



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTÁLNÍCH MĚŘENÍ DOHLEDNOSTI S DOSTUPNÝM SW

COMPARISON OF RESULTS OF EXPERIMENTAL VISIBILITY MEASUREMENTS WITH
AVAILABLE SOFTWARE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PAVEL MAXERA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ALBERT BRADÁČ, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2011/12

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Pavel Maxera

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Porovnání výsledků experimentálních měření dohlednosti s dostupným SW

v anglickém jazyce:

Comparison of Results of Experimental Visibility Measurements with Available Software

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zajistit měřicí vozidla
2. Zajistit ISOLuxové diagramy k těmto vozidlům, popř. provést měření a potřebné hodnoty intenzity osvětlení zjistit.
3. Zajistit oděv pro figuranty se známými světelnými vlastnostmi (odrazivost).
4. Provést sérii měření s různým oděvem, za různých okolních podmínek.
5. Vyhodnotit tytéž situace programem Dohľadnosť.
6. Provést porovnání a učinit závěry ohledně relevantnosti výsledků programu.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je porovnání zjištěných hodnot dohlednosti z vozidla na chodce za snížené viditelnosti při použití dálkových světel s teoretickými hodnotami, zjištěnými s pomocí dostupného SW.

Seznam odborné literatury:


- [1] BRADÁČ A. A KOL.: Soudní inženýrství, Akademické nakladatelství CERM, Brno 1997, ISBN 80-7204-133-9).
- [2] BRADÁČ, A.; KREJČÍŘ, P.; GLIER, L.: Znalecký standard II - Vybrané metody zajišťování podkladů pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod. VUT v Brně-ÚSI, Ministerstvo spravedlnosti, 1990
- [3] WEYDE, M. Rekonstruktion der Erkennbarkeit von Fussgängern bei Dunkelheitsunfällen unter dynamischen Realbedingungen, Sborník výroční konference EVU 2010, Praha 2010, ISBN 978-80-7399-128-9
- [4] SCHMEDDING K., Practical Examples of Visual Perception Problems in Night-time Accidents, Sborník výroční konference EVU a ITAI, Hinckley 2009, UK
- [5] HANDBUCH VERKEHRSUNFALL-REKONSTRUKTION – UNFALLAUFNAHME – FAHRDYNAMIK – SIMULATION – BURG, MOSER, 1. VYDÁNÍ 2007, VIEWEG, ISBN 978-3-8348-0172-2
- [6] HUGEMANN, W. a rozsáhlý autorský tým.: Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007, ISBN 3-00-019419-3
- [7] WYPADKI DROGOWE – VADEMECUM BIEGTEGO SADOWEGO, VYDAVATELSTVÍ INSTYTUTU EKSPERTYS SADOWYCH, KROKOV 2002, ISBN 83-87425-65-6
- [8] Normy ECE R-98, R-112 a R-123

Vedoucí diplomové práce: Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 1.11.2011




prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá analýzou porovnání výsledků experimentálních měření dohlednosti se softwarem Dohľadnosť 2.0. Na základě podkladů získaných při měření v terénu hodnotí, zda výsledky získané ze softwaru při nasimulování stejné situace jsou shodné a tudíž použitelné pro znaleckou činnost při řešení analýzy dopravních nehod.

Abstract:

This master's thesis deals with the analysis of comparison the results of experimental measurements of visibility with the software Dohľadnosť 2.0. Based on the specifications obtained by measuring in the field evaluates, whether the results acquired from the software by simulating an identical situation are consistent and therefore applicable for an expertise activities in solving the analysis of road-traffic accident.

Klíčová slova:

světlo mety vozidel, dosvit světla, dohlednost, kontrast, intenzita osvětlení, jas

Keywords:

headlights of motor vehicles, persistence of headlights, visibility, contrast, intensity of illumination, brightness

Bibliografická citace práce:

MAXERA, P. *Porovnání výsledků experimentálních měření dohlednosti s dostupným SW*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. 85 s.
Vedoucí diplomové práce Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Bc. Pavel Maxera

V Brně dne 25. května 2012

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Albertovi Bradáčovi, Ph.D. za odborné vedení, rady, věcné připomínky a ochotnou spolupráci při vzniku této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Markovi Leichtmannovi, vedoucímu prodeje ve společnosti Autonova Brno s.r.o., za poskytnutí vozidla k měření a podporu při tvorbě této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE PRÁCE.....	12
1 OSVĚTLENÍ VOZIDLA.....	13
1.1 Světlo	13
1.1.1 Fyzikální veličiny světla	13
1.2 Osvětlení vozidel a konstrukce světlometů.....	15
1.2.1 Zdroj světla	15
1.2.2 Optický systém světlometu	17
1.2.3 Odrazové plochy	18
1.3 Právní úprava	20
1.4 Kontrola a seřízení světlometů.....	22
1.4.1 Seřízení podle kontrolní stěny	22
1.4.2 Seřízení pomocí optického přístroje – regloskopu.....	23
2 DOHLEDNOST.....	25
2.1 Lidské oko.....	25
2.2 Zrakové vnímání	26
2.2.1 Proces vidění	26
2.2.2 Vnímání barev.....	28
2.2.3 Ostrost zraku	29
2.3 Problémy vizuálního vnímání ve tmě a dosvitu světlometů	29
2.3.1 Poškození předního skla	30
2.3.2 Zatížení vozidla.....	31
2.3.3 Stáří žárovek	32

2.4	Vliv počasí	32
2.4.1	Děšť	32
2.4.2	Sníh	32
2.4.3	Mlha	33
2.5	Viditelnost reflexních světel a speciálních tabulek.....	33
2.6	Problémy rekonstrukcí viditelnosti chodců	34
2.7	Moderní systémy detekující chodce.....	35
2.8	Metodika pro měření dohlednosti za snížené viditelnosti – v noci.....	38
2.8.1	Postup měření.....	39
2.8.2	Fotodokumentace pokusu	40
2.8.3	Podmínky vyšetřovacího pokusu	40
2.8.4	Pomůcky pokusu	41
2.8.5	Zajištění bezpečnosti.....	41
3	MĚŘENÍ DOSVITU SVĚTEL ŠKODY OCTAVIA II RS	42
3.1	Světlometry měřeného vozidla.....	42
3.2	Použité měřicí přístroje	43
3.3	Měření světlometů	44
3.3.1	Měření intenzity osvětlení.....	44
3.3.2	Měření pseudo-ohniska.....	46
3.3.3	Měření dohlednosti v terénu	47
3.4	Simulace v softwaru Dohl'adnost' 2.0	49
3.4.1	Situace měření.....	49
3.4.2	Oblečení figurantů	51
3.5	Srovnání výsledků.....	52
3.5.1	Potkávací světla	52

3.5.2 Dálková světla.....	62
3.6 Další výstupy ze softwaru Dohľadnosť 2.0	72
3.7 Zhodnocení	73
ZÁVĚR	74
LITERATURA	75
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	78
SEZNAM TABULEK	84
SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

Jedním z nejčastějších problémů, se kterým se znalec při analýze dopravní nehody setkává, je problematika viditelnosti překážky na vozovce při snížené viditelnosti. Pro správné vyhodnocení dopravní nehody, musí znalec zjistit vzdálenost, z jaké je překážka viditelná, což nelze stanovit jednoznačným konstatováním. Tato vzdálenost je totiž závislá na podmínkách v době nehody a je nutné ji zjistit vyšetřovacím pokusem (rekonstrukcí), přičemž při vyšetřovacím pokusu musí být dodrženy všechny podmínky jako v době nehody.

Jednou z možností je měření dohlednosti pomocí slovenského softwaru Dohľadnosť 2.0, který umožňuje nasimulování nehodové situace. Při této simulaci je možné zohlednit podmínky v době nehody, oblečení chodce, druh vozidla a různé světlometry. Výsledkem je animace z pohledu řidiče, ze které lze zjistit, z jaké vzdálenosti mohla být překážka viditelná. Analýza těchto výsledků a jejich porovnatelnosti s realitou bude hlavním předmětem této diplomové práce.

Moji práci jsem rozdělil na tři hlavní části. První část obsahuje teoretické poznatky týkající se světla a konstrukce světlometů. Druhá je zaměřena na lidské zrakové vnímání, problematiku dohlednosti, dosvitu světel a viditelnosti překážek při provozu vozidel na pozemních komunikacích. Součástí této části je také popis některých moderních systémů detekujících chodce na vozovce a postup měření dohlednosti za snížené viditelnosti. Třetí a poslední část této práce analyzuje výsledky měření dohlednosti z terénu a výsledky ze softwaru Dohľadnosť 2.0 a tyto výsledky jsou zde vzájemně porovnávány.

CÍLE PRÁCE

Cílem mé diplomové práce je porovnání zjištěných hodnot dohlednosti z vozidla na chodce za snížené viditelnosti při použití xenonových světel s teoretickými hodnotami, zjištěnými s pomocí softwaru Dohľadnosť 2.0.

Ke splnění problematiky úkolu je nutné zajistit vhodné vozidlo s xenonovými světly, provést měření a zjistit hodnoty intenzity osvětlení. Dále je nutné zajistit vhodný oděv pro figuranty se známými světelnými vlastnostmi a provést s nimi sérii měření v terénu. Tytéž situace budou nasimulovány také v softwaru Dohľadnosť 2.0, jehož výsledky se porovnají s výsledky z měření.

Toto porovnání je důležité, jelikož na jeho základě lze konstatovat, že pokud budou výsledky získané ze softwaru a výsledky z měření v terénu shodné, je možné použít software Dohľadnosť 2.0 pro znaleckou činnost při řešení analýzy dopravní nehod, které se staly například za snížené viditelnosti.

1 OSVĚTLENÍ VOZIDLA

1.1 Světlo

Z fyzikálního hlediska je světlo jedním z druhů elektromagnetického záření. Přírodním zdrojem elektromagnetického záření je slunce. Jednotlivé druhy záření se od sebe liší vlnovými délkami. Vlnové délky viditelného světla se nachází mezi vlnovými délkami ultrafialového a infračerveného záření.

„Jakékoliv optické záření schopné přímo vyvolat vizuální počitek se označuje názvem viditelné záření. Přesné meze spektrálního rozsahu viditelného záření nelze stanovit, neboť jsou závislé jak na množství zářivého toku dopadajícího na sítnici oka, tak na spektrální citlivosti oka pozorovatele. Obvykle se uvažuje spodní mez v rozmezí vlnových délek mezi 360 až 400 nm a horní hranice mezi vlnovými délkami 760 až 830 nm. Pod pojmem světelné záření (světlo) se rozumí viditelné záření, které je zhodnoceno zrakovým orgánem pozorovatele podle citlivosti oka k záření různých vlnových délek. Ve viditelné oblasti spektra budí každé monofrekvenční záření zcela určitý barevný počitek, toto záření se často nazývá záření monochromatické.“ (7, s. 6)

1.1.1 Fyzikální veličiny světla

Mezi základní fyzikální veličiny, které se měří u světla, patří:

- **Svítivost zdroje [I]** – vyjadřuje hustotu elektrické energie, která je vyzařována do určitého směru. Jednotkou je candela (cd).
- **Světelný tok [Φ]** – udává množství světelné energie vydané zdrojem světla za jednu sekundu. Jednotkou světelného toku je lumen (lm).
- **Osvětlení [E]** – vyjadřuje hustotu světelného toku, který dopadá na určitou plochu. Jednotkou osvětlení je lux (lx)
- **Měrný výkon** – je vztah mezi světelným tokem a elektrickým příkonem. Jednotkou měrného výkonu je $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ (6, s. 111)

Další veličinou je jas L, který je měřítkem pro vjem světlosti svítícího nebo osvětlovaného tělesa tak, jak je vnímá lidské oko. Jas měříme pomocí jasoměru a jeho jednotkou je $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ nebo nit (nt). Jas se vypočítá podle následujícího vztahu, v němž při

rovnoměrném rozložení svítivosti je jas L určen podílem svítivosti I v daném směru α a plochy S , respektive jejího průmětu do roviny kolmé k danému směru α . (7, s. 10)

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$$

Rovnice 1: Vztah pro výpočet jasu.

Zdroj (7).

„Aby pozorovatel, řidič vozidla, rozlišil objekty pozorované v zorném poli, je potřeba, aby tyto objekty měly dostatečně rozdílné jasy, popřípadě barvy (kontrast barev nebo jasů) a v případě trojrozměrných předmětů aby bylo vhodně vytvořenými stíny zajištěno vyniknutí prostorové struktury a uspořádání předmětů. Je to dáno tím, že zrakové rozlišení předmětů či detailů je založeno na schopnosti zrakového orgánu rozeznat, že z určitých částí zorného pole vycházejí rozdílné světelné podněty.“ (7, s. 12)

Kontrast jasu charakterizuje stupeň rozeznatelnosti objektů a je vyjádřen následujícím vztahem:

$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b}$$

Rovnice 2: Vztah pro výpočet kontrastu jasu.

Zdroj (7).

kde:

K ... kontrast

L_a ... jas objektu (jas rozlišovaného detailu) [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

L_b ... jas jeho okolí (jas pozadí) [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

Zvyšováním této veličiny narůstá pravděpodobnost, že pozorovatel (řidič) objekt zpozoruje. Nejmenší rozlišitelný rozdíl jasů se nazývá práh rozlišitelnosti jasů a jemu odpovídající kontrast K_{\min} je prahový kontrast. (7, s. 13)

Prah rozlišitelnosti jasů je vyjádřen vztahem:

$$|L_a - L_b| = \Delta L_{\min}$$

Rovnice 3: Vztah pro výpočet prahu rozlišitelnosti jasů.

Zdroj (7).

Aby byl tedy objekt včas zpozorován, musí být sám světlejší nebo tmavší než pozadí. Světlejší pozadí občas usnadňuje zpozorování překážky z větší vzdálenosti, například v případě protijedoucího auta, které zezadu osvětluje překážku. Stejný efekt nastává například při osvětlení překážky lampami veřejného osvětlení. (4, s. 900)

1.2 Osvětlení vozidel a konstrukce světlometů

Na vozidle se světla rozdělují podle funkce na světla osvětlovací a návěštní. Osvětlovací světla jsou určena k osvětlování jízdní dráhy a světlo vyzařují světlomety. Mezi osvětlovací světla patří dálková, tlumená (potkávací) světla a světla do mlhy. Návěštní světla jsou vyzařována za účelem zajištění viditelnosti vozidla, upozornění na zpomalení při brzdění, na změnu směru jízdy. Mezi návěštní světla patří světla koncová, obrysová, brzdová a směrová. (6, s. 111)

Světlomet na vozidle je zdroj světla spojený s optickou soustavou, díky níž vysílá světlo do určitého vymezeného prostoru. Mezi hlavní části světlometu patří světelný zdroj (žárovka, výbojka, LED dioda apod.), optický systém a pouzdro, do něhož je vestavěn světelný zdroj s optickou soustavou. Optický systém světlometu se skládá z odražející plochy a průsvitného krytu a svým tvarem upravuje prostorové rozložení vystupujícího světla (výstupní plocha). (6, s. 112)

1.2.1 Zdroj světla

Zdrojem světla ve světlometu může být například běžná žárovka, halogenová žárovka, xenonové výbojky nebo světlo emitující dioda (LED). Jelikož světlomet na zkoušeném vozidle obsahuje jako zdroj hlavního světla halogenovou žárovku a xenonovou výbojku, budou dále řešeny pouze tyto.

Halogenové žárovky mají delší životnost než žárovky běžné. Jejich baňka je naplněna plynem s příměsí halových prvků. U halogenových žárovek pro automobily se používá jako plnicí plyn metylenbromid a jako halový prvek brom. Uvnitř baňky probíhá proces, který se nazývá halogenový cyklus. *„Halogenová žárovka má ve srovnání s běžnou žárovkou menší baňku, aby se uvnitř dosáhlo požadované teploty. Baňka je vyrobena z křemičitého skla, které je velmi citlivé na znečištění zejména mastnotou. Proto je nutno dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s žárovkou a v případě znečištění povrch*

baňky odmastit. Je třeba rovněž dodržovat předepsané napájecí napětí a zajistit jeho minimální kolísání.“ (6, s. 112)

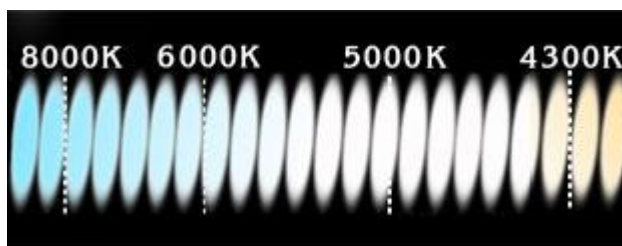
U výbojek vzniká světlo výbojem mezi elektrodami, ležícími ve zředěném plynu nebo parách některých kovů. Výbojka je skleněná trubice naplněná příslušným médiem, na jejichž koncích jsou zataveny přívody v elektrodách. Pokud se elektrody připojí na vhodné napětí, rozzáří se plyn, který pak vydává barevné monochromatické světlo. Provozní teplota výbojky je nízká, jelikož teplo, které při jejím provozu vzniká, je pouze průvodním jevem. U xenonových výbojek je skleněná trubice vyrobena z čistě křemičitého skla a je naplněná xenonem s přísadou metalických solí. V současnosti se nejčastěji používají dva typy xenonových výbojek, a to D2R pro čistě odrazové (reflexní) plochy a D2S pro projekční systémy. Mezi hlavní výhody xenonových výbojek patří například lepší osvětlení krajnic, světlo je podobné světlu dennímu a oproti halogenové žárovce mají více než dvojnásobný světelný tok. (6, s. 116)

Rozdíl mezi osvětlením vozovky halogenovou žárovkou a xenonovou výbojkou při tlumených světlech je zobrazen na následujícím obrázku (*Obrázek 1*).



