světelného toku zajišťují záznam tyčinky (jedná se například o noční osvětlení hvězdami a měsícem), pokud však světelný tok přesáhne určitou mez, tak dojde k jejich saturaci a další fotony již nedetekují. Naopak velké světelné toky detekují méně citlivé čípky (jedná se o úroveň osvětlení sluncem až po soumrak). Další funkce oka je ostrost vidění, která se definuje jako převrácená hodnota minimálního úhlu, pod kterým může oko rozlišit dva body. Zkouší se nejčastěji pomocí Snellenova testu, který zkouší ostrost pomocí čtení písmen, jejichž úhlový rozměr je ze zkušební vzdálenosti 5 úhlových minut a jejichž detaily odpovídají úhlu jedna minuta. Na zkušební tabuli bývají velká i malá písmena, kde například velké písmeno odpovídá 5‘ ve vzdálenosti 20 m. Výsledná ostrost je vyjádřena zlomkem, v jehož čitateli je zkoušená vzdálenost (například 5 m) a ve jmenovateli vzdálenost, ve které pacient vidí rozlišené písmeno pod úhlem 5‘. Normální ostrost je tedy 5/5 a příklad zhoršené může být 5/20. [39]

9.1 Vady oka

Velice často se stává, že oko je narušeno různými vadami. Například krátkozrakost, která bývá většinou způsobena tím, že je oko delší a dochází tedy k tomu, že se obraz předmětu vytváří před sítnicí, a tudíž se vzdálené body nezaostřují tak, jak by měly. Body ležící blíže k oku se mohou zaostřovat bez problému, musí však ležet blíže, než vzdálený bod krátkozrakého oka. Krátkozrakost se koriguje pomocí brýlí s rozptylnou čočkou, což zapříčiní posun vzdáleného bodu krátkozrakého oka do velké vzdálenosti.

Opakem předchozí vady je dalekozrakost, která je způsobena kratším okem. Obraz vzdáleného bodu je tudíž vytvořen neakomodovaným okem za sítnicí, protože aby oko mohlo zobrazit vzdálené předměty, musí akomodovat. Blízký bod leží pro dalekozraké oko dále než je konvenční zraková vzdálenost, a proto nemohou být bližší body zobrazeny ostře. Tato vada se koriguje brýlemi se spojnou čočkou.

Další vadou je astigmatismus, který je způsoben nepravidelným zakřivením optických rozhraní v oku, nejčastěji se jedná o vstupní plochu rohovky. Následkem této vady je neostré zobrazení, které lze řešit pomocí brýlí s cylindrickými čočkami.

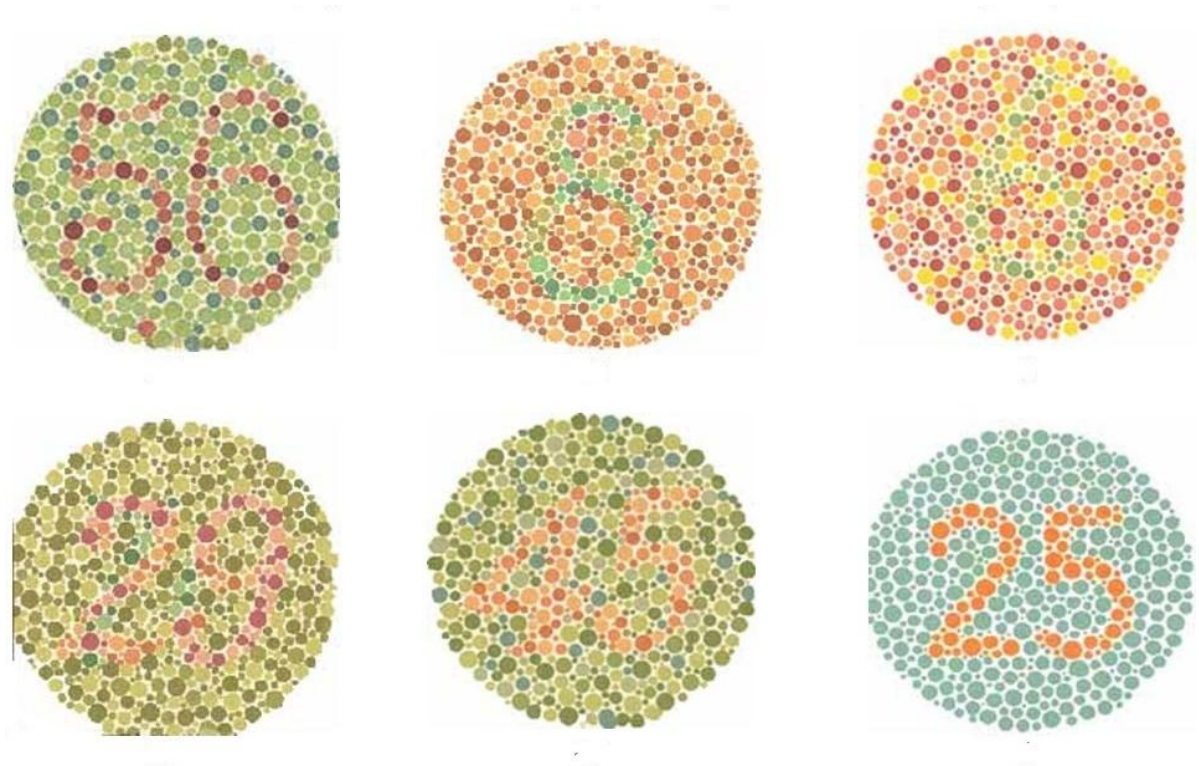
Dále může být oko také poškozeno nemocemi, jako například šedý zákal, který je způsoben sníženou propustností čočky (což se dá řešit operací, kde se původní čočka nahradí čočkou umělou). Zelený zákal je onemocnění, při kterém dochází k degeneraci a odumírání zrakového nervu. Jeho příčinou je zvýšený nitrooční tlak. V dalších fázích této nemoci dochází postupně ke ztrátě periferního vidění, kterého si člověk prý ani nevšimne (což

