

Univerzita Palackého v Olomouci

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

DOPRAVNÍ BEZPEČNOST A OSLNĚNÍ ŘIDIČŮ NA ČESKÝCH SILNICÍCH

**TRAFFIC SAFETY AND EFFECT OF GLARE ON DRIVERS ON THE
CZECH ROADS**



Magisterská diplomová práce

Autor: Bc. Klára Mičková

Vedoucí práce: Mgr. Lucie Viktorová, Ph. D.

Olomouc

2021

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Mgr. Lucii Viktorové, Ph.D. za trpělivost, ochotu pomoci, odborné vedení práce, rady a připomínky. Mé další díky směřuje ke všem řidičům a cyklistům, kteří byli ochotní a věnovali svůj čas vyplnění dotazníku. Poskytli mi tím potřebná data k vypracování výzkumné části mé práce. V neposlední řadě děkuji mé rodině a příteli, za to, že to se mnou nevzdali, i když bylo nejhůř a byli mi po celou dobu psaní práce oporou a poskytli mi klidné a milující prostředí.

Tato publikace vznikla v rámci projektu TA ČR Éta 2, reg.č.TL02000183 „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“.

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem magisterskou diplomovou práci na téma: „Dopravní bezpečnost a oslnění řidičů na českých silnicích“ vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne:..... Podpis:

OBSAH

ÚVOD.....	5
TEORETICKÁ ČÁST.....	6
1 Zrak, jeho vady a dopravní bezpečnost.....	7
1.1 Oko.....	7
1.2 Sítnice.....	10
1.3 Adaptace oka.....	11
1.4 Rozlišování barev a bezpečnost jízdy	12
1.5 Vady zraku a dopravní bezpečnost	13
2 Zdroje světla automobilových světel.....	19
2.1 Žárovky	20
2.2 HID (High Intensity Discharge).....	20
2.3 LED (Light Emitting Diode).....	21
2.4 Laserová a digitální světla.....	22
3 Světelné znečištění	23
3.1 Vliv světla na člověka	24
4 Oslnění.....	28
4.1 Omezující = fyziologické oslnění (Disability glare).....	29
4.2 Rušivé = psychologické oslnění (Discomfort glare).....	29
4.3 Vliv oslnění v dopravě	31
4.4 Měření oslnění.....	32
4.5 Kontrastní citlivost.....	34
4.6 Brýle pro řidiče	35
4.7 Normy pro osvětlení.....	36
5 Výzkumy.....	37
VÝZKUMNÁ ČÁST.....	41
6 Výzkumný problém a cíle výzkumu	42
6.1 Výzkumný problém.....	42
6.2 Cíle výzkumu	42
7 Formulace výzkumných hypotéz.....	44
8 Metodologický rámec výzkumu	45
8.1 Metody tvorby dat.....	45
8.2 Metody zpracování a analýzy dat.....	46
8.3 Etické aspekty výzkumu	47
8.4 Charakteristika výzkumného souboru.....	47

9	Výsledky výzkumu.....	50
	9.1 Zodpovězení výzkumných otázek.....	50
	9.2 Ověření hypotéz	54
	9.3 Sekce obecného povědomí řidičů	57
10	Diskuze.....	58
11	Závěr.....	67
12	Souhrn	69
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	73
	PŘÍLOHY	

ÚVOD

Nejen na českých silnicích se řidiči často setkávají s oslněním, které jim znepříjemňuje řízení. Snahou všech zainteresovaných subjektů, které se podílejí na konstrukci automobilů, je zajistit co největší bezpečí, jak pro řidiče, tak pro ostatní účastníky dopravy. Hlavním úkolem výrobců světlometů je tedy zajistit co největší komfort pro oči řidičů, cyklistů, chodců či jiných účastníků dopravy, a to ať už se jedná o výhled z vozidla nebo neoslňování. Autorka práce je sama řidičkou a s nepříjemným oslněním při jízdě za šera či za tmy se setkává často. Proto ji toto téma velice zaujalo a bude ráda, když poskytne užitečné informace, s vizí menšího výskytu oslnění na našich silnicích.

V teoretické části naší práce se nejprve zaměříme na samotný zrak, který hraje při řízení automobilu jednu z nejdůležitějších rolí. Popíšeme, jak pomocí očí vnímáme informace, a jak moc je zdravý zrak důležitý právě pro řízení motorových vozidel. Více se zaměříme na důležitost tyčinek a čípků a na oční vady, které jsou mnohdy příčinou snížení bezpečnosti v dopravě. Zmíníme také druhy světlometů, které jsou v dnešní době na trhu. Následně se zaměříme na samotné oslnění, jeho druhy, měření a možnosti jeho zamezení. Množství světla, které lidská populace produkuje vytváří obrovské znečištění, které má za následek změnu psychiky lidí, ale i chování zvířat a přírody. Čtenářům tedy, řečeno s nadsázkou, osvětlíme i tento fenomén. V poslední kapitole teoretické části zmíníme výzkumy oslnění.

Hlavním cílem výzkumné části je pomocí dotazníku vlastní konstrukce zmapovat, která světla na českých silnicích řidiče oslňují nejvíce a která nejméně, která jim umožňují nejlepší výhled, zda existuje souvislost mezi preferencí barevného spektra a oslněním a také mezi tím, jaké světlometry mají jedinci ve svých vozech a oslněním. Tato diplomová práce byla vypracována v rámci projektu TA ČR Éta 2, reg.č.TL02000183 „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“ . Proto mezi naše dílčí cíle patří zmapovat i to, zda řidiči považují kvalitu světla za důležitou součást vozu, za kterou jsou ochotni si připlatit a jaké mají obecně povědomí o možnostech, které nové moderní vozy ve svých světlometech nabízí.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ZRAK, JEHO VADY A DOPRAVNÍ BEZPEČNOST

Zrak a s ním spojené dobré vidění je mimo jiné jedním ze základních aspektů bezpečného řízení motorových vozidel. Slouží řidiči k orientaci na vozovce, kontrole palubní desky, čtení dopravních značek a identifikaci možného nebezpečí, které se vyskytuje před, za nebo v okolí jeho vozu. Velmi důležitá je tedy zraková ostrost (jak jasně jedinec vidí) a šířka zorného pole (kolik prostoru jedinec vidí po zaostření na centrální bod). Samozřejmostí je také nutná schopnost barevného vidění, aby řidiči rozeznali barvy semaforu, brzdových světel a kontrastní citlivost, která zajišťuje to, že dokážeme rozeznat chodce a dopravní značky za šera, špatného počasí nebo v noci (CooperVision, 2018).

Obecně nejvíce informací z okolního prostředí člověk získává zrakem, a proto jej můžeme považovat za nejdůležitější lidský smysl. Spojení smyslových buněk sítnice a zrakového centra v mozku zajišťuje zraková dráha, která začíná receptory sítnice, které přijímají světlo a mění jej na elektrický impuls, který je očními nervy veden do primárního zrakového centra v mozku (Muchová, 2019).

Za přenos smyslové informace pro vidění je zodpovědný optický nerv, který je vyvinut z optického váčku, tvořen axony z gangliových buněk sítnice a je součástí CNS. Tento nerv nese sensorické informace ze sítnice do primární zrakové kůry mozku. Dělíme jej na extrakraniální (mimo lebeční) a intrakraniální složku. Gangliové buňky sítnice přijímají impulsy z fotoreceptorů, jejich axony se spojí ve slepé skvrně a vytvoří zrakový nerv, který optickým kanálem přechází do dutiny lebeční, kde se částečně kříží v chiasma opticum (Gibson, 2020).

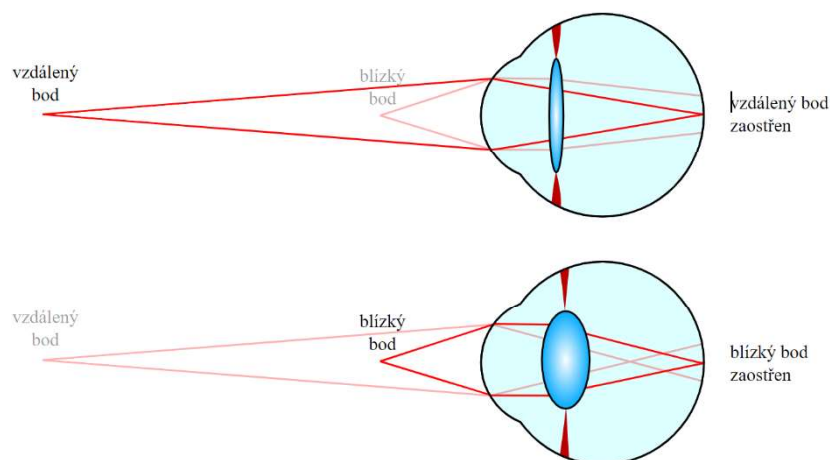
Oko tedy obsahuje fotoreceptory, které transformují přijímanou informaci do neurálního akčního potenciálu. Informace jsou dále předávány optickými nervy do LGN (lateral geniculate nukleus), kde dochází k jejich propojení s thalamem. Nervová vlákna se na své cestě částečně kříží v chiasma opticum a zhruba 90 % z nich dosahuje zrakové kůry (interpretují pohyb, barvu, prostor...) a 10 % z nich se dostává do temenních a temporálních laloků a jsou zodpovědná za uvolňování hormonů (Khan, Bodrogi, Vinh, & Winkler, 2014).

1.1 Oko

Hlavním úkolem očí je detekovat a převádět fotony světla na nervové impulsy, které jsou převedeny do zrakové kůry, kde jsou interpretovány jako obrazy (Crumbie, 2020). Oko tedy musí udržovat jasný obraz vnějšího světa sítnici a k tomu slouží tři sady svalů: k zaostřování

a zvětšování nebo zmenšování zornice. Dvě třetiny síly nutné k zaostření zajišťuje rohovka neboli průhledná přední část oka, která obsahuje mnoho nervových zakončení a její sebemenší podráždění vede k mrkání a vyplavování slz (Hubel, 1995). Rohovka má tedy za úkol nasměrovat a lámat světlo na sítnici. Je nutné zachovat její průhlednost a propustnost, protože při jejich narušení dochází ke snižování zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti, a tím také ke zvyšování rizika oslnění a snížení bezpečnosti jízdy. Průhlednost i propustnost se snižují při různých očních onemocněních nebo při jizvách na rohovce (Diep, & Davey, 2018).

K úplnému zaostření, je potřebná ještě funkce čočky, která zajistí zbylou jednu třetinu síly nutnou k zaostření. Jejím hlavním úkolem je ostřit na objekty v různé vzdálenosti. Rohovka společně s čočkou tedy tvoří jakýsi ekvivalent objektivu fotoaparátu. Oko však nezaostřuje na stejném principu jako fotoaparát pomocí změny vzdálenosti čočky, ale změnou tvaru čočky, k čemuž je zapotřebí jedna sada výše zmiňovaných svalů. Na Obrázku 1 můžeme vidět, že pokud oko zaostřuje na dálku dochází k jejímu zploštění. Naopak čím blíže předmět, který chceme zaostřit je, tím více dochází k vyklenutí čočky (Hubel, 1995).



Obrázek 1: Akomodace čočky (získáno z <https://www.wikiskripta.eu/w/Akomodace>)

Tento výše popsaný jev se nazývá akomodace a umožňuje jedinci zaostřovat na objekty, které jsou umístěny v libovolné vzdálenosti od oka. S vyšším věkem schopnost akomodace slábne (zejména na blízké objekty), jelikož dochází ke snížení elasticity čočky a nemůže docházet k jejímu potřebnému vyklenutí či zploštění. Zhoršuje se také při nižších jasech v prostředí (Khan, et al., 2014).

Zbylé dvě sady zmiňovaných svalů ovládají zornici a upravují množství světla, které vstupuje do oka. Jedna sada svalů zornici otevírá a druhá ji uzavírá (Hubel, 1995). Zornice je umístěna ve středu duhovky a její velikost závisí na množství světla, které na oko působí. Pokud je zdroj světla příliš intenzivní, zornice se zúží (mióza), brání oslnění a zároveň zvyšuje hloubku ostroty. Když do oka dopadá málo světla, zornice se rozšíří (mydiáza) a tím zajistí, že na sítnici dopadá více světla. Průměr zornice lze také měnit střídáním zaostřování z blízkého na vzdálený podnět, bolestivým podnětem na kůži nebo některými farmaky či drogami (Franková, 2008).

V naší práci je nutno zmínit také základní fotometrické veličiny, mezi které patří světelný tok, svítivost, intenzita osvětlení a jas (Sedláček, 2016). Schopnost vyvolat v lidském oku zrakový vjem se nazývá **světelný tok**, jehož jednotkami jsou lumeny (lm) a jedná se o součet všech paprsků dopadajícího světla. Dalším důležitým pojmem je **svítivost**, jejíž jednotkou jsou kandely (cd), které si můžeme představit jako jednotlivé tenké paprsky světla. Měrnou svítivost označujeme jako **jas** a někteří odborníci navrhlí, že pro bezpečnou jízdu na silnici je vhodná svítivost 1-2 cd/m² (Ransen, 2017). Posledním důležitým pojmem je lux (lx), který značí **intenzitu osvětlení**. Pokud na plochu o velikosti 1 m² rovnoměrně dopadá světelný tok o velikosti 1 lumen, je osvětlena jedním luxem (Sedláček, 2016). Pro světlometry automobilů je také typická různá **teplota chromatičnosti**, která se udává v Kelvinech (K). Ta nám ukazuje, v jaké barvě bude dané světlo svítit (Žlebek, 2013). Teploty chromatičnosti různých světelných zdrojů světlometů (žárovka, xenon, LED) popisujeme v kapitole 4. Na *Obrázku 2* můžeme vidět, jakým barvám odpovídají různé teploty.



Obrázek 2: Teplota chromatičnosti (získáno z <https://www.goled.sk/blog/farba-svetla/>)

1.2 Sítnice

Sítnice tvoří vnitřní vrstvu oka, vystýlá celou dutinu oční koule až k duhovce a jejím úkolem je detekce světla. Vnější neboli pigmentová vrstva sítnice společně s cévnatkou slouží jako jakási izolace a brání rozptylu světla v oční kouli. Vnitřní neurální vrstva obsahuje fotoreceptory. Na zadní a boční straně oka jsou umístěny obě vrstvy a jedná se o optickou část sítnice. Vpředu je přítomna pouze vrstva pigmentová a nazýváme ji slepá část sítnice (Jones, 2021).

Vnitřní vrstva sítnice obsahuje fotoreceptory (smyslové buňky) a neurony, které informace z oka, pomocí zrakového nervu, převádí do mozku. Ve vstupu zrakového nervu do sítnice žádné fotoreceptory nenajdeme a toto místo nazýváme jako slepá skvrna. Naopak žlutá skvrna, kde je obsaženo nejvíce čípků je místem nejostřejšího vidění (Muchová, 2019). Ve středu žluté skvrny se nachází fovea, což je místo s nejvyšší zrakovou ostrostití, kde nejsou obsaženy žádné cévy, ale vyskytuje se zde nejvíce čípků (kromě modrých, které se zde nenacházejí vůbec). Automaticky sem dopadá každý zrakový vjem. Smyslové buňky v sítnici se nazývají tyčinky a čípky. Tyčinek je zhruba 100 milionů a registrují dopadající světlo i o velmi nízké intenzitě, čípky slouží k vnímání barev a je jich okolo 5 milionů. Nejvíce čípků se nachází v makulární oblasti (žlutá skvrna) a čím více se od ní vzdalujeme, tím více jich ubývá, a naopak přibývá tyčinek. Světelný paprsek musí projít celou sítnicí, aby se dostal k tyčinkám a čípkům (Řehák, Rehák, 2011).

Tyčinky jsou citlivější než čípky a jsou zodpovědné za noční neboli skotopické vidění, které se vyznačuje neschopností přesné fixace a sníženou zrakovou ostrostití (nerozeznáme barvy, ale pouze obrysy). Naopak čípky jsou zodpovědné za denní neboli fotopické vidění a rozlišujeme tři typy, které jsou citlivé na různou vlnovou délku. Typ S je v oku obsažen zhruba v 7 %, zbytek tvoří typy M a L (Khan et al., 2014). Čípky S reagují na krátkou vlnovou délku a jsou citlivé na modrou barvu, typ M reaguje na střední vlnovou délku reprezentovanou zelenou barvou a L reagující na dlouhou vlnovou délku jsou citlivé na barvu červenou (Crumbie, 2020). Úkolem čípků tedy je rozeznat intenzitu, barvu světla a jas obrazu (Muchová, 2019).

V praxi je však také obvyklé to, že zrak se musí přizpůsobit jasům, které se nacházejí mezi skotopickým a fotopickým viděním. Do tohoto vidění, nazývaného jako mezopické, někdy též soumrakové, jsou zapojeny jak tyčinky, tak čípky (Habel, & Žák, 2007). Úroveň

světla při mezopickém vidění je nízká, jedinci se svět zdá temný, nerozeznává dokonale barevné signály a snižuje se rychlost reakcí na podněty (Barbur, & Stockman, 2010).

Sítnice obsahuje mnoho dalších buněk, zmíníme ještě gangliové, které tvoří jeden z neuronů sítnice. V lidském oku najdeme typy P a M, které se podílejí na zrakové ostrosti a barevném vidění. Buňky M neboli magnocelulární rozlišují pohyb a potřebujeme je při prostorovém vidění. Parvocelulární buňky (P) rozlišují barvu, tvar a strukturu (Osičková, 2014). Tyto gangliové buňky byly objeveny v roce 2002 a detailněji popsány až v roce 2005. Sbírají modré a azurové vlnové délky. Z důvodu jejich nedávného objevení se nemůžeme divit, že většinová společnost neví, že modré či bílé světlo organismu škodí. Medřický v krátkém videu popisuje, že bílé světlo v noci se dříve nevyskytovalo. Působilo na nás pouze při úplňku, ale bylo to čtvrt luxu 12x do roka. V dnešní době díky umělému osvětlení svítíme 365 dní v roce světly o intenzitě 1000 luxů (Dvořák, & Chamer, 2020).

1.3 Adaptace oka

V oblasti zraku jsou důležité tři druhy adaptace – na světlo, na tmu a adaptace chromatická. Se zvyšováním úrovně osvětlení klesá naše vizuální citlivost (příkladem může být to, že hvězdy na obloze vidíme jen v noci, ale ne ve dne díky vysoké úrovni jasu). Naopak při snižování jasu se naše vizuální citlivost zvyšuje, ale delší dobu trvá, než se oko na tmu adaptuje. Barevné spektrum má na jedné straně barvu modrou a na druhé straně červenou. To zapříčiňuje, že oko je nejméně citlivé na červenou a nejvíce citlivé na modrou barvu. Je nutné si uvědomit, že k chromatické adaptaci dochází v běžném životě prakticky nepřetržitě. Kdyby se totiž oko neadaptovalo, měnily by se barvy objektů neustále. Například čistý bílý papír vnímáme jako bílý na denním světle, i pod světlem žluté či bílé zářivky. Při přechodu z denního na žárovkové světlo může sice papír na chvíli působit žlutě, ale velmi krátce jeho nažloutlý nádech vymizí. Pokud je však odraz objektu omezen na úzký rozsah spektra, nemusí k úplné adaptaci dojít (Roy Choudhury, 2015).

Oko se musí umět adaptovat jak na světlo, tak na tmu. Každá z těchto adaptací probíhá různou rychlostí. Adaptace na světlo probíhá rychle, přibližně 1 minutu a zdravé oko by do 10 minut mělo být maximálně přizpůsobeno danému osvětlení (Muchová, 2019). Někdy bývá adaptace na světlo nazývána také jako ztráta adaptace na tmu a při prudkém přechodu ze tmy do světla může dojít k oslepení následkem zúžení zornic, ale tento jev brzy vymizí. Adaptace na tmu je pomalejší a zahrnuje dvě fáze. V první dochází k adaptaci čípků

a ve druhé fázi se zvyšuje citlivost tyčinek. Pokud je nutno proces adaptace na tmou urychlit, používají se k tomu červené brýle, protože červená barva tyčinky téměř nedráždí (Osičková, 2014). Doba trvání adaptace na tmou je závislá na stupni předchozího jasů, tedy tzv. předadaptacním jasů. Čím vyšší byl předadaptacní jas, tím déle bude jedinci adaptace na tmou trvat. V konečné fázi tato adaptace může trvat od několika minut až do několika hodin (Muchová, 2019).

Při testování adaptace na světlo zjišťujeme, že čípky jsou nejvíce citlivé při délce 555 nm, což odpovídá zelenožluté barvě. Naopak při adaptaci na tmou je maximum v délce 507 nm, tedy barva modrozelená. Tyčinky nejsou vůbec citlivé na červenou barvu, proto červené brýle propouštějí pouze světlo, na které reagují čípky a tyčinky zůstávají dále adaptovány na tmou. V lidském oku byly nalezeny tři čípkové pigmenty v různých délkách, které odpovídají modrému, zelenému a žlutému pigmentu (Synek, & Skorkovská, 2014).

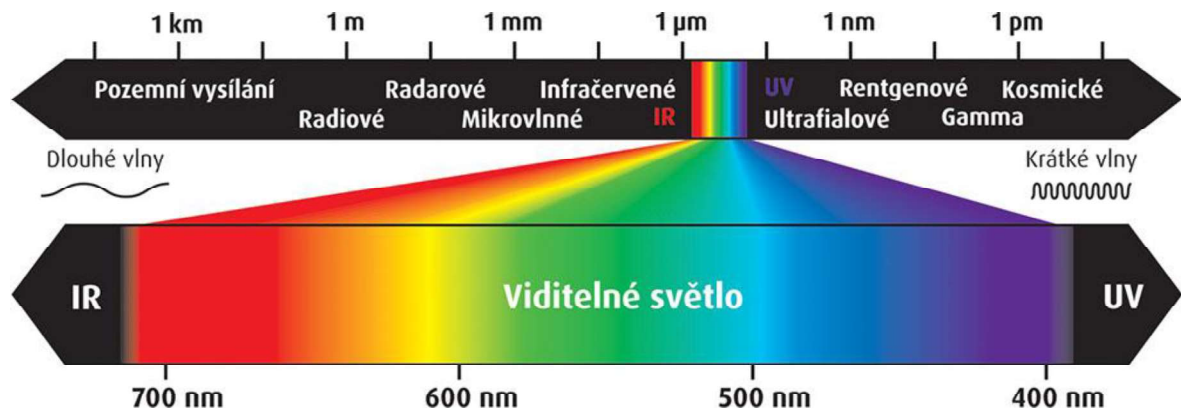
Longley (2016) píše, že pokud osoba pozoruje velmi jasný zdroj světla, snižuje se citlivost sítnice a vytvářejí se paobrazy. Dojde k narušení fotoreceptorů, které se po ukončení působení zdroje musí zregenerovat. Rychlost této regenerace závisí na kvalitě pigmentového epitelu a prodlužuje se s věkem a očními problémy (např. diabetická retinopatie, makulární degenerace...).

1.4 Rozlišování barev a bezpečnost jízdy

Světlo má různé vlnové délky, jak můžeme vidět na Obrázku 3. Část elektromagnetického spektra, kterou můžeme vidět lidským okem se nazývá **spektrum viditelného světla** nebo také viditelné světlo. Obvykle dokáže lidské oko detekovat světlo o vlnové délce v rozsahu od 380 nanometrů – fialová barva do 700 nanometrů – červená barva (pozn. různé zdroje uvádí rozdílnou vrchní hranici, např. Žlebek (2013) ve své práci uvádí až 770 nm). Za detekci těchto vlnových délek jsme vděční čípkům, které fungují jako jakési „přijímače“. Dominantním zdrojem vln viditelného světla pro naše oči je samozřejmě Slunce (National Aeronautics and Space Administration, 2010). Každou vlnovou délku oko vnímá jinak za světla a za tmy. Záření, které je těsně pod hranicí 380 nm se nazývá **ultrafialové**, těsně nad hranicí 780 nm **infračervené** (Sedláček, 2016).

Řidič je během jízdy ovlivňován mnoha faktory, které mají vliv na jeho chování za volantem. Z psychologického hlediska např. šedá barva tunelů může v řidičích vzbuzovat únavu nebo depresi. Bylo zjištěno, že puls a dýchání se u řidičů mění na základě barvy, které

jsou vystaveni. Vliv barvy na psychologické a fyziologické faktory je tedy zřejmý a je nutno zabývat se tím, které barvy zvyšují bezpečnost provozu, a které ji naopak snižují (Qin, Zhang, Zhang, & Meitner, 2020).



Obrázek 3: Elektromagnetické spektrum světla (získáno z <https://www.mega-blog.cz/lasery/zelene-a-uv-lasery/>)

Zajímavým poznatkem jsou také data z výzkumů, která naznačují, že nejen agresivní styl řízení či nezvládnutá jízda jsou příčinou dopravních nehod. Velký vliv na bezpečnost má také barva automobilu. Auta bílé barvy se ukazují jako nejvíce bezpečná, protože nejvíce odráží světlo a mají i tu výhodu, že se na silnici jeví blíže, než ve skutečnosti jsou. Tuto vlastnost mají i jiné barvy, např. oranžová, žlutá, hnědá, krémová. Naopak jako auta nejvíce snižující bezpečnost jsou označovány automobily barvy šedé a stříbrné (Švarcová, 2018).

1.5 Vady zraku a dopravní bezpečnost

Aby jedinec získal řidičské oprávnění, je nutné podstoupit zdravotní prohlídku. Běžný řidič musí v 60 letech navštívit očního lékaře, poté v 65 a v 68 letech. Od 70 let musí na zrakovou prohlídku při které je měřena zraková ostrost, barvocit a zorné pole docházet každé dva roky. Řidiči z povolání chodí na zrakové prohlídky pravidelně každé 2 roky. Po dosažení 50. roku věku jsou povinni absolvovat prohlídku každý rok (Muchová, 2019).