Obrázek 1: Rozdíl mezi osvětlením vozovky halogeny a xenony.

Zdroj (27).



Obrázek 2: Barvy xenonových výbojek.

Zdroj (27).

1.2.2 Optický systém světlometu

Průsvitný kryt světlometu se vyrábí z polykarbonátu, který patří mezi termoplastické polymery neboli termoplasty. Výhodou tohoto termoplastu je, že se snadno zpracovává vstříkváním a lisováním za tepla a má dobré optické vlastnosti, dobrou tepelnou odolnost a dobrou odolnost proti nárazu. Tento polykarbonát se za tepla vylisuje do tvaru průsvitného krytu světlometu a poté se na něj nanese velmi tenká vrstva ochranného laku. Vrstva ochranného laku chrání průsvitný kryt proti povětrnostním podmínkám, při jejím porušení dojde také k poškození polykarbonátu.

Odrážející plocha se vyrábí z termosetu neboli reaktoplastu, který se vylisuje do příslušného tvaru a pokryje se tenkou vrstvou hliníku. Termoset po vytvrzení není možné dále zpracovávat teplem, během tohoto vytvrzení se pomocí tlaku a teploty propojí do husté souvislé trojrozměrné sítě. Díky tomu se zvyšující se teplotou zvyšuje jejich tuhost a tvrdost. Proto se termosety využívají na výrobu odrážejících ploch, jelikož ty musí být díky svému umístění blízko zdroji světla velmi odolné vůči vysokým teplotám. Při příliš vysokých teplotách se jejich struktura rozpadne. Nevýhodou termosetu oproti termoplastu je, že jej nelze po vytvrzení dále tepelně zpracovávat a recyklovat.¹

¹ Tyto informace byly získány během exkurze ze dne 4.5.2012 ve společnosti Visteon Autopal s.r.o. v Novém Jičíně

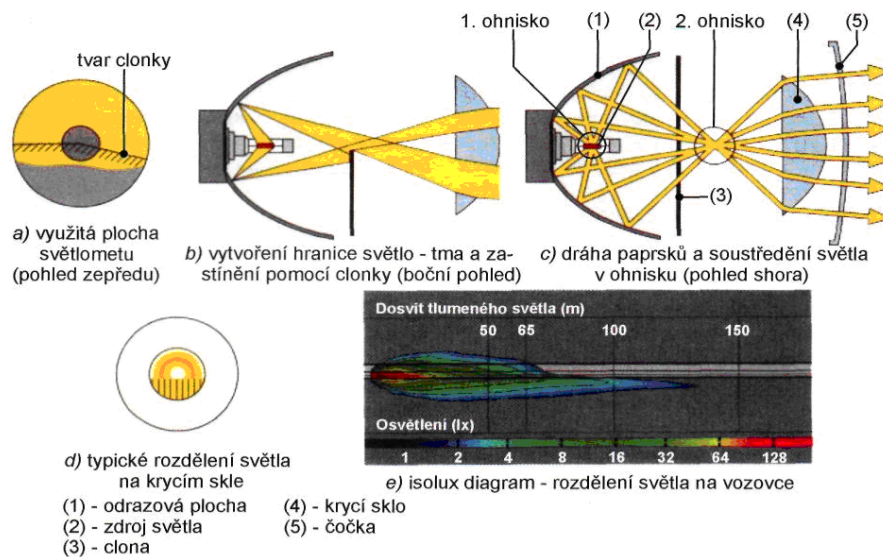
1.2.3 Odrazové plochy

Světelná účinnost a tvar světelného toku závisí na druhu odrazové plochy. Při konstrukci tlumených světel se v dnešní době vychází ze dvou základních typů: evropského a angloamerického.

Evropský systém je založený na klopení světel směrem dolů a na potlačení světelných paprsků v horní polovině. Může být symetrický nebo asymetrický. Symetrický evropský systém má vodorovné rozhraní potlačeného světla (vpravo i vlevo) a dnes jej využívají jen někteří výrobci motocyklů. Symetrický evropský systém byl dnes nahrazen systémem asymetrickým. Americký systém je charakteristický kloněním tlumených světel šikmo dolů na stranu od protijedoucích vozidel. Výhodou tohoto systému je lepší osvětlení, nevýhodou je však větší oslnění protijedoucích vozidel. (6, s. 121)

Mezi druhy obrazových ploch světlometů patří odrazová plocha ve tvaru rotačního paraboloidu, ve tvaru elipsoidu, nebo například volná odrazová plocha. Mezi některé moderní konstrukce světlometů patří například světlomet Super DE.

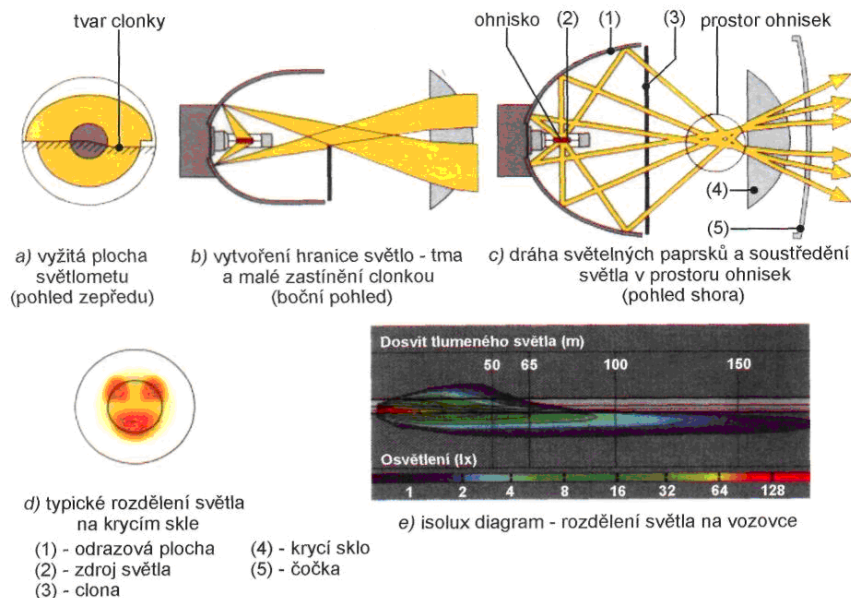
Světlomet s odrazovou plochou ve tvaru elipsoidu, která je tvořena částí trojrozměrného elipsoidu, se označuje DE (*Obrázek 3*). Optický systém tohoto systému je vždy doplněn o čočku nebo soustavu čoček, které zaručují, že světelný tok bude usměrněn do výstupního kužele požadovaného směru. „*Svým principem se elipsoidní světlomet podobá optickému systému diaprojektoru, a proto bývá také označován jako projekční.*“ (6, s. 123) Tento systém vytváří ostrou hranici světlo – tma, proto světlometry DE nacházejí uplatnění zejména jako světlometry do mlhy, ale dají se použít i pro světla tlumená a dálková. (8, s. 311)



Obrázek 3: Světelný tok u světlometu DE.

Zdroj (6).

Světlomet Super DE je kombinací volné odrazové plochy s projekčním optickým systémem DE (odrazová plocha ve tvaru elipsoidu). Tato konstrukce zlepšuje osvětlení stran vozovky. Aby se dosáhlo většího dosvitu, je světlo soustředěno na hranici světlo – tma. Na následujícím obrázku (*Obrázek 4*) je znázorněn světelný tok světlometu DE. Odrazová plocha zachycuje co největší množství světla a odráží je, světelný tok jde přes clonu na čočku, která ho promítá na vozovku. (6, s. 125)



Obrázek 4: Světelný tok u světlometu Super DE.

Zdroj (6).

Světlometry dálkových světel slouží k osvětlení vozovky a charakterizuje je velký jas a dosah. Umožňují rozeznání průběhu vozovky a překážek na ní ve vzdálenosti cca 150 – 200 metrů. Problematická při analýze nehod jsou ale světla potkávací, u nichž je většinou problém s viditelností. Výrobci v dnešní době věnují pozornost maximálnímu dosvitu při zachování rovnoměrné distribuce světla, aby zároveň nedošlo k oslňování řidičů protijedoucích vozidel. Všechny změny, jejichž účelem je vylepšení technologie světlometu, vedou ke změnám v oblasti dosahu a intenzity světla, tvaru jeho rozptýlení a velikosti osvětlené plochy. (4, s. 884)

1.3 Právní úprava

Jednou z právních norem, které upravovaly problematiku světlometů, je vyhláška č. 102/1995 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích. Zejména v následujících paragrafech:

§56 – Světelná zařízení vozidel

„(3) Světelná zařízení musí být na vozidle umístěna tak, aby se jejich poloha a referenční osy samovolně neměnily. Poloha světelných zařízení se stanoví při pohotovostní hmotnosti vozidla a zatížení sedadla řidiče hmotností 75 kg. Dodatečně montovaná světelná zařízení musí být na vozidle umístěna tak, aby byly splněny požadavky na umístění a aby nebyl narušen výhled z místa řidiče ani stanovená geometrická viditelnost ostatních světelných zařízení.

(4) Vertikální nastavení sklonu světlometů s potkávacím světlem, měřeno při stání v rozsahu od pohotovostní do celkové hmotnosti vozidla, musí zůstat v rozsahu sklonů - 0,5 % až -2,5%. Pro zajištění tohoto rozmezí sklonu musí být u vozidel vyrobených nebo dovezených po 1. 1. 1985, pokud není splněn výše uvedený rozsah nastavení, použito zařízení upravující sklon světlometů vzhledem ke karosérii podle zatížení vozidla, které musí být ovladatelné z místa řidiče (ručně) nebo musí pracovat samočinně. Pro každý typ vozidla musí výrobce stanovit základní nastavení, které musí být nejméně v rozmezí - 1 % až -1,5 % a do 1. 10. 1984 musí být tato hodnota základního nastavení s příslušným symbolem uvedena v blízkosti světlometů nebo na štítku výrobce a v návodu k obsluze včetně schéma správného nastavení (seřízení) potkávacích světel.

(5) Každá dvojice téhož druhu vnějšího světelného zařízení musí být na vozidle umístěna souměrně k podélné střední rovině vozidla, ve stejné výši nad vozovkou a musí vykazovat stejné světelné a barevné parametry.“ (14)

§57 – Světlomety vozidel

„(1) Každé motorové vozidlo, s výjimkou ostatních motorových vozidel uvedených v části VII. této vyhlášky, musí být vybaveno světlomety s potkávacími a dálkovými světly. Potkávací i dálková světla musí být bílé barvy a mohou být sloučena do jednoho světlometu s jinými světly svítícími dopředu. Činnost dálkového světla musí být signalizována nepřerušovaně svítícím sdělovačem modré barvy v zorném poli řidiče. Dálkovými světly musí být vybavena vozidla, jejichž nejvyšší konstrukční rychlost je vyšší než $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

(2) Vozidla kategorií M, N a motorová vozidla kategorií L₂ a L₅ širší než 1,3 m musí být vybavena dvěma světlomety s potkávacím světlem a dvěma nebo čtyřmi světlomety s dálkovým světlem. Nejvyšší souhrnná svítivost dálkových světel nesmí být větší než 225 000 cd podle zvláštních předpisů. Světlomety s potkávacím světlem musí být umístěny tak, aby bod jejich činné svítící plochy nejbližší rovině vymežující největší šířku vozidla nebyl vzdálen více než 400 mm od této roviny a aby vzájemná vzdálenost jejich nejbližších bodů činné svítící plochy nebyla menší než 600 mm. Světlomety s dálkovým světlem nesmějí být svým vnějším okrajem činné svítící plochy blíže rovině vymežující největší šířku vozidla než vnější okraj činné svítící plochy světlometu s potkávacím světlem.

(4) Světlomety s potkávacím světlem nesmějí být svým nejnižším bodem činné svítící plochy níže než 500 mm a nejvyšším bodem činné svítící plochy výše než 1200 mm nad rovinu vozovky.

(5) Přepínání potkávacích a dálkových světel musí být provedeno tak, že nesmí dojít k jejich současnému vypnutí. Dálková světla mohou být zapnuta buď všechna současně, nebo ve dvojicích. Po přepnutí z potkávacích světel na dálková musí být zapnuta alespoň jedna dvojice dálkových světel. Potkávací světla mohou svítit současně s dálkovými. Po přepnutí z dálkových světel na potkávací musí být vypnuta všechna dálková světla.

(7) Rozsvícení potkávacích světel nebo dálkových světel nesmí být možné, nejsou-li současně v činnosti obrysová světla vozidla a osvětlení zadní poznávací značky. Tato podmínka neplatí pro použití potkávacích nebo dálkových světel jako světelného výstražného zařízení.“ (14)

Tuto vyhlášku č.102/1995 Sb. nahradila vyhláška č. 301/2001 Sb., která byla v účinnosti od 28. 8. 2001 do 31. 7. 2002. Od 1. 8. 2002 je v účinnosti nahrazující vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky č. 182/2011 Sb., jako prováděcí vyhláška k zákonu č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla).

Světlometry na automobilu řeší dále také zákon 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, účinný od 1. 1. 2001.

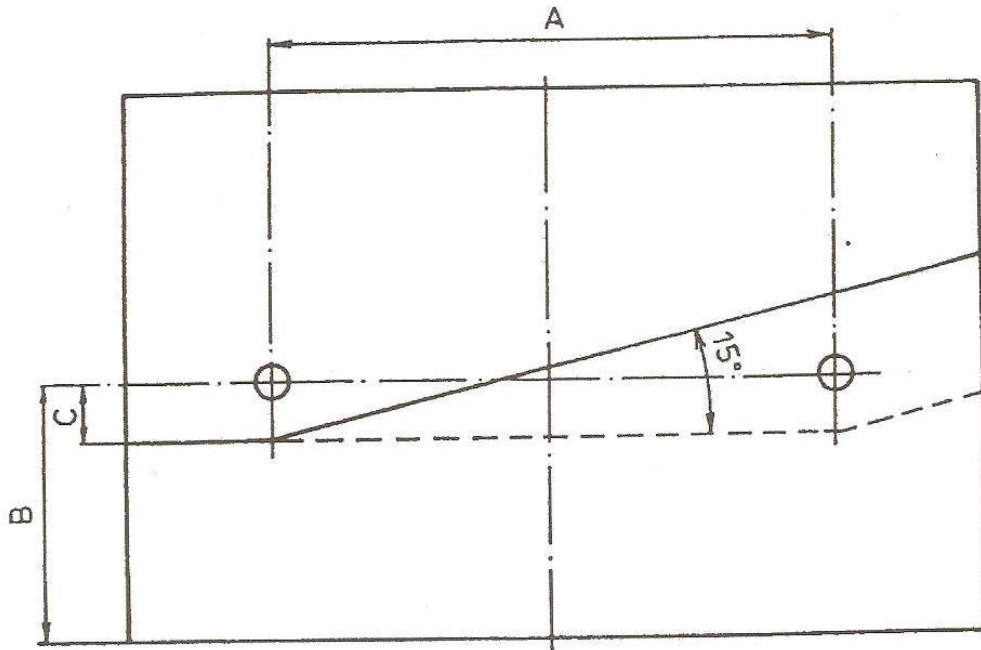
Další právní úpravy nalezneme v předpisech EHK/OSN a směrnicích EHS/ES, které jsou součástí *přílohy č.1.* (15), (25)

1.4 Kontrola a seřízení světlometů

Jedním z předpokladů pro bezpečnost silničního provozu je správné seřízení světlometů. Světlomet musí dostatečně osvětlovat vozovku před vozidlem a nesmí oslňovat řidiče protijedoucích vozidel. Samotné seřízení světlometů se provádí buď pomocí kontrolní stěny, nebo pomocí optických přístrojů. (10, s. 76)

1.4.1 Seřízení podle kontrolní stěny

Na následujícím obrázku (*Obrázek 5*) je znázorněna kontrolní stěna k seřízení světlometů. A udává vzdálenost průmětů středů světlometů, B výšku středů světlometů od země a C snížení paprsků tlumeného světla, přičemž hodnota C je závislá na vzdálenosti světlometu od kontrolní stěny.

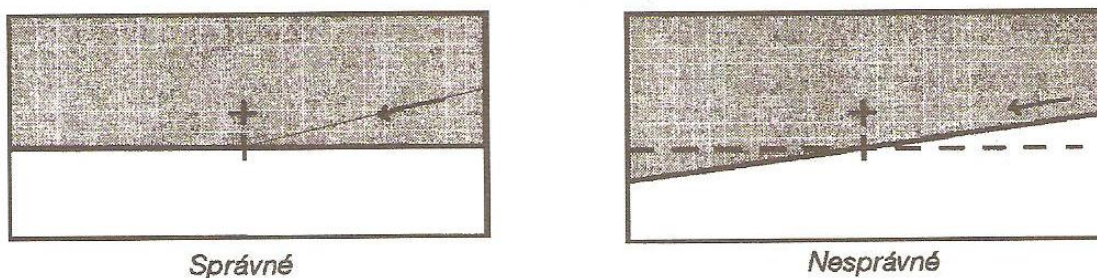


Obrázek 5: Kontrolní stěna k seřízení světlometů.

Zdroj (10).