zejména v dopravě velmi zvyšuje riziko přehlédnutí vozidla či jiného účastníka provozu) a ke konci dochází až k úplné ztrátě zraku. [39]

9.2 Test barvocitu

Barevné vidění je umožněno tím, že v oku máme tři druhy čípků, které obsahují různá fotocitlivá barviva, která se liší svými absorpčními spektry. Modré barvivo je citlivé v intervalu 400 – 500 nm, žluté barvivo v intervalu 450 – 630 nm a červené v intervalu 470 – 700 nm. Signály z těchto čípků jsou vyslány do mozku, kde jsou následně zpracovány a stávají se základem pro vnímání barev.

Bohužel se někdy stává, že člověk vnímá barvy jinak než je normální nebo barevně nevidí vůbec. Někteří lidé vidí pouze černobíle, jiní mají zase problém rozlišit červenou a zelenou barvu, případně žlutou a modrou. Nejedná se o nemoc, která by výrazným způsobem ovlivňovala kvalitu života daného jedince, může však v určitých situacích představovat značnou komplikaci. Například při řízení motorového vozidla na křižovatce – pokud má jedinec problém s rozlišením červené a zelené, již se jedná o drobnou komplikaci (naštěstí se stačí naučit nazpaměť, kde je jaká barva a řídit se pouze podle rozsvíceného světla bez ohledu na barvu). Pro odhalení této vady slouží tzv. Ishiharův test, který obsahuje speciální schémata, která v sobě mají ukryté číslo jinou barvou, než je barva okolí a zkoušená osoba by měla být schopna toto číslo rozpoznat. Takovýto test byl proveden také v rámci této práce na 20 osobách obou pohlaví ve věku od 18 do 60 let. Všichni jedinci byli podrobeni testu barvocitu, který je možné vidět na obr. 16. Ze zkoumaného vzorku lidí se nenašel ani jeden člověk trpící vadou barvocitu, všichni test úspěšně absolvovali. Nicméně statistiky uvádějí, že touto vadou trpí až 8% populace, z toho 0,5% žen. [39]



Obr. 16: Ishiharův test barvocitu [40]

10. Statistika nehodovosti

Počet usmrcených osob v roce 2013 byl nejnižší od roku 1961, a sice 583 osob a Policií České Republiky bylo šetřeno 84 398 nehod. Jen pro srovnání, v roce 2012 bylo šetřeno 81 404 nehod, při kterých bylo usmrceno 681 osob a v roce 2011 se stalo 75 137 nehod, při kterých zemřelo dokonce 707 osob. Je potěšitelné, že tento trend poklesu úmrtnosti trvá nepřetržitě již od roku 2008. Velký podíl na klesající úmrtnosti má jistě zlepšení bezpečnosti moderních vozidel, obnova vozového parku a zlepšení bezpečnosti pozemních komunikací, což jasně dokazují statistiky, protože každoročně přibývá dopravních nehod vyšetřených Policií České republiky, ale proti tomu klesá úmrtnost. Jistě je také dobrou zprávou, že nejen že klesá počet usmrcených osob, ale také těžce zraněných (v roce 2011 bylo zraněno 3 092 osob, v roce 2012 to bylo už jen 2 986 osob a v roce 2013 dokonce 2 782 osob a tento trend trvá již od roku 1997).