Road Safety Observatory (2017) v jedné ze svých recenzí uvádí, že při vykonávání mnoha činností, zejména řízení, je nutné, abychom měli v pořádku zorné pole. Za užitečné zorné pole se označuje vše, co jedinec vidí bez toho, aniž by pohnul hlavou nebo očima. Menší rozsah užitečného zorného pole je spojován se sníženou bezpečností za volantem, a proto je rozsah tohoto pole brán jako spolehlivý index jízdního výkonu a bezpečnosti na

silnici. Zorné pole se celkově zužuje s věkem, protože starší lidé trpívají více očními problémy a jsou více omezeni v pohybech hlavy.

Oční vady neohrožují na silnicích pouze řidiče, ale i cyklisty a chodce. Jdou ve většině případech ruku v ruce se stárnutím a jelikož řízení je považováno za komplexní vizuální úkon, mají vliv na bezpečnost. Problémem je, že změny ve zrakovém vnímání mohou nastávat postupně a řidiči si jich ani nemusí být vědomi (Wood, & Black, 2016).

Pokud je oko zdravé, paprsky světla se na sítnici sbíhají do jednoho bodu. Pokud oko vykazuje vadu, sbíhají se buď před sítnicí (krátkozrakost) nebo za sítnicí (dalekozrakost). Zmíněná krátkozrakost je jednou z nejčastějších dioptrických vad, postihuje až kolem 30 % populace (Habel, 2008). **Krátkozrakost** (Obrázek 4) nám znemožňuje ostré vidění do dálky. Řidič tedy např. není schopen včas vyhodnotit riziko nebo nedokáže rozpoznat dopravní značky. Tato vada se dá snadno odstranit vhodnými dioptrickými brýlemi či čočkami (ideálně těmi, které mají antireflexní úpravu pro snížení odlesků a odrazů světla). **Dalekozrakost** (Obrázek 5) naopak způsobuje, že jedinec nedokáže ostře vidět na blízko a má tedy problém např. se sledováním navigace ve svém automobilu (Essilor, nedat.). Habel (2008) uvádí, že postihuje zhruba 10 % populace.

Dalekozrakost je však onemocnění, které často přichází s věkem, a to zhruba kolem 45 let. Nazývá se **presbyopie**, neboli stařecká dalekozrakost či vetchozrakost. Nejprve schopnost akomodace klesá velmi rychle, ale po 52. roku věku neznatelně (Habel, 2008).



Obrázek 4 (vlevo): Krátkozrakost (získáno z <https://www.diastyl.cz/pokud-tohle-nevidite-zbystrete/>)

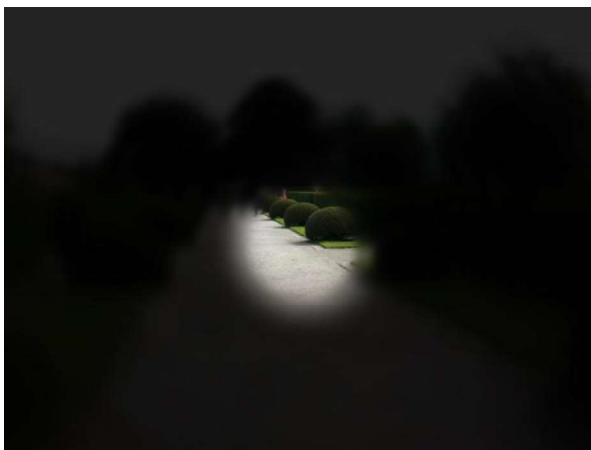
Obrázek 5 (vpravo): Dalekozrakost (získáno z <https://www.diastyl.cz/pokud-tohle-nevidite-zbystrete/>)

Katarakta (Obrázek 6) neboli šedý zákal se vyskytuje až u 30 % dospělých jedinců v alespoň jednom oku. Řidiči s touto vadou se setkávají s mnoha problémy při řízení, a to hlavně za nepříznivých podmínek (noc, déšť,...). Mají také sníženou kontrastní citlivost, protože jejich čočka ztrácí průzračnost. Dalším typem zákalu je **glaukom** (Obrázek 7) čili zelený zákal a sami lidé si stěžují na problémy s řízením v noci, oslněním a na nedostatečné periferní vidění. Oba typy zákalu lze operativně alespoň z části odstranit a zlepšit tak vidění řidičů. **Věkem podmíněná makulární degenerace** (Obrázek 8) je již nevratné onemocnění, ale včasným zákrokem se dá pomocí injekční léčby zpomalit vývoj. Nicméně se ve většině případů objevuje až kolem 70. roku věku (Wood, & Black, 2016). Řidič trpící touto vadou ztrácí centrální vidění, protože má uprostřed viděného obrazu černou skvrnu a snadno tak přehlédne např. chodce na přechodu (ČT 24, 2016). **Diabetická retinopatie** zhoršuje jak centrální, tak periferní vidění a objevuje se téměř u všech diabetiků, kteří se s nemocí potýkají přes 20 let (Wood, & Black, 2016). Dochází při ní k poškození cév sítnice a následné ztrátě centrálního a periferního vidění. **Syndrom suchého oka** může také ovlivnit vidění, a to zejména v noci (CooperVision, 2018).

Pokud jedinec prodělá mozkovou mrtvici, může se stát, že u něj nastane **homonymní hemianopická (poloviční) nebo kvadrantanopická (čtvrtinová) ztráta pole** a v mnoha zemích je jim zakázáno usednout za volant (Wood, & Black, 2016).



Obrázek 6: Šedý zákal (získáno z <https://www.diastyl.cz/pokud-tohle-nevidite-zbystrete/>)



Obrázek 7: Zelený zákal (získáno z <https://www.diastyl.cz/pokud-tohle-nevidite-zbystrete/>)



Obrázek 8: Makulární degenerace (získáno z <https://www.diastyl.cz/pokud-tohle-nevidite-zbystrete/>)

Další oční vadou, která může velmi narušit bezpečnou jízdu jedince je **astigmatismus**. Mezi jeho hlavní příznaky patří rozmazané nebo zkreslené vidění, bolest hlavy a problémy s nočním viděním. Jedná se o stav, kdy tvar oka není dokonale kulatý, a to má za následek špatné ohýbání světla a zaostření pouze části objektu. Objekty v dálce se mohou jevit jako velmi rozmazané. Korekce této vady probíhá pomocí speciálních korekčních čoček nebo chirurgického zákroku (Nazario, 2020).

Wood, Black, Anstey, & Horswill (2021), ve své studii uvádí, že starší řidiči (65+) trpící kataraktou, glaukomem nebo makulární degenerací mají významně prodloužen reakční čas. Nejvíce opožděné reakce byly vyzpozorovány u lidí s glaukomem. Bylo dokonce zjištěno, že při rychlosti 80 km/h se brzdná dráha u lidí s oční vadou v důsledku jejich opožděné reakce prodloužila v průměru o 16 metrů, což velmi ohrožuje všechny ostatní účastníky silničního provozu.

Bowers, Peli, Elgin, McGwin, & Owsley (2005) popisují, že i mírné omezení periferního vidění má za následek ztížení schopnosti provést určité manévry. Může se jednat např. o horší dovednost přizpůsobení se rychlosti při změně jízdního pruhu nebo problém udržet se ve svém jízdním pruhu při průjezdu zatáčkami. Tato porucha nemá vliv na vnímání situací, které se dějí v centrálním zorném poli (tzn. řidiči nemají problém udržovat dostatečnou vzdálenost od vozidla jedoucího před nimi).

Obecně jsou optické vady oka nazývány jako aberace a jedná se o jakoukoliv vadu, která způsobuje deformaci obrazu, který je promítán na sítnici oka. Dělíme je na aberace nižšího řádu, které lze „opravit“ pomocí brýlí nebo čoček a aberace vyššího řádu, které pro svoji korekci vyžadují větší zásah (laserová operace apod.). Obecně se aberace oka zvyšují s věkem, protože dochází ke změně tvaru rohovky a čočky (Smrčková, 2019). Mezi základní typy patří sférická chyba, chromatická chyba a fyziologický astigmatismus (Habel, 2008).

Bílé světlo je složeno z paprsků různé vlnové délky a je známo, že ty krátkovlnné se lámou více než dlouhovlnné. To má za následek vznik chromatické aberace (Chytil, 2014). Ta je známá také pod pojmem color fringing nebo purple fringing a jedná se o fenomén, ke kterému dochází, pokud objektiv (v našem případě čočka oka) není schopen přenést všechny vlnové délky do stejné ohniskové roviny. V situacích s vysokým kontrastem se okolo objektů mohou objevit barevné okraje (červené, zelené, modré, žluté, fialové...) (Mansurov, 2019). Jedná se tedy o rozdíl ohniskové vzdálenosti mezi modrou a červenou barvou během zaostřování, jelikož tyto dvě barvy, každá na jiné straně viditelného spektra, mají jinou vlnovou délku a liší se také jejich ohnisková vzdálenost (modrá – kratší, červená – delší). Vlnová délka obecně určuje, jak moc se bude paprsek ohýbat nebo lámat při průchodu čočkou. Aby se zabránilo aberaci, je nutno optimalizovat systém čoček, pomocí achromatické či apochromatické čočky, které jsou speciálně navrženy právě na snižování chromatické aberace (MEM, 2015). Nejmenší chromatická chyba se vyskytuje u žluté barvy. Nejvíce se chyba projevuje za šera, protože jsou rozšířené zornice (Habel, 2008).

K fenoménu chromatické aberace může docházet i v dopravě a snižuje se tím bezpečnost. Jelikož má každá barva jiný index lomu, dochází ke zkreslení a auta různých barev se nám mohou mnohdy zdát blíže nebo dále, než ve skutečnosti jsou. Teplé barvy (např. červená, hnědá, zlatá, žlutá...) se nám zdají blíže, protože mají větší jas než okolní prostředí. Existují však také barvy, které mají nízkou sytost (např. zelená, modrá...) a jelikož mají nižší jas než okolí, zdají se nám dále, než ve skutečnosti jsou. Obecně platí, že pokud

je pozadí tmavé, jeví se nám blíže objekty světlé barvy a pokud je pozadí světlé, vnímáme blíže objekty barvy tmavé (Shin, & Lee, 2013). V dopravě bychom toto mohli shledávat jako velký problém v případě odbočování (např. doleva z hlavní silnice na silnici vedlejší, kdy je důležité správně odhadnout, v jaké vzdálenosti se nachází protijedoucí automobil). Tato situace však může nastat i v případě odbočování z vedlejší silnice na hlavní, kdy musíme odhadovat vzdálenost aut dokonce ze dvou směrů.

2 ZDROJE SVĚTLA AUTOMOBILOVÝCH SVĚTEL

Světlomety v dnešní době neplní jen svoji hlavní funkci, kterou je osvětlení vozovky, ale staly se i součástí celkového designu automobilu. Obecně mají funkce osvětlovací, které dělíme na dálkové, potkávací a mlhové. Druhou funkci, kterou automobilová světla plní nazýváme signální, která upozorňuje ostatní účastníky provozu o tom, zda vozidlo brzdí či odbočuje (Sedláček, 2016). Automobily a jiné dopravní prostředky mají ve svých světlometech různé druhy světel. Jedná se o žárovky, HID světlomety (xenonová světla) či LED diody. Každý typ zářivek má jinou barvu a v jiné míře oslňuje řidiče. Přední světla automobilu osvětlují malou část vizuálního pole, pouliční osvětlení produkuje také jas a světla protijedoucího vozidla velmi ovlivňují vidění a oslňují. Úkolem řidiče je po celou dobu své jízdy identifikovat možné překážky na silnici, rychle na ně zareagovat a vyhnout se jim. To mu stěžují právě okolní podmínky ve formě např. různých jasů a odlesků světlometů. Výsledky výzkumů ukazují, že rozpoznávání detailů a reakční dobu v noci zpomalují právě světlomety v nichž je obsažena modrá barevná složka (Fekete, Sik-Lanyi, & Schanda, nedat.).

První vynalezené světlomety produkovaly žluté světlo a věřilo se, že je nejbezpečnější, protože zabraňuje oslnění u protijedoucích řidičů a zároveň poskytuje řidičům lepší viditelnost při zhoršených podmínkách jako je déšť, sníh a mlha. Postupem času se však zjistilo, že bílé nebo modré světlo naopak poskytuje lepší viditelnost za jasných podmínek. Popularita žlutých světel postupně klesala, a tak většina zemí od roku 1993 dovolila používat i světlomety bílé barvy. V dnešní moderní době jsou dokonce žlutá světla (halogen) evropskými předpisy zakazována a jsou nahrazována světly bílých až namodralých odstínů (xenon či LED). Výhodou je, že modrá a bílá světla nejsou na rozdíl od žlutých filtrována, a proto jsou jasnější a zajišťují tak lepší viditelnost (Conboy, 2020).

Je nutno zmínit také adaptivní světlomety. Jedná se o světla, která jsou schopna měnit směr nebo jas tak, aby to vyhovovalo podmínkám na silnici. Obsahují senzory a kamery, které neustále skenují silnici a vyhodnocují podmínky na silnici (protijedoucí vozidlo, prudká zatáčka...) Na základě vyhodnocení situace ztlumí nebo dokonce vypnou určité LED v matici a zároveň udrží dostatečně osvětlenou vozovku před vozem. Adaptivní světlomety mohou pomáhat jak samotnému řidiči, tak řidičům protijedoucích vozidel. Nemusí se jednat přímo o LED diody, tuto schopnost mají i halogenová či HID světla (Wilson, 2020). Funkce adaptivních světlometů např. také umožňuje mít neustále zapnutá dálková světla, aniž by

oslňovaly protijedoucí řidiče. Světlo totiž obsahuje více diod, které se mohou dle různých signálů (rychlost automobilu, natočení volantu, jízda z kopce či do kopce...) jednotlivě podle potřeby různě vypínat a zapínat (Sedláček, 2016).

2.1 Žárovky

Klasické neboli halogenové **žárovky** již v nových vozech téměř nenajdeme. Setkáváme se s nimi spíše u starších vozů a jejich barevná teplota se pohybuje mezi 2 900 – 3 100 Kelvinů (K) a světelný tok je v rozmezí 1 500 – 2 000 lumenů (lm). Jako nevýhoda těchto žárovek je uváděna krátká životnost a jejich barva, která nedosahuje teplot denního světla, což zhoršuje viditelnost a zvyšuje únavu (Žlebek, 2013).

Medřický (2021) při měření koncentrace barev v halogenové žárovce popisuje, že je velmi podobná plamenu ohně, který lidé znají miliony let. Je obsaženo nejméně modré, více zelené a nejvíce červené barvy. Na světla dlouhé vlnové délky, kam spadá i červená barva je lidské oko nejméně citlivé a světla s vyšší koncentrací červené nezpůsobují tolik nepříjemného oslnění.

2.2 HID (High Intensity Discharge)

HID (High Intensity Discharge) v překladu výbojky s vysokou intenzitou neboli xenonová světla jsou účinnější než běžné žárovky, spotřebují méně energie, mají delší životnost a zajistí lepší výhled díky vyšší barevné teplotě, delšímu dosvitu a větší šířce světelného kužele. Díky použití různého inertního plynu uvnitř výbojky můžeme vyrobit více barevných odstínů HID výbojek. Chromatičnost se pohybuje od 4 000 do 4 250 K a světelný tok má hodnotu 1 600 – 3 500 lm (pokud je 2 000 lm a více, nutnost ostříkovače světlometu) (Žlebek, 2013). Je však nutné brát v potaz, že čím jsou světla starší, tím více je jejich barva modrá (Fekete et al., nedat.).

První HID světlometry byly nainstalovány v 90. letech do BMW řady 7 a staly se tak volbou číslo jedna pro mnoho automobilových společností, avšak nenabízely je jako standardní vybavení (Popa, 2010). Původně byly instalovány pouze v luxusních vozech. Dnes trvale nahrazují halogenové žárovky ve všech typech vozů. Výhodou je delší životnost, vyšší lumény a modrobílé odstíny. Řidiči s HID světlometry mají širší a jasnější výhled. Většina spotřebitelů chce kvůli výhledu tyto světlometry, ale když se míjí s jiným autem, je pro ně tento typ velmi oslňující z důvodu jejich krátké vlnové délky a tím pádem

modrobílého zabarvení. Za méně oslňující světlo považují to ve žlutém spektru. Hodně ovšem záleží na věku, protože s rostoucím věkem se snižuje zraková ostrost a citlivost (Friedland, Snyckerski, Palmer, & Laraway, 2017).

Obrovskou nevýhodou HID světlometů je tedy diskomfort pro protijedoucí řidiče, kteří jimi mohou být silně oslněni z důvodu jejich vysokého namodralého jasu (Popa, 2010). Ve Velké Británii jsou xenonová světla zakázána, ale jelikož je Evropská unie povoluje, musí být povolena i na vozidlech v EU, která byla registrována ve Velké Británii. Problémem je, pokud lidé touží vyměnit svá stávající halogenová světla za moderní xenony. Mnohdy jsou totiž prodávány sady xenonových světel, které jsou nezákonné. Taková výměna je tedy náročná, protože se musí dbát na to, aby byly světlometry typově schváleny dodavatelem a aby měly samočistící schopnost (Wilson, 2020).

2.3 LED (Light Emitting Diode)

LED (Light Emitting Diode) diody dnes nejčastěji nahrazují jak klasické žárovky, tak xenonová světla. Je možno zakoupit mnoho odstínů těchto světel. Jejich bílé barvy lze dosáhnout mísením modré, zelené a červené barvy. Barevná teplota převyšuje výše zmiňované žárovky i HID a pohybuje se mezi 6 000 – 8 000 K. To zapříčiňuje, že jejich světlo je jasně bílé nebo do modra (Fekete et al., nedat.). V LED světlech je největší koncentrace právě modré barvy, která způsobuje oxidaci sítnice. Jedná se o tzv. harmful blue light (Medřický, 2021). Výhodou je nízká spotřeba energie, na což cílí většina výrobců automobilů a schopnost dostatečně osvětlit vozovku za tmy. Nevýhodou je však vysoká cena a složitá výměna při poškození, která se však předpokládá cca jedenkrát za 10 let, protože LED světlometry mají dlouhou životnost (Wilson, 2020).

LED světlometry disponují další obrovskou výhodou a tou je jejich velikost a vysoká svítivost. Díky těmto vlastnostem jsou LED světla hojně užívána v mnoha oblastech (sport, silnice, parkování...). Jelikož však tyto malé zdroje produkují obrovský jas, způsobují také velmi nepříjemné oslnění, a to zejména v noci, kdy se objevuje obrovský kontrast mezi osvětleným a neosvětleným povrchem vozovky. Tomuto oslnění ovšem není možno zabránit, dokud nebudou vyvinuty modely, které dokážou nepříjemné oslnění přesně předpovědět (Tyukhova, & Waters, 2018).

Bílé světlo je obecně složeno ze tří barev (modrá, zelená a červená). Jinak tomu není ani u bílých předních reflektorů automobilů. Nejvíce koncentrované energie je v modré barvě,

v zelené a červené mnohem méně. Paprsek světla přes gangliové buňky dopadá na sítnicový epitel, přesněji do žluté skvrny, kde je obsaženo nejvíce čípků citlivých na zelenou a červenou barvu (čípky citlivé na modrou barvu zde vůbec nejsou). Obecně je citlivost čípků v populaci 2 % na modrou, 33 % na zelenou, 65 % na červenou. Je tedy nelogické, že v předních reflektorech automobilů je tak vysoká koncentrace modré barvy, když máme čípků citlivých na tuto barvu v našem oku nejméně (Medřický, 2021).

2.4 Laserová a digitální světla

Do popředí se nyní dostává nový typ světlometů, a to laserová světla, se kterými přišli výrobci BMW a Audi. Mercedes dokonce začíná pracovat na digitálních světlech, která mohou na vozovku promítat informace o provozu – dopravní značky nebo přechody pro chodce apod. (Wilson, 2018).

3 SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ

Světlo je od začátku světa nedílnou součástí lidského života. Na počátku byl zdrojem světla převážně Měsíc, hvězdy a Slunce. Postupem času je začal doplňovat oheň, lampy, svíčky a v neposlední řadě také trend dnešní doby, pouliční osvětlení. Ještě před 100 lety byla i ve městech krásně viditelná noční obloha plná hvězd, v dnešní době však v mnoha městech obloha vidět není z důvodu světelného znečištění způsobeného pouličním osvětlením (Lystrup, 2017). Hynek Medřický, světelný technik v rozhovoru pro DVTV popisuje, že výzkumy ve Velké Británii zjistily, že v roce 1980 byla osvětlenost ulic dostačující na to, aby se lidé mohli po městě pohybovat bezpečně. Od roku 1980 tedy dochází ke zvyšování osvětlování měst zbytečně. To, že se svítí více nemá vliv na větší bezpečnost nebo menší nehodovost. S moderní dobou totiž z ulic mizí světla s krátkou vlnovou délkou (barva žlutá až oranžová) a nahrazují se světly s krátkou vlnovou délkou (bílá, modrá), která jsou silnější a způsobují mnohem větší oslnění (Drtinová, 2020).

Je nutné si uvědomit, že světelné znečištění se netýká jen toho, že nám mizí možnost vidět krásu nebeské oblohy, ale sekundárně se odráží také na lidském zdraví, hospodářství a v neposlední řadě také na životě rostlin a zvířat. U zvířat se jedná o přímou úmrtnost kvůli umělým zdrojům osvětlení, pozmeněné reprodukční chování a narušení interakce mezi různými druhy zvířat (Lystrup, 2017). Medřický v rozhovoru uvádí, že ze světa zmizelo 75 % létající biomasy hmyzu. Veškerý hmyz byl zvyklý létat za světlem, které mu přirozeně poskytoval měsíc a hvězdy. Pouliční a jiná moderní světla dnešní doby hmyz přitahují svojí vlnovou délkou a nedovolují mu vydávat se za přírodními zdroji světla, jako tomu bylo ještě před 100 lety. To má za následek úhyn těchto živočichů, kteří zmateně krouží kolem zářivek, které je nakonec svojí teplotou spálí. Dále poukazuje na katastrofické dopady světla na přírodu. Uvádí příklad, že pokud světelný zdroj na podzim osvětluje část koruny stromu, listy jsou zde stále zelené, i když zbytek koruny již dávno opadal. Zelené listy jsou nadále vyživovány mizou, která jakmile udeří první mráz naruší pletivo stromu a ten dříve či později uhynie (Drtinová, 2020).

Jednou ze tří hlavních forem světelného znečištění je oslnění, které je definováno jako nesprávně směřované světlo, které září přímo do očí a může v dopravě způsobit dočasnou slepotu a s tím spojená rizika dopravních komplikací (Lystrup, 2017).

Urbanicita neboli pobyt ve městě velmi souvisí s příznaky klinické či neklinické psychózy. Studie vysvětlila 60% souvislost mezi pobytem ve městě a psychotickými zážitky

v dospívání. Na znečištění ovzduší se silně podílejí také automobily, a proto je počítáno i s vlivem hluku a emisí na tyto poruchy (Newbury et al., 2019).

Světelné znečištění, které noční světla způsobují je obrovským problémem. Ochuzuje lidi o noční oblohu a může způsobovat oslnění. My lidé bychom však bez světel ve tmě nemohli žít. Je zde tedy také mnoho výhod jako např. větší bezpečnost pohybu, do které spadá i bezpečnější jízda řidičů. Když byla světla instalovaná na zatím neosvětlené úseky, došlo k mírnému snížení počtu dopravních nehod. Bylo také zjištěno, že na nehodovost má vliv změna času. Při letním čase se stává méně dopravních nehod než při čase zimním (může zde být i faktor sněhu a náledí). Studie tedy dokazují, že osvětlení zvyšuje bezpečnost provozu, je však nutné vyzkoumat, jaká intenzita je vhodná a co nejméně zatěžující životní prostředí (Boyce, 2019).

3.1 Vliv světla na člověka

Abychom světlo pouze nehanili, musíme vyzdvihnout i jeho klady. Záleží totiž, jaká vlnová délka, jak dlouho a v jaké intenzitě na člověka působí. Nejvíce produkci melatoninu zabraňuje modrá barva, vysoká intenzita a delší doba expozice světla (Peña-garcía, Espín, de Oña, & Peña-garcía, 2014). Pokud potřebujeme podat maximální fyzický či psychický výkon, modré světlo nám k tomu dopomůže, protože inhibuje tvorbu melatoninu, a tím zvyšuje bdělost a zabraňuje ospalosti. V těle se také začne vyplavovat více kortizolu, který jedince připraví na zvýšenou zátěž. Jak jsme již zmiňovali, není vhodné se modrému světlu vystavovat v nočních hodinách, protože potlačení melatoninu před spaním způsobuje problémy se spánkem a narušení cirkadiálního rytmu jedince. Úkolem světelných techniků je najít kompromis mezi nabuzením modrým světlem a zamezením negativních účinků

na lidský organismus (Dvořák, 2016). Peña-garcía et al. (2014) ve svém článku popisuje, že na inhibici melatoninu u řidičů nemá vliv interní osvětlení automobilu, ale světlo jejich vlastních světlometů, které se odráží od silnice. Výzvou pro výrobce světel tedy je, aby nastavili správné barevné spektrum, které bude na řidiče při noční jízdě působit a bude zamezovat rozptýlení a únavě. Výsledky studie přinesli informace o tom, že halogenové, ani xenonové žárovky svým odrazem melatonin neinhibují. Vynalezením světel, která by u řidičů, kteří jezdí často v noci inhibovala melatonin, by se s obrovskou pravděpodobností zvýšila bezpečnost silničního provozu.