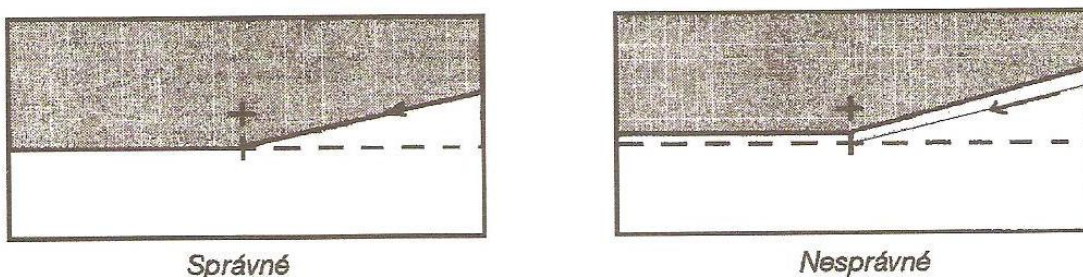
1.4.2 Seřízení pomocí optického přístroje – regloskopu

Kontrola pomocí regloskopu představuje poměrovou zmenšeninu podmínek seřizování podle kontrolní stěny vzdálené 10 m. Pracují buď na principu přímé projekce, kdy čočka promítá světelné paprsky přímo na projekční plochu kolmou k optické ose čočky, nebo na principu nepřímé projekce, kdy v ose čočky je sloněné zrcadlo, které odráží paprsky na matnici, na které jsou vyznačeny roviny pro seřízení symetrických a asymetrických tlumených světél a značky pro seřízení dálkových světél. Aby se přístroj dal ustavit do polohy optické osy světlometu, je výškově posuvný a optická osa přístroje musí být přesně rovnoběžná s podélnou svislou rovinou souměrnosti vozidla. Součástí přístrojů také bývá zařízení na měření intenzity osvětlení projekční plochy v luxech [lux]. (10, s. 77)



Obrázek 6: Příklad seřízení tlumeného světla symetrického.

Zdroj (10).



Obrázek 7: Příklad seřízení tlumeného světla asymetrického.

Zdroj (10).

„Seřízení světlometů se má pravidelně kontrolovat nejméně jednou až dvakrát za rok. Jinak je třeba seřízené kontrolovat po každé manipulaci se světlometem, například výměně žárovky, po opravě nebo výměně dílu zavěšení předních kol, pérování apod.“
(10, s. 80)

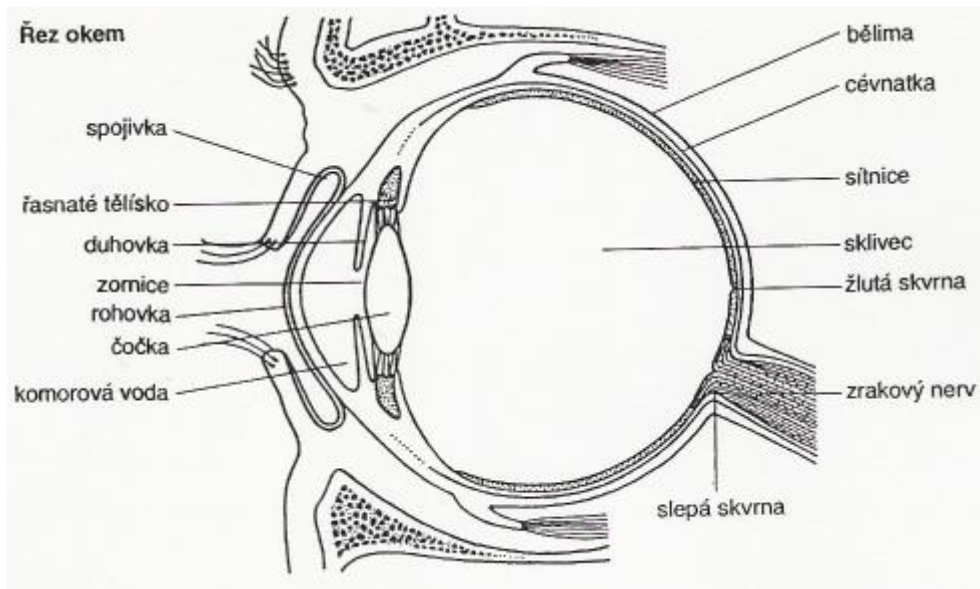
Při seřízení světlometů tlumeného světla se postupuje dle ECE R48, kde základní nastavení sklonu je -1,0% - 1,5% (pro vozidla Škoda -1,0%) a seřizovací elementy jsou výškové a stranové. Pro dálková světla je základní nastavení sklonu 0% a seřizovací element je pouze výškový. (26, s. 5)

2 DOHLEDNOST

Jedním z nejnáročnějších problémů, se kterými se soudní znalec při analýze dopravní nehod setkává, je problematika viditelnosti vozovky a překážek na ní během noční jízdy. Zjištění vzdálenosti, z jaké je daná překážka viditelná, vyžaduje u znalce odborné znalosti a je třeba podotknout, že jisté a jednoznačné konstatování skutečnosti je v tomhle ohledu zcela vyloučené. (4, s. 883)

2.1 Lidské oko

Lidské oko je optická soustava s měnitelnou ohniskovou vzdáleností. Vytváří skutečný obraz, který je přes sítnici přenášen do mozku a zde vyhodnocován. Řez lidským okem je znázorněn na následujícím obrázku (Obrázek 8).



Obrázek 8: Řez lidským okem.

Zdroj: (19).

Receptory v sítnici jsou tyčinky a čípky. Funkcí tyčinek je vnímání kontrastů a v lidském oku se jich nachází asi 120 milionů. Čípky jsou odpovědné za zrakovou ostrost a umožňují rozeznávání intenzity světla, barvy a jejich sytosti. Barva světla je závislá na jeho vlnové délce. Lidské oko může rozlišit asi 200 odstínů v oblasti viditelného spektra. Mechanismus vnímání barev není zcela objasněn, nejvíce zastánců má trichromatická teorie, kdy analyzátor rozlišuje barvy skládáním tří barev, červené, zelené a modré. Při velkých intenzitách světla zajišťují vidění čípky, při nízkých naopak

tyčinky. Barvy jsou registrovány čípkami i tyčinkami, ale na červenou jsou citlivé pouze čípkami. (20)

S klesajícím jasnem se snižuje vnímání barev očima. Na místo receptorů aktivních ve dne (čípků) nastoupí tyčinky, které dokáží rozpoznat pouze šedé odstíny. (5, s. 704)

„Adaptací oka na intenzitu světla rozumíme schopnost zraku přizpůsobit se různým hladinám osvětlení. Je známo, že při přechodu ze světla do tmy lze rozeznávat jednotlivé předměty s dostatečnou citlivostí až po určité době (asi 20 min.). Za tuto dobu se oko adaptuje na tmou. Dříve jsou rozeznávány předměty, jejichž obraz vzniká v periferních oblastech sítnice. Při přechodu ze tmy do světla potřebuje oko rovněž určitou dobu na adaptaci, tato doba je však podstatně kratší. Tyčinky se nezúčastní na barevném vidění a při malých intenzitách se vidění stává achromatickým.“ (20)

Lidské oko se tedy dokáže adaptovat na změny v množství světla, díky přizpůsobení průměru duhovky. S touto situací se například setkáváme při oslnění řidiče protijedoucím vozidlem. Adaptace se ale koná na úkor času a v silničním provozu je tento čas v závislosti na intenzitě světla protijedoucího vozidla a na věku řidiče cca 1-5 sekund. Neznamena to, že by v této době řidič nic neviděl, avšak návrat k původnímu stavu trvá zmíněnou dobu a v silničním provozu to znamená ujetí nemalého úseku v podmínkách oslabeného vidění. (4, s. 893)

Optický systém člověka je podmíněn procesem stárnutí. Zatímco u mladého člověka se ještě zornice mění průměrně v rozsahu od přibližně 2-8 mm, od věku 40 let se rozsah zmenšuje na 4-6 mm a od 60 let na pouze 2-4 mm. Starší lidé jsou kromě toho senzitivnější na oslnění. Ve věku 60 let je člověk v průměru tři až čtyřikrát citlivější na oslnění než člověk ve 20 letech. (5, s. 705)

2.2 Zrakové vnímání

2.2.1 Proces vidění

V případě, že člověk v posuzovaném ději zastává aktivní funkci, tj. kdy sám svou činností děj ovlivňuje, je nejdůležitější zrakové vnímání. To slouží k zjištění informací, které jsou důležité pro rozhodování.

„Obecný proces vidění probíhá v hlavních rysech takto:

- oko se orientuje v pohledovém poli těkavými mikropohyby
- vnější podnět zaujme pozornost
- zrakový receptor se zaměří a soustředí na zajímavý optický podnět a na základě zjištěných optických parametrů optické situace (vzdálenosti, jasu, úhlovém rozměru apod.) se připraví na recepci
- podnět zpracovaný optickým systémem oka zasáhne světločivé elementy sítnice
- transformací optických podnětů v nervové vzruchy vzniká odezva v optickém nervu, po kterém je vedena k mozkovým centřům vidění, kde vzniká počitek
- syntézou počitků vzniká vjem, na jehož základě se rozhoduje o odpovědi organismu na daný podnět, dochází k tzv. diferenciaci
- vjem může být pomínut nebo uložen v paměti, nebo může být transformován ve vzruch, šířící se pohybovými nervy k nervosvalovým ploténkám
- v nervosvalových plotěnkách je nervový vzruch transformován ve svalový stah
- v průběhu tohoto procesu je centrální nervová soustava neustále informována o změnách vlastností pozorovaného objektu a jeho okolí; vysílá povely, řídí plynule a adaptační stav.“ (1, s. 224)

Proces vidění a vnímání je procesem velmi složitým a zahrnuje fyziologicko-psychologické prvky spojené s očním příjmem světelných impulsů a jejich přetváření na signály, které spouští myšlenkové procesy. Jelikož tato biologická část je pro každého člověka individuální, není možné stanovit jasná pravidla pro řešení nehod. Proto se v tomto případě využívají určitá logická schémata, která jsou založena na statistikách obdobných událostí. (4, s. 883)

Mezi základní funkce zraku patří vnímání jasu, detailů, kontrastu, prostoru a barev. Problematika jasu a kontrastu je popsána v kapitole 1.1.1 *Fyzikální veličiny světla*. Při rozlišování objektu je důležitá také rychlost rozlišování, která je definovaná jako převrácená hodnota nejmenšího času, potřebného pro rozlišování a která je závislá na jasu zorného pole, kontrastním činiteli a zorném úhlu pozorovaného objektu. (1, s. 226)

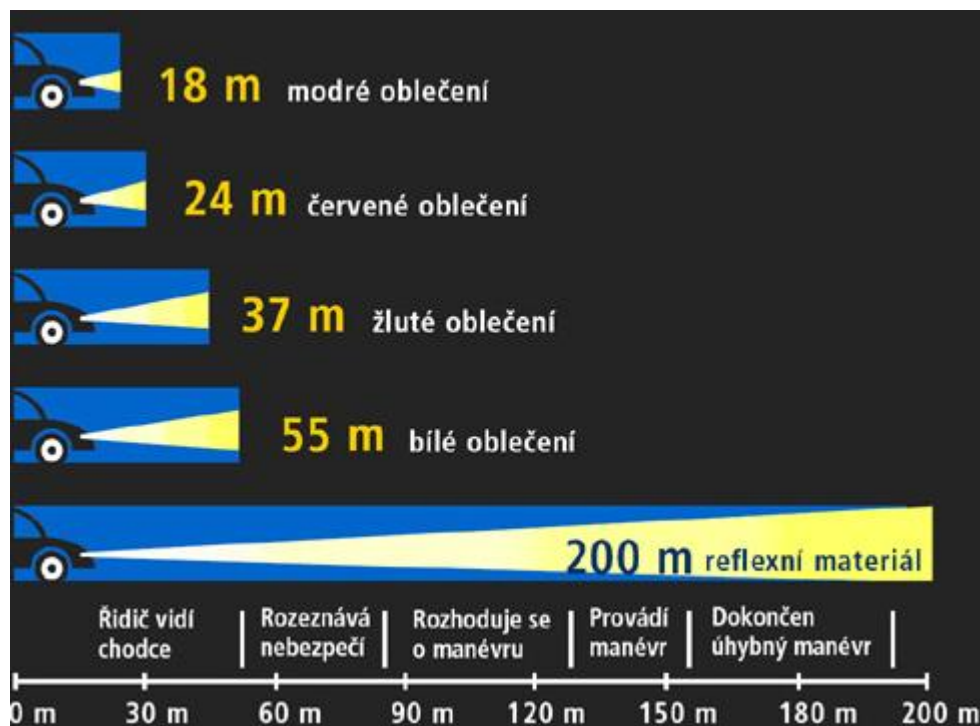
Barva má psycho-fyzikální charakter, proto je zde nutné rozlišit podráždění, které má povahu fyzikální a zahrnuje v sobě zářivou energii na každé vlnové délce, a vjem, který se s časem a různými okolními podmínkami u jednotlivých jedinců liší. „Aby mohl být

pozorován barevný světelný signál, musí mít určitý jas, jehož hodnota spolu se zorným úhlem a vlnovou délkou závisí na adaptačních schopnostech činitele.“ (1, s. 226)

2.2.2 Vnímání barev

Pro zvýšení viditelnosti objektu lze použít oblečení nebo doplňky z fluorescenčních a reflexních materiálů. Ty zvyšují kontrast oproti pozadí a tím zvyšují vzdálenost, na kterou je možné objekt zpozorovat. Mezi fluorescenční materiály patří hlavně žlutá, zelená a oranžová, tyto materiály zvyšují viditelnost za denního světla, za tmy tuto funkci ztrácejí. Reflexní materiály zvyšují viditelnost za tmy a za snížené viditelnosti tím, že odraží světlo v úzkém kuželu zpět ke zdroji. „Reflexní materiál je v noci vidět na 3x větší vzdálenost než bílé oblečení a více než na 10x větší vzdálenost než oblečení modré. Při rychlosti 75km/h potřebuje řidič nejméně 31 metrů (1,5 sekundy) na to, aby si uvědomil nebezpečí a odpovídajícím způsobem zareagoval.“ (18)

Vzdálenosti viditelnosti závislé na barvě objektu jsou znázorněny na následujícím obrázku (Obrázek 9).



Obrázek 9: Vzdálenosti viditelnosti.

Zdroj (18).

Z praxe vyplývá, že na proces vnímání a vidění na vozovce má výrazný vliv zejména druh, efektivita a konstrukce světlometu, světelné vlastnosti překážek a pozadí, podmínky počasí a schopnosti člověka ve vnímání. (4, s. 883)

Z různých výzkumů je prokázáno, že chodec oblečený jednobarevně je většinou nejprve zpozorován v dolní části od nohou. Světle oblečený chodec je viditelný ze vzdálenosti 40-50 metrů před vozidlem.

2.2.3 Ostrost zraku

Aby řidič v silničním provozu dostatečně zrakově vnímal, musí být jeho zrak dostatečně ostrý. Ostrost vidění dosahuje své maximální hodnoty za denního světla. Zjednodušeně řečeno oko je postavené jako fotoaparát. Zornice přejímá roli clony, což znamená, že podle světelných poměrů propustí dovnitř oka buď hodně záření, nebo stažením naopak málo. K zaostřování oka slouží čočka, jejímž úkolem je vykreslit na sítnici předměty z okolního světa co nejostřeji. K ochraně oka je celý systém uložen pod rohovkou, která je průhledná. Aby člověk dostatečně zaostřil, musí se sledované objekty nacházet co nejbližší středové ose oka, jelikož objekty vzdálené od středové osy oka od 20° mají 10-krát menší ostrost. Z tohoto důvodu člověk hýbe okem ve směru pozorovaného objektu. Ostrost vidění ovlivňuje také tma, s úbytkem světla ostrost vidění klesá. (5, s. 704)

2.3 Problémy vizuálního vnímání ve tmě a dosvitu světlometů

Zpomalování a vyhýbání se překážkám v silničním provozu jsou obranné reflexy a jejich výraznost je závislá na řidičské praxi řidiče. Řidič motorového vozidla vnímá okolní prostředí z velké části podle toho, co vidí. Působí na něj množství optických vlivů, které však nejsou všechny důležité. Z informačních toků v rámci dopravního dění musí být nejdůležitější informace odfiltrovány tak, aby jedinec mohl na nově vzniklé situace včas a správně reagovat. Kromě toho jsou výhodou řidiče empirické zkušenosti (naučené chování), které získal za dobu svého řízení. Mezi tyto zkušenosti patří například schopnost včasného brzdění při vzniku nebezpečí nebo vyhýbání se ve správném jízdním pruhu. (5, s. 703)

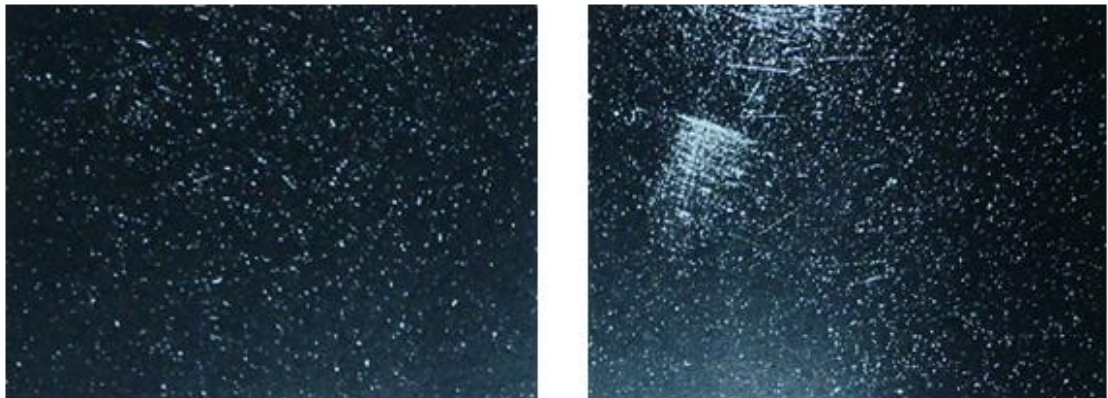
Faktorů, způsobujících problémy vizuálního vnímání ve tmě a dosvitu světlometů, je velké množství a není možné je sumarizovat ani limitovat. Každý případ dopravní

nehody je způsoben kombinací mnoha faktorů a je na znalci, aby je všechny při analýze nehody zvažil.