V silničním provozu bylo při dopravních nehodách v roce 2013 zúčastněno celkem 139 365 vozidel, z toho 3124 motocyklů. V roce 2012 to bylo 134 786 vozidel, z toho 3018 motocyklů a v roce 2011 se dopravní nehody zúčastnilo 125 067 vozidel a z toho 3153 jednostopých.

S tím souvisí také závažnost nehod, která je vyjádřena v počtu usmrcených osob na 1 000 nehod.

DRUH VOZIDLA; ROK 2013	ZÁVAŽNOST NEHOD
trolejbus	27,03
motocykl	26,24
osobní automobil s přívěsem	18,10
jízdní kolo	10,43
moped	10,31
osobní automobil bez přívěsu	8,39
tramvaj	8,33
nákladní automobil s přívěsem	7,89
nákladní automobil sólo	7,89
motocykl do 50 ccm	7,35
autobus	7,26
nákladní automobil s návěsem	5,42
traktor	3,38

Obr. 17: Závažnost nehod v roce 2013 [1]

DRUH VOZIDLA; ROK 2012	ZÁVAŽNOST NEHOD
motocykl	34,1
moped	20,6
malý motocykl (do 50 ccm)	18,8
osobní automobil s přívěsem	18,0
traktor	11,4
osobní automobil	10,4
nákladní automobil sólo	8,8
nákladní automobil s návěsem	8,6
nákladní automobil s přívěsem	8,1
autobus	4,0

Obr. 18: Závažnost nehod v roce 2012 [2]

DRUH VOZIDLA	ZÁVAŽNOST NEHOD
motocykl	**28,1**
malý motocykl (do 50 ccm)	**25,6**
osobní automobil	**11,7**
autobus	**11,2**
nákladní automobil s návěsem	**10,1**
nákladní automobil sólo	**9,4**
nákladní automobil s přívěsem	**5,5**

Obr. 19: Závažnost nehod v roce 2011 [3]

Z výše uvedených tabulek můžeme vidět, že rok 2013 byl pro motocyklisty o něco příznivější, než roky předešlé, což souvisí také s tím, že roste počet nehod, ale klesá počet usmrcených. Jinak je, bohužel, naprosto zřejmé, že motocykl (bez rozdílu kubatury) patří mezi nejnebezpečnější dopravní prostředky pohybující se na našich komunikacích (s výjimkou roku 2013, kdy muselo dojít k jedné nebo více závažnějších nehod trolejbusu).

Pro úplnost dodávám, že v roce 2012 byla závažnost nehod u cyklistů 13,2 a v roce 2011 je závažnost u cyklistů 9,8. Bohužel tato čísla také jasně dokazují, že ani jízdní kolo není úplně bezpečný dopravní prostředek.

Průměrné hodnoty závažnosti nehod:

- 2011 – 9,41
- 2012 – 8,37
- 2013 – 6,91

Naštěstí jsou tato čísla rok od roku lepší, nicméně ke splnění cílů Vize Nula (vize, která říká, že není přípustné, aby byl někdo usmrcen či vážně zraněn v souvislosti se silniční dopravou) máme ještě opravdu daleko a budou se muset investovat nemalé peníze do výzkumu a vývoje bezpečnosti dopravních prostředků a zejména pak do infrastruktury, abychom byli schopni se alespoň trochu přiblížit Vizi Nula, protože bezpečnější komunikace vyšších tříd spolu s vyspělejšími, modernějšími a hlavně bezpečnějšími vozidly znamená menší počet těžce zraněných a usmrcených osob. Je možné, že výrazné zlepšení přinese v budoucnosti autonomní řízení vozidel, kde ve vozidle nebude zapotřebí řidič, protože vozidlo bude vybaveno celou řadou kamer a senzorů, které zajistí, že vozidlo bude schopné se bezpečně pohybovat na pozemních komunikacích, aniž by muselo být řízeno člověkem a zároveň by mělo být schopno reagovat na většinu krizových situací. Toto východisko je však hudba daleké budoucnosti a její přínos v oblasti bezpečnosti silniční dopravy je spekulativní a vše ukáže až praxe. [1], [2], [3]

11. Problém viditelnosti motocyklů

Jak již bylo zmíněno, problém viditelnosti motocyklů je skutečně zásadní a velkou měrou může ovlivnit statistiky dopravních nehod. Důležité je však si uvědomit, že bavíme-li se o viditelnosti motocyklů, je třeba brát motocykl jako soustavu jezdec + samotný stroj. Obrovskou roli hraje velikost motocyklu a tělesné proporce řidiče, kdy řidič malého vzrůstu na obrovském stroji nehraje tak zásadní roli z hlediska viditelnosti jako mohutný řidič na malém stroji (srovnání můžeme vidět na obr. 20). Na většině motocyklů může jet i spolujezdec, tím se vliv osob jedoucích na motocyklu takřka zdvojnásobuje. Tento problém je unikátní právě pro motocykly, automobilová doprava toto řešit nemusí, protože viditelnost dopravního prostředku tam není závislá na počtu osob ve vozidle a jejich schopnosti upozornit na sebe okolí.