Savčí mozek obsahuje centrální biologické hodiny, které reagují na světlo a regulují tak u jedince vnímání dne a noci. Výzkumy se zaměřují na to, zda vývoj těchto biologických hodin naruší, pokud budeme předčasně narozené děti konstantně vystavovat stálému umělému osvětlení (např. na jednotkách intenzivní péče). Bylo zjištěno, že toto světlo má akutní i dlouhodobé negativní účinky na vývoj, ale neexistuje přesná shoda v tom, jaké osvětlení je tedy vhodné. Bylo dokázáno, že konstantním působením světla došlo k narušení cirkadiálních rytmů novorozenců (lze obnovit vystavením cyklu světlo-tma), nepravidelnému spánku, nižšímu přírůstku hmotnosti a neurologickým komplikacím (Ohta, 2006).

Osvětlení také narušuje cirkadiální rytmus, který je vlastní nejen lidem, ale také zvířatům a rostlinám. Narušení rytmu často vede k únavě a dezorientaci (viz příklad s hmyzem či stromy výše). Cirkadiální rytmus řídí hormon melatonin, jehož vylučování připravuje tělo na spánek (Lystrup, 2017).

Práce při noční směně jsou doprovázeny ospalostí a nižším kognitivním výkonem což způsobuje vyšší chybovost. Tento jev je tělu přirozený, protože v nočních hodinách dochází k vyplavování melatoninu. Na těchto pracovních místech je nutno vymyslet způsob, kterým podpořit bdělost a výkon těchto pracovníků. Na základě této potřeby proběhl experiment Motamedhazet, Golmohammadi, Kazemi, & Heidarimoghadam (2017), kteří zjistili, že působení modře obohaceného světla má opravdu vliv na snížení únavy, nižší chybovost a vyšší bdělost pracovníků. Jednou z cest je tedy umístit na výrobní haly bílá světla s modrým obohacením.

U pracovníků na nočních směnách však nedochází ke kompenzaci tolik potřebného melatoninu v pozdějších fázích spánků, jelikož když oni spí, cirkadiální hodiny jsou v časové poloze den, kdy se melatonin vylučuje minimálně. Odolnost proti rakovině je určena endokrinními, antioxidantními a imunologickými procesy u nichž byla zjištěna možnost ovlivnění pomocí světla v nočních hodinách. Na základě toho přibývá důkazů o vlivu nočního umělého světla na vznik rakoviny, protože riziko rozvoje rakoviny prsu je v průmyslových zemích až pětikrát vyšší než v zemích zaostalých (Navara, & Nelson, 2007). Epidemiologické studie ukazují, že s rozvojem užívání umělého osvětlení v noci narůstá výskyt rakoviny prsu po celém světě. Existují důkazy o tom, že potlačení melatoninu souvisí s riziky rakoviny vyvolané umělým osvětlením, ale není znám specifický genetický mechanismus (spekuluje se o tom, že narušená produkce melatoninu zvyšuje hladiny

estrogenu). Jelikož změny vyvolané umělým osvětlením jsou reverzibilní, je velká šance na úspěšné vyléčení rakoviny při jejím včasném odhalení (Haim, & Zubidat, 2015). MUDr. Tesařová (2012) ve svém příspěvku na konferenci Brněnské onkologické dny a Konferenci pro sestry a laboranty uvádí, že právě vysoké hladiny estrogenu jsou mnohdy původcem rakoviny prsu. Výzkum z roku 2019 však přinesl data, že u pracovníků, kteří na nočních směnách pracují dlouhodobě je riziko snižené, zvyšuje se především u pracovníků, kteří v noci pracují méně než 5 let. Obecně je nutno provést ještě více výzkumů, které by potvrdily nebo vyvrátily vliv nočního umělého světla na vznik rakoviny (Komen, 2021).

Regente et al. (2017) svojí studií přinesli možné řešení nežádoucího působení modrého světla v noci. Zkoumali sice pouze 24 dobrovolníků, ale výsledky naznačují, že jejich experiment se zdařil a zasloužil by si replikaci na více účastnících. V experimentu, který simuloval práci na dvou nočních směnách na jedince při jedné z nich působilo jasné světlo, ze kterého byla vyfiltrována modrá barva a při druhé světlo tlumené. V obou případech byla měřena koncentrace melatoninu ve slinách. Bylo prokázáno, že při filtrovaném světle nedocházelo k takovému úbytku produkce melatoninu, jako při světle tlumeném.

Melatonin je potřebný nejen k navození spánku, ale má mnoho dalších funkcí, které pozitivně ovlivňují lidský organismus. Má antioxidantní účinky, umožňuje sekreci jiných důležitých hormonů, má pozitivní účinky na paměť, učení a emoce, inhibuje růst nádorů díky jeho antigonadotropním účinkům, zkoumá se také pozitivní účinek při migréně, Alzheimerově či Parkinsonově demenci (Bierbaum et al., 2017).

Lystrup (2017) potvrzuje, že umělé zdroje osvětlení mění lidské myšlení a mají vliv na lidské zdraví. V roce 1994 došlo v Los Angeles vlivem zemětřesení k výpadku proudu v celém městě. Lidé měli možnost poprvé v životě na obloze vidět hvězdy a mléčnou dráhu. Většina obyvatel zděšeně volala policii, že se nad městem vznáší jakýsi nebezpečný obrovský stříbrný mrak.

Světlo má účinek na endokrinní systém, výkon a bdělost člověka. Většina studií popisuje vliv světla na pozornost a bdělost v noci, je však nutno zmapovat také to, jak podpořit bdělost pracovníků např. v odpoledních hodinách, kdy dochází ke kolísání pracovního tempa a únavě. Sahin, & Figueiro (2013) se tedy ve své studii zaměřili na vliv světla krátké (modré) a dlouhé (červené) vlnové délky na bdělost člověka ve dne. Výsledky

ukazují, že na rozdíl od pozitivních účinků modrého světla v noci má ve dne o něco málo větší vliv na bdělost světlo červené. Tento vliv však není nijak závratný a vyžaduje to více zkoumání.

Modře obohacené světlo má podobné účinky jako kofein. Zvyšuje tedy dlouhodobou pozornost, bdělost, kognitivní výkon a bylo také zjištěno, že má pozitivní vliv na subjektivní pohodu jedince. Je potvrzeno, že různě barevné spektrum má vliv na fyziologické a kognitivní procesy jedince (Chellappa et al., 2011). Je však důležité uvědomit si, že nemoci nevznikají z modrého světla, ale z rozhozeného cirkadiálního rytmu, což vede k nesprávnému vyplavování melatoninu, kterého má být hodně v noci a málo ve dne, říká Medřický (Drtinová, 2020).

4 OSLNĚNÍ

Oslnění nám znemožňuje správné vidění a narušuje naši zrakovou pohodu, a to buď přímým působením světelného zdroje nebo jeho odrazem. Pokud se náhle změní adaptační jas, setkáváme se s oslněním přechodovým či závojevým. Dalším typem může být oslnění vysokým kontrastem, které se dále dělí na psychologické (pozorovatelné, rušivé) a fyziologické (omezující, oslepující). Psychologické oslnění nemusí nutně způsobit změny zrakových funkcí, ale odpoutává pozornost jedince. Proto je nutné výskyt tohoto oslnění co nejvíce omezit. Navozuje silný pocit nepohody a únavy. Fyziologické oslnění už na rozdíl od toho psychologického změny zrakových funkcí vyvolává a nemělo by se v osvětlovacích soustavách vůbec vyskytovat. Zhoršuje totiž schopnost vykonávat zrakový úkol a dochází při něm ke snižování kontrastní citlivosti a zrakové ostrosti (Košč, 2016).

Zrak je nejdůležitějším smyslem člověka, a proto se vyskytuje ve středu zájmu odborníků z mnohých oblastí (architektura, světelná technika, hygiena, psychologie, fyziologie...). Znalost psychologických účinků osvětlení je dle výzkumů stejně důležitá jako znalost účinků fyziologických. V laboratořích se však zkoumá především vliv světla na již zmiňované fyziologické funkce organismu, do kterých spadá právě zrak. Během světové energetické krize, při které docházelo ke snižování pouličního osvětlení, vzrostla nehodovost, v průmyslových halách docházelo v důsledku snížení intenzity světla k více pracovním úrazům (Krtilová, 1981). Oslnění má velký vliv na vidění a stav nervové soustavy. K oslnění dochází, pokud je sítnice zatížena větším jasnem, než na který je adaptována. Může se vyskytnout také při střídání jasů odlišných hodnot (Habel, 2008).

Termín oslnění v sobě zahrnuje širokou škálu fyziologických, psychologických a fyzikálních faktorů, na základě jejichž kombinace se zjišťuje, zda vyzařovaný jas umožňuje či neumožňuje kvalitně vidět. Jas může někdy na první pohled ovlivnit vizuální citlivost, ale nemusí být nutně nepohodlný, pouze snižuje schopnost vidět. Někdy to však nemusí být tolik zjevné a oslnění se tak stává velmi nepohodlným (Guth, 1961). Oslnění na základě těchto zjištění můžeme dle psychofyziologických následků dělit na **nepohodlné nebo také rušivé oslnění (discomfort glare)**, které nezpůsobuje zrakový deficit a **oslnění omezující (disability glare)**, které způsobuje zrakový deficit z důvodu velké změny kontrastu (Friedland et al., 2017). Posledním typem je oslnění **oslepující (blinding glare)**. Při rušivém oslnění nemusí nutně nastat zhoršení zraku, protože na oko působí zdroj vyššího jasů, který odpoutává pozornost od předmětu, který jedinec pozoruje. Ke snížení zrakové ostrosti

a kontrastní citlivosti dochází při oslnění omezujícím, které vzniká při náhlých změnách úrovní jasu (sukcesivní oslnění). Oslnění oslepující se od omezujícího liší v tom, že jedinec nevidí i poté, co na něj zdroj oslnění nepůsobí (Krtilová, 1981).

V noci je oslnění od protijedoucích vozidel velký problém, protože může snižovat zrakovou ostrost. Je dokázáno, že větší problémy mají s oslněním starší lidé a jelikož i oni se pohybují na vozovkách, zvyšuje se tak riziko nehodovosti. (Friedland et al., 2017). Experimenty, které prováděl Flannagan v roce 1992 ukázaly, že pokud jsou světlomety dobře seřizené, nezpůsobují oslnění ať už se jedná o halogeny či HID (Fekete, Sik-Lanyi, & Schanda, 2006).

Jedince oslňuje nejčastěji malý zdroj s vysokým jasem. U řidičů dopravních prostředků nejčastěji dochází k tzv. závojevému oslnění, které je velmi nebezpečné, jelikož je také snížena zraková citlivost a ostrost. Nejpozorovatelnější je tento jev u starších osob. Toto oslnění často zapříčiňuje nejen oční aparát, ale také okolní prostředí (kouř, prach, voda, znečištěné sklo osvětlené sluncem...) (Krtilová, 1981).

4.1 Omezující = fyziologické oslnění (Disability glare)

Omezující oslnění je způsobeno ztrátou kontrastu na sítnici v důsledku velkého rozptylu světla. Následkem je snížení vizuálních funkcí a může se vyskytnout např. v noci při vzájemném míjení automobilů (Aslam, Haider, & Murray, 2007). Riziko vzniku tohoto oslnění se zvyšuje s věkem a také s výskytem šedého zákalu. Hodnota se stanovuje pomocí měření kontrastní citlivosti za normálních podmínek a při oslnění. I když obraz může být zaostřen na sítnici, působící světelný zdroj snižuje kontrast. Během dne je závojevé oslnění způsobené protijedoucím vozem sotva postřehnutelné a řidič tedy snadno rozpozná chodce, který se pohybuje na chodníku. V noci se však chodec za stejné situace může stát prakticky neviditelným (Longley, 2016).

4.2 Rušivé = psychologické oslnění (Discomfort glare)

K rušivému oslnění dochází při náhlé vysoké úrovni jasu, na kterou není lidské oko adaptováno. K oslnění může dojít buď přímým zdrojem světla nebo odrazem od jiného povrchu (Longley, 2016). Tento typ oslnění nutně nezpůsobuje snížení zrakových schopností, proto je obecně definováno spíše jako psychologický pocit způsobující rozladěnost jedince, protože jej toto oslnění obtěžuje a ruší. Cílem průmyslu je předcházet

tomuto oslnění, a to prostřednictvím výpočtu různých indexů oslnění (Kent, Fotios, & Altomonte, 2019). Těmi mohou být DGI (Daylight Glare Index) nebo DGP (Daylight Glare Probability). Mechanismus, který způsobuje rušivé oslnění však zatím není zcela znám, a proto nelze spolehlivě vysvětlit obrovskou variabilitu vnímání tohoto oslnění mezi jednotlivci pomocí některých z výše uvedených indexů (Pierson, Wienold, & Bodart, 2017).

Guth (1961) uvádí, že mezi základní faktory, na jejichž základě by měl být hodnocen komfort vidění patří: jas zdroje, velikost zdroje, úroveň předadaptačního jasu (jas, kterému jsou oči přizpůsobeny) a poloha zdroje vzhledem k normální linii vidění (prostorový úhel). Ostatní faktory, mezi které patří např. barva světla či počet zdrojů oslnění jsou součástí čtyř hlavních faktorů nebo nemají tak velký význam. Pierson et al. (2017) tyto faktory podrobněji popisují. Uvádí však, že přesná jejich definice zatím není stanovena. Jas oslnění definují jako intenzitu světelného toku, úroveň adaptace jako světelný tok, který do očí dopadá, velikost zdroje představuje úhel zdroje oslnění a index polohy je označován za korekční faktor vzhledem k rozdílnému vnímání oslnění horizontálního a vertikálního. Popisují různé další faktory, které mohou mít na vnímání discomfort glare vliv. Uvádí vliv kontextu, kam spadá např. teplota místnosti, denní doba a roční období (v jedné studii bylo zaznamenáno, že jedinci jsou na oslnění více citliví na podzim než v létě). Na straně pozorovatele jsou také mnohé faktory: věk, neuronální aktivita (aktivita neuronů ve zrakové kůře), pigmentace duhovky (lidé se světlejšíma očima jsou na oslnění citlivější – není dostatečně ověřeno), emoční a fyzický stav pozorovatele, únava a mnohé jiné. Některé z těchto faktorů i další popisujeme v Tabulce 1 na následující stránce. V poslední sloupci tabulky je vždy uvedeno, jak moc velký vliv tento faktor nejspíš má. Tato oblast ale ještě potřebuje výzkum.

Zdrojem oslnění ve dne může být okno, obloha, světlo odrážející se od jasného povrchu v zorném poli nebo umělé osvětlení. Pokud je zdrojem umělé světlo, jedná se o malý zdroj a úroveň adaptace je ovlivněna převážně jasným pozadím. V případě velkého zdroje oslnění hraje roli zorné pole a interakce mezi zdrojem oslnění a jeho okolím (Pierson et al., 2017).

Hlavním cílem výrobců automobilových světel je zvýšení viditelnosti. To má však za následek to, že světla s vyšší intenzitou způsobují oslnění u protijedoucích řidičů. Tento problém by vyřešil výběr vhodné vlnové délky, která by zvyšovala viditelnost, ale zároveň

snižovala oslnění. Citlivost na oslnění nezáleží pouze na vlnové délce světla, ale má souvislost i s barevnými kanály lidského vidění (Fekete, Sik-Lányi, & Schanda, 2010).

Faktor	Vliv
Svítivost zdroje oslnění	Jistý
Stupeň adaptace	Jistý
Kontrastní efekt	Jistý
Velikost zdroje oslnění dle pozorovatele	Jistý
Pozice zdroje oslnění dle pozorovatele	Jistý
Spektrum světla	Pravděpodobný
Pohlaví	Nulový
Věk	Jistý
Kontrastní citlivost	Nejistý
Fyzický stav	Nejistý
Emoční stav	Nejistý

Tabulka 1: Faktory potenciálně ovlivňující vnímání discomfort glare (převzato a přeloženo z Pierson et al., 2017, 333)

4.3 Vliv oslnění v dopravě

Hynek Medřický ve videu pro iDNES z 23. ledna 2020 pomocí spektrometru ukazuje, že žluté halogenové žárovky svítí v dlouhých vlnových délkách, které zajišťují nejvyšší zřakovou ostrost. Nová LED technologie, jejíž barva se rovná bílé nebo modré, svítí ve velmi krátkých vlnových délkách, což zejména u starších řidičů způsobuje závojové oslnění, protože čočka starších lidí žloutne až hnědne a nepropouští světlo krátké vlnové délky (Dvořák, & Chamer, 2020). Některé výzkumy ukazují, že mezi mladou a starší generací existují obrovské individuální rozdíly. Někdy je starší jedinec oslněn mnohem méně než mladší a obráceně (Gray, 2017).

Mnohdy může být oslnění způsobeno vadou v lidském oku. Zhoršení vidění v noci můžeme označit za noční slepotu, která způsobuje problém s přechodem z jasného na tlumené světlo, čímž sekundárně způsobuje potíže s řízením při nízkém osvětlení či ve tmě. Zhoršené noční vidění je také spojováno s věkem. Čím je člověk starší tím více jsou oslabené

svaly duhovky, zornice se zmenšuje, může docházet k šedému zákalu apod. Noční vidění také ztěžuje krátkozrakost, degenerace makuly, šeroslepota, retinis pigmentosa. I cukrovka snižuje noční vidění. Mnoho poruch, které způsobují zhoršené noční vidění se dá odstranit a účastníci dopravy se tak stávají bezpečnější sobě i okolí (Whelan, 2020).

4.4 Měření oslnění

Pro hodnocení oslnění se používají subjektivní a objektivní metody. U těch subjektivních je nutno brát v potaz, že jejich výsledky jsou ovlivněny psychickým stavem jedince, který může být citlivější nebo tolerantnější při určování míry oslnění. Proto je musíme ověřovat metodami objektivními (Šťastný, 2018).

Aby mohlo být oslnění způsobenému různými zdroji světla zabráněno, je nutno vytvořit metody, které jej budou spolehlivě měřit. Mezinárodní komise pro oslnění (CIE) chtěla hodnocení oslnění sjednotit, a proto přišla s metodou UGR (Unified Glare Rating). Na Slovensku a v České republice se používá také metoda Jana Netušila. Obě zmíněné metody nám slouží k hodnocení oslnění v interiéru. Pro hodnocení oslnění v exteriéru, zejména v dopravě, se používá de Boerova metoda (Faltus, 2011).

Je nutno říct, že standardizovaný způsob měření disability glare neexistuje, existují však různá zařízení, která věří, že tento problém objasní. Je však nutno dalšího zkoumání a ověření účinnosti těchto metod (Diep, & Davey, 2018). Míra disability glare se často stanovuje měřením kontrastní citlivosti při změně světelných podmínek např. střídání světel různé světelné intenzity (Bullough, Fu, & Van Derlofske, 2002).

UGR (Unified Glare Rating)

Tato objektivní metoda měří index úrovně oslnění dle jasu, velikosti, umístění světelného zdroje (úhel, pod kterým svítí) a jasu pozadí (Kent et al., 2019). Jedná se o objektivní metodu, kterou používají světelní designéři k řízení míry oslnění, které mohou způsobit umělá světla v interiéru např. na pracovišti. Neměří se světelný zdroj, ale hodnoty oslnění po instalaci svítidla – na základě zjištěné míry UGR se poté volí umístění svítidel, případně rozestavení pracovních stolů. Hodnoty se pohybují od 40 do 5, přičemž čím nižší UGR je zjištěno, tím menší je míra oslnění. Existují standardy (BS EN12464), které nestanovují hodnotu UGR zákonně, ale pouze doporučují její výši pro více než 280 různých situací např. UGR <19 pro kancelář či učebnu (NVC Lighting, nedat.).

Netušilova metoda

Objektivní metoda, kterou navrhl český vědec Jan Netušil na základě vlastních experimentů a pozorování. Velmi se podobá metodě UGR, existuje mezi nimi závislost a je možno výsledky z jedné metody přepočítat na tu druhou (Faltus, 2011).

De Boerova metoda

Této škále je často vytýkáno, že je hodně neintuitivní a obsahuje nejednoznačné prvky. Stupně totiž nejsou odděleny stejnými intervaly. Rozdíl mezi uspokojivým a sotva znatelným nebo rušivým a nesnesitelným je sotva patrný a každým jedincem mohou být jinak interpretovány. Většina lidí totiž intuitivně připisuje horšímu oslnění vyšší číslo, ale tato škála dělá přesný opak a nejvyšší číslo popisuje oslnění snesitelné (Tyukhova, 2015). Hodnotitel navíc často neví, co si má pod daným číslem představit také proto, že ne všechna čísla mají k sobě napsaný slovní ekvivalent (Šťastný, 2018). V Tabulce 2 můžeme vidět vývoj názvů jednotlivých stupňů oslnění společně se slovenským a českým překladem.

Škála slouží k měření oslnění v nočním venkovním prostředí. Je založena na subjektivním hodnocení, kdy jedinec na devíti stupňové škále určuje míru oslnění. Využívá se v silniční, železniční, lodní i letecké dopravě (Faltus, 2011).

Šťastný, 2018	Intenzita osvětlení [lx] (dle Faltus, 2011)	de Boer, 1967	de Boer, 1973	Schmidt-Clausen & Bindels, 1974	Bhise et al., 1975	Faltus, 2011	Šťastný, 2018
1	$\infty - 24,5$	Unbearable	Unbearable	Unbearable	Unbearable	Neznesitelné	Nesnesitelné
2	24,5 – 11,6						
3	11,6 – 5,5	Disturbing	Disturbing	Disturbing	Disturbing	Rušivé	Rušivé
4	5,5 – 2,6						
5	2,6 – 1,2	Just Admissible	Just Admissible	Just Admissible	Just Acceptable	Prijateľné	Právě přijatelné
6	1,2 – 0,6						
7	0,6 – 0,28	Satisfactory	Satisfactory	Acceptable	Satisfactory	Mierne	Vyhovující
8	0,28 – 0,13						
9	0,13 – 0	Unnoticeable	Just Noticeable	Noticeable	Just noticeable	Ledva badateľné	Neznateľné

Tabulka 2: De Boerova škála (převzato z Viktorová et al., 2020, 82)

GCM (Glare Control Mark)

Tato metoda je založena na stejné devíti stupňové škále jako de Boerova metoda (Gibbons, nedat.).

Schmidt-Clausen and Bindels metoda

V roce 1974 byl vyvinut výpočetní model pro měření discomfort glare v kontextu blízkého se světlometu automobilu. Počítá se se svítivostí zdroje, s okolním jasnem zdroje a úhlem, pod kterým světlo dopadá do lidských očí. Nevýhodou tohoto modelu je tedy nutnost přesně specifikovat tento úhel (ASSIST, 2011).

BCD (Borderline Between Comfort and Discomfort)

Tato kvantitativní metoda slouží k hodnocení discomfort glare. Hodnotitelé si mohou upravit jas zdroje předtím, než cítí, že jasnější zdroj by jim způsoboval oslnění. Je to často používáno jako screeningová metoda (Gibbons, nedat.).

CBE (Cumulative Brightness Effect)

Škála, kterou objevil Bennett zjišťuje míru oslnění od několika svítidel a pohybu vozidla (Gibbons, nedat.).

Další metody

Šťastný (2018) ve své práci uvádí další subjektivní metody pro měření oslnění. Zařazuje párovou srovnávací metodu, která je založena na porovnání oslnění od dvou zároveň působících zdrojů. Jako další zmiňuje metodu prostého označení, kdy osoba pozoruje změnu světelného podnětu do doby, než bude splněno zadané kritérium (např. dokud mu to nebude nepohodlné). „*Pro hodnocení oslnění v interiérech je nejvhodnější sedmibodová stupnice sestavená na základě Hopkinsonova kritéria, ta je založena na Sørensově metodě hodnocení oslnění, kde každá číselná hodnota má přiřazené slovní pojmenování stavu oslnění (Šťastný, 2018, 23).*“

4.5 Kontrastní citlivost

Kontrastní citlivost (dále jen KC) je schopnost, která nám umožňuje rozlišovat rozdíly v jasů a může být snížena mnoha poruchami např. glaukomem, šedým zákalem i jinými očními vadami. Na snížení kontrastní citlivosti má vliv také alkohol (Hohberger, Laemmer, Adler, Juenemann, & Horn, 2007). Je základním aspektem vidění a stanovuje hranici mezi viditelnými a neviditelnými podněty. Měřením KC je získána funkce kontrastní citlivosti, která pomáhá k porozumění různým očním (glaukom, makulární degenerace, změny způsobené stárnutím...), psychickým (deprese, autismus, schizofrenie...), ale i fyziologickým poruchám (diabetes...). Na základě této funkce můžeme předpovědět vidění

lépe než pomocí měření ostrosti. Deficity KC se totiž objevují, i když ostrost vidění je v normě (Wu et al., 2020).

Výsledky studií ukazují, že ztráta KC je přímo úměrná nízkému obsahu kyslíku v prostředí, nedostatku spánku, slabému osvětlení a oslnění. Je nutno si také uvědomit, že není důležitý vizuální výkon pouze v centrálním zorném poli, ale pro řidiče je velmi důležité také dokonalé periferní vidění, díky kterému vnímají chodce, zvířata nebo silniční značení umístěné na okraji vozovky (Wu et al., 2020). Viditelnost objektů se při nízkém slunci nebo přibližujících se světlometech v noci snižuje a objekty s nízkým kontrastem se pro řidiče mohou stát téměř neviditelnými (Gray, 2017).