2.3.1 Poškození předního skla

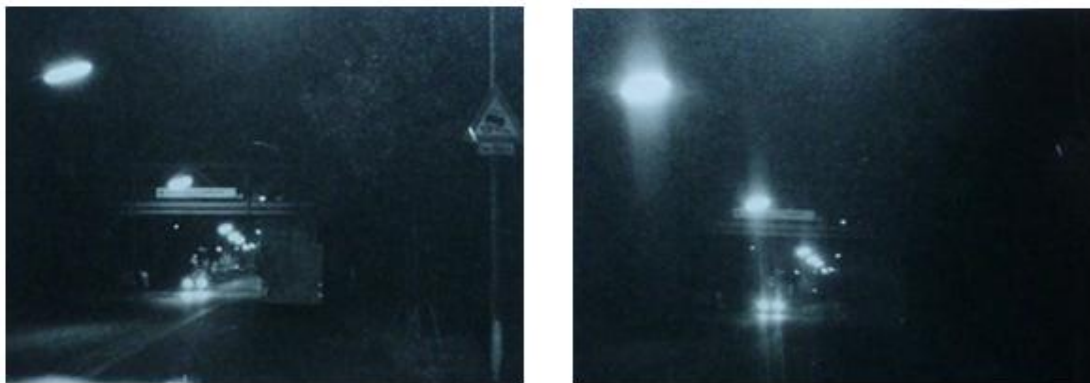
Čelní sklo u automobilu a především průřez přilby u motocyklů plní funkci ochrany pozorovatele, ale zároveň jsou rušivým elementem. Důvodem je, že způsobují odrazy světla, vedou k lomu a rozptylu světla a zhoršují tak vidění (*Obrázek 11*). U automobilů mohou špatně tvarovaná čelní skla opticky zkreslovat výhled řidiče a vedou tak k deformaci reálných proporcí. (5, s. 706)

Na následujícím obrázku (*Obrázek 10*) můžeme vidět poškození předního skla. Vpravo je čelní sklo poškozeno nepatrně, naproti tomu vlevo je zobrazeno čelní sklo s velkým počtem škrábanců, které jsou způsobeny používáním stěračů na „sucho“, posouváním částic prachu lištou stěrače nahoru-dolů po suchém povrchu. (9, s. 57)



Obrázek 10: Rozptýlené světelné obrazy na rozdílných čelních sklech.

Zdroj (9).



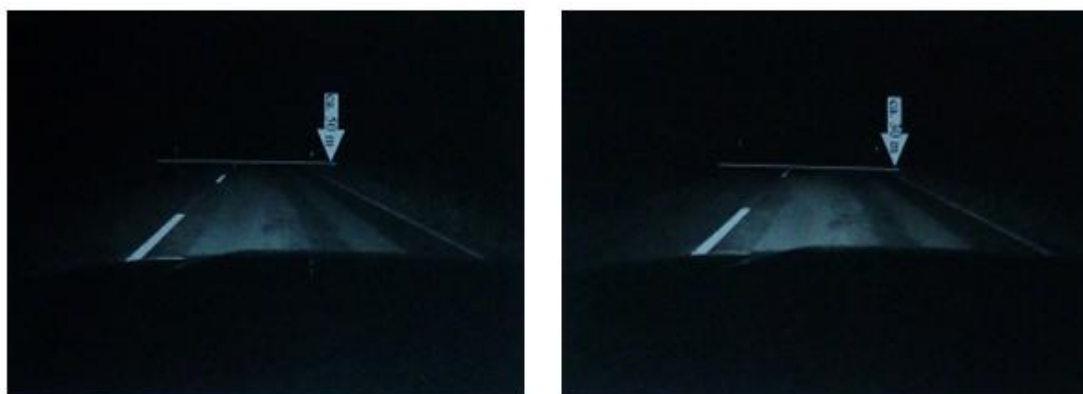
Obrázek 11: Rozdíl viditelnosti z vozidla s novým a poškrábaným čelním sklem.

Zdroj (9).

2.3.2 Zatížení vozidla

Jedním z faktorů, kterým se mění dosah osvětleného pole světlomety, je zatížení vozidla. Tento dosah se většinou zvětšuje při větším zatížení vozidla a zvyšuje se tím také úroveň oslnění řidiče protijedoucích vozidel. Konstrukteři se snaží vyhnout takovým dopadům, a proto v autech instalují ruční nebo automatické korektory světlometu. V případě, že nastavení světlometu není automatické, pro jejich správné nastavení musíme znát původní polohu reflektoru a skutečné zatížení vozidla. (4, s. 889)

Na následujícím obrázku (*Obrázek 12*) je znázorněno, jak nesprávně nastavený sklon světlometů mění hranici světlo-tma. V pravé části je na testovacím vozidle správně nastaven sklon a hranice světlo-tma je ve vzdálenosti 30 m. V levé části obrázku je na vozidle nastaven sklon světlometů příliš vysoko a hranice světlo-tma se nachází 50 m od vozidla. (9, s. 56)



Obrázek 12: Rozsah světlometů při správném a nesprávném sklonu.

Zdroj (9).

2.3.3 Stáří žárovek

Dalším faktorem, ovlivňujícím dosvit světlometů, je stárnutí žárovek a zrcadel, což má vliv na jejich efektivitu. Se stářím žárovky se zmenšuje pramen světla emitovaný vláknem a také baňka žárovky se stává tmavší a ztrácí tak svou efektivitu. K tomu přispívá také rezavění elektrických spojů, což v důsledku vede ke snížení napětí pro žárovku. Dosvit světlometů a intenzitu osvětlení ovlivňují také znečištěná ochranná skla světlometů. (4, s. 889)

2.4 Vliv počasí

Počasí má velmi významný vliv na proces vidění a vnímání.

2.4.1 Déšť

Při výskytu deště se především mění barva vozovky, která se stává tmavší. Kapky deště na čelním skle automobilu působí jako mini-čočky, které tvoří pro oko řidiče nové nevhodné zdroje světla obzvláště v případě jedoucího auta z protisměru. Další komplikací je také intenzita výskytu deště, kdy jsou kapky deště viditelné ve světle světlometu. Nevhodné jevy vznikají také na vozovce, kdy na vozovce vznikají skvrny vody. Tyto skvrny potom působí jako zrcadla, která odráží světlo z veřejného osvětlení. Stejný problém nastává v případě protijedoucího vozidla, jehož potkávací světlometry jsou nasměrovány na vozovku, od které se odráží a míří přímo do oka řidiče, což způsobuje oslnění. Průzkumy prokázaly, že v takovém případě schopnost zpozorování objektu klesá o 40–50%. (4, s. 891)

2.4.2 Sníh

Při výskytu sněžení při teplotě nad 0°C se vyskytují stejné problémy jako při mokré vozovce. Bílé vločky velmi silně odrážejí světlo, díky tomu vzniká více světla, které se vrací do oka řidiče. Řidič je více oslněn a zhoršují se mu podmínky vidění. V případě zasněžené vozovky má řidič pocit, že pole před vozidlem je podstatně jasněji osvětlené. Je to způsobeno bílou barvou, která má pozitivní absorpční potenciál, a řidič může vidět na delší vzdálenost. I v tomto případě je ale vnímání objektů na silnici založeno na principu kontrastu. (4, s. 892)

2.4.3 Mlha

Mlha je složená z drobných kapek vody, které se nacházejí ve vzduchu. Světlo z reflektoru nemůže pronikat přes mlhu, protože kapky vody fungují jako malá zrcadla a rozptylují světelný paprsek. Tím jsou objekty na vozovce hůře osvětleny a mlha způsobuje odraz světla z vlastních reflektorů vozidla a oslňuje tak řidiče. (4, s. 892)

2.5 Viditelnost reflexních světel a speciálních tabulek

Častým předmětem vyšetřování nočních dopravních nehod je určení vzdálenosti viditelnosti reflexních světel, trojúhelníku nebo reflexních tabulek na vozidle, a to zejména při analýze odvrácení střetu s překážkou. Z výzkumu provedeného Ústavem soudního znalectví v Krakově vyplývá, že reflexní světlo je možné zpozorovat ze vzdálenosti 50-100 metrů na jakémkoliv povrchu asfaltové vozovky. Při tomto pokusu bylo použito vozidlo se vzorně nastavenými světlomety potkávacích světel a byla vyloučena účast jiných ovlivňujících faktorů (například mlha). Během pokusu bylo zjištěno, že světla protijedoucího vozidla mají významný vliv na možnost zpozorování reflexních světel, hlavně na mokré vozovce. Například vzdálenost viditelnosti reflexní překážky byla v případě oslnění protijedoucím vozidlem na suché vozovce 60-63 metrů a na mokré 42-47 metrů. Předpisový a správný reflexní trojúhelník je vidět ze vzdálenosti 150 metrů, nesprávný z 20-30 metrů. (4, s. 910)

Obecně lze říci, že pro vzdálenost zpozorování reflexního objektu je důležité:

- nečistoty na světlometu
- druh materiálu na objektu
- výška umístění objektu
- sklon světel

Z provedených výzkumů vyplývá, že čím výše je reflexní objekt umístěn, tím je horší jeho viditelnost a zároveň se zmenšuje vzdálenost jeho zpozorování. V závislosti na úhlovém umístění ploch objektu se berou v úvahu dvě polohy: svislá a vodorovná, přičemž při naklonění do 30 stupňů viditelnost razantně klesá a při překročení 40 stupňů ztrácí reflexní vlastnosti, jelikož při tomto naklonění objekt neodrazí paprsky zpět k řidiči. (4 s. 912)

2.6 Problémy rekonstrukcí viditelnosti chodců

Při analýze dopravní nehody je soudními znalci řešena hlavně výchozí rychlost vozidla a možnosti odvrácení střetu. Vzdálenost, na kterou mohl být chodec viděn, je závislá na podmínkách v době nehody a je nutné ji zjistit vyšetřovacím pokusem. Při tomto vyšetřovacím pokusu musí být dodrženy všechny podmínky jako v době nehody.

Problémem je, že při vyšetřovacím pokusu se většinou provádí rozpoznatelnost chodce v rámci statické stránky. Při jízdě se ale řidič podvědomě věnuje mnoha jiným faktorům, které ruší jeho pozornost nutnou pro bezpečný provoz vozidla na pozemních komunikacích. Systém, který se zabývá pohyby očí řidiče a udržení pozornosti na různých podnětech, umístěných na vozovce, se nazývá Eye tracker systém. Příkladem může být například ViewPoint systém (Obrázek 13). (11, s. 67)



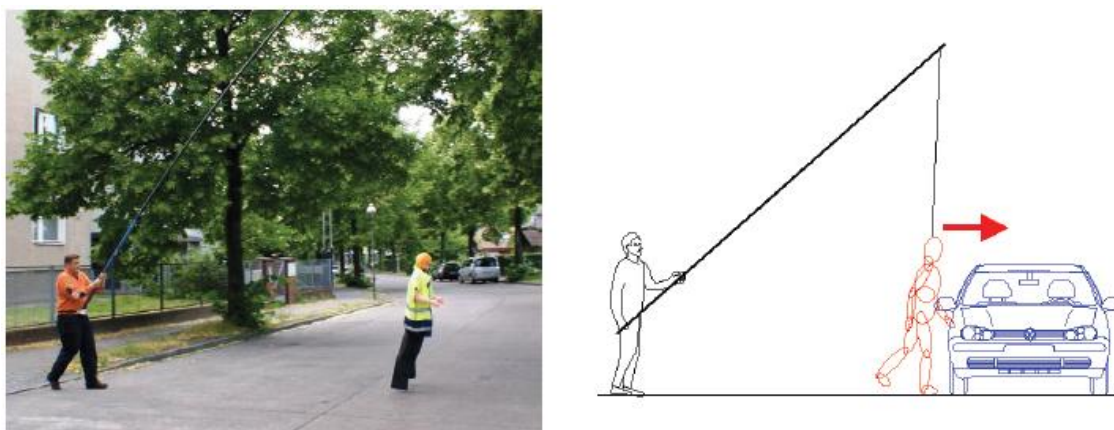
Obrázek 13: ViewPoint systém pro hodnocení vizuální pozornosti řidiče.

Zdroj (11).

Tento systém je v praxi využit jen velmi zřídka díky tomu, že jej na trhu nelze zakoupit. Možností je si najmout výzkumný institut EPIGUS, aby vyšetřovací pokus sám zaznamenal a vyhodnotil. Pro určení kontrastu může být použita relativně levnější metoda, která je založena na analyzování fotografií z kalibrovaných digitálních fotoaparátů. Jedná se v současnosti o obecný postup rekonstrukce nehod, který je založený na stanovení kontrastu. (11, s. 68)

Cílem vyšetřovacího pokusu je určit skutečnou viditelnost chodců uskutečněním vyšetřovacího pokusu, při němž se napodobuje vzájemný pohyb obou stran na konkrétní místo. Například pomocí jednoduché konstrukce je držena figurína, jejíž oblečení je

velmi podobné a srovnatelné s oblečením chodce (*Obrázek 14*). Figurína simuluje pohyb samotného chodce. Při tomto pokusu je nutné dbát na to, aby nedošlo k poškození na vozidle. Celý vyšetřovací pokus je zaznamenán na videozáznam z pohledu řidiče. Je třeba poznamenat, že v dnešní době je na trhu řada videokamer pro nahrávání ve tmě. Pokud má videokamera požadované rozlišení, mohou být videozáznamy realistickou představou o skutečných možnostech, které řidič měl. Díky tomu je možné, aby soudy posoudily, zda měl obviněný jako řidič možnost střetu za určitých podmínek zabránit. Soud může sám shlédnout virtuálně nasimulovanou situaci a určit tak, zda byl řidič schopen zastavit včas. Například video se zastaví v místě, kde řidič tvrdí, že chodce zpozoroval. (11, s. 69)



Obrázek 14: Znárodnění srážky vozidla s figurínou.

Zdroj (11).

Zkušenosti z rekonstrukcí dopravních nehod za tmy tedy dokazují, že krom statických zkoušek lokality z hlediska jasu, kontrastu pozadí a oblečení chodce, je nutné provést též zkoušky dynamické, při nichž se zjišťují měnící se světelné podmínky při jízdě vozidla z pohledu řidiče. Ve statickém měření jde o fyzické podmínky, při dynamickém jsou zohledněny fyziologické a psychologické aspekty lidského pozorovatele při řízení vozidla. Řeší se zde také čas zaostření řidiče podle rozlišení lidského oka. (11, s. 82)

2.7 Moderní systémy detekující chodce

V roce 2005 automobilka BMW začala využívat, stejně jako automobilka Mercedes, systém infračerveného nočního vidění. Tento systém je tvořen kamerou, kterou snímá

teplotu až do 300 m, a vytvořený obraz přenáší na displej na přístrojové desce. Na displeji se zobrazí objekty s vyšší teplotou (chodci, zvířata) jasněji než okolí (*Obrázek 15*). Systém Night Vision využívá technologie NIR (near infra-red) a FIR (far infra-red). Podle studie michiganského výzkumného ústavu dopravy UMTRI z prosince 2004 je FIR technologie lepší pro zobrazování osob a zvířat zejména díky vzdálenosti, na kterou dokáže tyto objekty rozpoznat. Dosah FIR je 300m a NIR je pouze 150m. Podle této studie FIR rozpoznal chodce průměrně do vzdálenosti 165m, NIR do 59m. Výhodou systémů NIR je větší citlivost na světla ostatních vozidel, semaforů, pouličního osvětlení a reflexních povrchů. Infračervená kamera se skrývá na levé straně nárazníku pod mrazuvzdorným sklem (*Obrázek 16*). Do rychlosti 80 km/h kamera snímá úhel 36°, při vyšších úhel 24°. Při vysokých rychlostech lze aktivovat digitální zoom, který zvětší objekty o 50%. (17)



Obrázek 15: BMW Night Vision v praxi.

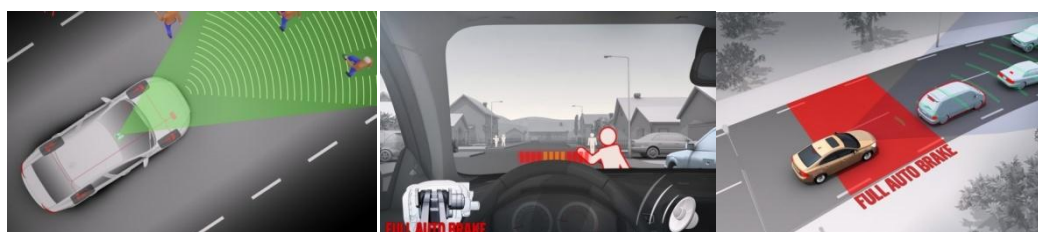
Zdroj (17).



Obrázek 16: Umístění infračervené kamery na vozidle.

Zdroj (17).