Obr. 20: Srovnání velikosti motocyklů Honda GL 1800 Gold Wing (vlevo) a Jawa 21 [41]

Další věc, o které je třeba také uvažovat, je rozdílná viditelnost a rozdílné zbarvení motocyklu z různých úhlů. Při pohledu zepředu na sebe nejvíce pozornosti strhne přední světlomet bílé (případně žluté) barvy vybavený funkcí denního svícení, který je možné zpozorovat mnohdy až ze vzdálenosti několika kilometrů. Jinak je tomu při pohledu zezadu, kde nemají motocykly povinnost mít zapnutá zadní obrysová světla, pouze osvětlení registrační značky, které však směřuje ve většině případů téměř kolmo k vozovce a slouží výhradně k osvětlení registrační značky, tudíž vůbec neplní funkci upozorňování ostatních řidičů. Signální funkci vzadu zastávají brzdové světlomety červené barvy a směrová světla oranžové barvy, ty jsou ale v činnosti pouze zlomek času provozu. Nakonec zbývá pohled zboku, který je však nejvíce problematický, protože zboku nejsou žádné světlomety (vyjma směrových světel, pokud je jimi vozidlo vybaveno) a právě při pohledu zboku, který může nastat např. při čekání v křižovatce, se nejvíce uplatní vhodná barevná kombinace motocyklu a jezdce. Zboku jsou motocykly většinou vícebarevné, což je dáno zejména různými

materiály (plastová řidítka, gumové sedadlo, chromovaný výfuk, motor, pneumatiky, karoserie a v neposlední řadě také řidič), avšak volbě barvy podléhá pouze část (většinou pouze barva karoserie a oblečení jezdce spolu s přilbou).

Obr. 21: Yuki 125 RS pohled zepředu (vlevo) a zezadu [42]

Obr. 22: Yuki 125 RS pohled zboku [42]

Musí se ovšem brát také v úvahu pozadí, které se nachází v zorném poli řidiče za motocyklem. Tento problém se stává čím dál palčivějším, neboť v poslední době můžeme vídat billboardy, které jsou osvětlené, nebo dokonce je na nich vyobrazen automobil, kterému svítí přední světlomety tak intenzivně, že při jízdě v noci to může být až nepříjemné. Je velice důležité, jaké pozadí se nachází za motocyklem, zda se jedná o oslňující Slunce, volnou krajinu nebo různobarevný billboard (v nejhorším případě s vyobrazeným motocyklem). Pokud by nastala situace, že barevné provedení motocyklu spolu s řidičem by se shodovalo s barvami na pozadí, přišla by celá snaha o maximální zviditelnění se a minimalizace rizika vzniku dopravní nehody vniveč, protože v krajním případě by motocykl s řidičem mohl téměř splynout s pozadím. Podobný případ je ukázán na obr. 23., kde vlevo vlivem tmavého oblečení a tmavého pozadí řidič prakticky splývá s pozadím, naproti tomu vpravo je řidič jasně rozpoznatelný díky světle zelenému podkladu na pozadí. Tento problém je však velice obtížně řešitelný. Jediné řešení, jak alespoň částečně toto riziko eliminovat, je apelovat na městské úřady, aby nepovolovaly výstavbu billboardů v okolí silnic (nebo alespoň křižovatek) a v ideálním případě, aby nařídily zrušení všech billboardů, které by mohli být pro provoz nebezpečné. Pak už nezbývá nic jiného, než prevence osvětou a snažit se řidičům (zejména mladým a začínajícím) tento problém vysvětlit a seznamovat je s touto problematikou již v autoškole.

Obr. 23: Ukázka různého pozadím na motocyklu Jawa 50/21 [foto Zuda 2015]

12. Návrh metody zjištění viditelnosti

Vnímání světla lidským okem je pro bezpečnost na pozemních komunikacích naprosto klíčové. Kdyby lidské oko nebylo schopné rozpoznávat barvy a různé světelné podněty, jednalo by se o veliký problém, protože bychom nemohli např. využívat světelné signalizační zařízení a rozlišit jedoucí objekt od stacionární krajiny by bylo takřka nemožné. Naštěstí lidské oko je touto funkcí obdařeno a dokáže světlo vnímat a rozlišovat barvy (jinak barvy vnímá ve dne a jinak v noci, viz kapitola 9).