Měření KC se provádí např. pomocí snadného testu FACT (Functional Acuity Contrast Test), který v klinických podmínkách slouží nejen k měření KC s oslněním a bez oslnění, ale také k měření zrakové ostrosti, disability glare a barevného vidění. Nevýhodou tohoto testu je však možnost zkreslení (Hohberger et al., 2007).

4.6 Brýle pro řidiče

Pro mnoho řidičů může být obtížné řízení za soumraku či v noci, protože dochází k oslnění, které snižuje bezpečnost jich samotných i ostatních účastníků dopravy. Mnoho společností proto začalo vyrábět tzv. brýle pro noční řízení, které mají žluté až naoranžovělé čočky či dokonce antireflexní vrstvu. Brýle fungují na principu odfiltrování modrého světla, které má velmi krátkou vlnovou délku, která pravděpodobněji působí větší oslnění. Oslnění bychom však měli zabraňovat i jinými cestami, a to například tím, že budeme udržovat čisté čelní sklo, protože prach a šmouhy mohou oslnění zesilovat. Je dobré si také pořídit dioptrické brýle s antireflexní vrstvou, a i ty udržovat v čistotě. Dalším doporučením je udržovat v interiéru automobilu tlumená světla, aby nedocházelo ke zbytečnému namáhání očí (Whelan, 2020).

Při noční jízdě často dochází k oslnění od protijedoucích vozidel. Řidičům buď celkově vadí barva světlometů, nebo nejčastěji neztlumená dálková světla či špatně seřízená světla u protijedoucích automobilů. Na základě toho byly vyvinuty speciální brýle snižující oslnění, které mají žlutou barvu, ale zatím neexistuje žádný vědecký důkaz o tom, že fungují. Přes neprokázanou účinnost je proto stále lepší zajít si na zrakové vyšetření a případně si pořídit brýle s antireflexní vrstvou, které posilují schopnost oka vyrovnat se s oslněním (Gibson, 2020). Hwang, Tuccar-Burak, & Peli (2019) upozorňují na to, že mnohdy jsou

nabízené žluté čočky spíše na škodu, protože sice dokážou snížit oslnění, ale na druhou stranu i snižují viditelnost a v mnoha případech také zpomalují vizuální reflexy. Provedli výzkum, ve kterém bylo zjištěno, že žluté brýle nijak nezlepšují detekci chodců a nebyl zjištěn rozdíl ani když chodci změnili barvu oblečení z tmavě modré na oranžovou. Výzkum byl sice realizován na malém počtu účastníků, ale vzhledem k tomu, že všichni nezaznamenali lepší vidění s brýlemi, konstatovali, že lze předpokládat statistickou významnost a s přibývajícím počtem účastníků se hladina významnosti nebude příliš lišit. Optička Skrbková (nedat.) na své internetové stránce popisuje, že žlutá clona není pro řízení v noci vhodná, protože její zabarvení je velmi intenzivní a zhoršuje viditelnost za tmy. Pro řízení v mlze či při velké oblačnosti je ale doporučuje.

Výběr takových brýlí není jednoduchý, musí splňovat mnoho parametrů, aby nebylo rušeno zorné pole řidiče a aby byl jedinec schopen s brýlemi řídit i na dlouhé vzdálenosti. V noci se vyskytuje tzv. Purkyňův jev, při kterém se citlivost oka z dlouhých vlnových délek posouvá do délek krátkých. Zornice se nám ve tmě rozšiřují, a proto jsme tolik náchylní k oslnění od světlometů protijedoucích vozidel. Nejlepším možným řešením je pořídit si kvalitní brýle s antireflexní vrstvou, která zabraňuje vytváření odlesků a odrazů a v dnešní době dokáže i filtrovat modré světlo, které způsobuje největší oslnění (Skrbková, nedat.).

4.7 Normy pro osvětlení

Parametry světlometů automobilů jsou určovány předpisy. Pro Evropskou unii platí normy ECE, které přesně definují, jaký tvar, rozložení a další parametry světla mají mít (Vlk, 2006). Tyto normy určuje Evropská hospodářská komise (EHK) a to od roku 1958. Oficiálně se předpisy nazývají „Jednotná ustanovení pro homologaci...“, kdy je předpis vždy doplněn názvem součásti nebo příslušenství (Grof, 2008).

Grof (2008, 57) ve své práci popisuje, že EHK „*předpisy pro automobilové součásti a příslušenství dělí do tří základních skupin: součásti pro aktivní bezpečnost, součásti pro pasivní bezpečnost, součásti pro ochranu životního prostředí.*“ Většina vydaných předpisů spadá do kategorie aktivní bezpečnost (např. EHK 7, EHK 8, EHK 19, EHK 20, EHK 38, EHK 48). Do kategorie pasivní bezpečnost spadá např. EHK 4. Předpisy je možno přehledně najít a případně zakoupit na webových stránkách společnosti TÜV SÜD, která se zabývá otázkami bezpečnosti, zabezpečení a udržitelnosti. Odkaz, na kterém je možno dohledat a zakoupit integrované české překlady norem EHK je umístěn v seznamu literatury na konci diplomové práce (TÜV SÜD, nedat.).

5 VÝZKUMY

Vliv oslnění na dopravní bezpečnost a komfort řidičů je v centru zájmu zainteresovaných osob, které se podílejí na konstrukci automobilových světel. Mnohdy se však nechají strhnout spíše módními trendy než praktičností, a proto je tato problematika velmi diskutována.

Je zřejmé, že nikdy nebude vyhověno všem, jelikož každý jedinec preferuje něco jiného. Jedna skupina bude zarytě tvrdit, že nejlepší jsou žlutá světla a druhý tábor bude jako lepší shledávat světla bílá. První studie selektivních žlutých světel, která byla do světlometů instalována od 30. letech 20. století ukázaly, že žlutá barva méně oslňuje řidiče a poskytuje dobrý výhled i za deště, sněhu a mlhy (Conboy, 2020). Žluté světlo má delší vlnovou délku než světlo bílé či modré, a proto je za tmy lidským očím mnohem příjemnější. Bonusem je také to, že např. při dešti se od vody neodráží tak snadno jako modré a bílé světlo čímž poskytuje řidičům za zhoršených viditelnostních podmínek jasnější výhled na vozovku (BIMMERTips, 2018).

Na řízení má obrovský vliv vidění, jak už jsme v naší práci několikrát zmiňovali. Vyšetření zrakové ostrosti a zjištění, zda je v normě pro řízení automobilu je v mnoha státech zákonem požadováno. Kaido, Matsutani, Negishi, Dogru, & Tsubota (2013) proto v Japonsku provedli průřezovou studii na 124 řidičích. Byly zahrnuty tři věkové kategorie: mladší řidiči (21-39 let), řidiči středního věku (40-59 let) a starší řidiči (60-77 let). Pomocí Testu zrakové ostrosti, Testu cesty a také Dotazníku o vizuálním výkonu během řízení po rychlostní silnici bylo potvrzeno, že starší řidiči mohou přechodně ztrácet zrakovou ostrost během řízení. Studie také přinesla data, která ukazovala, že lidé nad 60 let dvakrát častěji trpí očními vadami (katarakta, suché oko, makulární degenerace, glaukom) než jedinci mladší, což má samozřejmě vliv na snižování zrakové ostrosti a bezpečnost jízdy.

Velkým otazníkem jsou pro všechny brýle na řízení, které by měly redukovat oslnění převážně odfiltrováním modrého světla světlometů. Ve výzkumu, který provedl Friedlant et al. (2017) byli srovnáni účastníci vlastníci řídicí průkaz ve dvou skupinách: mladší (18-39 let) a starší (40-80 let). Pokud jedinci nosili čočky nebo dioptrické brýle, měli je nasazené i při experimentu. Byl pozorován rozdíl v oslnění mezi HID světlomety a klasickými žárovkami = halogeny. Účastníci experimentu byli usazeni na automobilový simulátor (mohli si i upravit polohu sedadla, byla zde brzda, volant, pedály...), který měl co nejvíce připomínat reálnou jízdu. Na levé straně byl umístěn dopravník s HID (4 300 K) a halogeny

(3 200 K), které měly simulovat protijedoucí vozy. Všude okolo byly černé závěsy, a to i na zemi a na stropě, aby byla co nejvíce simulována jízda ve tmě. Výzkumníci testovali účinek dvou druhů nových polarizovaných brýlí: modré, které by měly omezovat oslnění a brýle žluté, které by měly snižovat zrakové deficity způsobené oslněním. Bylo ukázáno, že u mladších i starších modré brýle oslnění opravdu omezovaly, u starších byl tento efekt více patrný. Každý účastník dostal určité brýle a instrukce o tom, že má následovat zelené auto na obrazovce před ním. Jakmile se auto změní na červené a začne červeně blikat obrazovka, je úkolem účastníka co nejrychleji sešlápnout brzdu, pokud účastníci kdekoliv na obraze uvidí veverka, mají za úkol zatroubit – tímto byl zjišťován jejich reakční čas. Během celého experimentu byl v pohybu také dopravník s HID a halogeny, které jedince oslňovaly. Bylo potvrzeno, že HID světlometry sice zlepšují výhled, ale také více oslňují, pokud jsou umístěny na protijedoucím vozidle.

Ueda, Nawa, Yukawa, Taketani, & Hara (2006) z lékařské univerzity Nara v Japonsku se rozhodli ověřit tvrzení, že dilatace neboli rozšíření zornic může mít vliv na jízdní výkon. Výzkumu se zúčastnilo 30 jedinců s dilatací zornic a 15 jedinců v kontrolní skupině bez dilatace. Schopnost rozpoznat pohybující se cíl na horizontální rovině je ovlivněn kvalitou dynamické zrakové ostrosti (DVA). Experimentem bylo zjištěno, že DVA je lepší u mladších lidí nebo u cílů vykazujících vysokou svítivost. Jelikož řidič motorového vozidla vlastně „řídí očima“, je nutné zkoumat, co jeho jízdu ovlivňuje (např. zraková ostrost, kontrastní citlivost a akomodace...). Závěrečná data z japonského výzkumu ukázala, že při dilataci zornic bylo zlepšeno vidění. Přisuzováno to bylo tomu, že díky zvětšeným zorničkám bylo zlepšeno i periferní vidění.

Wu et al. (2020) ve své studii, kde byl zkoumán účinek stálého a přechodného oslnění popsali, že stálé oslnění více snižuje vidění, ale nezpůsobuje takovou zrakovou nepohodu jako oslnění přechodné. Zároveň bylo zjištěno, že při oslnění dochází k většímu narušení centrálního vidění než toho periferního. Na základě výsledků této studie můžeme bychom mohli potvrdit, že jedinci s dilatací s dilatací zornic za volantem mnohdy vidí lépe.

Jelikož v naší diplomové práci zkoumáme oslnění spíše od automobilových světel, zmiňujeme tento experiment jen jako jakousi možnou paralelu s různými barvami automobilového osvětlení. Gray (2017) ve své studii zkoumal vliv oslnění ve dne. V mnoha případech totiž řidiče nepříjemně a nebezpečně oslňuje samotné Slunce. Úkolem participantů bylo provést nebezpečný manévr v podobě odbočení doleva na křižovatce. Toto

odbočení bylo v Evropě v roce 2002 příčinou dopravních nehod v 15 % z celkového počtu. Řidiči jsou mnohdy i za příznivých podmínek neschopni správně odhadnout čas k odbočení. V experimentu byl zkoumán také vliv kontrastu protijedoucího automobilu. Mladší řidiči (19-29 let) ve 37 případech ze 144 špatně odbočili, pokud působil zdroj oslnění a protijedoucí automobil byl tmavě šedý (nízký kontrast). Pokud bylo auto bílé (vysoký kontrast) udělali pouze 12 chybných odbočení. Pokud nebyl přítomen zdroj oslnění, byla četnost špatných odbočení v této skupině mizivá. Starší řidiči (45-60 let) při šedém automobilu a oslnění odbočili špatně v 35 případech, při bílém automobilu v 19. Bez oslnění byla četnost špatných odbočení také ojedinělá. V konečné fázi nebyl velký rozdíl mezi mladší a starší skupinou řidičů, jelikož starší řidiči nejezdí tak riskantně. Rozdíl byl pouze v reakčním čase, který byl o něco málo nižší u mladší skupiny.

Schreuder (1976) ve své publikaci rozebírá otázku, zda preferovat žlutou barvu světel před světly bílými. U žárovek, které filtrují modré světlo dochází ke ztrátě zhruba 15 % světelného toku. Prezentuje také, že statická zraková ostrost je stejná pro žluté i bílé světlo. Výzkumníci také uvádí, že doba nutná k zotavení po oslnění těmito zdroji je téměř stejná. Žluté světlo za zhoršených viditelnostních podmínek poskytuje větší rozptyl, a proto by se dalo konstatovat, že je za těchto podmínek lepší než to bílé. I zde však uvádí, že rozdíl je prakticky zanedbatelný a světla jsou tedy ekvivalentní. Dle něj tedy nezávisí až tak na barvě světel a preferenci spotřebitelů, ale spíše na výrobcích automobilů, jaké barvy světel do svých vozů umísťují.

Oftalmoložka Kalandrová v rozhovoru pro Lidovky.cz uvádí, že oku neškodí bílá ani modrá světla, ale jsou lidem více nepříjemná a oslňují je. Konstatuje však, že zajišťují větší bezpečnost provozu, jelikož mají větší dosvit. Díky této vlastnosti poskytují lepší výhled a zároveň jsou auta s těmito světly viditelná pro ostatní účastníky dopravy z větší dálky. Kvůli vyšší míře oslnění od těchto světel je však nutné dbát na kontrolu jejich seřízení ještě více než u klasických žlutých žárovek (Pavlíková, 2018).

Při dlouhé jízdě v kteroukoliv denní dobu dochází ke snižování bdělosti. Epidemiologický výzkum dokonce ukázal, že existuje vyšší pravděpodobnost dopravní nehody v určité denní a noční doby. Nejvíce dopravních nehod se stává mezi 3-5 hodinou ranní, kdy je úroveň bdělosti minimální. Rodríguez-Morilla, Madrid, Molina, & Correa (2017) na základě těchto informací ve svém experimentu, kde simulovali noční jízdu zjistili, že modré světlo sice zvyšuje fyziologické vzrušení, ale nedokáže zvýšit behaviorální výkon

v nočních hodinách. Naopak bylo zjištěno, že při působení modrého světla se řidiči dopouští více chyb v jízdě než při působení světla žlutého. Údaje tedy naznačují, že vyšší nabuzení organismu vyvolané světlem nemusí nutně korelovat s lepší pozorností a menší chybovostí. Dokonce se ukázalo, že by toto nadměrné nabuzení naopak mohlo zhoršit plnění úkolů vyžadujících vysokou míru přesnosti (čím řízení v mnoha případech je).

Jednou z hojně využívaných stupnic k měření subjektivního vnímání discomfort glare je Hopkinsonova stupnice. V experimentu, který provedli Kent, Fotios, & Altomonte (2018) měli účastníci sami hodnotit to, jak vnímají oslnění stupňujícího se jasu zdroje. Zaznačit měli čtyři úrovně: 1. nepostřehnutelné, 2. přijatelné, 3. nepříjemné, 4. nesnesitelné. Nepostřehnutelná úroveň jasu nutně nepůsobí oslnění, ale dokáže přitáhnout naši pozornost od vykonávaného úkolu. Jedinec by při přijatelné úrovni dokázal pod působením tohoto jasu zhruba jeden den pracovat, ale nejspíš by po určité době vyhledával způsob, jak jej omezit. Nepříjemné oslnění bylo definováno jako to, při kterém by člověk dokázal pracovat zhruba půl hodiny. Poslední úroveň, označována jako nesnesitelná už jedinci zabraňuje v jakékoliv práci a vyhledává zdroje s nižším jasem. Aby bylo co nejvíce zabráněno možnému špatnému pochopení úrovní, byly prezentovány 3 druhy testu, a to ve vzestupném, sestupném nebo střídavém pořadí působícího jasu. To znamená, že buď začal působit nejméně oslňující zdroj a postupně intenzita stoupala nebo naopak. V posledním typu testu byly intenzity náhodně zesilovány či zeslabovány. Každá část testu trvala 30 minut a jedinec měl za úkol označit různé intenzity jasu pomocí 4. úrovní oslnění. Nebyl zaznamenán nějaký velký rozdíl v označování mezi 1. a 2. úrovní, největší rozdíly byly znatelné mezi 3. a 4. úrovní, kde se vyskytovaly vyšší jasy, které jedinci brání ve výkonu úkolu. Ukázalo se, že jedinci se v hodnocení oslnění liší na základě hodnoty předadaptačního jasu (jasu, na který se oko nejprve adaptovalo).

VÝZKUMNÁ ČÁST

6 VÝZKUMNÝ PROBLÉM A CÍLE VÝZKUMU

Ve výzkumné části diplomové práce prezentujeme data, která byla získána pomocí našeho dotazníku. Z dat těžíme informace, které jsou nutné ke splnění cílů naší závěrečné práce. Výstupem našich výsledků jsou nejen odpovědi na námi stanovené hypotézy, ale také přehled pro výrobce světlometů, jakým směrem se ve výrobě dále ubírat. S oslněním se účastníci dopravy setkávali v minulosti a setkávají se i dnes, proto jsme se rozhodli zmapovat, jak je to s oslněním na českých silnicích v dnešní době a dozvědět se něco o tom, jak vnímají řidiči bezpečnost provozu.

6.1 Výzkumný problém

Zajistit co největší bezpečnost na českých silnicích je přáním snad všech lidí, kteří se pohybují v oblasti dopravy. Za značnou část bezpečnosti na silnicích jsou zodpovědné světlomety vozů, které doslova osvětlují řidičům okolí vozu. Tím poskytují potřebné informace, které se dějí nejen před, ale i okolo vozu. Jejich hlavním úkolem je zajistit dostatečný výhled z vozu a umožnit včas rozpoznat možné nebezpečí (např. brzdící automobil nebo chodce, cyklisty, zvířata pohybující se v bezprostřední blízkosti vozu...). Obrovským problémem je však oslnění, které ať chceme či nechceme světlomety způsobují a zabraňují tak řidičům mít 100% kontrolu nad vozidlem a způsobují diskomfort.

S vývojem nových technologií se očekává, že oslnění bude stále více na ústupu. Trendem dnešní doby a znakem modernosti jsou však HID, a hlavně LED zdroje produkující bílé až modré světlo, které nahrazuje původní žluté halogenové žárovky. Jelikož je lidskému oku spektrum světla produkovaného LED a xenonovými zdroji nepřírozené, může ho v mnoha případech oslňovat mnohem více než žluté halogenové žárovky. Předpokládá se, že s vynálezem adaptivních světlometů, které dokážou upravovat jas tak, aby zajistily co největší výhled a zároveň co nejméně oslňovaly protijedoucí vozy by se tomu dalo zabránit. Bude však ještě nějaký čas trvat, než tyto chytré světlomety na českých silnicích zcela nahradí ty původní.

6.2 Cíle výzkumu

Jedním z našich hlavních cílů je zajistit, aby se řidiči v budoucnu s oslněním setkávali co možná nejméně a silniční doprava se tak stala co nejvíce bezpečnou. Z toho důvodu výstupy z výzkumu poskytneme výrobcům světlometů a Ministerstvu dopravy ČR.

Práce si tedy klade za cíl zmapovat, **jak často se řidiči s oslněním setkávají, která světla je oslňují nejvíce, která jim naopak poskytují nejlepší výhled** a případně mezi nimi najít jakýsi kompromis, který by vyhovoval oběma stranám.

Dílčím cílem této práce je zjistit, jaké **strategie řidiči uplatňují, aby předcházeli oslnění, zda existuje souvislost mezi preferovaným barevným spektrem a oslněním.** Na to nasedá náš zájem zjistit, zda je **souvislosti také mezi tím, jaké světlomety mají řidiči ve voze, se kterým nejčastěji jezdí a oslněním.** Dále prezentujeme obecně informace o tom, zda jsou řidiči ochotni připlatit si za kvalitnější osvětlení, zda jim záleží jen na jejich výhledu nebo i na tom, jaké důsledky mají světla jejich automobilu na ostatní účastníky dopravy. Obecně tedy mapujeme samotné chování lidí při výběru světel do nového automobilu.

7 FORMULACE VÝZKUMNÝCH HYPOTÉZ

Tato kapitola představuje výzkumné otázky a hypotézy, na které budeme výzkumem hledat odpovědi. Je nutné zjistit, která světla řidiče oslňují nejvíce a která naopak nejméně. Chceme zjistit také to, zda existuje souvislost mezi preferovaným barevným spektrem a oslněním. Dále je nutno ověřit, která světla nejvíce vyhovují řidičům z hlediska výhledu na vozovku a v neposlední řadě je naším zájmem zjistit, co dělají řidiči pro to, aby oslnění předcházeli.

Z toho důvodu jsme formulovali následující výzkumné otázky:

- **VO1: Jak často řidiči zažívají oslnění?**
- **VO2: Která světla oslňují řidiče na českých silnicích nejvíce?**
- **VO3: Která světla čeští řidiči preferují?**
- **VO4: Co dělají řidiči pro to, aby předcházeli oslnění?**

V souvislosti se stanovenými výzkumnými otázkami jsme se ještě rozhodli ověřit konkrétní hypotézy:

- **H1a: Existuje souvislost mezi barevnou preferencí a barvou světla, kterou řidiči udávají jako z hlediska oslnění nejhorší.**
- **H1b: Existuje souvislost mezi barevnou preferencí a barvou světla, kterou jsou řidiči subjektivně více oslňováni.**
- **H2a: Existuje souvislost mezi typem světél, která mají řidiči ve svých vozech a barvou světla, kterou udávají jako z hlediska oslnění nejhorší.**
- **H2b: Existuje souvislost mezi typem světél, která mají řidiči ve svých vozech a barvou světla, kterou jsou subjektivně více oslňováni.**

V dotazníku směřovaly k barevnému ladění světél, která řidiče oslňují dvě otázky, a proto se hypotézy a i b zdánlivě opakují. Jedna z otázek využívá obrázky různých barev „světelných zdrojů“ ve formě binů (H1a) a druhá slovně popisuje barvu (H1b). Chceme také zjistit, zda se výsledky těchto dvou hypotéz budou shodovat. Totéž platí i pro hypotézy H2a a H2b, ve kterých chceme zjistit, zda existuje souvislost mezi oslněním a typem světlometů, které řidiči ve svém voze reálně mají.

8 METODOLOGICKÝ RÁMEC VÝZKUMU

V této kapitole diplomové práce se věnujeme metodologickému rámci a použitým výzkumným metodám. Popisujeme tvorbu dotazníku vlastní konstrukce, metodu sběru dat a následnou analýzu. Na konci kapitoly se také zabýváme etickými aspekty našeho výzkumu.

Design výzkumu byl zvolen kvantitativní z hlediska nutnosti oslovit co nejvíce řidičů, kteří by se s námi podělili o jejich zkušenost s oslněním. Součástí dotazníku byla také sekce pro cyklisty jejíž výsledky však byly zpracovány v rámci jiného projektového výstupu. Typem výzkumu je orientační (mapující) studie. Získali jsme určité hodnoty, které nám mapují, jaká je zkušenost řidičů s oslněním na českých silnicích a z nich jsme nakonec vyvodili závěry našeho výzkumu.

8.1 Metody tvorby dat

Pro tvorbu dat byl zvolen nestandardizovaný dotazník vlastní konstrukce, který byl zaměřen na zkušenost řidičů s oslněním na českých silnicích. Dotazník byl zvolen z důvodu záměru výzkumu a potřeby dostatečného množství respondentů pro tvorbu závěrů. Ke sběru dat byla využita online platforma Google, což nám umožnilo získat dostatečné množství respondentů.

Dotazníkové šetření bylo součástí výzkumného projektu s názvem „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“, který byl realizován na Katedře psychologie Univerzity Palackého v Olomouci. V úvodu dotazníku se nacházely položky zaměřené na demografické údaje, následně byl rozdělen dle zvolené role účastníka v dopravě zvláště na dotazník pro cyklisty a pro řidiče motorových vozidel (osobní automobil, nákladní automobil nebo autobus, motorka nebo moped). Sekce pro cyklisty byla složena ze 13 otázek, které byly členěny ještě do podotázek. Sekce pro řidiče se skládala z 15 otázek + podotázek. Poslední, společná sekce dotazníku obsahovala 10 otázek zaměřených na to, která barva světla řidiče/cyklisty oslňuje nejvíce, který typ světla je oslňuje nejvíce (mlhová, dálková...) a který typ světla jim nejvíce vyhovuje z pohledu řidiče (žárovky, xenony, LED). Celková forma dotazníku je k nahlédnutí v Příloze č. 3.

Respondenti odpovídaly na položky Likertova typu, ale také na otevřené otázky i trichotomické otázky s volbou ANOXNEXNEVÍM. Součástí byly i výčtové otázky, kdy byla možnost zvolit více odpovědí, ale vyskytovaly se zde také otázky výběrové, s nucenou volbou. Objevily se i položky s odpověďmi ve formě obrázků.

Dotazník nebyl pro respondenty velmi časově náročný a setkali jsme se s ochotou jej vyplnit. Nejvíce „nedostupnou“ skupinou pro nás byli řidiči nákladních vozidel, autobusů, motorek a mopedů. Data byla sbírána 10 měsíců, a to od počátku února 2020 do konce listopadu 2020. Dotazník byl šířen ve dvou vlnách. Záměrem bylo dotazník rozšířit v době změny na zimní čas, kdy se řidiči pohybují častěji za tmy. Nejvíce respondentů však bylo získáno během té první, která probíhala do poloviny října. Je nutno brát v potaz, že sběr dat byl ovlivněn současnou epidemiologickou situací kolem COVID, což více rozvádíme v Diskuzi.