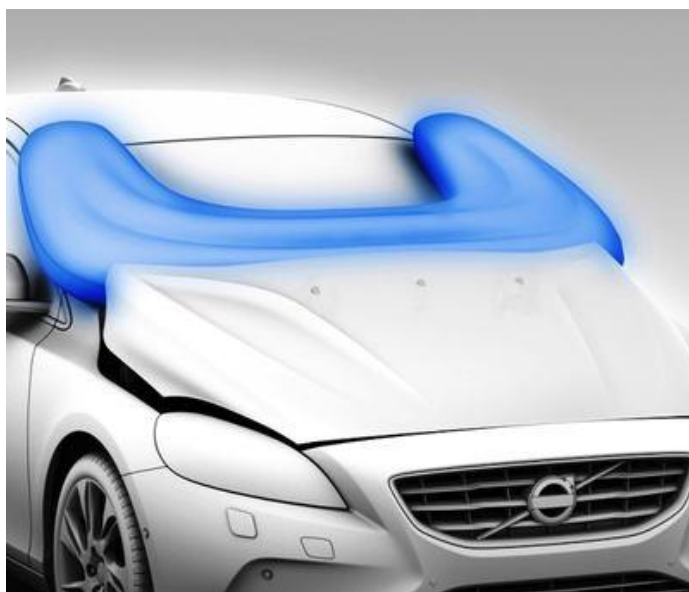
Volvo, jako první automobilka, představila na ženevském autosalonu v roce 2010 nový prvek aktivní bezpečnosti Volvo Pedestrian Detection. Tento systém je schopen detekovat chodce nebo jiné nečekané překážky (*Obrázek 17*). Pokud systém vyhodnotí nebezpečí střetu s chodcem či jinou překážkou, okamžitě varuje řidiče zvukovým signálem a blikajícím signalizačním zařízením a současně připraví brzdy na plné brzdění. V případě, že řidič nereaguje, systém samočinně aktivuje brzdy na maximální brzdný účinek až do zastavení. Hlavní částí je radarové monitorovací zařízení, které je umístěné za předním sklem. Podle samotné automobilky je systém schopen zcela předejít střetu s chodcem do rychlosti 35 km/h. Při vyšších rychlostech zpomalí vozidlo a sníží tak následky nehody. Podle automobilky dojde při rychlosti 50 km/h ke snížení rychlosti na 25 km/h, kdy se riziko smrtelného zranění chodce snižuje minimálně o 20%, v některých případech až dokonce o 85%. (24)



Obrázek 17: Ukázka funkce systému Volvo Pedestrian Detection.

Zdroj (24).

Pro situace, kdy vozidlo jede takovou rychlostí, že již nedokáže střetu s chodcem zabránit, představila automobilka Volvo na letošním ženevském autosalonu další inovativní prvek, který zvyšuje ochranu chodců. Své vozidlo V40 vybavilo airbagem pro chodce, který je v sériově vyráběném voze použit poprvé. Pokud tedy nelze zabránit střetu s chodcem, aktivuje se airbag umístěný mezi čelní kapotou a hranou kapoty (Obrázek 18). Během této aktivace airbagu se nadzvedne přední kapota, aby se tak zmenšilo poranění chodce. Samotný airbag kryje spodní okraj čelního skla a také oba tzv. A sloupky, které jsou z velmi tvrdého a špatně neformovatelného materiálu. (23)



Obrázek 18: Simulace airbagu pro chodce na vozidle Volvo V40.

Zdroj (23).

Konstruktéři moderních světlometů se snaží, aby při samotném střetu s chodcem se co nejvíce deformoval světlomet a přešlo tak co nejvíce deformační energie na vozidlo.

2.8 Metodika pro měření dohlednosti za snížené viditelnosti – v noci

Cílem pokusu je zjistit, na jakou vzdálenost může řidič vozidla poprvé spatřit nepohyblivou překážku (stojící postavu) za světelných podmínek snížené viditelnosti. Toto měření se provádí většinou formou vyšetřovacího pokusu a je důležité zejména při analýze dopravní nehody, která se stala za snížené viditelnosti.

2.8.1 Postup měření

Podle znaleckého standardu II má vyšetřovací pokus započít ještě za denního světla, kdy se provede orientace, případně zaměření místa nehody. Orientace se provádí porovnáním orientačních bodů popsanych ve spise se stavem v době vyšetřovacího pokusu. „Vymezí se koridor pohybu vozidla shodně jako při dopravní nehodě, pokud není znám, volíme boční odstup vozidla od kraje vozovky odpovídající obvyklému způsobu jízdy v místě dopravní nehody a příslušným předpisům.“ (2, s. 97) Dále se porovnávají rozměry a umístění překážky s údaji uvedenými ve spise. Pokud byla překážka do doby provádění vyšetřovacího pokusu odstraněna, musí se nahradit stejně širokou a stejně vysokou identickou překážkou. „Na okraji vozovky nebo krajnice, s počátkem na patě kolmice k místu střetu dle plánu vyšetřovacího pokusu vyhotoveného v předběžném posudku, se po 10 m proti směru pohybu vozidla vyznačí stupnice (staniční) do vzdálenosti 100 m bude-li pokus prováděn s potkávacími světly, 200 m pro světla dálková.“ (2, s. 98) Na vyznačené stupnici se umístí značky s čísly, které jsou umístěny mimo zorné pole řidiče. Aby bylo místo vyšetřovacího pokusu připravené je potřeba umístění „stop“ značky, která se umístí do vzdálenosti bezpečného zastavení před místo střetu. Tato vzdálenost se určí tak, aby vozidlo bezpečně zastavilo z rychlosti 25 km/h, při reakční době 3 sekundy s ohledem na adhezni podmínky. Tato tabulka musí být mimo zorné pole řidiče a musí být spolehlivě viditelná pro spolujezdce. (2, s. 93)

Do místa střetu se umístí cílová tabulka v kontrastní barvě k povrchu vozovky s odrazovou plochou kolmou ke směru pohybu vozidla. Vozidlo se postaví do koridoru pohybu do vzdálenosti 100 m nebo 200 m podle toho, zda se jedná o světla potkávací nebo dálková. Pokud je cílová tabulka viditelná již z této pozice, vzdálenost se zvětší. Vozidlo se rozjede rychlostí do 20 km/h a v okamžiku, kdy řidič spatří cílovou tabulku, zastaví. Toto místo se označí orientační tabulí, která musí být vzdálena od „stop“ tabule minimálně 25 m ve směru jízdy. Pokud tato vzdálenost není dodržena, provádí se pokus při nižších rychlostech a tím se po přepočtení vzdálenosti bezpečného zastavení „stop“ tabule blíží k místu střetu. Z místa střetu se odstraní cílová tabulka a vozidlo se rozjede zkušební rychlostí k místu střetu a zastaví v místě „stop“ tabule, jejíž polohu nahlásí spolujezdec. Nyní se ověří, zda vozidlo zastavilo v bezpečné vzdálenosti před místem

střetu, pokud vzdálenost není bezpečná, sníží se zkušební rychlost a pokus se opakuje. (2, s. 93)

Při samotném provádění pokusu se figurant postaví do místa na trajektorii pohybu chodce, do kterého má být zjištěna dohlednost (místo střetu, místo vstupu do vozovky atd.) Vozidlo se rozjíždí z výchozí vzdálenosti zkušební rychlostí k místu, kam je zjišťována dohlednost. Současně s rozjezdem vozidla se do pohybu dá i chodec. Vozidlo zastaví v okamžiku, kdy řidič chodce spatří. Ujetá vzdálenost se doměří od předního okraje vozidla k nejbližší značce ve směru jízdy a zaznamená se. Poté chodec začne opětovně přecházet a vozidlo couvá do vzdálenosti, kdy z pohledu řidiče figurant zmizí ve tmě. Tato vzdálenost se opět doměří k nejbližší značce a zaznamená. Pokus je nutné opakovat stejným způsobem nejméně pětkrát, poté se provede zjištění dohlednosti do dalšího místa trajektorie pohybu chodce. (2, s. 93)

„V případě, že překážka byla opatřena odrazkami nebo světly je nutné zjistit jednak dohlednost z místa, kde řidič spatří odrazky či světla a poté dohlednost z místa, ze kterého rozpozná obrysy překážky – zejména šířku resp. tu část obrysu, zasahující do jízdního koridoru.“ (2, s. 98)

2.8.2 Fotodokumentace pokusu

Pomocí fotodokumentace se zaznamenává dohled řidiče. Stativ s fotoaparátem se umístí k vozidlu ze strany řidiče tak, aby objektiv fotoaparátu byl ve výšce očí řidiče. Obdobně je pak možné pořizovat fotodokumentaci dohledu z určitého postavení chodce. (2, s. 95)

2.8.3 Podmínky vyšetřovacího pokusu

Při vyšetřovacím pokusu musí být dodrženy určité podmínky, zejména identičnost místa, stavu povrchu, atmosférických podmínek, osvětlení, denní doby, kontrast okolí místa dopravní nehody, barvy oblečení chodce, vozidla a chodce. Pokud nelze použít vozidlo účastné na dopravní nehodě, musí být zajištěna identičnost typu, zatížení a nastavení jeho reflektorů. Chodce pak může nahradit figurant, u kterého musí být zajištěna identičnost vzrůstu, tvaru siluety a případných přenášených předmětů. Při vyšetřovacím pokusu by vozidlo měl řídit účastník dopravní nehody a také další, na dopravní nehodě nezúčastnění řidiči. (2, s. 96)

2.8.4 Pomůcky pokusu

Mezi základní pomůcky tohoto vyšetřovacího pokusu patří pásmo, křídly, fotoaparát se základním objektivem, stativ, 2 radiostanice, 2 baterky, tabulky na zápis naměřených hodnot a dále také například luxmetr.

2.8.5 Zajištění bezpečnosti

Vyšetřovací pokusy při měření dohlednosti se provádějí na místě s vyloučením dopravy, a to buď trvalým, nebo intervalovým. Při vyloučení dopravy z místa vyšetřovacího pokusu odklonem je potřeba zajistit, aby křižovatky, na kterých bude odkloněna doprava, nebyly v přímém pohledu z místa pokusu. Musí se nacházet za zatáčkou, aby světla odbočujících vozidel neovlivnila výsledky měření. Při intervalovém zastavování dopravy je v dostatečné vzdálenosti od prostoru konání pokusu zastavována doprava a střídavě vždy pouštěna jedna strana a poté strana druhá. Vozidla se směrem k místu pokusu pohybují předem stanovenou omezenou rychlostí a v místě pokusu projíždějí po polovině vozovky, v níž se neprovádí pokus. Oba dva způsoby vyloučení dopravy musí být řízeny Policií ČR. (2, s. 100)

3 MĚŘENÍ DOSVITU SVĚTEL ŠKODY OCTAVIA II RS

3.1 Světlomety měřeného vozidla

Pro měření, které je předmětem této diplomové práce, bylo zapůjčeno vozidlo Škoda Octavia II RS (Obrázek 20) z Autonovy Brno s.r.o. Vozidlo bylo vybaveno dvoukomorovým světlometem s DE modulem a projekční optikou (Obrázek 19). Světelný zdroj potkávacích světel byla xenonová výbojka D1S a dálkových halogenová žárovka H1. V příloze č. 4 jsou zobrazeny isocandel mapy pro tento světlomet přímo od výrobce, společnosti Visteon Autopal s.r.o.



Obrázek 19: Světlomet měřeného vozidla.

Zdroj (16).



Obrázek 20: Měřené vozidlo Škoda Octavia II RS.

Zdroj vlastní.

3.2 Použité měřicí přístroje

Při vyšetřovacím pokusu byl použit pro měření intenzity osvětlení luxmetr s číslicovou indikací PU 550 METRA BLANSKO (*Obrázek 21*). Přístroj je určen pro měření intenzity osvětlení a lze jím měřit například intenzity osvětlení komunikací a překážek na nich nebo je možné jej použít pro některá laboratorní měření v rozsahu jeho technických možností. Tento luxmetr je schválen ČMI Brno jako měřidlo pod značkou schválení typu: TCM 410/07-4541. Měřicí rozsah je 20lx, 200lx, 2 000lx, 20klx, 100klx. (22)

Pro měření jasu byl použit přístroj Minolta LS-110 (*Obrázek 22*), který měří v rozsahu 0,01-999,90 cd/m² v měřeném úhlu 1/3°. Používá se zejména v automobilovém průmyslu, kdy se s ním měří například jas nasvícené vozovky, objektů na vozovce, osvětlených billboardů atd.



Obrázek 21: Luxmetr PU 550.

Zdroj (22).



Obrázek 22: Jasoměr Minolta LS-110.

Zdroj vlastní.

3.3 Měření světlometů

3.3.1 Měření intenzity osvětlení

Měření intenzity osvětlení bylo provedeno v garážích s nulovým přísunem okolního světla, aby výsledky byly co nejpřesnější a nezkrácené (osvětlení okolního prostředí nesmí překročit hodnotu 0,1 lux). Vozidlo bylo postaveno kolmo k rovné zdi, na které byl umístěn rastr, rovina měření byla kolmá na osu reflektoru. Rastr byl rozdělen na čtverce 10x10 cm, na délku s 41 body a na výšku s 12 body. Celkově tedy na jednom světlometu (dálkové nebo potkávací světlo) bylo změřeno 492 bodů. V těchto bodech se měřila intenzita osvětlení pomocí luxmetru, přičemž se muselo dbát na to, aby se během měření nikdo nepohyboval před sondou luxmetru (jakýkoliv odraz od oblečení by mohl ovlivnit měřenou hodnotu). Výsledky měření levého potkávacího a dálkového a pravého potkávacího a dálkového světla jsou součástí *přílohy č. 2*.

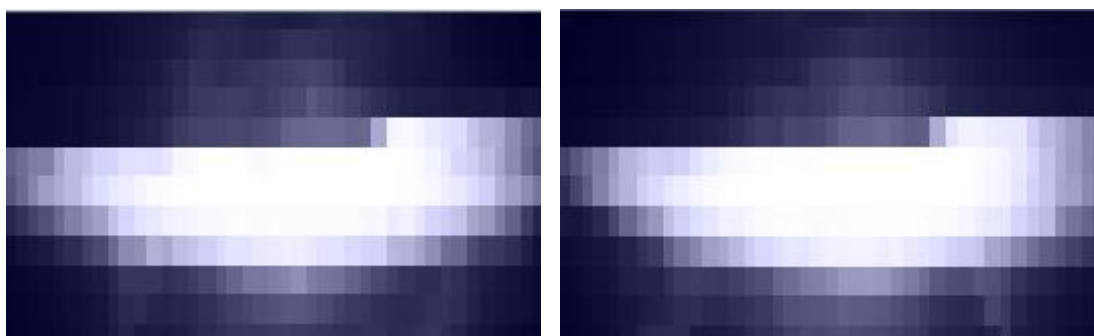
Před samotným měřením byla zabezpečena čistota průsvitného krytu světlometu a vozidlo bylo udržováno při volnoběžných otáčkách motoru. Vozidlo bylo postaveno tak, aby počáteční bod měření (0,0) byl v průniku měřené roviny a osy reflektoru (*Obrázek 23*). Celková vzdálenost rastru od zdroje světla byla 2,72 m.



Obrázek 23: Měření levého světlometu na rastru (vlevo potkávací světlo, vpravo dálkové světlo).

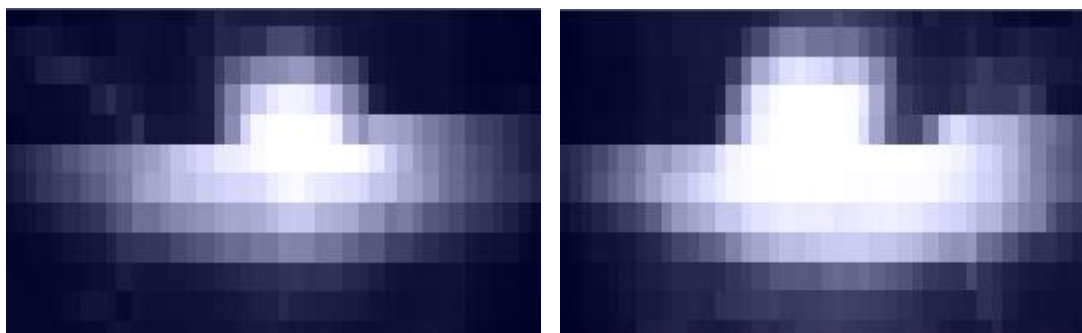
Zdroj vlastní.

Pomocí Editoru světél, který je součástí softwaru Dohľadnosť 2.0, naměřené hodnoty vytvoří tzv. Dialog analýzy pro jednotlivá světla (*Obrázek 24, Obrázek 25*), který zobrazuje intenzity světla v jednotlivých bodech rastru.



Obrázek 24: Dialog analýzy potkávacího světla (vlevo levý světlomet, vpravo pravý světlomet).

Zdroj vlastní.



Obrázek 25: Dialog analýzy dálkového světla (vlevo levý světlomet, vpravo pravý světlomet).

Zdroj vlastní.

3.3.2 Měření pseudo-ohniska

Pseudo-ohnisko je možné změřit promítnutím překážky rozměru L_v ve vzdálenosti d_v na určitou vzdálenost d_o od zdroje světla. Velikost obrazu L_o je určena rozměrem ostrého stínu promítající překážky (Obrázek 26).

Pseudo-ohnisko lze potom vypočítat z následujícího vztahu:

$$F = (L_o * d_v - L_v * d_o) / (L_v - L_o) \text{ [m]}$$

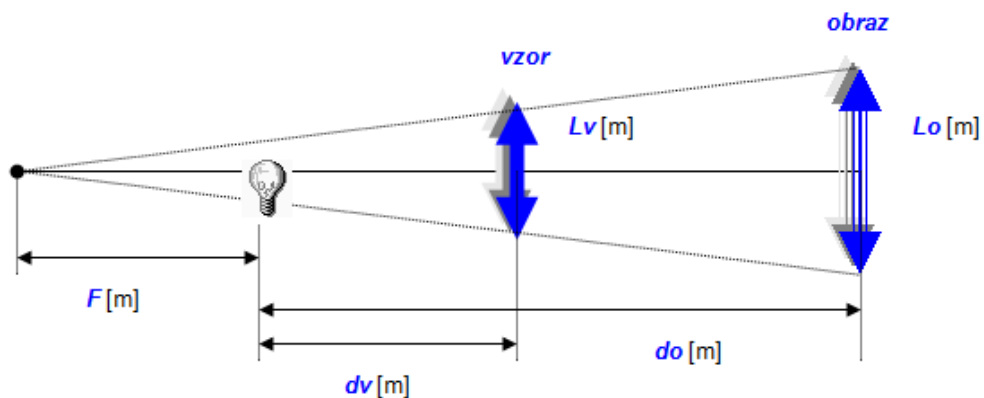
kde L_v ...rozměr vzoru v metrech

L_o ...rozměr obrazu v metrech

d_v ...vzdálenost vzoru od zdroje světla v metrech

d_o ...vzdálenost obrazu od zdroje světla v metrech

F ...vzdálenost ohniska v metrech



Obrázek 26: Znázornění měření pseudo-ohniska.