12.1 Stupnice barev „nepřehlédnutelnosti“

Jako první metodu zjištění viditelnosti lze použít metoda porovnávání viditelnosti na základě vlnové délky. Jedná se o porovnání barvy vozidla se stupnicí barev seřazených dle nejlepší postřehnutelnosti. Níže je seřazeno vnímání barev ve dne od nejlépe viditelné (a tudíž nejméně přehlédnutelné) barvy po barvu nejsnadněji přehlédnutelnou:

- zelená
- žlutá
- oranžová
- červená
- modrá
- fialová
- černá
- bílá
- šedá

Můžeme vidět, že na předních místech nejviditelnějších barev se umístily zřetelně viditelné a jasné barvy. Samozřejmě také záleží na tom, zda se jedná o tmavý nebo světlý odstín dané barvy, kdy světlejší odstín je lépe zřetelný než tmavší, který může z větší vzdálenosti připomínat černou barvu. Z toho vyplývá i využití v praxi – reflexní vesty využívané nejrůznějšími složkami záchranného systému jsou zabarveny právě do těchto barev a navíc jsou opatřeny retroreflexními prvky pro lepší postřehnutelnost za zhoršené viditelnosti. Dále je možno z této metody vyvodit závěr, že vozidlo zbarvené do zelené, žluté, oranžové nebo červené barvy (případně jejich kombinace) se stává daleko lépe postřehnutelné a tudíž bezpečnější, než vozidlo šedé barvy, které lze relativně snadno přehlédnout, protože z větší vzdálenosti může zdánlivě splynout s asfaltovým povrchem komunikace, zejména ve stínu. Srovnání ideálního zbarvení motocyklu z hlediska bezpečnosti s nejmenší pravděpodobností přehlédnutí s motocyklem s nejhorší barevnou kombinací je ukázáno na obr. 24 a obr. 25.

Obr. 24: Nejbezpečnější zbarvení motocyklu reprezentované na Kawasaki Ninja 1000 [43]

Obr. 25: Nejpřehlédnutelnější zbarvení motocyklu reprezentované Yamahou YZF-R1 [44]

12.2 Spektrální analýza, Fourierova transformace

Jako další metoda, jak zjistit, zda soustava řidič – motocykl je dobře viditelný pro ostatní účastníky provozu, může posloužit spektrální analýza nebo Fourierova transformace.

12.2.1 Spektrální analýza

Jedná se o zjišťování vlnových délek záření vysílaných různými zdroji. Spektrální analýza také studuje chemické složení látek na základě poznatku, že poloha čar ve spektru přesně určuje obsah chemických prvků ve zkoumané látce. Obdobně je možné pomocí pásového spektra určovat přítomnost molekul v dané látce. Dále je možné na základě intenzity spektrálních čar stanovit i množství daného prvku a tím rozpoznávat např. kvalitu kovu.
Látka může světlo buď vyzařovat nebo pohlcovat. Podle toho dělíme spektrum na:

1) emisní – spektrum vyzařované látkou.
2) absorpční – vzniká průchodem polychromatického světla látkou, kde je světlo některých vlnových délek pohlceno.

Podle tvaru spektra lze dělit na:

1) čárové – spektrum složeno z několika barevných čar. Vytváří ho plyny.
2) spojité – spektrum tvořeno všemi vlnovými délkami z určitého intervalu. Vytváří ho např. Slunce nebo žárovka.
3) pásové – tvořeno velkým množstvím čar ležících v těsné blízkosti u sebe. Tyto čáry tvoří pásy, oddělené tmavými úseky. Zdrojem jsou zářící molekuly.

Přístroj pro měření spektrální analýzy se nazývá spektroskop. Je založen na principu rozkladu světla. Podle způsobu rozkladu se rozlišuje spektroskop:

1) hranolový – rozklad světla pomocí hranolu.
2) mřížkový – rozklad světla pomocí ohybu světla optickou mřížkou. [45]

12.2.2 Fourierova transformace (FT)

Fourierova transformace patří k základním postupům zpracování signálů. Transformuje signál z časové oblasti do frekvenční oblasti. Některé signály je výhodné prezentovat v časové oblasti, jiné zase ve frekvenční oblasti jako frekvenční spektra, protože poskytují zřetelnější informaci o složení signálu. Spektrum je výhodné zvláště pro signály, které jsou složeny z několika harmonických signálů o různé frekvenci a jsou rušeny náhodným šumem. Každá z oblasti vyžaduje uchovat jiný objem dat. V časové oblasti musí být harmonický signál složen aspoň z jedné periody vzorků, zatímco ve frekvenční oblasti stačí zaznamenat amplitudu, frekvenci a fázi. Fourierova transformace se používá také ve zpracování digitálních obrazů, kde dokáže výrazným způsobem zlepšit kvalitu původního obrazu.
Převod mezi časovou x(t) a frekvenční X(f) oblasti:

- přímá spojitá FT: $X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-i2\pi tf} dt$

- zpětná spojitá FT: $x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) e^{+i2\pi tf} df$

Fourierova transformace by byla v případě zjišťování viditelné kombinace barev vozidla využita tak, že by byla naměřena data z obrazu (kde by figurovala vlnová délka a čas) a pomocí FT by byla data přetransformována tak, aby mohla být zjištěna maximální frekvence daného obrazu a tím i zjištěna vlnová délka. Poté už by se vlnová délka obrazu porovnala se spektrem viditelného světla a určilo se, zda vozidlo splňuje podmínku ideální bezpečné nepřehlédnutelné kombinace. [46], [47]

13. Zvýšení viditelnosti

Pro zlepšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a snížení nehodovosti vznikla celá řada více či méně užitečných či použitelných nápadů, které se zabývaly problematikou ,,být viděn“. Některé byly zavedeny do praxe, některé se testují v laboratořích a některé byly již představeny, ale zamítnuty z nejrůznějších důvodů.

Jako příklad návrhu, který se dočkal realizace, může být uvedeno zavedení povinnosti svícení i za nesnížené viditelnosti pro všechna motorová vozidla nebo třeba povinnost vozit v automobilu reflexní vestu, kterou je nutné mít na sobě oblečenou např. při opravě vozidla.

Na druhé straně nápad, který navrhoval na vrchní část motocyklistické helmy přidělat světlo, které by mělo pouze ten účel, že by upozorňovalo ostatní řidiče na motocyklistu, aby ho nepřehlédli, se nakonec nedočkal realizace a byl zamítnut.

Nicméně nápadů a návrhů na zlepšení viditelnosti motocyklů a jejich řidičů, je celá řada. Jmenujme například vhodnou volbu barevné kombinace jak motocyklu, tak oblečení motocyklisty a nejrůznějších doplňků jako jsou třeba přídavné kufry na bok motocyklu. Jistě není liché se domnívat, že jednou možná přijde doba, kdy zbarvení přilby a kombinézy pro motocyklisty bude podléhat legislativě stejně jako dnes již naprosto běžná povinnost denního svícení. Pro svou bezpečnost ale mohou řidiči již dnes udělat určité kroky, stačí si koupit bundu nebo kombinézu s reflexními prvky, případně motocykl nebo helmu jimi vybavit, čímž v nočních hodinách výrazně eliminují možnost přehlédnutí. Dále může být karoserie vybavena speciálními laky, které mění svou odrazivost v závislosti na intenzitě osvětlení. Motocykl může být také vybaven více světlomety, které nejenom že zajistí lepší viditelnost ve tmě, ale pomohou také na sebe upozornit ostatní řidiče. Brzdové světlo může svítit v závislosti na intenzitě brzdění (tento systém již využívají některé moderní automobily) a tím upozornit řidiče jedoucí za vozidlem, že vozidlo před nimi brzdí intenzivněji než obvykle a tím předcházet nárazu zezadu.

Návrhů je celá řada, některé mají větší šanci se prosadit, jiné zas menší, nicméně největší zásluhu má v konečném důsledku řidič sám, protože může ovlivnit, zda si koupí motocykl, který je v tomto ohledu bezpečný a dobře viditelný a zda si na sebe obleče helmu a

kombinézu, která jde vidět již z dálky a v noci nebo dá přednost výhradně módě a vybere si barevnou kombinace, která se mu líbí bez ohledu na bezpečnost.

14. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo shrnutí a přiblížení problematiky v oblasti optické signalizace motocyklů. Byl zde popsán vývoj světelné techniky a rozebrány jednotlivé technologie používané v dopravě. Pozornost si v budoucnu jistě právem zaslouží technologie LASER, která byla poprvé představena v roce 2013. Byly nastíněny její výhody a přednosti, ale protože se jedná o mladou technologii uvedenou do provozu teprve nedávno, dá se očekávat, že její největší rozvoj a použití v sériové výrobě teprve nastane (a to včetně motocyklů).