8.2 Metody zpracování a analýzy dat

Data, která byla potřebná k vyhodnocení výzkumných otázek byla zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel skrze deskriptivní statistiky. Byly zde vytvořeny veškeré tabulky prezentující výsledky. Pro hodnocení hypotéz byla data vložena a následně analyzována pomocí statistických testů chí-kvadrát v programu Statistica 12.

Pro ověření VO3 bylo navíc nutné okódotovat odpovědi, následně je rozdělit do kategorií a spočítat frekvence výskytu těchto kategorií. Bylo vytvořeno celkem 12 kategorií, kdy každá představovala, co řidiči dělají pro to, aby předcházeli oslnění. Otázka mohla být pochopena více způsoby, proto jsme je ve výsledné tabulce přehledně oddělili na to, jak řidiči předchází oslnění od ostatních vozidel (jedoucích proti nim nebo za nimi), a na to, co dělají oni sami, aby neoslňovali ostatní účastníky dopravy.

K vyhodnocení hypotéz H1b a H2b bylo nutno také sloučit odpovědi do kategorií. Otázka „*Světla, která Vás na silnicích v ČR nejčastěji oslňují, mají barvu:*“ zahrnovala odpovědi: „*spíše do oranžova, žlutou, jasně bílou, spíše do modra*“. Vzhledem k tomu, že kategorie „spíše do oranžova“ byla velmi málo zastoupená, došlo k jejímu sloučení s kategorií „žlutá“. Zároveň většina řidičů uváděla, že je nejvíce oslňována světly bílými a zároveň modrými. Pro ověření hypotézy byly tedy odpovědi sloučeny a celkem byl analyzován vztah mezi preferencí barevného spektra a dvěma kategoriemi: „*žlutá a oranžová*“ a „*bílá a modrá*“. Poté jsme mohli zjistit, zda existuje souvislost mezi

preferenci barevného spektra a tím, jaké barvy světel řidiče subjektivně nejvíce oslňují. Také jsme mohli ověřit druhou hypotézu, zda je souvislost i mezi světly, která mají řidiči ve svých vozech a oslněním. Abychom mohli vyhodnotit hypotézy H2a a H2b, vytvořili jsme tři kategorie odpovědí: halogen, xenon, LED a respondenty, kteří nevěděli, která světla jejich vozidlo má, jsme z ověřování zcela vyřadili. Další postupy vyřazování jedinců jsou popsány detailněji u ověřování každé z hypotéz.

8.3 Etické aspekty výzkumu

Respondenti nebyli nijak klamáni a jejich účast ve výzkumu byla zcela dobrovolná. V hlavičce dotazníku byli informováni o záměrech a cílech výzkumu a následné publikaci výsledků (v rámci projektových výstupů, diplomové práce, sestavení doporučení pro Ministerstvo dopravy ČR a výrobce automobilových světlometů). Byli také ujištěni o anonymitě jejich odpovědí, měli možnost kdykoliv z výzkumu dobrovolně odejít a neodeslat své odpovědi.

Dotazník byl po získání dostatečného počtu respondentů uzavřen, data bezpečně uchována a využita k již zmiňovaným účelům. K datům neměl přístup nikdo jiný než realizátoři výzkumu. Respondenti nebyli k vyplnění dotazníku nuceni a nemotivovala je žádná hmotná či nehmotná odměna. Vyplňovali jej čistě ze svého zájmu a ochoty podílet se na budoucím směru vývoje automobilových světel a bezpečnosti na silnicích.

Jedincům byly také sděleny e-mailové adresy, na které se mohli v případě dotazů kdykoliv obrátit. Nikdo z nich této možnosti nevyužil.

8.4 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořili řidiči motorových vozidel (osobních a nákladních automobilů, autobusů, motorek a mopedů) napříč celou Českou republikou. Respondenti byli vybíráni pomocí metody sněhové koule (FB stránky, spolužáci, známí, rodinní příslušníci, univerzitní e-mail...). Tato metoda se osvědčila jako účinná, získali jsme celkem 560 řidičů.

Následovalo třídění dat. Ve výzkumném souboru se vyskytovalo velmi málo řidičů motorek, mopedu, nákladních automobilů a autobusů. Z toho důvodu jsme nakonec nepřistoupili k porovnávání rozdílů v míře oslnění mezi skupinami, jelikož by to nepřineslo žádné signifikantní výsledky. Tři respondenti neposkytli souhlas se zpracováním osobních údajů a u čtyř dalších se neshodovala doba, po kterou bylo možno řídit motorové vozidlo

(uváděli nižší věk než počet let, po které řídí). Ve výzkumném souboru nakonec zůstalo 540 řidičů automobilů, 6 řidičů nákladního automobilu nebo autobusu, 7 řidičů motorky či mopedu.

Celkem tedy soubor tvořilo 553 řidičů a řidiček motorových vozidel. Detailnější informace o výzkumném souboru popisujeme v Tabulce 3 která ukazuje, že genderově byl soubor vcelku vyvážený a mužský soubor byl v průměru o necelé 3 roky starší než ženský.

	počet	průměr	sm. odchylka	minimum	maximum
Muži	256	33,4	12,29	18	80
Ženy	297	30,81	10,88	18	70
Celý soubor	553	32,01	11,62	18	80

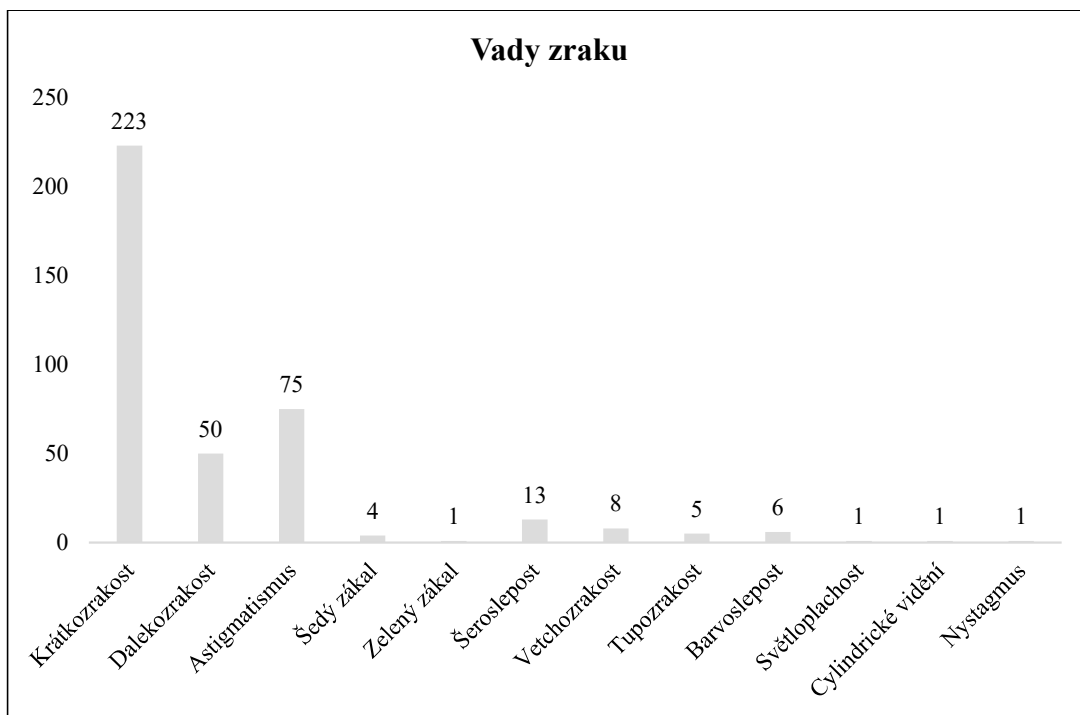
Tabulka 3: Popisné charakteristiky souboru řidičů z hlediska věku

Celkem 42 jedinců z celého souboru uvedlo, že pracuje v oblasti automobilové nebo světelné techniky. V Tabulce 4 data prezentujeme detailněji. Vidíme, že 36 jedinců pracovalo v oblasti automobilové techniky (z toho polovina i v oblasti světelné techniky). Pouze v oblasti světelné techniky pracovalo 6 respondentů.

	ANO	NE
Pracujete v oblasti automobilové techniky?	36	517
Pracujete v oblasti světelné techniky?	24	529
Pracujete zároveň v obou oblastech?	18	535

Tabulka 4: Popisné charakteristiky souboru z hlediska oblasti práce

Respondentů jsme se také ptali, zda trpí nějakými očními vadami. Byla možnost vybrat více odpovědí, proto čísla převyšují celkový soubor 553 respondentů. Z celkového počtu 241 respondentů uvedlo, že netrpí žádnou oční vadou. Zbytek zmiňovaných vad společně s výskytem je uveden v Grafu 1. Téměř polovina respondentů (213) také uvedla, že nosí brýle, přičemž 37 z nich má filtr modrého světla, 120 jej nemá a 56 neví.



Graf 1: Vady zraku, kterými řidiči motorových vozidel uvedli, že trpí

9 VÝSLEDKY VÝZKUMU

V této kapitole prezentujeme výsledky našeho výzkumu. Nejprve se zaměříme na zodpovězení námi stanovených výzkumných otázek, dále ověříme hypotézy a ve třetí podkapitole představíme tabulku s výsledky z obecné části dotazníku, která se skládala z 15 otázek.

9.1 Zodpovězení výzkumných otázek

V následujících podkapitolách prezentujeme odpovědi na naše výzkumné otázky. Ke každé tabulce se pro lepší přehlednost v krátkosti vyjádříme o tom, co je jejím hlavním účelem. Všechny výsledky detailněji rozebíráme a komentujeme v Diskuzi.

VO1: Jak často řidiči zažívají oslnění?

V Tabulce 6 můžeme vidět, že oslnění protijedoucím vozidlem zažívá minimálně 1x týdně nebo častěji více než polovina z celkového počtu respondentů.

Jak často zažíváte oslnění protijedoucím vozidlem?				
téměř denně	min. 1x týdně	min. 1x měsíčně	několikrát do roka	téměř nikdy
137	163	132	103	18

Tabulka 6: Četnost oslnění

Tabulka 7 ukazuje, jak často zažívají řidiči oslnění na různých typech silnic. Čísla by na první pohled mohla mást, že k oslnění nejčastěji dochází ve městech a na silnicích I. tříd, naopak nejméně na dálnicích. Po převedení na procenta však vyšlo najevo, že v četnosti oslnění na různých typech silnic neexistují velké rozdíly.

Oslnění zažívám:						
typ vozovky	celkem	téměř denně	min. 1x týdně	min. 1x měsíčně	několikrát do roka	téměř nikdy
Dálnice	229	62 (27, 1 %)	76 (33, 2 %)	48 (21, 1 %)	37 (16, 2 %)	6 (2, 6 %)
I. Třída	367	96 (26, 2 %)	116 (31, 6 %)	82 (22, 3 %)	65 (17, 7 %)	8 (2, 2 %)
II. nebo III. Třída	325	92 (28, 3 %)	94 (28, 9 %)	77 (23, 7 %)	53 (16, 3 %)	9 (2, 8 %)
Ve městě	373	96 (25, 7 %)	115 (30, 8 %)	86 (23, 1 %)	66 (17, 7 %)	10 (2, 7 %)

Tabulka 7: Četnost oslnění na různých typech silnic

VO2: Která světla oslňují řidiče na českých silnicích nejvíce?

Nejčastěji řidiče oslňují světla bílá a modrá, jak můžeme vyčíst v Tabulce 8. Žlutá a oranžová světla dle výsledků oslnění v takové míře nezpůsobují. Jelikož řidiči odpovídali, že je často zároveň oslňují bílá a modrá světla, sloučili jsme je do jedné kategorie.

Světla, která vás na silnicích v ČR nejvíce oslňují, mají barvu:				
bílá a modrá	žlutá	oranžová	všechna	nevím
474	65	7	4	3

Tabulka 8: Barva světel, která nejčastěji oslňují

Následující Tabulka 9 nám prezentuje to, jaká světla řidiči označovali z pohledu oslnění jako nejhorší na základě obrázků binů různých barev (žlutá, bílá, modrá; viz otázka 35 v Příloze č. 3). Můžeme vidět, že pro naše respondenty jsou za tato světla označovány xenony. Nad tímto se však můžeme pozastavit. Xenonová světla se v českých vozech nevyskytují tolik, aby s nimi řidiči měli takovou zkušenost. Předpokládáme, že řidiči spíše nedokážou rozlišit mezi LED a xenonovými světly, protože mnohdy jsou i LED světla, která se na českých silnicích vyskytují více, lehce zabarvena do modra.

Který typ protijedoucích světel je pro Vás z pohledu oslnění nejhorší?			
halogen	LED	xenon	nevidím rozdíl
59	99	366	29

Tabulka 9: Nejhorší typ světel z pohledu oslnění

Dálková světla se ukázala jako nejčastější zdroj oslnění, jak ukazuje Tabulka 10. Varovným zjištěním je však to, že ve velké míře řidiče oslňují i světla potkávací. Důvodem zřejmě může být to, že nová moderní světla svým jasem velmi převyšují klasické žárovky a řidičům se tak i potkávací světla mohou jevit jako dálková.

V ČR Vás oslňují vozidla především světly:		
dálkovými	potkávacími	nevím
270	246	37

Tabulka 10: Světla, která nejčastěji oslňují

Jak můžeme vidět v Tabulkách 11 a 12, řidiče nejčastěji oslňují nová moderní osobní a SUV vozidla. K častému oslnění dochází i od dodávek a nákladních vozidel, což lze připisovat vyššímu umístění světel vzhledem k výšce sedu řidičů osobních automobilů.

V ČR Vás oslňují zejména:					
osobní vozidla	SUV	dodávky	nákladní vozidla	nevím	žádná
364	311	174	136	24	5

Tabulka 11: Typ nejčastěji oslňujících vozidel

Vozidla, která Vás oslňují, vypadají nejčastěji jako:		
nová moderní vozidla	starší vozidla	nevím
407	62	84

Tabulka 12: Vzhled nejčastěji oslňujících vozidel

VO3: Která světla čeští řidiči preferují?

Na základě odpovědí z otázky 49 (viz Příloha č. 3), která obsahovala obrázky s výhledem od různých typů světlometů, můžeme v Tabulce 13 vidět, že nejméně preferovaným výhledem je ten, který poskytují žárovky. Naopak nejčastěji řidič preferují výhled s xenonovými či LED světly, kdy je na obrázcích v dotazníku pouhým okem viditelné, že díky svým vyšším jasům zprostředkovávají delší dosvit a s tím spojenou lepší viditelnost.

Preferuji výhled se světlomety:			
halogen	xenon	LED	nevidím rozdíl
184	176	160	33

Tabulka 13: Preference výhledu

V Tabulce 14 můžeme nahlédnout na to, že v obrovské míře naši respondenti preferují spíše teplejší barevné spektrum, zahrnující žluté a oranžové odstíny barev.

Preferujete teplejší nebo studenější barvy?	
teplejší (žlutá, oranžová...)	studenější (bílá, modrá...)
398	155

Tabulka 14: Preference barevného spektra

Když se podíváme na kontingenční Tabulku 15, můžeme z ní vyčíst, že nejvíce respondentů má ve svých vozidlech zabudované žárovky a zároveň to, že většině z nich dostatečně osvětlují vozovku. LED a xenonová světla se obecně na našich silnicích zatím vyskytují v menší míře, což ostatně potvrzují i námi získaná data. Respondentů, kteří mají tento typ světel je menšina (zhruba 20 % z celého souboru).

Vaše současné světlomety podle Vás svítí					
typ předních světel	dostatečně	nedostatečně	oslňují	svítí více, než bych potřeboval/a	celkový součet
Halogen	319	46			369
Xenon	50	3		1	54
LED	51		1		52
Bixenon	3				3
Nevím	64	11			75
Celkový součet	487	60	1	5	553

Tabulka 15: Přehled kvality osvětlení od světlometů, které mají jedinci ve svých vozech

VO4: Co dělají řidiči pro to, aby předcházeli oslnění?

Tabulka 16 na další straně prezentuje odpovědi na čtvrtou výzkumnou otázku, která se zaměřovala na strategie, kterými řidiči přechází oslnění. Strategií je mnoho a vidíme, že se vesměs opakují. Limity této otázky rozebíráme podrobněji v Diskuzi.

Co Vy sami děláte pro to, abyste předcházeli oslnění?		
Oslňují mě protijedoucí vozidla	nekoukám se do světlometů protijedoucího automobilu	80
	"problíknu" protijedoucí automobil	25
	zpomalím	14
	přimhouřím oči	13
	nasadím si brýle (s filtrem/sluneční)	9
	sklopím stínítko	2
Oslňují mě vozidla za mnou	manipuluji se zpětným zrcátkem/mám na něm filtr	36
	nechám se předjet	2
Nechci oslňovat ostatní účastníky dopravy	vypnu dálková světla	162
	pravidelně seřizuji světlomety	80
	mám adaptivní světlomety	5
	udržuji odstup za autem přede mnou	8

Tabulka 16: Přehled toho, co dělají řidiči, aby předcházeli oslnění

9.2 Ověření hypotéz

V podkapitolách prezentujeme data ze statistického ověření našich hypotéz. Popisujeme, na jakém vzorku byly hypotézy testovány a proč. Grafy do výsledků ani do Diskuze záměrně neprezentujeme, protože by nepřinesly jiné informace než tabulky.

H1a: Existuje souvislost mezi barevnou preferencí a barvou světla, kterou řidiči udávají jako z hlediska oslnění nejhorší.

Tato hypotéza byla ověřována na 524 respondentech, protože jsme z celkového počtu odstranili respondenty, kteří uvedli, že nevidí rozdíl mezi tím, jaká barva světla je pro ně z pohledu oslnění nejhorší. Čtyřpolní Tabulka 17 prezentuje četnosti odpovědí v jednotlivých kategoriích.

spektrum	bílá a modrá	žlutá	CELKEM
Teplejší (žlutá, oranžová...)	356 (75,56 %)	26 (44,07 %)	382 (72,90 %)
Studenější (bílá, modrá...)	109 (23,44 %)	33 (55,93 %)	142 (27,10 %)
CELKEM	465 (88,74 %)	59 (11,26 %)	524

Tabulka 17: Četnost oslnění, které jedinci dle obrázků označovali jako nejhorší ve vztahu k preferovanému barevnému spektru

Mezi preferencí barevného spektra a barvou světla, kterou řidiči na základě obrázku udávají z pohledu oslnění jako nejhorší jsme pozorovali slabý vztah, $\chi^2(1, n = 524) = 27,98$; $p \leq 0,001$. Nulovou hypotézu zamítáme a alternativní přijímáme.

H1b: Existuje souvislost mezi barevnou preferencí a barvou světla, kterou jsou řidiči subjektivně více oslňováni.

Druhou část první hypotézy jsme ověřovali na 546 respondentech. Do výpočtu jsme nezahrnovali 7 řidičů, kteří uvedli, že buď neví, které světla je oslňují více nebo je oslňují světla všech barev. V čtyřpolní Tabulce 18 můžeme přehledně vidět četnosti odpovědí v jednotlivých kategoriích.

spektrum	bílá a modrá	žlutá	CELKEM
Teplejší (žlutá, oranžová...)	368 (77,64 %)	26 (36,11 %)	394 (72,16 %)
Studenější (bílá, modrá...)	106 (22,36 %)	46 (63,89 %)	152 (27,84 %)
CELKEM	474 (86,81 %)	72 (13,19 %)	546

Tabulka 18: Četnost oslnění, které jedinci subjektivně označovali jako nejhorší ve vztahu k preferovanému barevnému spektru

Na základě statistických dat jsme zjistili, že mezi preferencí barevného spektra a barvou, kterou jsou řidiči subjektivně více oslňováni pozorujeme také slabý vztah, $\chi^2(1, n = 546) = 53,65; p \leq 0,001$. Nulovou hypotézu zamítáme a alternativní přijímáme.

H2a: Existuje souvislost mezi typem světel, která mají řidiči ve svých vozech a barvou světla, kterou udávají jako z hlediska oslnění nejhorší.

Hypotéza H2a počítala s 451 respondenty. Z celkového souboru totiž 76 respondentů nevědělo, jaký typ světlometů má automobil, který nejčastěji řídí a další 2 měli světla kombinovaná. Po této selekci bylo nutné odstranit zbývajících 24 respondentů, kteří stejně jako v 1. hypotéze neviděli rozdíl v oslnění od různých barevných zdrojů. Tabulka 19 nám přehledně ukazuje četnosti odpovědí v kategoriích.

typ světel	bílá a modrá	žlutá	CELKEM
Halogen	319 (79,35 %)	35 (71,43 %)	354 (78,50 %)
Xenon	43 (10,70 %)	5 (10,20 %)	48 (10,64 %)
LED	40 (9,95 %)	9 (18,37 %)	49 (10,86 %)
CELKEM	402 (89,14 %)	49 (10,86 %)	451

Tabulka 19: Četnost oslnění, které jedinci dle obrázků označovali jako nejhorší ve vztahu k typu světlometů v jejich voze

Statistické ověření nám ukázalo, že mezi typem světel, která mají řidiči umístěna ve svých vozidlech a barvou světla, kterou hodnotí na základě obrázku jako tu, která je nejvíce oslňuje pozorujeme zanedbatelný vztah, $\chi^2(2, n = 451) = 3,21; p = 0,20$. Nulovou hypotézu nemůžeme zamítnout a alternativní přijmout.

H2b: Existuje souvislost mezi typem světel, která mají řidiči ve svých vozech a barvou světla, kterou jsou subjektivně více oslňováni.

Poslední hypotézu jsme ověřovali s konečným počtem 470 respondentů. Opět došlo ke smazání respondentů, kteří neuvedli typ světlometu nebo zmínili kombinaci. Poté jsme odstranili také zbývající 4 řidiče, které oslňovala všechna světla, nebo nevěděli, která světla jim způsobují větší oslnění. Přehled četností odpovědí v jednotlivých kategoriích nám ukazuje čtyřpolní Tabulka 20.

typ světel	bílá a modrá	žlutá	CELKEM
Halogen	331 (80,73 %)	35 (58,33 %)	366 (77,87 %)
Xenon	41 (10,00 %)	12 (20,00 %)	53 (11,28 %)
LED	38 (9,27 %)	13 (21,67 %)	51 (10,85 %)
CELKEM	410 (87,23 %)	60 (12,77 %)	470

Tabulka 20: Četnost oslnění, které jedinci subjektivně jako nejhorší ve vztahu k typu světlometů v jejich voze

Statistické výsledky ukazují, že existuje slabý vztah mezi typem světel, která mají respondenti umístěny ve svých vozidlech a barvou, kterou subjektivně označují z pohledu oslnění jako nejhorší, $\chi^2(2, n = 470) = 15,43$; $p \leq 0,001$. **Nulovou hypotézu zamítáme a alternativní přijímáme.**

9.3 Sekce obecného povědomí řidičů

Kromě problematiky oslnění a četnosti jejího výskytu nás z hlediska součásti výzkumného projektu zajímaly také otázky týkající se dopravní bezpečnosti v souvislosti se svícením a vlastním chováním lidí při výběru světelných zdrojů. Cílem bylo poskytnout přehled toho, za co jsou jedinci ochotni připlatit, co považují za povinnou součást standardní výbavy vozu a jak obecně vnímají z hlediska bezpečnosti např. jízdu s jedním nefunkčním světlometem či nehomologovanou žárovkou. Výsledky Tabulky 21 detailněji rozebíráme v Diskuzi.

OTÁZKA	ANO	NE	NEVÍM
Znáte funkci adaptivních světlometů?	312	223	18
Má váš vůz adaptivní (neoslňující) dálková světla?	56	366	131
Jste ochoten/ochotna připlácet za vyšší výbavy světlometů?	268	201	84
Považujete lepší světlomety za nedílnou součást příplatkové výbavy?	309	205	39
Byl/a byste ochoten/ochotna si připlatit za světlomety s prokazatelně delším dosvitem?	282	199	72
Pokud by světlomety s prokazatelně vyšším dosvitem způsobovaly větší míru oslnění protijedoucích řidičů, pořídil/a byste si je?	44	455	54
Byl/a byste ochoten/ochotna pořídit si výkonnější světlomety z příplatkové výbavy, pokud by bylo možné získat slevu na pojištění vozu?	339	136	78
Používáte na svém voze neoriginální doplňky?	105	424	24
Zakoupil/a byste si nehomologovanou (nepovolenou) žárovku nebo LEDku z on-line obchodu, abyste dosáhl/a vyšší míry dosvitu, případně estetického efektu, i pokud by byl na úkor protijedoucích řidičů?	17	521	15
Myslíte si, že jízda s jedním nefunkčním světlometem (máme na mysli potkávací světlo) Vám umožňuje stejně bezpečnou jízdu jako když svítí oba světlomety?	23	518	12
Vadí Vám, když na silnici potkáte vůz s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?	447	92	14
Myslíte si, že je nebezpečné jezdit s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?	469	67	17
Myslíte si, že řidiči v ČR používají správně denní svícení (DRL)?	180	299	74
Měli by řidiči v ČR používat častěji klasická potkávací světla?	346	96	111
Měla by podle Vás v režimu denního svícení svítit světelná signatura i na zadní části vozu?	373	130	50

Tabulka 21: Odpovědi na obecné otázky

10 DISKUZE

V této kapitole se věnujeme podrobněji výsledkům našich výzkumných otázek a hypotéz. Přidáváme také komentář k otázkám z obecné sekce dotazníku. Zhodnotíme limity a přínosy výzkumu a náměty pro další zkoumání v této oblasti.