Zdroj Dohľadnosť 2.0.

Vypočítaná hodnota pseudo-ohniska je velmi citlivá na přesnost měření, proto se měření provedlo v třech různých vzdálenostech vzoru od reflektoru. Naměřené hodnoty pro potkávací světla jsou zobrazeny v následující tabulce (Tabulka 1).

Potkávací	L_o [m]	D_v [m]	F [m]
1	0,39	7,32	-0,12
2	0,48	5,79	0,36
3	0,69	3,95	0,3038

Tabulka 1: Hodnoty potkávacího světla při měření pseudo-ohniska.

Zdroj vlastní.

Výsledná vzdálenost pseudo-ohniska pro potkávací světla je 0,33 m a byla vypočtena jako střední hodnota z měření 2 a 3, jelikož při měření 1 vyšla hodnota záporná.

Pro dálková světla jsou hodnoty měření zobrazeny v následující tabulce (*Tabulka 2*). Výsledná vzdálenost pseudo-ohniska pro dálková světla je 0,72 m a byla vypočtena jako střední hodnota ze všech tří měření.

Dálkové	Lo [m]	Dv [m]	F [m]
1	0,38	7,32	0,78
2	0,47	5,79	0,722
3	0,66	3,95	0,658

Tabulka 2: Hodnoty dálkového světla při měření pseudo-ohniska.

Zdroj vlastní.

3.3.3 Měření dohlednosti v terénu

Měření v terénu probíhalo na parkovišti u ulice Rakovecká u Brněnské přehrady (*Obrázek 27, Obrázek 28*). Toto parkoviště má dostačující délku cca 150 m a díky tomu, že ulice Rakovecká je v nočních hodinách méně frekventovaná, neosvětlovala jedoucí vozidla figuranty a neovlivňovala tak výsledky měření. Povrch vozovky na parkovišti byl během měření mírně vlhký, povětrnostní podmínky na místě byly zataženo bez deště. Na tomto místě se nenachází žádný jiný zdroj světla, který by výsledky měření ovlivňoval.



Obrázek 27: Poloha měření dohlednosti.

Zdroj (21).



Obrázek 28: Poloha měření dohlednosti.

Zdroj (21).

Na místě byla naměřena vzdálenost 100 m se značkami po 10 m, na začátek (0 m) bylo postaveno vozidlo a na konec (100 m) figuranti, kteří na sobě měli různé druhy oblečení (bílé, tmavé, reflexní a běžné). Vozidlo postupně popojíždělo po 10 m k figurantům a vždy se pořídila fotografie pohledu pozorovatele a na figurantech se

změřil jas. Hodnoty jasu jsou zobrazeny v Příloze č. 3. Na každé značce figuranti na sobě změřili intenzitu osvětlení na různých místech těla (Tabulka 3).

pozice vozidla [m]	Potkávací				Dálková			
	Hrud' [lux]	Pas [lux]	Koleno [lux]	Kotník [lux]	Hrud' [lux]	Pas [lux]	Koleno [lux]	Kotník [lux]
0	2,32	2,82	2,65	2,35	6,72	6,25	5,30	4,41
10	3,74	3,34	2,92	2,56	7,71	6,89	5,77	4,87
20	2,87	4,59	4,59	4,01	8,65	10,28	9,72	8,23
30	3,66	4,77	5,96	5,07	11,76	12,51	12,93	10,53
40	4,81	6,04	7,60	6,35	16,57	17,92	18,01	14,07
50	5,96	7,10	8,86	7,01	32,50	28,10	20,40	13,95
60	5,79	11,25	18,28	14,04	31,30	33,40	36,70	26,00
70	7,40	14,40	21,70	15,02	80,60	76,50	45,30	27,40
80	2,52	21,40	47,10	30,40	136,70	168,50	128,30	53,80
90	7,28	11,93	149,80	72,20	348,00	362,00	284,00	88,90

Tabulka 3: Hodnoty intenzity světla na různých částech těla figurantů.

Zdroj vlastní.

Z této tabulky vyplývá, že největší intenzita osvětlení při potkávacích světlech je v oblasti kolena a kotníku figuranta. Ve vzdálenosti 10 m před figurantem (pozice vozidla 90 m) dosahuje hodnota na koleni 149,8 lux. Poměrně nízké hodnoty jsou zejména v místě hrudi figuranta, což je způsobené díky hranici „světlo-tma“ u xenonových světel a osvětlení zejména spodní poloviny těla.

U dálkových světel naopak dosahuje největší hodnota v oblasti hrudi 348 lux, nižší hodnoty jsou v oblasti kotníku figuranta.

3.4 Simulace v softwaru Dohl'adnost' 2.0

3.4.1 Situace měření

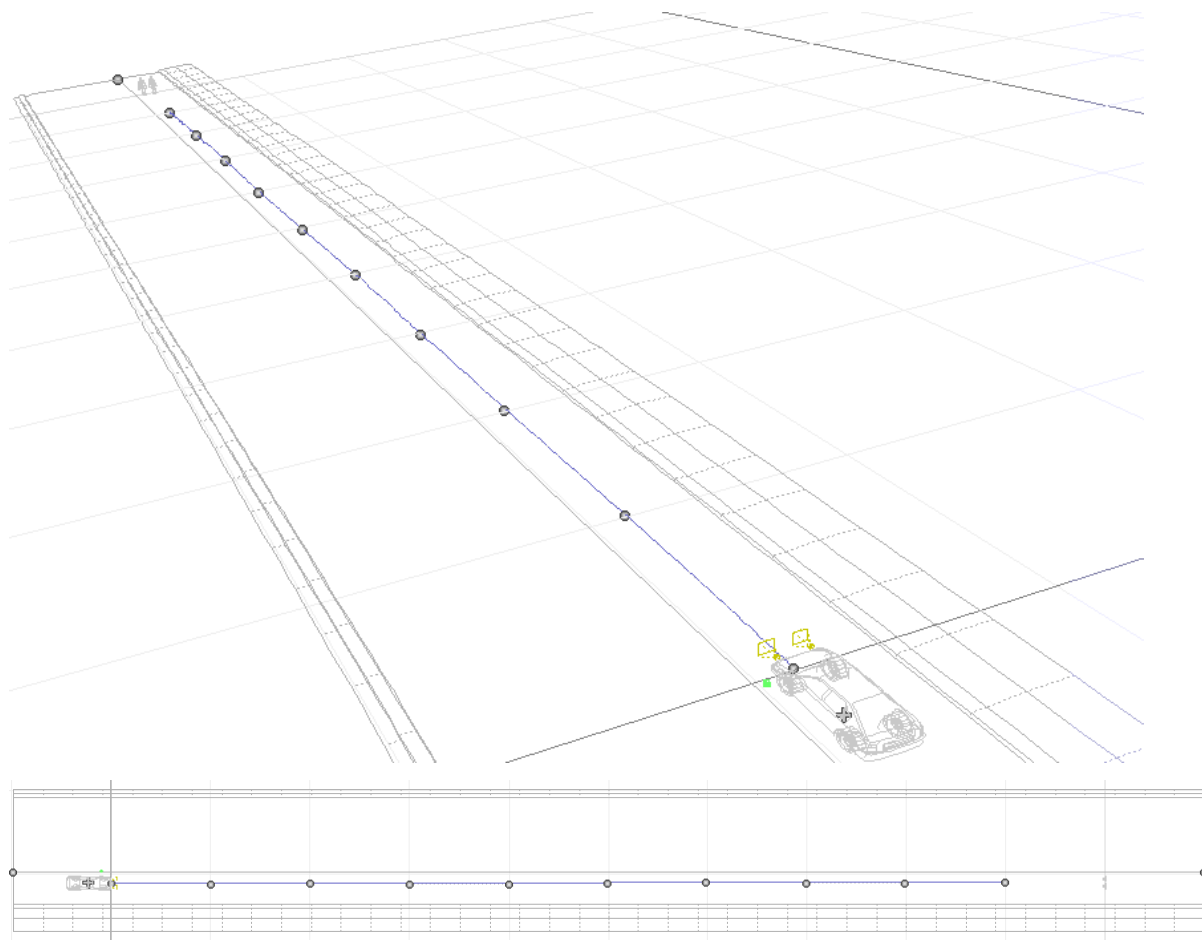
Na modelu je vytvořena stejná situace, jako v době měření. Vozidlo se pohybuje po rovině po dráze 90 m od startovní pozice 0m po pozici 90 m (Obrázek 29), tato dráha je znázorněna na modelu modrou barvou. Vozidlo Škoda Octavia II je postaveno do startovní pozice (0 m) a postupně popojíždí po 10 m k figurantům, kteří se nachází v cílové poloze (100 m). Dohlednost pozorovatele je zaznamenána pomocí fotografie na 10 pomocných značkách po 10 m, které jsou znázorněny body na modré čáře trajektorie

vozidla. Pozice pozorovatele je na modelu umístěna vedle levé přední části vozidla, tak jak tomu bylo během měření v terénu, tato pozice je na modelu znázorněna zelenou barvou.

Měření dohlednosti bylo rozděleno do čtyř sérií, kdy se postupně provedlo měření pro potkávací a dálková světla a pro oblečení tmavé a běžné a oblečení bílé a reflexní.

Intenzita okolního osvětlení byla nastavena na 0,5 lux, a stav vozovky na vozovku mírně vlhkou.

Výstupem softwaru Dohľadnosť 2.0 je animace z různých pohledů, zejména pak z pohledu pozorovatele. Animace byla zastavena vždy po ujetí 10 m trajektorie vozidla a aktuální pohled byl srovnán s fotografií pořízenou během měření v terénu pro aktuální pozici vozidla. Toto srovnání je obsahem následující kapitoly 3.5 *Srovnání výsledků*.



Obrázek 29: Nasimulovaná situace.

Zdroj vlastní.

3.4.2 Oblečení figurantů

Měření bylo provedeno se čtyřmi druhy oblečení. Pro srovnání viditelnosti jednotlivých druhů látek z různých vzdáleností bylo vybráno oblečení běžné, tmavé, reflexní a bílé (Obrázek 30).

Běžné oblečení

Figurant oblečený do běžného oblečení byl oblečen během měření v horní polovině těla do modré barvy s bílým pruhem v oblasti hrudníku, v dolní polovině do tmavomodré barvy. Figurant měl na sobě boty bílé barvy.

Tmavé oblečení

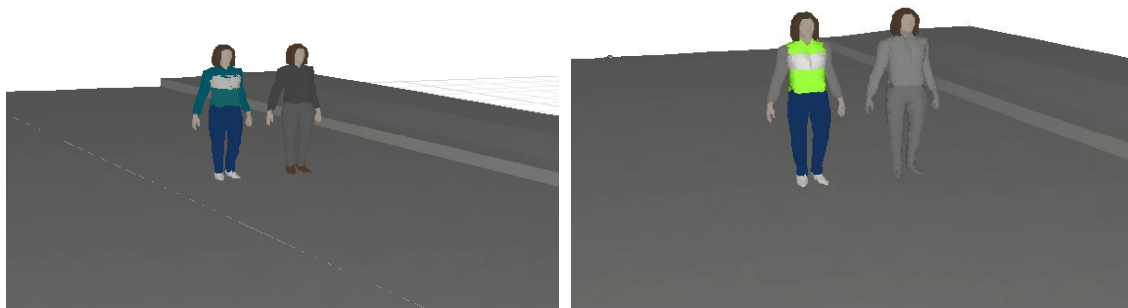
Figurant oblečený do tmavého oblečení byl oblečen během měření v horní polovině těla do tmavě šedé až černé, v dolní polovině do tmavě šedé. Figurant měl na sobě boty tmavě hnědé barvy.

Reflexní oblečení

Figurant oblečený do reflexního oblečení byl oblečen během měření v horní polovině těla do reflexního materiálu s bílou a zelenou reflexní barvou (reflexní vesta), v dolní polovině do tmavomodré barvy. Figurant měl na sobě boty bílé barvy.

Bílé oblečení

Figurant oblečený do bílého oblečení byl oblečen během měření v horní i dolní polovině těla do bílé barvy. Figurant měl na sobě boty bílé barvy.



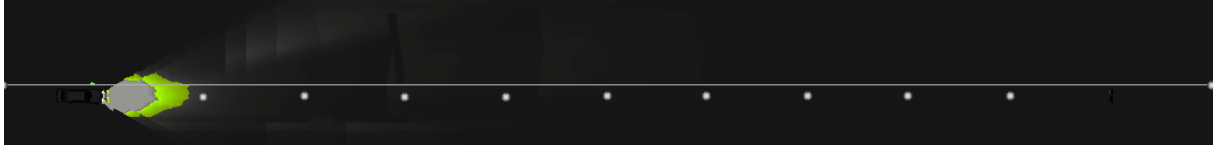
Obrázek 30: Znázornění použitého oblečení chodců.

Zdroj vlastní.

3.5 Srovnání výsledků

3.5.1 Potkávací světla

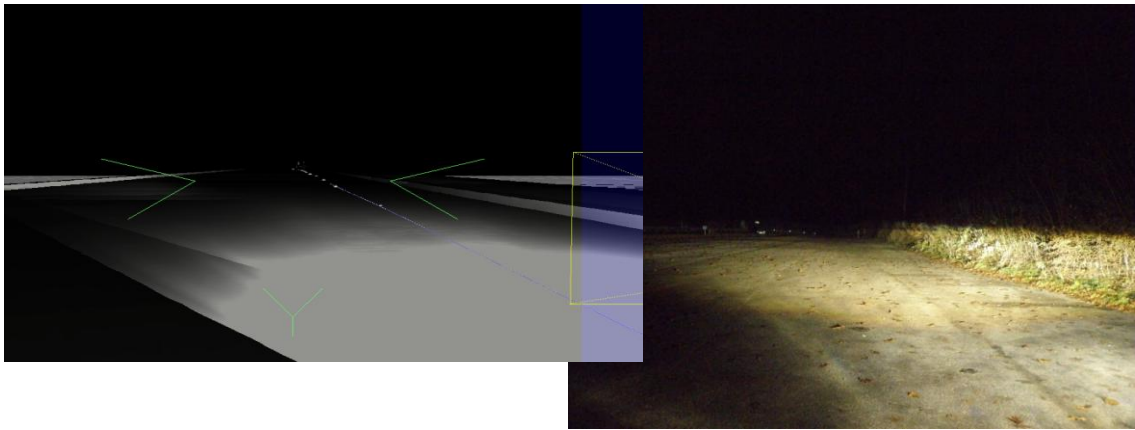
Vzdálenost 100m



Obrázek 31: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 100m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

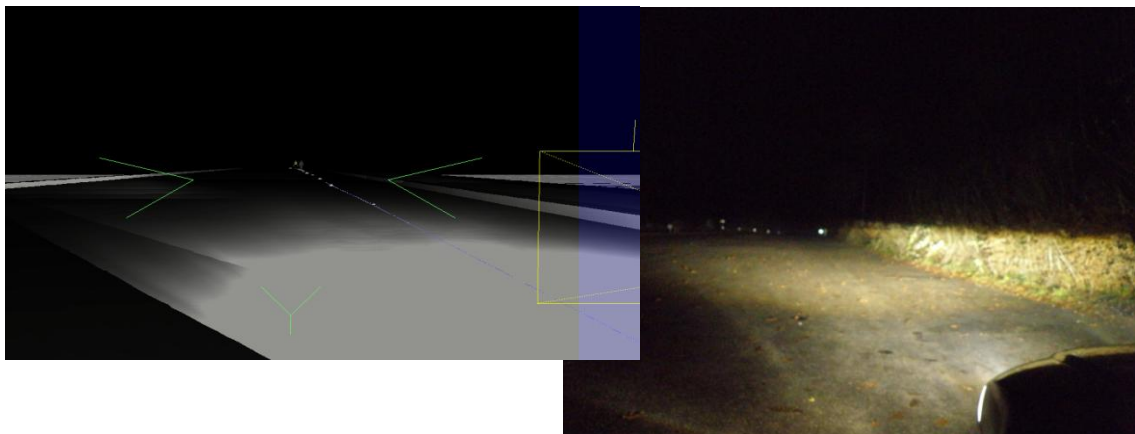
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 32: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 100m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 33: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 100m, potkávací světla).

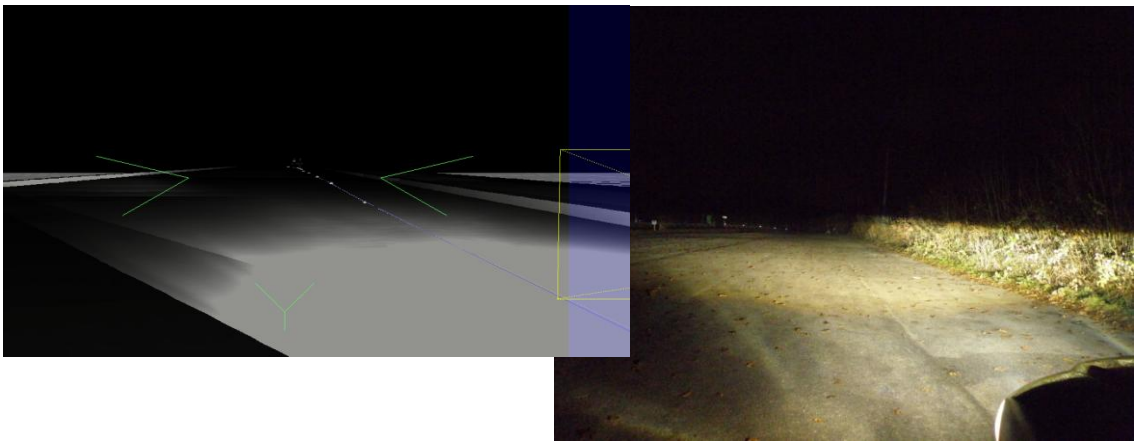
Zdroj vlastní.