Dále zde byl definován pojem ,,vidět“ a ,,být viděn“. Pozornost byla zaměřena především na úzkou spojitost mezi bezpečností a barvou vozidla a oblečení řidiče, případně spolujezdce. Následně byla tato problematika důkladněji prozkoumána a předložena. V této souvislosti bylo popsáno světelné spektrum, z čeho se skládá a vysvětlení jednotlivých jeho částí. Byla přiblížena také anatomie a fyziologie oka, včetně uvedení a specifikace jeho vad a byl proveden Ishiharův test na 20 osobách, který měl prokázat, zda netrpí poruchou barvocitu.

Dále byl řešen problém viditelnosti motocyklů a s tím související policejní statistiky nehodovosti motocyklů.

Následně byly navrženy a popsány metody, které by ověřovaly správnou barevnou kombinaci motocyklu a oděvu jeho řidiče.

Na závěr byly předloženy návrhy a opatření, které by mohly snížit pravděpodobnost přehlednutí motocyklu.

Je však důležité zmínit, že práce byla zaměřena především na viditelnost ve dne a za dobrých světelných podmínek, viditelnost za zhoršených podmínek byla popsána a řešena pouze zkráceně a obecně.

Tato problematika má zásadní vliv na bezpečnost na pozemních komunikacích (nejenom pro motocykly). Bohužel si často budoucí majitel vozidla tato rizika při výběru svého nového ,,plechového miláčka“ neuvědomuje a řídí se pouze tím, co se mu líbí. Proto je škoda, že se tomuto problému nevěnuje taková pozornost, jakou by si zasluhoval.

Textová část byla zpracována v programu MS Word.

Já doufám, že poznatky získané při psaní této bakalářské práce využiji i nadále, třeba u své diplomové práce, kde bych se případně této problematice chtěl věnovat podrobněji.

Seznam použité literatury

[1] TESAŘÍK, Josef a Petr SOBOTKA. *Přehled o nehodovosti za rok 2013* [online]. In: . 2014 [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: http://www.policie.cz/soubor/4-i-cast-web-strany-1-35-uvod-i-zakladni-udaje-pdf.aspx

[2] TESAŘÍK, Josef a Petr SOBOTKA. *Přehled o nehodovosti za rok 2012* [online]. In: . 2013 [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: http://www.policie.cz/soubor/1-web-strany-1-25-export-adobe-pdf.aspx

[3] TESAŘÍK, Josef a Petr SOBOTKA. *Přehled o nehodovosti za rok 2011* [online]. In: . 2012 [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: http://www.policie.cz/soubor/statistickarocenka2011-pdf.aspx

[4] *Karbidlampe/Sicherheitslampe* [online]. 2005 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.museum-weilburg.de/texte/seite.php?id=107916

[5] *Karbidlampe* [online]. 2005 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://de.wikipedia.org/wiki/Karbidlampe#/media/File:Carbide_lamp_on_a_bicycle.jpg

[6] KALOČ, Jiří. *Historie světlometů* [online]. 2013 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://api.mymagazines.cz/reader/tablet/70?page=12

[7] SOMERAUER, Jan. *BMW R32* [online]. 2014 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.motohouse.cz/bmw-r32-pramati-vsech-bavoru

[8] DVOŘÁČEK, Vladimír. *Světlo: časopis pro světelnou techniku a osvětlování*. 2008(5): 56-58. ISSN 1212-0812

[9] *Kymco K-Pipe 125* [online]. 2015 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.kymco.cz/bikes-125ccm/k-pipe-125/popis.html

[10] SAJDL, Jan. *Xenonové světlomety* [online]. 2011 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.autolexicon.net/cs/articles/xenonove-svetlomety-vybojky/

[11] *BMW K1600GT* [online]. 2015 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.bmw-motorrad.cz/cz/cs/index.html

[12] LIMBERGER, Bernhard. *BMW K1600GT* [online]. 2011 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://www.ridermagazine.com/wp-content/uploads/2011/06/BMW_K1600GT_headlights1.jpg

[13] SLOVÁČEK, Petr. *Svět motorů*. 2014(14). ISSN 0039-7016

[14] KNISLEY, Josepf. *Undestanding LED Technology* [online]. 2002 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://ecmweb.com/basics/understanding-led-technology

[15] *Headlights and Auxiliary Fog Lights* [online]. 2015 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: https://allroadendurotouring.com/wp-content/uploads/2012/12/AllroadTouringEnduroLEDheadlightsBMWR1200GS2013.jpg

[16] HANKE, Petr. *Laserové světlomety udělají z noci den* [online]. 2014 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/laserova-svetla-0j5-/automoto.aspx?c=A140414_115721_automoto_fdv

[17] *Laserlight BMW i8* [online]. 2014 [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: http://images.thecarconnection.com/lrg/2015-bmw-i8-laser-headlights_100456977_l.jpg

[18] Úřední věstník Evropské unie: Jednotná ustanovení pro schvalování světlometů pro motocykly a vozidla za ně považovaná. *č. 57*. 2001. Dostupné také z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X0501(01)&from=CS

[19] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S, 2008, s. 204. ISBN 978-80-254-1805-5

[20] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S, 2008, s. 208. ISBN 978-80-254-1805-5.