Výsledky výzkumných otázek

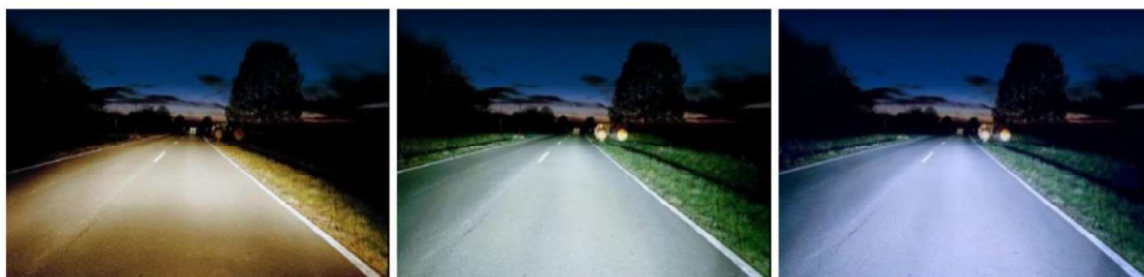
Ve výzkumné otázce 1 nás zajímalo, jak často se řidiči na českých silnicích setkávají s oslněním. Z dat vyplývá, že oslnění je opravdu velkým problémem, protože s ním má ve velké míře zkušenost téměř každý řidič. Denně se s oslněním setkává zhruba 1/4 respondentů (24,77 %), minimálně jedenkrát týdně je oslněno 29,48 % řidičů. Je nutno podotknout, že data byla sbírána z větší části v období letního času, kdy jedinci neřídili za tmy tak často, data tímto mohou být lehce zkreslena. Stálo by za prozkoumání, jak by respondenti odpovídali v období zimního času, kdy jsou mnohem častěji vystaveni jízdě za tmy či zhoršených viditelnostních podmínek. Tabulka 7 ukazuje, že neexistují značné procentuální rozdíly v tom, na kterých silnicích řidiči nejčastěji zažívají oslnění. Procenta byla do této tabulky zahrnuta z hlediska nevyváženého počtu respondentů v kategoriích. Předpokládali bychom, že na dálnicích se budou řidiči s oslněním setkávat méně, z důvodu instalace sloupků zabraňujících oslnění. Čistě hypoteticky by to mohl být signál pro zvážení jiných „protioslňovacích“ alternativ. Z odpovědí na otázky však nelze vyčíst, zda jsou jedinci více oslňováni od protijedoucích vozidel nebo vozidel jedoucích za nimi. Bylo by dobré zmapovat i tento problém a na jeho základě stanovovat přesné závěry a doporučení.

Výzkumná otázka 2 se zaměřovala na to, která světla řidiče oslňují nejčastěji. V Příloze č. 3 můžeme vidět, že na tuto problematiku jsme se řidičů ptali více otázkami, které ostatně prezentujeme ve výsledkové části diplomové práce. Z Tabulky 7 můžeme vyčíst, že řidiči jsou nejvíce oslňováni světly bílé a modré barvy. To nám potvrzují i data z Tabulky 8, kdy řidiči na základě obrázků určovali, který typ protijedoucích světel je pro ně z pohledu oslnění nejhorší. I zde označovali světla xenon a LED, která svítí bíle a modře, tedy barvami na studené straně barevného spektra. Z dat vyplývá, že velmi malou část respondentů (5,24 %) oslňují světla všechna, jelikož nevidí rozdíl mezi obrázky. Další potvrzení toho, že bílá a modrá světla jsou pro řidiče z hlediska oslnění nejhorší můžeme hledat v Tabulce 11, kdy značná část respondentů uvádí, že je oslňují moderní vozidla. Do těch jsou instalovány právě světlometry studených odstínů. Tento předpoklad potvrzuje i Příbyl (2019) ve svém článku, kde prezentuje zjištění odborníků z Rakouska a Německa,

že moderní automobily s xenonovými či LED světly svítí jasněji a tím oslňují řidiče více než halogenová světla. Z Tabulky 10 můžeme vyčíst, že nejčastěji jsou jedinci oslňováni osobními vozy a vozy SUV. Tyto odpovědi jsme očekávali, jelikož se těchto vozů na českých silnicích pohybuje nejvíce. V podobné míře jsou řidiči oslňováni dodávkami a nákladními vozidly. Dalo by se předpokládat, že je to zřejmě z toho důvodu, že tyto vozy mají světla umístěna ve vyšší úrovni než osobní vozy a řidičům osobních vozidel tedy svítí přímo do očí. To, že budou dálková světla oslňovat řidiče nejvíce, jak prezentuje Tabulka 9, jsme také očekávali. Sama autorka práce i její okolí má s tímto jevem bohatou zkušenost. Protijedoucí automobily často včas nepřepnou dálková světla na potkávací a ve velké míře oslňují protijedoucí automobily. Alarmující však je, že téměř polovina respondentů uvedla, že je nejčastěji oslňují potkávací světla, toto jsme nepředpokládali. Logicky by přece neměla oslňovat vůbec nebo v minimálním počtu případů. Nezbyvá než doufat, že tomuto oslnění bude co nejvíce zamezeno adaptivními světly, které postupně nahrazují ty původní. Mají totiž mnoho výhod a režimů, ve kterých mohou svítit. Mnoho z nich na svém blogu popisuje Honza Blažek AUTO BLOGGER (nedat.), který se zaměřil na adaptivní světla u vozu Ford a zmiňuje zde např. i režim adaptivních neoslňujících dálkových světel.

Dále bylo naším cílem zjistit, která světla čeští řidiči preferují, a to jak z hlediska výhledu, tak z hlediska barevného spektra. Na tuto problematiku jsme se zaměřili ve výzkumné otázce 3. Koreluje nám zde preference teplejšího barevného spektra a preferovaného výhledu se žárovkami. Nicméně, pokud bychom sloučily xenonová a LED světla, která obě svítí na studené straně spektra do jedné kategorie, řidiči tento výhled preferují zhruba 2x více než výhled se žárovkami. Preferovaný výhled s xenonovými světly můžeme připisovat tomu, že poskytují až o 200 % více světla než halogenové žárovky, mají delší dosvit a svítí také více do šířky, jak popisuje ve své práci Žlebek (2013). Také Friedlant et al. (2017) zmiňuje, že většina spotřebitelů chce kvůli výhledu světly HID, ale když se míjí s jiným autem, je pro ně tento typ světel nejvíce oslňující kvůli jejich světelným krátké vlnové délky (modrobílým zabarvením).

Mezi xenonovými a LED zdroji již není takový rozdíl v dosvitu, ale spíše v barvě světelného zdroje. Rozdíl ve výhledu ostatně můžeme vidět na obrázku 9, který jsme, ač nestandardně, ale pro lepší představu, vložili sem do kapitoly Diskuze.



Obrázek 9: Srovnání viditelnosti od světelných zdrojů; zleva halogen, xenon, LED (převzato z Žlebek, 2013, 31)

Zajímavé výsledky přineslo také to, když jsme porovnali, jaký přední světlomet mají řidiči zabudován v automobilu, který nejčastěji řídí a jak dle jejich názoru svítí. Z Tabulky 14 můžeme vyčíst, že i když má ve svých vozech LED světlometry nejméně respondentů, nikdo z nich nevedl, že by svítily nedostatečně. To stejné nemůžeme říct o řidičích s halogenovými světlometry, z nichž část uvedla, že nedostatečně svítí (je to však značná menšina). Je škoda, že nevíme, která světla svítí nedostatečně u 64 respondentů, kteří neví, jaký typ předních světlometů na svém voze mají. Uspokojivé však je, že téměř všichni řidiči uvedli, že jejich světla svítí dostatečně.

Zajímavou výzkumnou otázkou bylo také ověření toho, co samotní řidiči dělají pro to, aby předcházeli oslnění. Tato otázka byla respondenty pochopena ze dvou úhlů pohledu: oslněného a oslnujícího. Proto jsme v Tabulce 15 data přehledně oddělily silným podtržením. První sekce se vztahuje k tomu, co řidiči dělají, pokud jsou oslněni protijedoucím vozidlem. V nejvíce případech řidiči zaměří zrak jinam než na oslnující zdroj (na krajní bílou čáru, dívají se na silnici přímo před sebe...). Pokud mají pocit, že protijedoucí automobil neztlumil dálková světla reagují „prokliknutím“ dálkovými světly. Mezi další strategie patří zpomalení vozu, přimhouření očí, použití brýlí (slunečních nebo s filtrem světla) či sklopení stínítka. Pokud řidiče oslnují vozidla jedoucí za nimi nejčastější strategií je manipulace se zpětným zrcátkem (sklopení, zapnutí filtru). Pro dva respondenty je řešením to, že se nechají předjet. Aby nebyli oslnováni ostatní účastníci dopravy snaží se většina respondentů včas ztlumit dálková světla a pravidelně si své světlometry seřizují (např. při naložení nákladu do auta, při technických prohlídkách vozu...). Jedinci, kteří mají ve svých vozech adaptivní světlometry spoléhají na jejich pokročilé funkce. Jeden z respondentů však uvedl, že se mu již mnohokrát stalo, že se dálková světla zavčas automaticky

neztlumily, a proto je raději tlumí manuálně. Kdybychom otázku rozdělili na více podotázek: „*Jak reagujete na oslnění protijedoucím automobilem*“, „*Co děláte, když vás oslňuje automobil za Vámi*“, „*Co děláte pro to, abyste neoslňovali protijedoucí vozidla*“ možná bychom se dozvěděli více strategií. Whelan (2020) popisuje i jiné strategie, které alespoň z části dokážou zabránit oslnění. Zmiňuje zejména to, že bychom měli udržovat čisté čelní sklo a udržovat tlumené světlo v interiéru vozidla, aby nebyl zbytečně namáhán zrak. O tom, že správně seřízené světlomety způsobují méně oslnění ať se jedná o halogeny či HID pojednává ve své studii i Fekete et al. (2006). Gibson (2020) také popisuje, že řidičům nejčastěji vadí buď barva světlometů, neztlumená dálková světla nebo špatně seřízená světla.

Na základě závěrů z výzkumných otázek bychom mohli vyvodit, že řidiči nejvíce preferují výhled s xenonovými a LED zdroji, avšak zároveň jsou těmito zdroji nejvíce oslňováni. Lze tedy předpokládat, že zřejmě nebude korelace mezi preferovaným barevným spektrem a oslněním, ale spíše mezi jasnem světelných zdrojů a oslněním. Dala by se potvrdit data z článku, který zveřejnil Příbyl (2019), a ve kterém zmiňuje, že LED zdroje mnohdy svítí opravdu zbytečně intenzivně. V konečné fázi je nejdůležitější zástavba světelného zdroje. Konkrétně LED světlomety se totiž zabudovávají buď s projekční čočkou nebo s parabolickým reflektorem. „Čočkové“ LED oslňují mnohem více, ale jsou velmi oblíbené u výrobců automobilů, jelikož umožňují zabudování malých, pro společnost atraktivních a moderních světlometů. Vyskytují se tedy ve většině nových vozů. Jedním z řešení by tedy mohlo být používání spíše těch parabolických reflektorů, od nichž se odráží světlo zdroje a způsobuje tak menší oslnění. Řidič totiž neoslňuje přímo světelný zdroj, ale jeho rozprostřený odraz. Za ideální světlomet je považován ten, který má pro potkávací světla reflektor a pro adaptivní dálková světla čočku s delším a intenzivnějším dosvitem. Tak je to doporučeno dle prestižního německého autoklubu ADAC (Allgemeiner deutscher Automobil club), který provádí mnoho testů, které jsou následně brány jako berná mince (Sajdl, nedat.)

Výsledky hypotéz

Z výše uvedených výsledků ověření statistických hypotéz pomocí testů chí-kvadrát lze vyčíst, že existuje jistá, ač zanedbatelná souvislost mezi preferencí spektra a oslněním i mezi typy světlometů, které mají řidiči ve svých vozech a oslněním. Jelikož byla souvislost zachycena jen ve velmi málo případech, mohli bychom spíše prezentovat, že téměř neexistuje. Na základě námi stanovených hypotéz bychom očekávali, že řidiči, kteří preferují

studené spektrum budou více oslňováni světly žlutých až oranžových barev a řidiče, kteří preferují teplejší spektrum budou více oslňovat světla modrá a bílá. Stejně tak bychom očekávali, že řidiče s xenonovými či LED světly budou více oslňovat světla žlutá či oranžová a řidiče s halogeny naopak světla bílá až modrá. Souvislost mezi preferencí teplého spektra a oslněním od bílých a modrých světél je na našich datech pozorovatelná, stejně tak v případě řidičů s halogeny, kteří jsou nejčastěji oslňováni xenony či LED světly bílých až namodralých odstínů. Tato souvislost ale nejde pozorovat u řidičů, kteří preferují studené spektrum a těch, co mají ve svých vozech xenony nebo LED. Data jasně naznačují, že řidiči jsou modrými a bílými světly oslňováni globálně častěji bez ohledu na preference spektra nebo typ světél umístěných ve voze, kterým nejčastěji jezdí.

Testová charakteristika chí-kvadrát **H1a**, která zkoumala, zda existuje souvislost mezi preferovaným barevným spektrem a oslněním, vyšla 27,98. Chí-kvadrát pro 5% hladinu významnosti při 1 stupni volnosti je dle statistických tabulek 3,84. Jelikož je tato kritická hodnota nižší než testovací chí-kvadrát, **můžeme zamítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní**. Znamená to tedy, že s 95% pravděpodobností můžeme říct, že souvislost existuje. Na základě čtyřpolní tabulky můžeme konstatovat, že jistou vyšší souvislost můžeme pozorovat u řidičů, kteří preferují teplejší barvy. Vidíme, že zároveň jsou světly barev na této straně spektra (v případě automobilových světél žlutými a oranžovými) mnohem méně oslňováni než světly modrými a bílými. U řidičů, kteří preferují studenější spektrum můžeme pozorovat, že jsou zároveň světly modrými a bílými více oslňováni. Celkově můžeme pozorovat, že světla bílá a modrá oslňují řidiče mnohonásobně více než světla žlutá. Ověřením pomocí statistického testu se nám tedy potvrdila data, která jsme analyzovali v našich výzkumných otázkách.

Testování **H1b** přineslo testovou charakteristiku chí-kvadrát rovnu 53,56. Dle statistických tabulek je chí-kvadrát pro 5% hladinu významnosti s jedním stupněm volnosti roven 3,84. Testovací chí-kvadrát tuto kritickou hodnotu převyšuje a proto můžeme **zamítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní**, která předpokládá souvislost mezi proměnnými. Tuto souvislost můžeme předpokládat s 95% pravděpodobností. Výsledky této hypotézy se shodují s výsledky H1a, což jsme očekávali. Lze tedy s jistotou říct, že ačkoli je mizivá souvislost mezi preferencí barevného spektra a oslněním, je dle dat signifikantní, že bílá a modrá světla oslňují většinovou populaci řidičů na českých silnicích.

U hypotézy **H2a** byla testová charakteristika rovna hodnotě 3,21 a p-hodnota se rovnala 0,20. Ve statistické tabulce je chí-kvadrát pro 5% hladinu významnosti se dvěma stupni volnosti roven 5,99. Tabulková hodnota tedy převyšuje testovou statistiku, a výsledná p-hodnota překročila hladinu významnosti. Na základě těchto zjištění tedy **nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní**. S 95% pravděpodobností tedy neexistuje souvislost mezi námi zkoumanými proměnnými. V Tabulce 19 můžeme vidět, že skutečně většina respondentů, bez ohledu na typ světlometu je nejčastěji oslňována bílou a modrou barvou světla. Jedná se o 89,14 % řidičů z našeho souboru. Žlutá barva oslňuje celkem 10,86 %. Na základě těchto hodnot můžeme konstatovat, že neexistuje významná souvislost mezi našimi proměnnými. Malou, ale ne dost významnou souvislost můžeme pozorovat u řidičů s halogeny, kteří jsou dle našeho předpokladu skutečně více oslňováni bílými a žlutými světlomety. Pro řidiče s xenony a LED tato závislost neplatí.

Hypotéza **H2b** naopak na základě výsledků ukázala, že souvislost mezi typem světlometu a barvou, kterou jedinci subjektivně označují jako z pohledu oslnění nejhorší existuje. Testová statistika rovna 15,43 značně převyšuje hodnotu ze statistické tabulky, ve které je chí-kvadrát pro 5% hladinu významnosti se dvěma stupni volnosti roven hodnotě 5,99. Na základě těchto dat můžeme **zamítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní**. S 95% pravděpodobností lze tedy předpokládat, že existuje souvislost. K rozdílnému závěru oproti výsledku H2a zřejmě došlo z důvodu nestejně velkého souboru, na kterém byly výsledky ověřovány.

Výsledky obecné části

Celkem 15 otázek v dotazníku obecně mapovalo přímo to, zda jedinci např. znají adaptivní světlomety, zda je ve svém vozidle mají, jsou ochotni připlatit si za kvalitní a chytrá světla, zda by měli denní světla svítit i na zadní části vozu nebo jak vnímají to, když potkají automobil pouze s jedním funkčním světlometem.

Poměrná část respondentů z našeho výzkumu (40,3 %) nezná funkci adaptivních světlometů, 56,4 % o ní ví a 3,25 % neví, o jakou funkci se jedná. Z toho vyplývá, že řidiči o tomto typu světlometů mají povědomí, ale možná by stálo za to, více o této funkci potenciální kupce automobilů informovat a popsat její výhody. Tím by se dalo i vysvětlit, že 23,7 % respondentů neví, zda ve svém voze adaptivní světla mají. Celkově tato světla, která by měla zabraňovat oslnění protijedoucích řidičů má ve svém voze pouze 10,1 % našich respondentů a 66,1 % respondentů je nemá. To je však dáno tím, že se jedná

o poměrně novou funkci, která nebyla součástí starších automobilů. Zhruba 1/3 respondentů (36, 3 %) není ochotna připlácet za adaptivní světlomety, necelá polovina (48, 4 %) by si klidně připlatila a 15, 2 % neví. Ovšem velká většina (61, 3 %) by byla ochotna si tyto světlomety zakoupit, při příslibu slevy na pojištění vozu (24, 6 % ano a 14, 1 % neví). Přes polovinu (55, 9 %) řidičů považuje kvalitní světlomety za součást nadstandardní příplatkové výbavy, 37, 1 % ne a 7,1 % neví.

Polovina (50, 9 %) našeho výzkumného souboru by si připlatila za světlomety s vyšším dosvitem, 35, 9 % ne a 13, 1 % neví. Překvapivé je, že 8, 1 % řidičů je ochotno koupit si světla s vyšším dosvitem i přesto, že by byli srozuměni s tím, že by určitě oslňovali ostatní účastníky dopravy. Na druhou stranu je uklidňující, že 82, 3 % řidičů by si je nekoupilo a 9, 8 % neví. Pozitivní také je, že většina respondentů (76, 7 %) na svém voze nepoužívá neoriginální doplňky, 18, 9 % ano a 4, 3 % neví. Tato malá skupinka, která uvedla, že neví, zda má na svém automobilu neoriginální doplňky dle nás buď vůbec neví, co do nich spadá nebo se k jejich užívání nechce přiznat. Naprostá většina (92,3 %) by si však nezakoupila neschválenou žárovku s větším dosvitem, která by způsobovala jízdní potíže ostatním účastníkům dopravy (3, 1 % ano a 2, 7 % neví).

Je dobře, že téměř celý soubor respondentů (93, 7 %) nepovažuje jízdu s jedním světlometem za stejně bezpečnou jako se dvěma, 4, 2 % ano a 2, 2 % neví. Téměř 4/5 (84,8 %) ji dokonce považují za nebezpečnou, 12, 1 % ne a 3,1 % neví. Procentuálně by tomu odpovídalo i to, že 80, 8 % vadí, když potkají na silnici vozidlo s pouze jedním funkčním světlometem, 2, 5 % neví a 16, 6 % to nevadí.

Lehce přes polovinu výzkumného souboru (54,1 %) se domnívá, že řidiči v ČR nepoužívají správně denní svícení, 32, 5 % si myslí, že ano a 13, 4 % neví. Zřejmě je nutná větší edukace o tom, co je to režim denního svícení, a kdy má být uplatňován. Na to nasedají i data z otázky, zda by řidiči v ČR měli více používat potkávací světla kdy 62, 6 % si myslí, že ano, 17, 4 % ne a 20, 1 % neví. Tyto otázky jsou určitě hodně ovlivněny i denní dobou a okolními podmínkami, za kterých se řidiči na silnicích pohybují. Mnohdy však řidiči špatně vyhodnotí jízdní podmínky a nepoužijí potkávací světla v době, kdy by je používat měli.

Zajímavým zjištěním, jehož realizaci by mohlo mnoho výrobců automobilových světel zvážit je to, že 67, 5 % respondentů by ocenilo v denním režimu světla i na zadní části vozu, 23, 5 % respondentů to nepovažuje za nutné a 9, 1 % neví. Světla na zadní části vozu

by ocenili jako povinné i policisté. Stává se totiž, že když za jasného dne auto vjede do temného lesa, řidiči chvíli trvá, než se na tmu adaptuje a může klidně narazit do vozu nebo jiné překážky, která se vyskytne před jeho vozidlem. Často se také stává, že řidiči zapomenout za soumraku přepnout z denního na potkávací osvětlení a jsou tak lehce přehlédnutelní. Pro zavedení povinného zadního denního svícení přispívá i fakt, že od roku 2006 kdy byla zavedena povinnost denního svícení na přední části vozu, což dle statistik vedlo ke snížení pravděpodobnosti střetu vozidel o 8-15 %. Předpisy EHK možnost svítit za dne i vzadu umožňují, avšak pro vozidla staršího typu je to téměř nemožné (Barták, 2018).

COVID

Data výzkumu jsou ovlivněna i epidemiologickou situací kolem COVID. Je možno předpokládat i na základě časových známek vyplnění dotazníku, že řidiči začali autem jezdit častěji. Na počátku epidemie to lze přisuzovat např. strachu z nákazy při cestách hromadnými dopravními prostředky. V letních měsících se v dotazníku promítlo, že řidiči auty jezdili buď méně, nebo jsme udělali chybu v tom, že jsme v tomto období dotazník znovu nenasdíleli. Můžeme jen spekulovat, zda bychom získali více dat, protože v letních měsících došlo k mírnému ústupu epidemie a rozvolňování opatření. Řidiči tak možná začali jezdit auty ještě více (letní dovolené...). Respondenti mohli mít také strach z nákazy v hromadných dopravních prostředcích, a proto volili automobil častěji pro své cesty do práce.

Limity výzkumu

Limitem našeho výzkumu sledujeme to, že se nám nepodařilo získat více řidičů nákladních automobilů, autobusů, mopedů a motorek. Jedná se o poměrně uzavřené skupiny řidičů a více bychom asi získali, kdybychom je oslovovali napřímo. Stálo by za to tento dotazník nezatrácovat a zkusit ještě všemi silami získat tyto řidiče, aby byly výsledky více signifikantní a světlomety byly na základě výstupů z projektu uzpůsobeny nejen řidičům osobních automobilů.

Na sběr dat určitě mělo vliv i sdílení odkazu s dotazníkem. To můžeme pozorovat na datumech, kdy respondenti dotazník vyplňovali. Nejvíce jich bylo zachyceno od února do června. O prázdninách došlo ke stagnaci a k další, i když podstatně menší, vlně vyplnění došlo při opětovném sdílení dotazníku v polovině října. Vnímáme to jako limit studie, protože kdybychom dotazník sdíleli více, zřejmě by náš výzkumný soubor tvořilo více

respondentů. I přes to všechno vnímáme soubor o 553 řidičích jako dostačující pro účely diplomové práce.

Přínosy výzkumu

Velkým přínosem výzkumu je to, že jsme získali přehled o tom, jak se řidiči cítí na českých silnicích, v jaké míře zažívají oslnění, a která světla jim jej způsobují nejvíce. Myslíme si, že jsou to pro výrobce světlometů cenné informace o tom, jakým směrem výrobu dále ubírat.

Náměty pro další zkoumání

Shledáváme za vhodné, pokusit se dotazník rozšířit více mezi řidiče nákladních automobilů, autobusů, motorek a mopedů, abychom zjistili, jak jsou na tom s oslněním oni a brali na ně v případných výrobních změnách ohled.

Dále bychom realizovali s respondenty pokusy s oslněním „face to face“, třeba ve formě nějakého simulátoru, kde bychom na ně působili různými světelnými zdroji a oni by měli za úkol hodnotit nepříjemnost oslnění např. na de Boerově škále.

Myslíme si, že zajímavá data by určitě přinesl výzkum zacílený přímo na starší populaci řidičů (65+). Stálo by za to zmapovat, jak se během jízdy cítí, jak často zažívají oslnění a jak se s ním vypořádávají, a zda pozorují nějaké změny ve zrakových schopnostech a bezpečnosti při řízení.

11 ZÁVĚR

Magisterská práce se věnuje tématu oslnění a dopravní bezpečnosti na českých silnicích. Teoretická východiska jsme čerpali jednak z oblasti psychologie dopravy, tak z oblasti anatomie, protože jsme potřebovali zmapovat působení světla na zrak. V této závěrečné části prezentujeme zjištěné výsledky, které mapují zkušenost českých řidičů s oslněním.