Vzdálenost 90m



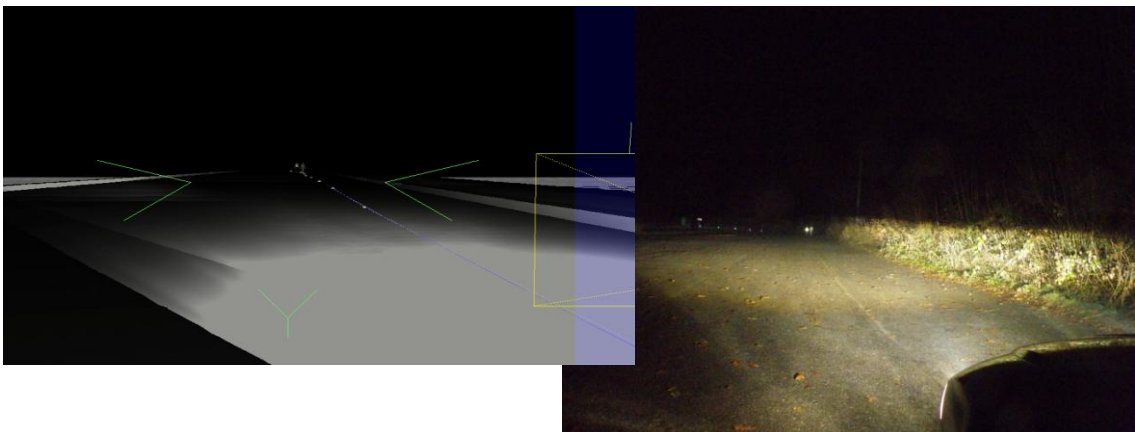
Obrázek 34: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 90m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Tmavé a běžné oblečení



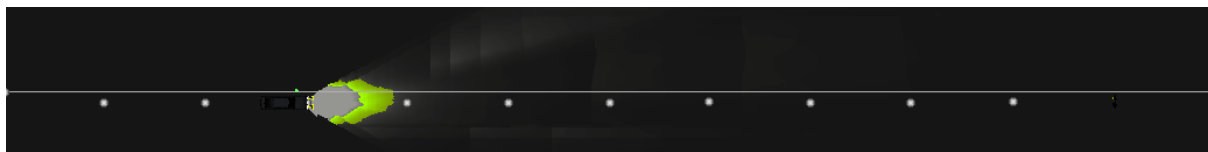
Obrázek 35: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 90m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 36: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 90m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

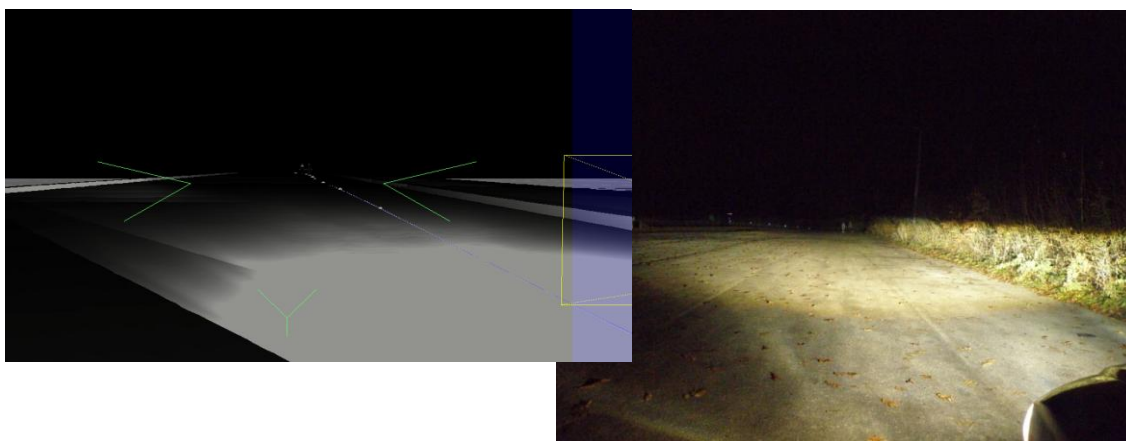
Vzdálenost 80m



Obrázek 37: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 80m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

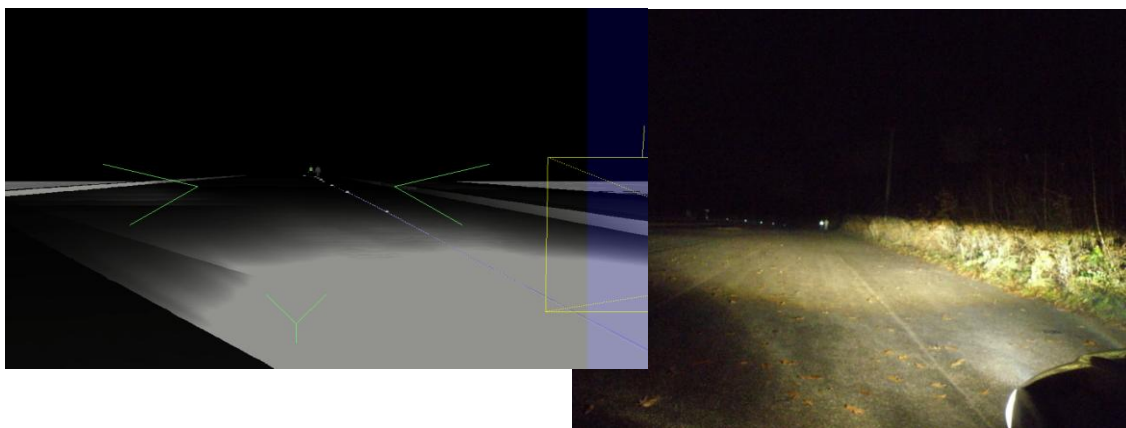
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 38: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 80m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 39: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 80m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

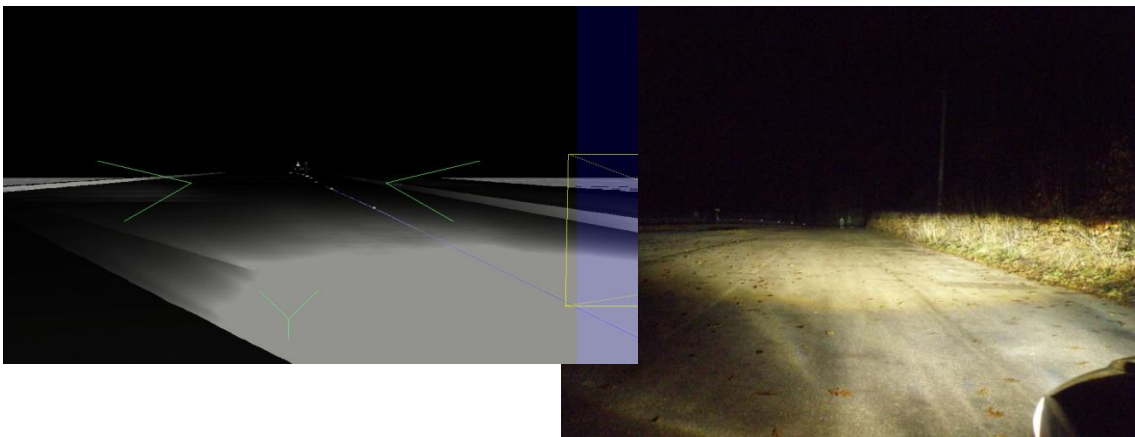
Vzdálenost 70m



Obrázek 40: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 70m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

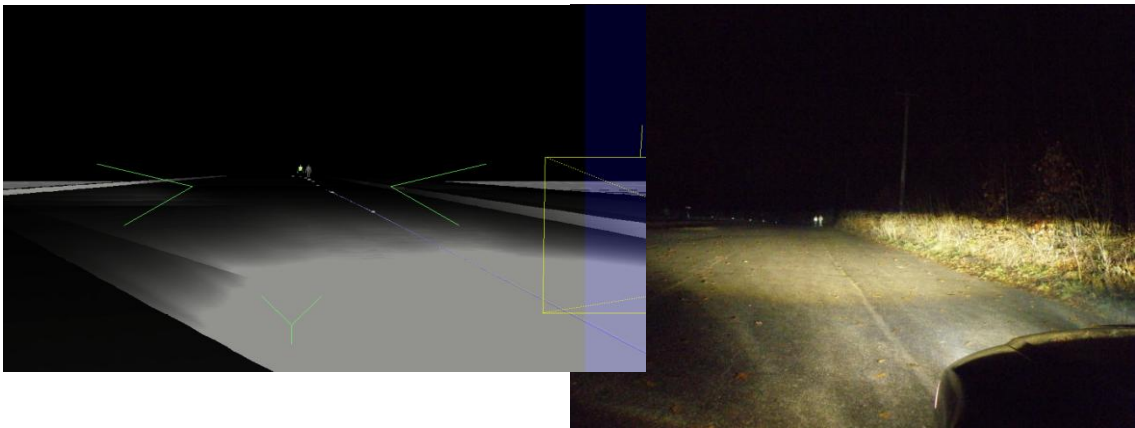
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 41: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 70m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 42: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 70m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

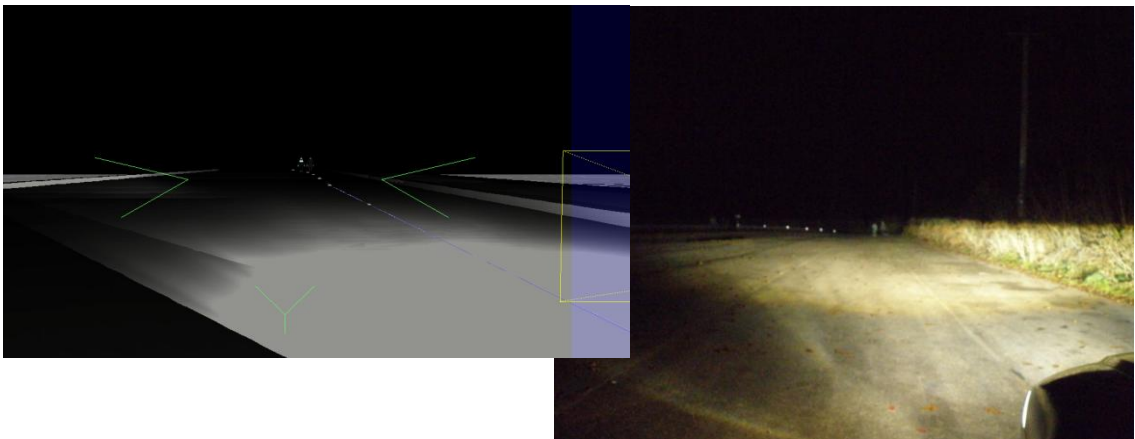
Vzdálenost 60m



Obrázek 43: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 60m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

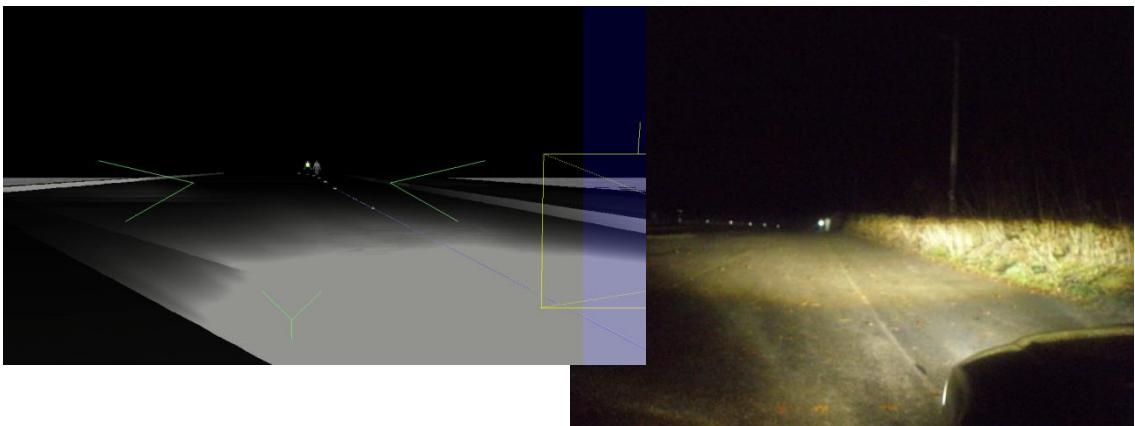
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 44: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 60m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 45: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 60m, potkávací světla).

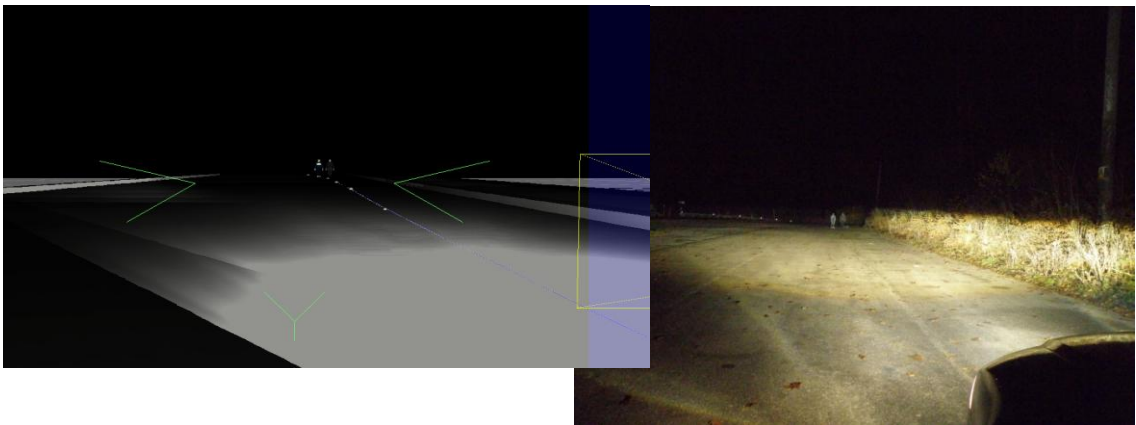
Zdroj vlastní.

Vzdálenost 50m



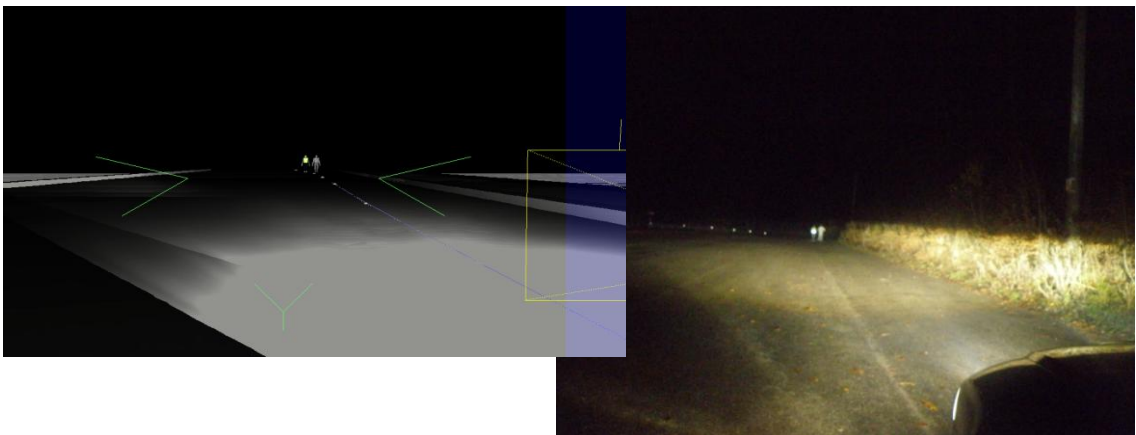
Obrázek 46: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 50m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 47: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 50m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 48: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 50m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

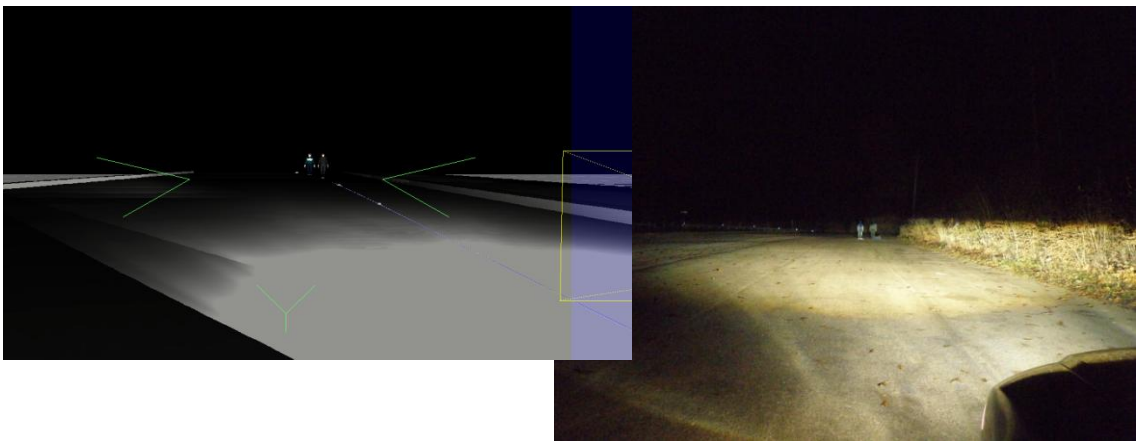
Vzdálenost 40m



Obrázek 49: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 40m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

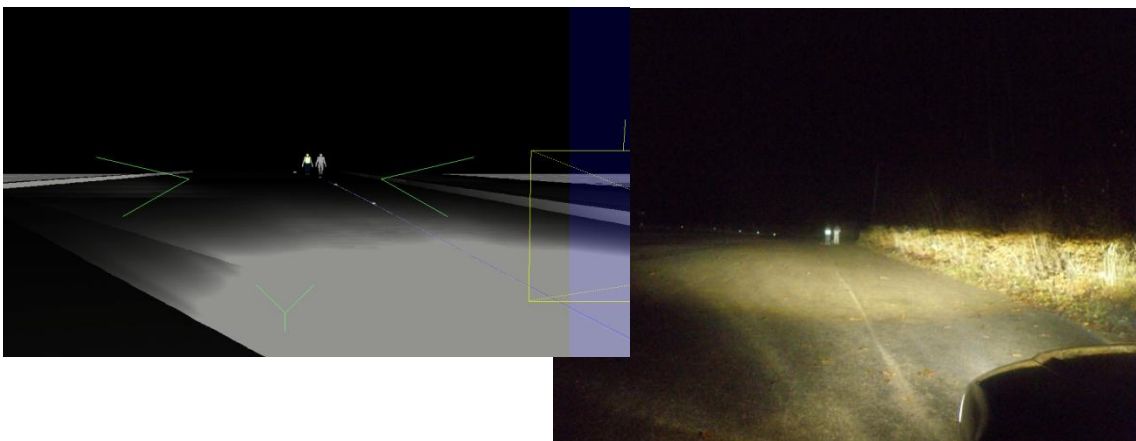
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 50: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 40m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 51: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 40m, potkávací světla).