[21] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S, 2008, s. 211. ISBN 978-80-254-1805-5.

[22] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, s. 163. ISBN 80-7178-542-3

[23] SOBOTKA, Petr. *Statistika nehodovosti* [online]. 2014 [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d

[24] MALÁ, Zuzana, Danuše NOVÁKOVÁ a Rudolf NOVÁK. *Fyzika II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2004. ISBN 978-80-01-04365-3

[25] VOLMUT, Josef. *Rozdělení radiových vln a jejich šíření* [online]. 2001 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://dlabos.wz.cz/en/Rozdeleni_radiovych_vln_a_jejich_sireni.html

[26] PEKÁREK, Luděk (překl.). *Co jsou mikrovlny* [online]. 2007 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://blisty.cz/art/35536.html

[27] *Vše o infračervené technologii* [online]. 2013 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://www.proheat.cz/products/vse-o-infracervene-technologii/

[28] *Záření viditelného spektra* [online]. 2004 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://madico.cz/slovnicek/zareni-viditelneho-spektra/

[29] *Rok světla 2015* [online]. 2015 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://www.schrack.cz/osvetleni-schrack-technik/rok-svetla-2015/

[30] *Státní zdravotnický ústav: UV záření* [online]. 2007 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/uv-zareni

[31] *Fyzika v moderním lékařství: Rentgenové záření* [online]. 2009 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://cz7asm.wz.cz/fyz/index.php?page=renzar

[32] Vladimír Turjap. *Fyzika atomového jádra: Záření gama* [online]. 2005 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://atomovejadro.wz.cz/stranky/radioaktivita_3.html

[33] *Encyklopedie fyziky: Záření gama* [online]. 2006 [cit. 2015-06-30]. Dostupné z: http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/805-zareni-gama

[34] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů*. Praha: S&T CZ s.r.o., 2008. ISBN 978-80-254-1805-5

[35] KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyziologie.* 2.vydání. Praha : Karolinum, 2002. 230 s. ISBN 8024603500

[36] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky: Světlo jako elektromagnetické záření*. 2006. Dostupné také z: http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/434-svetlo-jako-elektromagneticke-vlneni

[37] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S, 2008, s. 335. ISBN 978-80-254-1805-5

[38] *Anatomie lidského oka* [online]. 2012 [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: http://www.optika-safarikova.cz/images/content/oko_schema_v.jpg

[39] MALÝ, Petr. *Optika*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2008, s. 333 - 337. ISBN 978-80-246-1342-0.

[40] *Barvolepost,barvocit* [online]. 2014 [cit. 2015-07-14]. Dostupné z: http://images.slideplayer.cz/8/2423885/slides/slide_16.jpg

[41] HAVLÁT, Zdeněk. *Foto Havlát* [online]. 2010 [cit. 2015-07-14]. Dostupné z: http://www.fotohavlat.cz/wp-content/gallery/20100810_jawa_bratr/dsc09219.jpg

[42] JEVICKÝ, Jiří. *Yuki 125 RS* [online]. 2014 [cit. 2015-07-14]. Dostupné z: http://www.motorkari.cz/clanky/redakcni-testy/yuki/yuki-125-rs-28365.html?fotogalerie=1

[43] *Czech Kawasaki Club* [online]. 2012 [cit. 2015-07-13]. Dostupné z: http://www.powersportsfx.com/cartimages/68864_01.jpg

[44] *Motorcycle.com* [online]. 2013 [cit. 2015-07-13]. Dostupné z: http://blog.motorcycle.com/wp-content/uploads/2012/09/091312-2013-yamaha-yzf-r1-gray-07.jpg

[45] *Spektrální analýza* [online]. 2008 [cit. 2015-07-13]. Dostupné z: http://www.fyzika007.cz/optika/spektralni-analyza

[46] TŮMA, Jiří. *Fourierova transformace*. 2007. Dostupné také z: http://physics.cz/documents/1162371166_0.pdf

[47] MUDROVÁ, Martina. *Fourierova transformace ve zpracování obrazů* [online]. 2004 [cit. 2015-07-13]. Dostupné z: http://uprt.vscht.cz/ucebnice/ZOB/prednasky/06-FOURIER/fouriercz.pdf