Naše výsledky přinesly odpovědi na výzkumné otázky. Na jejich základě můžeme konstatovat, že oslnění je na českých silnicích velkým problémem, protože se s ním většina respondentů setkává minimálně jednou týdně i vícekrát. Dotazník nedokázal zmapovat, zda k oslnění dochází častěji na určitých typech vozovky. Nejvíce české řidiče oslňují nová moderní osobní vozidla a SUV vozy, které mají xenony či LED světla. S tím koreluje i zjištění, že skutečně nejvíce respondentů uvedlo, že je oslňují světla barvy bílé a modré, nejméně žluté a oranžové. Bylo zjištěno, že v relativně stejné míře řidiče oslňují dálková i potkávácí světla, což shledáváme jako obrovský problém. Nejvíce řidičů preferuje teplejší barevné spektrum, obsahující žlutou a oranžovou barvu a má ve svých vozech klasické halogeny, které jim poskytují dostatečný výhled na vozovku a její okolí. Bylo zmapováno i několik strategií, jak předcházejí naši respondenti oslnění (soustředění zraku na bílou čáru na vozovce, zpomalení, mhouření očí, probliknutí protijedoucího vozidla, včasné přepnutí dálkových světel, spoléhání na adaptivní světlomety).

Byly také ověřeny hypotézy, které předpokládaly souvislost mezi preferencí barevného spektra a oslněním, ale také mezi typem světel ve vozidle a oslněním. Výsledky potvrdily, že nějaká souvislost existuje. Řidiči preferující teplejší spektrum jsou skutečně více oslňováni světly na studené straně spektra (bílá a modrá), stejně jako řidiče, kteří mají ve svých vozech halogeny tato světla více oslňují. Tak velká souvislost se však neprokázala u jedinců preferujících spektrum studené. – i oni jsou více oslňováni světly bílými a modrými. Stejně tak lze konstatovat u jedinců, kteří mají ve svých vozech xenony a LED.

Z obecné části můžeme závěrem říct, že více než polovina respondentů zatím nezná funkci adaptivních světlometů, zhruba polovina by si za ni nebyla ochotna připlatit a považuje ji za součást nadstandardní výbavy automobilu. I přes to, že většina respondentů je spokojena s výhledem, který jim poskytují jejich světlomety, polovina by byla ochotna připlatit si za světlomety s vyšším dosvitem. Přes 90 % považuje jízdu s pouze jedním funkčním světlometem za nebezpečnou a téměř všem vadí, když na silnici takové vozidlo potkají. Více než polovina respondentů se také domnívá, že řidiči nesprávně používají denní

svícení a s tím jde ruku v ruce to, že málo používají potkávací světla. Zajímavým bodem, který výzkum přinesl je to, že téměř 70 % respondentů by uvítalo, kdyby za denního svícení svítila signatura i na zadní části vozu.

12 SOUHRN

Předkládaná magisterská práce se zabývá tématem dopravní bezpečnosti a oslnění na českých silnicích. Práce je součástí výzkumného projektu TA ČR Éta 2, reg.č.TL02000183 „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“. Sama autorka, jakožto řidička osobního automobilu, má zájem na tom, aby se řidiči na českých silnicích co nejméně setkávali s oslněním a jízda se tak pro ně stala komfortnější a bezpečnější.

V teoretické části, kde jsme vycházeli ze zahraničních i českých zdrojů se nejprve věnujeme problematice lidského zraku, jehož správné fungování je jednou z klíčových vlastností bezpečné jízdy, protože řidič řídí prakticky očima. Nejdůležitější vizuální funkcí pro bezpečnou jízdu je zraková ostrost a zorné pole, které v pravidelných intervalech kontroluje oční lékař (Mukamal, 2018). Mapujeme zde, jak probíhá přenos vizuální informace na sítnici, popisujeme funkci fotoreceptorů, které jsou zodpovědné za barevné či černobílé vidění a věnujeme se i tématu mezopického vidění. Zabýváme se také adaptací oka, která hraje klíčovou roli při vypořádávání se s oslněním. Zmiňujeme teploty chromatičnosti barev a spektrum barev, které je viditelné lidským okem. V neposlední řadě se v první kapitole věnujeme i vadám zraku, které ovlivňují jízdní vlastnosti jedince a bezpečnost jízdy. Na obrázcích ilustrujeme, jaký výhled mají lidé s různými typy očních vad a krátce se zabýváme i chromatickou aberací, ke které dochází v případě, že čočka oka není schopna přenést všechny vlnové délky světla do stejné ohniskové roviny.

Druhá kapitola se věnuje automobilovým zdrojům, které způsobují oslnění českým řidičům. Zmiňujeme tři hlavní zdroje, mezi které patří halogeny, xenon a LED. V krátkosti představujeme také nové technologie, které zatím nejsou standardem (laserová a digitální světla).

Jelikož automobily mají podíl na množství produkovaného světla na planetě, věnujeme se také problematice světleného znečištění, které velmi ovlivňuje psychiku lidí, ale i chování zvířat a přírody. V České republice se tímto tématem zabývá Hynek Medřický, který detailně popisuje, jak nás působení světla různých vlnových délek ovlivňuje. Velmi záleží na tom, jaká vlnová délka na člověka působí, ale je obecně známo, že tělu velmi škodí dlouhodobé působení modrého světla, které zabraňuje produkci hormonu melatoninu, který je zodpovědný za usínání (Peña-garcía et al., 2014).

Čtvrtá velká kapitola se zabývá hlavním tématem naší práce, oslněním. Popisujeme omezující (disability) a rušivé (discomfort) oslnění. Podrobněji se věnujeme druhému typu oslnění, se kterým se setkávají řidiči na silnicích. Je způsobeno vysokými jasy v zorném poli a nemusí nutně narušit viditelnost objektů, nejčastěji jej měříme pomocí subjektivních hodnotících škál (Bullough et al., 2002). Metody měření oslnění jsou také obsahem této kapitoly. Zmiňujeme zde i kontrastní citlivost, která s oslněním úzce souvisí a normy pro oslnění, které stanovuje EHK při OSN. Častou volbou, kterou řidiči zvažují pro zlepšení nočního vidění jsou speciální brýle. Ne každé však tuto funkci plní a je lepší raději s očním lékařem vybrat vhodné dioptrické brýle, které mají antireflexní vrstvu. Také je dobré dbát na různá doporučení a mít např. čisté čelní sklo a udržovat v čistotě dioptrické brýle, pokud je při řízení potřebujete (Mukamal, 2018).

V poslední kapitole teoretické části zmiňujeme některé výzkumy, které byly v oblasti osvětlení a oslnění provedeny. Dozvídáme se, že zdravý zrak je opravdu klíčem k bezpečnější jízdě, že nás nemusí oslňovat jen automobily, ale i Slunce, xenonová světla opravdu více oslňují než klasické žárovky, dilatace zornic zlepšuje výhled na vozovku, přechodné oslnění je lidskému zraku více nepříjemné než to stálé a další.

Výzkumná část se zaměřuje na námi realizované dotazníkové šetření, které bylo součástí již zmiňovaného projektu. Jedním z našich hlavních cílů bylo zjistit, jaká světla a druhy vozidel řidiče na českých silnicích oslňují nejvíce. Zajímalo nás také, jaké strategie proti oslnění uplatňují a zda existuje souvislost mezi preferovaným barevným spektrem a oslněním, a také mezi světly, které mají řidiči ve svých vozech a oslněním od jiných vozidel. Dílčím cílem bylo zmapovat obecně chování lidí při výběru světla do svých automobilů. V souladu s těmito záměry jsme si v kapitole 7 stanovili čtyři výzkumné otázky a čtyři hypotézy, na které jsme v naší magisterské práci odpověděli.

Vzhledem k potřebě získat co nejvíce respondentů je naše studie kvantitativní. Metodou tvorby dat byl nestandardizovaný dotazník vlastní konstrukce, který nám zmapoval námi zkoumanou problematiku. Respondenti byli sbíráni metodou sněhové koule na sociálních sítích, univerzitních e-mailech a v blízkém okolí (kamarádi, známí, rodiče...). Dotazník byl rozdělen na 2 sekce: cyklisti a řidiči motorových vozidel. Jelikož data o cyklistech byla zpracována v rámci jiného výstupu, zaměřujeme se na popis dotazníku pro řidiče, který je k nahlédnutí v Příloze č. 3 této diplomové práce. Celkem dotazník pro řidiče obsahoval 25 otázek, z nichž některé byly dále členěny do podotázek a v poslední otázce

nám lidé mohli zanechat komentář k našemu výzkumu. Dotazník byl zcela anonymní, jedinci měli kdykoliv možnost z výzkumu odstoupit, nemotivovala je žádná hmotná či nehmotná odměna a měli možnost se obrátit na předložené e-mailové adresy s dotazy.

Pro zpracování a analýzu dat byl využit program Microsoft Office Excel a software Statistica 12. Pro odpovědi na naše výzkumné otázky byly veškeré tabulky a data získána z Excelu. K ověření stanovených hypotéz byly použity testy chí-kvadrát.

Na základě výzkumných otázek jsme zjistili, že 54,25 % respondentů zažívá oslnění minimálně 1x i vícekrát týdně, z toho 24,77 % denně. Minimálně 1x za měsíc se s oslněním setkává 23,87 % respondentů. Nemůžeme konstatovat, že by k oslnění docházelo ve vyšších frekvencích na určitých typech silnic. Procentuální hodnoty výskytu oslnění jsou víceméně stejné jak na dálnicích, silnicích I., II. a III. tříd či ve městě. Dále bylo zjištěno, že řidiči jsou v největší míře oslňováni světly bílými a modrými, nejméně pak světly žlutými a oranžovými. Mizivá část respondentů (3), uvedla, že je oslňují všechna světla, bez ohledu na barvu. S tím korelovalo i to, že nejvíce jedinců bylo oslňováno LED či xenonovými světly a nejméně halogeny. V téměř stejné míře byli řidiči oslňováni dálkovými a potkávacími světly. Nejvíce je oslňována nová moderní osobní a SUV vozidla, v menší míře dodávky a nákladní vozidla. Při preferenci výhledu nejvíce řidičů uvedlo, že preferuje výhled s halogenovými světlomety, relativně stejná část preferuje výhled s xenony či LED. Avšak 71,97 % respondentů preferuje teplejší barevné spektrum (žlutá, oranžová...). Nejvíce respondentů mělo ve svých vozech žárovky a zároveň uvádějí, že jim poskytují dostatečný jas a osvětlení vozovky. U LED světlometů nikdo neuvedl, že by svítily nedostatečně, ale jeden respondent uvedl, že si myslí, že oslňují. Vesměs všichni respondenti jsou se svítivostí svých světel spokojeni. Objevilo se také několik strategií, které lidé dělají, aby sami předcházeli oslnění. Pokud jsou oslňováni protijedoucím vozidlem, ve většině případů soustředí zrak na bílou čáru na vozovce či lehce doprava, problíknu protijedoucí automobil, zpomalí nebo mhouří oči. Pokud je oslňuje vozidlo za nimi, provedou manipulaci se zpětným zrcátkem nebo se nechají předjet. Aby neoslňovali ostatní účastníky dopravy, vypínají včas dálková světla, pravidelně seřizují své světlomety nebo spoléhají na funkci adaptivních světlometů.

Po zjištění odpovědí na naše výzkumné otázky jsme se rozhodli stanovit a ověřit hypotézy, které zkoumaly, zda existuje souvislost mezi preferencí barevného spektra a oslněním a také mezi typem světel, která mají jedinci ve svých vozech a oslněním.

Očekávali jsme, že tyto souvislosti existovat budou a naše data přinesla, že zanedbatelný vztah mezi našimi proměnnými opravdu je. Z dat lze vyčíst, že skutečně jedinci, kteří preferují teplejší spektrum jsou více oslňováni světly modré a bílé barvy, stejně tak jako jedinci, co mají ve svých vozech halogeny jsou více oslňováni xenony a LED světly. Tento vztah však v takové míře nemůžeme pozorovat u jedinců, kteří preferují studené spektrum nebo mají ve svých vozech xenon či LED. I oni jsou totiž více oslňováni barvami na studené straně spektra, kam spadá bílá a modrá. Z dat lze vyvodit závěr, že řidiči jsou na českých silnicích bez ohledu na preferenci barevného spektra či typ světel ve voze nejvíce oslňováni bílou a modrou barvou. O modré barvě bychom mohli trochu spekulovat, protože takových světel se po našich silnicích pohybuje nejméně, ale jelikož je jedinci subjektivně označují jako nejhorší, je to dobře a neměla by se vyskytovat více.

Obecná část nám přinesla data ohledně strategií, které jedinci uplatňují při výběru automobilových světel. Velká většina by byla ochotna připlatit si za světlomety s vyšším dosvitem (což nám moc nekoreluje s tím, že většina je spokojena s tím, jak jim světlomety osvětlují vozovku). Zřejmě jsou jedinci spokojeni, ale i tak by se nebránili, kdyby světlomety svítily více. Také by považovali za bezpečnější, kdyby denní světla svítla i na zadní části vozu, což umožňují i předpisy EHK, avšak pro mnoho stávajících automobilů na českých silnicích je to téměř nemožné (Barták, 2018). Respondenti by také ocenili, kdyby řidiči v České republice užívali denní svícení správně a včas přepínali na světla potkávací. Téměř celý soubor nepovažuje za bezpečné jezdit pouze s jedním funkčním světlometem.

Výsledky magisterské práce přinesly přehled o tom, jakými světly jsou řidiči na českých silnicích oslňováni nejvíce, jaké vozy je nejvíce oslňují a jak se chovají při výběru světel do svých automobilů. Náš dotazník byl pro účely naší práce dostačující a věříme, že výsledky z naší orientační studie padnou na správnou půdu, přinesou užitek a řidiči se s oslněním na silnicích budou v budoucnu setkávat co možná nejméně.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

1. ASSIST. (2011). A Method for Estimating Discomfort Glare from Exterior Lighting Systems, *Lighting Research Center*, 9 (1). Získáno z <https://www.lrc.rpi.edu/programs/solidstate/assist/recommends/discomfortglare.asp>
2. Aslam, T. M., Haider, D., & Murray, I. J. (2007). Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 85(4), 354-360. doi.org/10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x
3. Barbur, J. L., & Stockman, A. (2010). Photopic, Mesopic and Scotopic Vision and Changes in Visual Performance. In *Encyclopedia of the Eye* (pp. 323-331). Elsevier. doi.org/10.1016/B978-0-12-374203-2.00233-5
4. Barták, P. (prosinec, 2018). *Zadní denní svícení bude povinné! Budete si muset nechat namontovat nové svítidly?* Získáno z <https://www.auto.cz/zadni-denni-sviceni-bude-povinne-budete-si-muset-nechat-namontovat-nove-svitilny-126169>
5. Bierbaum, H., Donat, M., Doppler, W., Juhasz, P., Heilig, P., Holzer, E., ... Winkler, J. (2017). *Österreichischer Leitfaden AUSSENBELEUCHTUNG*. Získáno 12. února 2020 z https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf
6. BIMMERTips. (16. března 2018). Yellow headlights, what is the purpose? [Zpráva z blogu]. Získáno z <https://bimmertips.com/yellow-headlights-what-is-the-purpose/>
7. Boyce, P. R. (2019). The benefits of light at night. *Building and Environment*, 151, 356-367. doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.020
8. Bowers, A., Peli, E., Elgin, J., McGwin, G., & Owsley, C. (2005). On-Road Driving with Moderate Visual Field Loss. *Optometry and Vision Science*, 82(8), 657-667. doi.org/10.1097/01.opx.0000175558.33268.b5
9. Bullough, J. D., Fu, Z., & Van Derlofske, J. (2002). Discomfort and Disability Glare from Halogen and HID Headlamp Systems. *SAE Technical Paper Series*. doi:10.4271/2002-01-0010
10. Conboy, J. (leden, 2020). *Is It Better To Have A Yellow Or Whiter Light On The Road?* Získáno z <https://www.powerbulbs.com/us/blog/2020/01/yellow-or-whiter-light>
11. CooperVision. (27. prosince 2018). Zrak a řízení vozidla [Zpráva z blogu]. Získáno z <https://coopervision.cz/blog/zrak-a-rizeni-vozidla>

12. Crumby, L. (listopad, 2020). *Visual pathway*. Získáno z <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-visual-pathway>
13. ČT 24. (2016). *Každý sedmý řidič špatně vidí. Často to ani netuší*. Získáno 12. února 2021 z <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1936521-kazdy-sedmy-ridic-spatne-vidi-casto-ani-netusi>
14. Diep, M., & Davey, P. G. (2018). Causes and Coping with Visual Impairment and Blindness. In Rumelt, S. (Eds.), *Glare and Ocular Diseases. Causes and Coping with Visual Impairment and Blindness* (57-82). doi:10.5772/intechopen.74687
15. Drtinová, D. (2020). *Světlo je vším, nadužíváme to modré. Světelné znečištění se zvyšuje zbytečně. Víc světla nemá vliv na vyšší bezpečnost, říká Medřický*. [Video]. Získáno z <https://www.dvtv.cz/video/svetlo-je-vsím-naduzivame-to-modre-svetelne-znecistení-se-zvysuje-zbytecne-vic-svetla-nema-vliv-na-vyssi-bezpecnost-rika-medricky>
16. Dvořák, F., Chamer, M. (2020). *Moderní auta ostrým bílým světlem oslepují řidiče*. [Video]. Získáno z https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/led-xenon-dalkova-svetla-halogen-hynek-medricky-svetlo-oslnenijas.A200122_123111_automoto_fdv
17. Dvořák, P. (2016). *Vliv modrého světla na lidský organismus*. (Bakalářská práce). Vysoké učení technické v Brně.
18. Essilor, (nedat.). Common eye conditions that can affect your road skills [Zpráva z blogu]. Získáno z <https://www.essilor.co.uk/blog/your-life-and-eyes/eye-conditions-and-driving>
19. Faltus, M. (2011). *Oslnění v dopravě* (Bakalářská práce). Slovenská technická univerzita v Bratislavě.
20. Fekete, J., Sik-Lányi, C., & Schanda, J. (nedat.). Night time driving – new light sources in car headlamps. In *CIE Mildterm Meeting y Congreso Internacional de Iluminación*. Získáno 2. února 2021 z https://www.researchgate.net/publication/228630501_Night-time_driving-new_light_sources_in_car_headlamps-visibility_and_glare
21. Fekete, J., Sik-Lányi, C., & Schanda, J. (2006). Spectral discomfort glare sensitivity under low photopic conditions. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 26(3), 313–317. doi:10.1111/j.1475-1313.2006.00359.x
22. Fekete, J., Sik-Lányi, C., & Schanda, J. (2010). Spectral discomfort glare sensitivity investigations. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 30(2), 182–187. doi:10.1111/j.1475-1313.2009.00696.x

23. Franková, P. (2008). *Zornice – fyziologie a patologie*. (Bakalářská práce). Masarykova univerzita v Brně.
24. Friedland, H., Snyckerski, S., Palmer, E. M., & Laraway, S. (2017). The effectiveness of glare-reducing glasses on simulated nighttime driving performance in younger and older adults. *Cognition, Technology & Work, 19*(4), 571-586. doi.org/10.1007/s10111-017-0442-2
25. Gibbons, R. (nedat.). *Glare modeling Formulae*. Získáno 10. března 2021 z <http://docplayer.net/45141235-Glare-modeling-formulae.html>
26. Gibson, D. (prosinec, 2020). *What are night driving glasses and do they work?* Získáno z <https://www.autoexpress.co.uk/accessories-tyres/103379/what-are-night-driving-glasses-and-do-they-work>
27. Gibson, M. (14. prosince, 2020). *The Optic Nerve (CN II) and Visual Pathway*. Získáno z <https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/optic-cnii/>
28. Gray, R. (2017). Predicting the Effects of Disability Glare on Driving Performance. In *Proceedings of the 4th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle* (pp. 46-53). University of Iowa. doi.org/10.17077/drivingassessment.1213
29. Grof, T. (2008). *Aktivní bezpečnost zaměřená na osvětlení vozidel* (Diplomová práce). Univerzita Pardubice.
30. Guth, S. K. (1961). Discomfort glare. *Optometry and Vision Science, 38*(5), 247–259. doi:10.1097/00006324-196105000-00002
31. Habel, J. (2008). Základy světelné techniky (2). *Časopis Světlo, 6*, 52-55.
32. Habel, J., Žák, P. (2007). Význam mezopického vidění pro praxi. *Časopis Světlo, 6*, 52-54.
33. Haim, A., & Zubidat, A. E. (2015). Artificial light at night: melatonin as a mediator between the environment and epigenome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 370*(1667), 20140121–20140121. doi:10.1098/rstb.2014.0121
34. Hohberger, B., Laemmer, R., Adler, W., Juenemann, A. G. M., & Horn, F. K. (2007). Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC® 6500: influence of age and glare. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 245*(12), 1805-1814. doi.org/10.1007/s00417-007-0662-x

35. Honza Blažek AUTO BLOGGER. (nedat.). Adaptivní LED světlomety Ford [Zpráva z blogu]. Získáno z <http://www.autoblogger.cz/lexikon/adaptivni-led-svetlomety-ford/>
36. Hubel, D. H. (1995). *Eye, brain, and vision*. New York: Scientific American Library.
37. Hwang, A. D., Tuccar-Burak, M., & Peli, E. (2019). Comparison of Pedestrian Detection With and Without Yellow-Lens Glasses During Simulated Night Driving With and Without Headlight Glare. *JAMA Ophthalmology*, 137(10). doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.2893
38. Chellappa, S. L., Steiner, R., Blattner, P., Oelhafen, P., Götz, T., Cajochen, C., & Herzog, M. H. (2011). Non-Visual Effects of Light on Melatonin, Alertness and Cognitive Performance: Can Blue-Enriched Light Keep Us Alert? *PLoS ONE*, 6(1). doi.org/10.1371/journal.pone.0016429
39. Chytil, D. (2014). *Noční myopie* (Bakalářská práce). Získáno 31. ledna 2021 z ProQuest Dissertations and Theses database.
40. Jones, O. (leden, 2021). *The Eyeball*. Získáno 13. ledna 2021 z <https://teachmeanatomy.info/head/organs/eye/eyeball/>
41. Kaido, M., Matsutani, T., Negishi, K., Dogru, M., & Tsubota, K. (2013). Aged Drivers May Experience Decreased Visual Function While Driving. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, 2(3), 150-158. doi.org/10.1097/APO.0b013e3182897e4d
42. Kent, M. G., Fotios, S., & Altomonte, S. (2018). Order effects when using Hopkinson's multiple criterion scale of discomfort due to glare. *Building and Environment*, 136, 54-61. doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.022
43. Kent, M. G., Fotios, S., & Altomonte, S. (2019). Discomfort glare evaluation: The influence of anchor bias in luminance adjustments. *Lighting Research & Technology*, 51(1), 131-146. doi.org/10.1177/1477153517734280
44. Khan, T. Q., Bodrogi, P., Vinh, Q. T., & Winkler, H. (2014). *LED Lighting: Technology and Perception*. Hoboken: Wiley.
45. Komen, S. G. (22. února 2021). *Light At Night & Shift Work*. Získáno 28. února 2021 z <https://www.komen.org/breast-cancer/risk-factor/night-shift-work/>
46. Košč, F. (2016). Posouzení oslnění v soustavách s LED. *Konference, Světlo v praxi*. Získáno 10. března 2021 z <https://svetlovpraxi.cz/wp-content/uploads/2016/05/UGR-Ing.-Filip-Košč.pdf>
47. Krtilová, A. (1981). *Světlo a osvětlování*. Praha: Avicenum.

48. Longley, C. I. (2016). *Contrast sensitivity and glare: new measurement techniques and the visual consequences of wearing head-mounted displays* (Dizertační práce). Získáno 12. ledna 2021 z <https://bradscholars.brad.ac.uk/handle/10454/16061>
49. Lystrup, D. E. (2017). The dark side of the light: rachel carson, light pollution, and a case for federal regulation. *Jurimetrics: The Journal of Law, Science*, 57(4), 505-528.
50. Mansurov, N. (prosinec, 2019). *What is Chromatic Aberration?* Získáno z <https://photographylife.com/what-is-chromatic-aberration>
51. Medřický, H. (2021). *Problém bílých LED reflektorů aut. Horší pro zrak? Mýtus, že s modrou nejlépe vidíme* [Video]. Získáno z <https://www.youtube.com/watch?v=ckiuSQ7gMRE>
52. MEM. (23. listopadu, 2015). *The Effect of Chromatic Aberration Demonstrated*. Získáno z <https://budgetlightforum.com/node/43102>
53. Motamedzadeh, M., Golmohammadi, R., Kazemi, R., & Heidaramoghadam, R. (2017). The effect of blue-enriched white light on cognitive performances and sleepiness of night-shift workers: A field study. *Physiology & Behavior*, 177, 208-214. doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.008
54. Muchová, N. (2019). *Kontrastní citlivost a oslnění* (Bakalářská práce). Masarykova univerzita v Brně.
55. Mukamal, R. (30. listopadu, 2018). *Vision and Driving*. Získáno z <https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/vision-driving>
56. National Aeronautics and Space Administration, Science Mission Directorate. (2010). *Visible Light*. Získáno z NASA Science website: http://science.nasa.gov/ems/09_visiblelight
57. Navara, K. J., & Nelson, R. J. (2007). The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of pineal research*, 43(3), 215–224. doi.org/10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x
58. Nazario, B. (9. listopadu 2020). *Astigmatism*. Získáno 16. ledna 2021 z <https://www.webmd.com/eye-health/astigmatism-eyes>
59. Newbury, J. B., Arseneault, L., Beevers, S., Kitwiroon, N., Roberts, S., Pariante, C. M., Kelly, F. J., & Fisher, H. L. (2019). Association of Air Pollution Exposure With Psychotic Experiences During Adolescence. *JAMA Psychiatry*, 76(6). doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.0056

60. NVC Lighting. (nedat.). *What is UGR?* Získáno z <https://www.nvcuk.com/technical/what-is-ugr/529.htm>
61. Ohta, H., Mitchell, A. C., & McMahon, D. G. (2006). Constant Light Disrupts the Developing Mouse Biological Clock. *Pediatric Research*, 60(3), 304-308. doi.org/10.1203/01.pdr.0000233114.18403.66
62. Osičková, B. (2014). *Vliv změny kontrastu a oslnění na zrakové funkce* (Bakalářská práce). Masarykova univerzita v Brně.
63. Pavlíková, J. (10. února 2018). Zima zhoršuje vidění každému řidiči, říká oftalmoložka. Získáno 17. ledna 2021 z https://www.lidovky.cz/relax/zdravi/zima-zhorsuje-videni-kazdemu-ridici-rika-oftalmolozka.A180201_114659_ln-zdravi_ape
64. Peña-garcía, P., Espín, A., de Oña, J., & Peña-garcía, A. (2014). Considerations on the Effects of Automotive Lighting to Enhance Alert and Avoid Sleepiness in Night Time Drivers Via Melatonin Inhibition. *Procedia Engineering*, 84, 608–612. doi:10.1016/j.proeng.2014.10.476
65. Pierson, C., Wienold, J., & Bodart, M. (2017). Discomfort glare perception in daylighting: influencing factors. *Energy Procedia*, 122, 331-336. doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.332
66. Popa, B. (listopad, 2010). *Battle of the Headlights: Halogen vs. Xenon vs. LED vs. Laser vs. Conversion Kits*. Získáno z <https://www.autoevolution.com/news/battle-of-the-headlights-halogen-vs-xenon-vs-led-26530.html>
67. Příbyl, M. (listopad, 2019). *LED světlometry opravdu oslňují ostatní. Výrobci dají víc na vzhled než na bezpečnost*. Získáno z <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/proc-jasne-led-svetlomety-oslnuji-vyrobci-daji-vic-na-vzhled/r~73c2d1980f6911ea8d520cc47ab5f122/>
68. Qin, X., Zhang, N., Zhang, W., & Meitner, M. (2020). How does tunnel interior color environment influence driving behavior? Quantitative analysis and assessment experiment. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 98. doi.org/10.1016/j.tust.2020.103320
69. Ransen, O. (2017). *Candelas, lumens and lux*. Získáno z <http://www.ransensoftware.com/Photometric/Candelas-Lumens-And-Lux-Chapter-Samples.pdf>
70. Regente, J., de Zeeuw, J., Bes, F., Nowozin, C., Appelhoff, S., Wahnschaffe, A., Münch, M., & Kunz, D. (2017). Can short-wavelength depleted bright light during

- single simulated night shifts prevent circadian phase shifts? *Applied Ergonomics*, 61, 22-30. doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.014
71. Road Safety Observatory. (2017). *Eyesight and Driving*. Získáno z <https://www.roadsafetyobservatory.com/Review/drivers/dyesight-driving>
72. Rodríguez-Morilla, B., Madrid, J. A., Molina, E., & Correa, A. (2017). Blue-Enriched White Light Enhances Physiological Arousal But Not Behavioral Performance during Simulated Driving at Early Night. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00997>
73. Roy Choudhury, A. K. (2015). Chromatic adaptation and colour constancy. In *Principles of Colour and Appearance Measurement* (pp. 214-264). Elsevier. doi.org/10.1533/9781782423881.214
74. Řehák, J., & Řehák, M. (2011). *Venózní okluze sítnice*. Praha: Grada.
75. Sahin, L., & Figueiro, M. G. (2013). Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon. *Physiology & Behavior*, 116-117, 1-7. doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.03.014
76. Sajdl, J. (nedat.). *ADAC*. Získáno z <https://www.autolexicon.net/cs/articles/adac/>
77. Sedláček, J. (2016). *Měření světelného toku LED používaných v automobilovém vnějším osvětlení* (Diplomová práce). Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
78. Shin, S.-Y., & Lee, S. (2013). Correlation between car accident and car color for intelligent service. *Intelligence Information Research*, 19(4), 11–20. doi.org/10.13088/JIIS.2013.19.4.011
79. Schreuder, D.A. (1976). *White or yellow light for vehicle head-lamps?* Získáno z <https://www.swov.nl/en/publication/white-or-yellow-light-vehicle-head-lamps>
80. Skrbková. (nedat.). Brýle pro řidiče. Získáno 17. ledna 2021 z <https://www.optikskrbkova.cz/uzitecne-informace/rady-tipy-zajimavosti/bryle-pro-ridice>
81. Smrčková, Z. (2019). *Fyziologické změny oka spojené se stárnutím* (Bakalářská práce). Masarykova univerzita v Brně.
82. Synek, S., & Skorkovská, Š. (2014). *Fyziologie oka a vidění* (2., dopl. a přeprac. vyd). Praha: Grada.
83. Šťastný, J. (2018). *Oslnění od svítidel s neuniformní vyzářovací plochou* (Diplomová práce). Vysoké učení technické v Brně.

84. Švarcová, A. (6. března 2018). *Červená, žlutá, nebo stříbrná? Barva auta hraje důležitou roli při bezpečné jízdě.* Získáno 2. ledna 2021 z https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/bezpecnost-jizdy-barva-auta-dopravni-nehody_1803080615_jak
85. Tesařová, P. (2012). Hormonální aspekty při vzniku, vývoji a léčbě karcinomu prsu. *XXXVI. Brněnské onkologické dny a XXVI. Konference pro sestry a laboranty.* Získáno 29. prosince 2020 z <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/hormonalni-aspekty-pri-vzniku-vyvoji-a-lecbe-karcinomu-prsu/>
86. TÜV SÜD. (nedat). EHK/OSN Integrované české překlady předpisů. Získáno z <http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integroovane-ceske-preklady/>
87. Tyukhova, Y. (2015). *Discomfort glare from small, high luminance light sources in outdoor nighttime environments. Architectural Engineering* (Dizertační práce). Získáno 15. ledna 2021 z <https://digitalcommons.unl.edu/archengdiss/36/>
88. Tyukhova, Y., & Waters, C. E. (2018). Discomfort Glare from Small, High-Luminance Light Sources When Viewed against a Dark Surround. *Leukos, 14*(4), 215-230. doi.org/10.1080/15502724.2018.1434415
89. Ueda, T., Nawa, Y., Yukawa, E., Taketani, F., & Hara, Y. (2006). Change in dynamic visual acuity (DVA) by pupil dilation. *Human Factors, 48*(4), 651-5. Získáno 15. ledna 2021 z <https://www.proquest.com/scholarly-journals/change-dynamic-visual-acuity-dva-pupil-dilation/docview/216461957/se-2?accountid=16730>
90. Viktorová, L., Dominik, T., Stanke, L., Dostál, D. (2020). Člověk a světlo: (Re)konstrukce deBoerovy škály pro oslnění v českém jazyce. *Jemná mechanika a optika: Fine mechanics and optics: technický oborový časopis, 3*(64-84). Získáno 19. března 2020 z <https://jmo.fzu.cz/>
91. Vlk, F. (2006). Osvětlení motorových vozidel. *Soudní inženýrství, 5*(292-300). Získáno 5. ledna 2021 z <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2006-05-292-300.pdf>
92. Whelan, C. (leden, 2020). *Night Driving Glasses: Do They Work?* Získáno z <https://www.healthline.com/health/night-driving-glasses>
93. Wilson, J. (září, 2018). *Future headlight tech.* Získáno z <https://www.autoexpress.co.uk/car-news/104523/future-headlight-tech>

94. Wilson, J. (březen, 2020) *What are LED headlights and how they work?* Získáno z <https://www.autoexpress.co.uk/car-news/104520/what-are-led-headlights-and-how-do-they-work>
95. Wilson, J. (září, 2020). *What are xenon headlights and how they work?* Získáno z <https://www.autoexpress.co.uk/car-news/104522/what-are-xenon-headlights-and-how-do-they-work>
96. Wood, J. M., & Black, A. A. (2016). *Ocular disease and driving. Clinical and Experimental Optometry*, 99(5), 395–401. doi:10.1111/cxo.12391
97. Wood, J. M., Black, A. A., Anstey, K. J., & Horswill, M. S. (2021). Hazard Perception in Older Drivers With Eye Disease. *Translational Vision Science & Technology*, 10(1). doi.org/10.1167/tvst.10.1.31
98. Wu, D., Liu, N., Xu, P., Sun, K., Xiao, W., & Li, C. (2020). Reduced Contrast Sensitivity Function in Central and Peripheral Vision by Disability Glare. *Perception*, 49(12), 1348-1361. doi.org/10.1177/0301006620967641
99. Žlebek, M. (2013). *Osvětlení automobilu* (Bakalářská práce). Vysoké učení technické v Brně.

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Abstrakt v českém jazyce

Příloha č. 2: Abstrakt v cizím jazyce

Příloha č. 3: Dotazník

Příloha č. 1: Abstrakt v českém jazyce

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Dopravní bezpečnost a oslnění řidičů na českých silnicích

Autor práce: Bc. Klára Mičková

Vedoucí práce: Mgr. Lucie Viktorová, Ph. D.

Počet stran a znaků: 81, 153 791 znaků

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 99

Abstrakt (800-1200 znaků)

Magisterská práce se zabývá tématem dopravní bezpečnosti a oslnění na českých silnicích. Teoretická část je zaměřena na samotný lidský zrak, jehož funkčnost je nutná pro bezpečné řízení motorových vozidel. Jsou popsány druhy oslnění a možnosti jeho měření, zmiňujeme zdroje světla ve vozidlech. Popisujeme světelné znečištění, které působí změny v psychice lidí. Cílem výzkumu bylo zjistit, jak často se řidiči setkávají s oslněním, a která světla a vozidla je oslňují nejčastěji. Dílčím cílem bylo zmapování faktorů, které souvisejí s dopravní bezpečností a chováním lidí při výběru automobilových světla. Výzkumný soubor byl tvořen 553 respondenty, z nichž bylo 540 řidičů osobních automobilů, 6 řidičů nákladního automobilu nebo autobusu a 7 řidičů motorky či mopedu. Metodou tvorby dat byl nestandardizovaný dotazník vlastní konstrukce mapující tuto problematiku. Data byla zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel a k ověření statistických hypotéz byly využity testy chí-kvadrát v softwaru Statistica 12. Výsledky naznačují, že se podařilo vcelku dobře zmapovat zkoumanou problematiku a poskytnout přehled o tom, jak velkým problémem oslnění pro české řidiče je.

Klíčová slova: oslnění, discomfort glare, disability glare, světelné znečištění, dopravní bezpečnost

Příloha č. 2: Abstrakt v cizím jazyce

ABSTRACT OF THESIS

Title: Traffic safety and effect of glare on drivers on the Czech roads

Author: Bc. Klára Mičková

Supervisor: Mgr. Lucie Viktorová, Ph. D.

Number of pages and characters: 81, 153 791 characters

Number of appendices: 3

Number of references: 99

Abstract (800-1200 characters)

This diploma thesis deals with topics of traffic safety and glare while driving on the Czech roads. The theoretical background is focused on the human sight, whose functionality is essential for safe driving. The author describes glare types, measuring options and sources of lights in the motor vehicles. Also, light pollution, which causes severe changes in the human psyche, is discussed. The aim of the empiric part of thesis was to find out how often the drivers are glared on the roads and which lights and motor vehicles inflict a glare the most. Furthermore, the author analyses the factors that are linked to the traffic safety and human behaviour in the process of choosing car lights. A research sample was consisted of 553 respondents (540 car drivers, 6 lorry drivers or bus drivers, 7 motorbike or moped rider). The author had created own non-standardized questionnaire for data collection. The gained data were processed by using program Microsoft Office Excel and hypothesis were verified by application of chi-square tests in Statistica 12. The results support the author's intention. They provide a nice view on explored issues on the Czech road and suggest that the glare presents serious problem for the Czech drivers.

Key words: glare, discomfort glare, disability glare, light pollution, traffic safety

Příloha č. 3: Dotazník

Dopravní bezpečnost a oslnění na silnicích

Vážené řidičky a řidiči, moto- i cyklisté,

cílem následujícího dotazníku je zmapovat, jaké jsou zkušenosti řidičů a cyklistů s oslněním na českých silnicích, jaké typy světel je nejčastěji oslňují a jak vnímají některé aspekty svícení v souvislosti s dopravní bezpečností.

Dotazník je součástí výzkumu „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“, jenž je realizován na Katedře psychologie Univerzity Palackého v Olomouci s finanční podporou Technologické agentury ČR. Na základě výsledků tohoto dotazníku bude mj. sestaveno doporučení pro Ministerstvo dopravy ČR a výrobce automobilových světlometů stran potenciální úpravy požadavků na světlometry pro vozidla jezdící na českých silnicích.

Výsledky budou dále publikovány v rámci plánovaných projektových výstupů a diplomové práce Bc. Kláry Mičkové. Veškeré Vaše odpovědi budou anonymní, ovšem Vaše zkušenosti jsou pro nás velmi důležité. Ať jste řidič osobního či nákladního automobilu, autobusu, motorky, mopedu, kola či jiného dopravního prostředku, prosíme, věnujte čas vyplnění tohoto dotazníku.

V případě jakýkoliv otázek se neváhejte obrátit na e-mail: xxx@upol.cz nebo xxx@upol.cz.

Předem děkujeme za Váš čas a účast na tomto výzkumu!

- 1. Souhlasím se zpracováním mých odpovědí v tomto dotazníku pro účely výzkumu a publikací v rámci projektu „Člověk a bezpečnost v dopravě v souvislosti s rozvojem světelných technologií“ a diplomové práce Bc. Kláry Mičkové.**

- Ano
- Ne

Demografický dotazník

- 2. Pohlaví:**

- Muž
- Žena
- Jiné:

3. **Věk (uved'te číslem):**

4. **Nejvyšší dosažené vzdělání:**

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ZŠ | <input type="checkbox"/> VOŠ |
| <input type="checkbox"/> SOU | <input type="checkbox"/> VŠ |
| <input type="checkbox"/> SŠ | |

5. **V jakém kraji žijete?**

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Hl.m. Praha | <input type="checkbox"/> Pardubický |
| <input type="checkbox"/> Středočeský | <input type="checkbox"/> Vysočina |
| <input type="checkbox"/> Jihočeský | <input type="checkbox"/> Jihomoravský |
| <input type="checkbox"/> Plzeňský | <input type="checkbox"/> Olomoucký |
| <input type="checkbox"/> Karlovarský | <input type="checkbox"/> Moravskoslezský |
| <input type="checkbox"/> Ústecký | <input type="checkbox"/> Zlínský |
| <input type="checkbox"/> Liberecký | <input type="checkbox"/> Jiné (např. mimo ČR) |
| <input type="checkbox"/> Královéhradecký | |

6. **Pracujete v oblasti světelné techniky?**

- Ano
 Ne

7. **Pracujete v oblasti automobilové techniky?**

- Ano
 Ne

8. **Máte nějaké oční vady? (Možnost zaškrtnout více políček. V případě možnosti "Jiné" uveďte, jakou oční vadou trpíte.)**

- | | |
|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Žádné | <input type="checkbox"/> Šedý zákal |
| <input type="checkbox"/> Krátkozrakost | <input type="checkbox"/> Zelený zákal |
| <input type="checkbox"/> Dalekozrakost | <input type="checkbox"/> Šeroslepost |
| <input type="checkbox"/> Vetchozrakost | <input type="checkbox"/> Barvoslepost |
| <input type="checkbox"/> Astigmatismus | <input type="checkbox"/> Jiné |

9. **Nosíte převážně:**

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Brýle | <input type="checkbox"/> Střídám brýle a čočky |
| <input type="checkbox"/> Kontaktní čočky | <input type="checkbox"/> Nic |

10. **Mají Vaše brýle filtr modrého světla?**

- Ano
 Ne
 Nevím

Role účastníka v dopravě

11. Zvolte, prosím, Vámi preferovanou roli účastníka dopravy, za kterou budete odpovídat v tomto dotazníku.

- Řidič osobního automobilu
- Řidič nákladního automobilu nebo autobusu
- Řidič motorky nebo mopedu
- Cyklista

Cyklisté – bezpečnost a oslnění na silnicích

12. Kolik let již pravidelně jezdíte na kole? (uved'te číslem, zaokrouhlete)

13. Kolik kilometrů cca najedete za měsíc? (uved'te číslem)

14. Na kterých vozovkách se pohybujete nejčastěji? (možno zvolit více možností)

- Silnice I. třídy
- Silnice II. nebo III. třídy
- Silnice ve městě
- Cyklostezky ve městě
- Cyklostezky mimo město
- Jiné

15. Jaké přední světlo používáte? *

- Žádné
- Slabou „blikačku“ (do 200 lumenů)
- Přední svítilnu do 1000 lumenů (včetně)
- Přední svítilnu nad 1000 lumenů
- Jiné:

16. Vaše současné světlo podle Vás svítí:

- Nedostatečně
- Dostatečně
- Svítí více, než bych potřeboval/a
- Oslňuje

17. Jak často jezdíte za tmy?

- Téměř nikdy
- Několikrát do roka
- Minimálně 1x za měsíc
- Minimálně 1x za týden
- Téměř denně

18. Jak často jezdíte za zhoršených viditelnostních podmínek (děšť, mlha, sníh...)?

- Téměř nikdy
- Několikrát do roka
- Minimálně 1x za měsíc
- Minimálně 1x za týden
- Téměř denně

19. Jak často zažíváte oslnění protijedoucím vozidlem?

- Téměř nikdy
- Několikrát do roka
- Minimálně 1x za měsíc
- Minimálně 1x za týden
- Téměř denně

20. Uměli byste říct, který typ protijedoucích světel je pro vás z pohledu oslnění nejhorší?

 Nevidím rozdíl

21. V jakých situacích je pro Vás oslnění nejhorší? (můžete vybrat více možností; v případě "Jiné" prosím popište)

- Protijedoucí vozidlo neztlumí dálková světla
- Protijedoucí vozidlo má nesprávně seřízené světlomety
- Protijedoucí vozidlo má konkrétní typ světlometů (viz obrázek z předchozí otázky)
- Oslní mě vozidlo jedoucí za mnou
- Jiné:

22. Co Vy sami děláte pro to, abyste předcházeli oslnění?

23. Vyberte, prosím, jednu možnost u každé otázky. Zvolte možnost ANOxNExNEVÍM. Možnost "NEVÍM" volte, prosím, jen když se opravdu nemůžete rozhodnout.

- Vadí Vám, když na silnici potkáte vůz s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?
- Myslíte si, že je nebezpečné jezdit s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?
- Myslíte si, že řidiči v ČR používají správně denní svícení (DRL)?
- Měli by řidiči v ČR používat častěji klasická potkávací světla?
- Měla by podle Vás v režimu denního svícení svítit světelná signatura i na zadní části vozu?

24. Preferujete teplejší nebo studenější barvy?

- Teplejší (žlutá, oranžová...)
- Studenější (bílá, modrá...)

Řidiči – bezpečnost a oslnění na silnicích

25. **Kolik let aktivně řídíte? (uved'te číslem)**
26. **Kolik kilometrů cca najedete za měsíc? (uved'te číslem)**
27. **Na kterých vozovkách se pohybujete nejčastěji? (možno zvolit více možností)**
- | | |
|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Dálnice | <input type="checkbox"/> Ve městě |
| <input type="checkbox"/> Silnice I. třídy | <input type="checkbox"/> Jiné |
| <input type="checkbox"/> Silnice II. nebo III. Třídy | |
28. **S jakým vozem jezdíte nejčastěji? (uved'te vše, co víte: tovární značku, model, rok výroby)**
29. **Jaký typ předních světel má vůz, se kterým nejčastěji jezdíte? (v případě volby "Jiné" uveďte jaké)**
- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Žárovky | <input type="checkbox"/> Nevím |
| <input type="checkbox"/> Xenony | <input type="checkbox"/> Jiné: |
| <input type="checkbox"/> LED | |
30. **Jak často kontrolujete, zda Vám svítí všechna světla?**
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Před každou jízdou | <input type="checkbox"/> Alespoň 1x za půl roku |
| <input type="checkbox"/> Alespoň 1x týdně | <input type="checkbox"/> Alespoň 1x ročně |
| <input type="checkbox"/> Alespoň 1x měsíčně | <input type="checkbox"/> Nikdy |
31. **Vaše současné světlometry podle Vás svítí:**
- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Nedostatečně | <input type="checkbox"/> Svítí více, než bych potřeboval/a |
| <input type="checkbox"/> Dostatečně | <input type="checkbox"/> Oslňují |
32. **Jak často řídíte za tmy?**
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Téměř nikdy | <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za týden |
| <input type="checkbox"/> Několikrát do roka | <input type="checkbox"/> Téměř denně |
| <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za měsíc | |
33. **Jak často řídíte za zhoršených viditelnostních podmínek (děšť, mlha, sníh...)?**
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Téměř nikdy | <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za týden |
| <input type="checkbox"/> Několikrát do roka | <input type="checkbox"/> Téměř denně |
| <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za měsíc | |
34. **Jak často zažíváte oslnění protijedoucím vozidlem?**
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Téměř nikdy | <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za týden |
| <input type="checkbox"/> Několikrát do roka | <input type="checkbox"/> Téměř denně |
| <input type="checkbox"/> Minimálně 1x za měsíc | |

35. Uměli byste říct, který typ protijedoucích světel je pro vás z pohledu oslnění nejhorší?

 Nevidím rozdíl

36. V jakých situacích je pro Vás oslnění nejhorší? (možno zvolit více možností; v případě "Jiné" prosím popište)

- Protijedoucí vozidlo neztlumí dálková světla
- Protijedoucí vozidlo má nesprávně seřízené světlomety
- Protijedoucí vozidlo má konkrétní typ světlometů (viz obrázek z předchozí otázky)
- Oslní mě vozidlo jedoucí za mnou
- Jiné:

37. Co Vy sami děláte pro to, abyste předcházeli oslnění?

38. Vyberte, prosím, jednu možnost u každé otázky. Zvolte možnost ANOxNExNEVÍM. Možnost "NEVÍM" volte, prosím, jen když se opravdu nemůžete rozhodnout.

- Znáte funkci adaptivních světlometů?
- Má váš vůz adaptivní (neoslňující) dálková světla?
- Jste ochoten/ochotna připlácet za vyšší výbavy světlometů?
- Považujete lepší světlomety za nedílnou součást příplatkové výbavy?
- Byl/a byste ochoten/ochotna si připlatit za světlomety s prokazatelně delším dosvitem?
- Pokud by světlomety s prokazatelně vyšším dosvitem způsobovaly větší míru oslnění protijedoucích řidičů, pořídil/a byste si je?
- Byl/a byste ochoten/ochotna poříditi si výkonnější světlomety z příplatkové výbavy, pokud by bylo možné získat slevu na pojištění vozu?
- Používáte na svém voze neoriginální doplňky?
- Zakoupil/a byste si nehomologovanou (nepovolenou) žárovku nebo LEDku z online obchodu, abyste dosáhl/a vyšší míry dosvitu, případně estetického efektu, i pokud by byl na úkor protijedoucích řidičů?
- Myslíte si, že jízda s jedním nefunkčním světlometem (máme na mysli potkávací světlo) Vám umožňuje stejně bezpečnou jízdu jako když svítí oba světlomety?

- Vadí Vám, když na silnici potkáte vůz s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?
- Myslíte si, že je nebezpečné jezdit s jedním nefunkčním světlometem (potkávacím světlem)?
- Myslíte si, že řidiči v ČR používají správně denní svícení (DRL)?
- Měli by řidiči v ČR používat častěji klasická potkávací světla?
- Měla by podle Vás v režimu denního svícení svítit světelná signatura i na zadní části vozu?

39. Preferujete teplejší nebo studenější barvy?

- Teplejší (žlutá, oranžová...)
- Studenější (bílá, modrá...)

Už jen pár otázek na závěr...

40. Je podle Vás nebezpečnější:

- Nevidět
- Oslnit

41. Je pro Vás důležitější:

- Vidět
- Neoslnit

42. Je podle Vás bezpečnější:

- Vidět
- Neoslnit

43. Auta v ČR podle Vás v průměru svítí:

- Málo
- Přiměřeně
- Oslňují

44. V ČR Vás oslňují zejména (možno zvolit více možností):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Osobní vozidla | <input type="checkbox"/> Nákladní vozidla |
| <input type="checkbox"/> Vozidla SUV | <input type="checkbox"/> Žádná vozidla |
| <input type="checkbox"/> Dodávky | <input type="checkbox"/> Nevím |

45. Vozidla, která Vás oslňují, vypadají nejčastěji jako:

- Nová moderní vozidla
- Starší vozidla
- Nevím

46. V ČR Vás oslňují vozidla především:

- Potkávacími světly
- Dálkovými světly
- Nevím

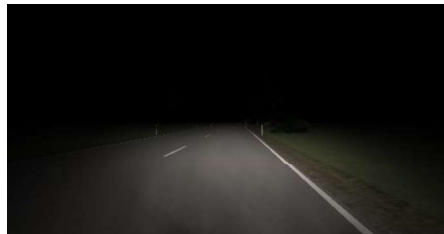
47. Světla, která Vás na silnicích v ČR nejčastěji oslňují, mají barvu:

- Spíše do oranžova
- Spíše do modra
- Žlutou
- Jiné:
- Jasně bílou

48. V ČR řidiči podle Vás nadužívají:

- Dálková světla
- Mlhová světla
- Užívají světla přiměřeně
- Jiné:

49. Vyberte z obrázků Vámi preferovaný výhled:



- Nevidím rozdíl

50. Je ještě něco, co byste nám v souvislosti s Vaší zkušeností s oslněním chtěl/a sdělit?