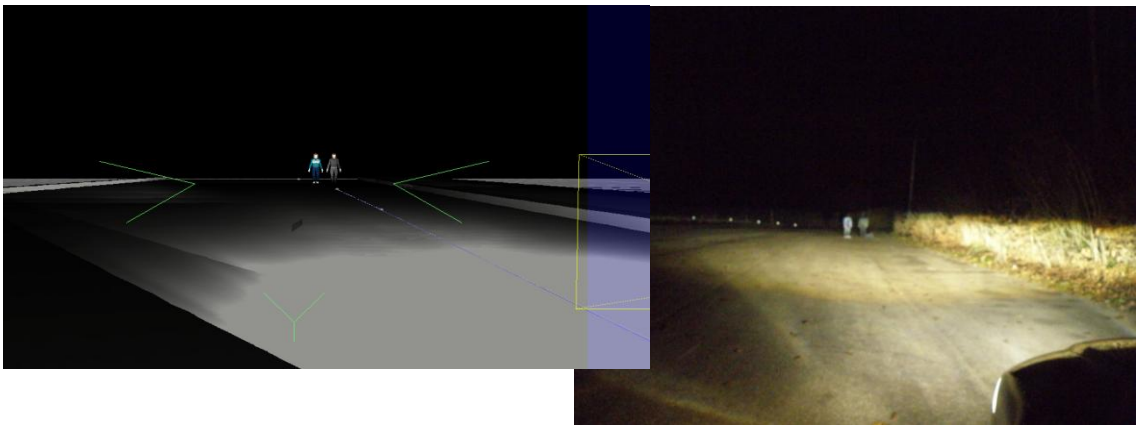
Zdroj vlastní.

Vzdálenost 30m



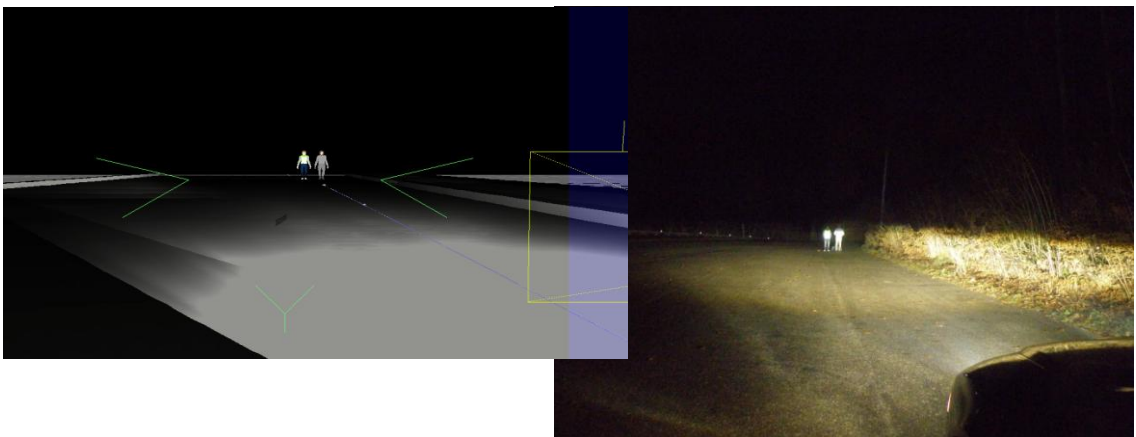
Obrázek 52: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 30m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 53: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 30m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 54: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 30m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Vzdálenost 20m



Obrázek 55: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 20m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 56: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 20m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 57: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 20m, potkávací světla).

Zdroj vlastní.

Vzdálenost 10m



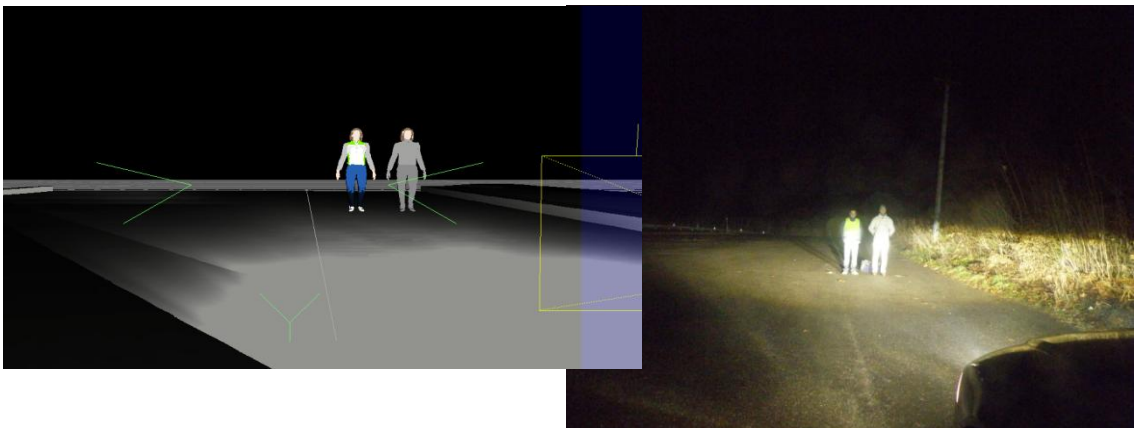
Obrázek 58: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 10m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 59: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 10m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 60: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 10m, potkávací světla).
Zdroj vlastní.

3.5.2 Dálková světla

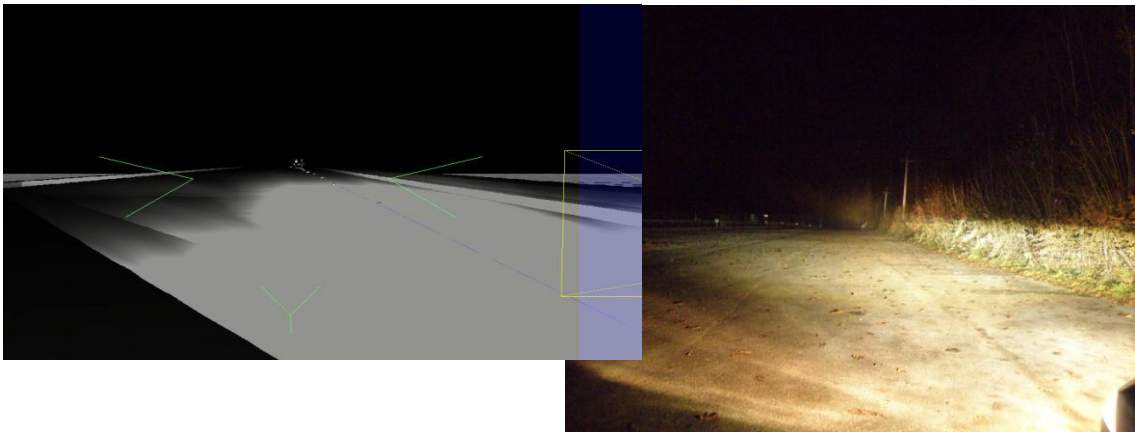
Vzdálenost 100m



Obrázek 61: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 100m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

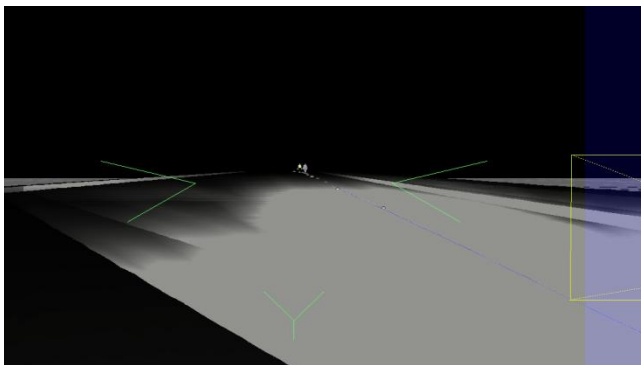
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 62: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 100m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

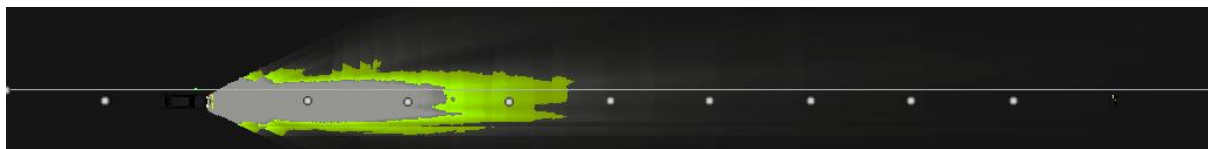
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 63: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 100m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

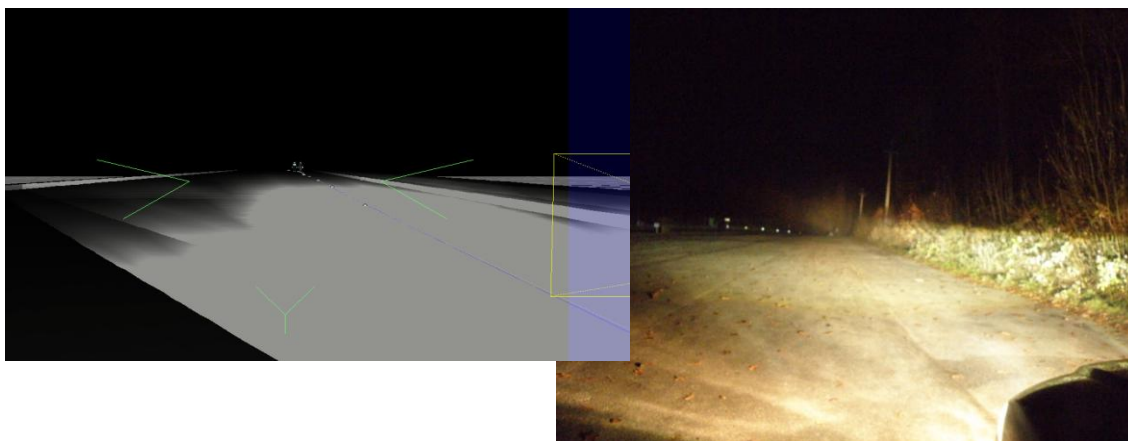
Vzdálenost 90m



Obrázek 64: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 90m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

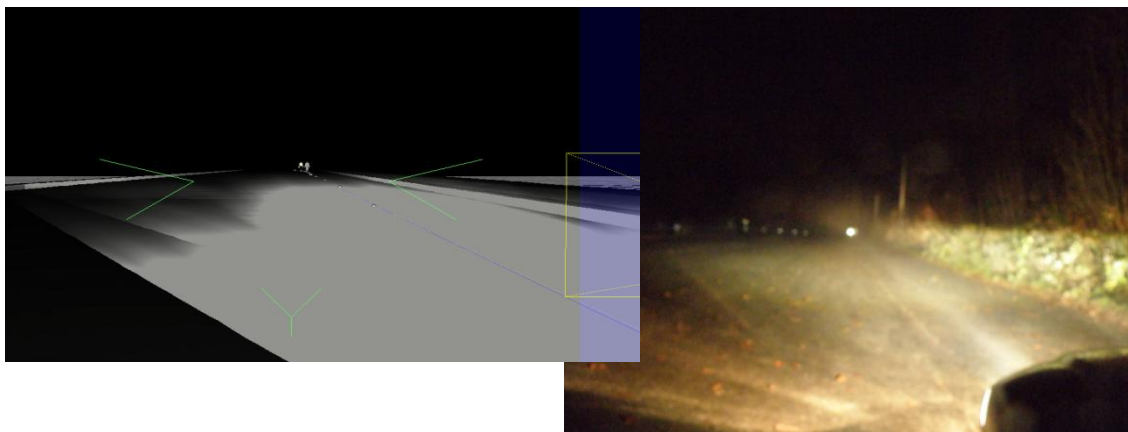
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 65: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 90m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

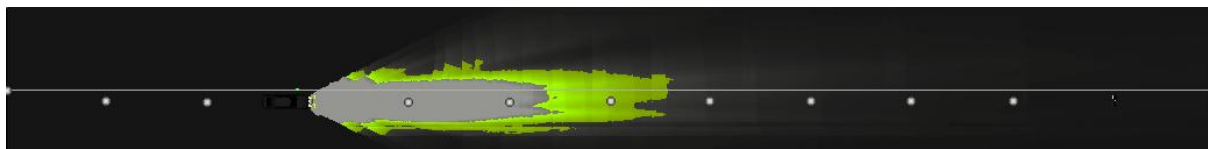
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 66: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 90m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

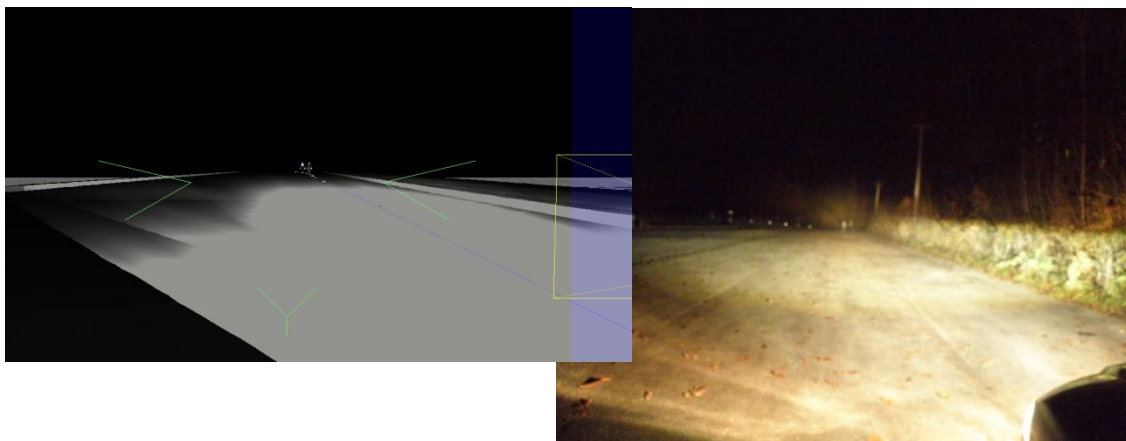
Vzdálenost 80m



Obrázek 67: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 80m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

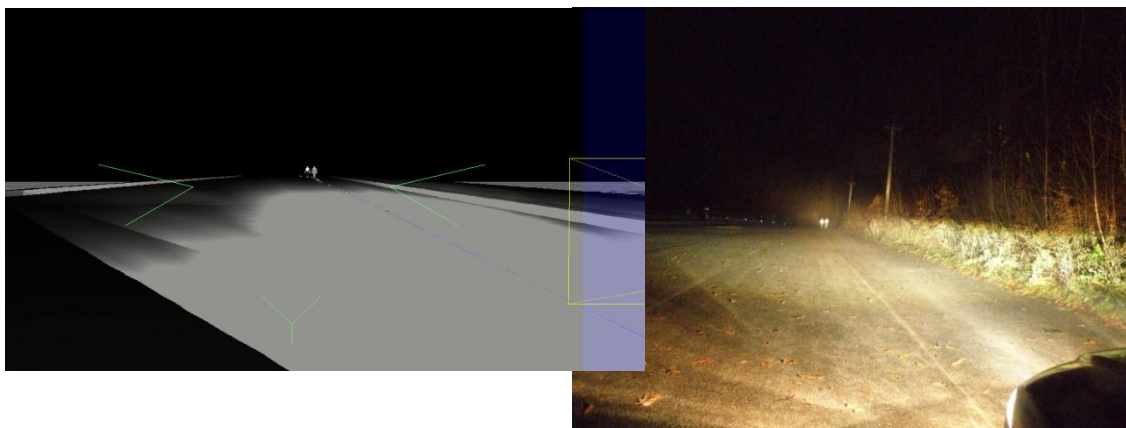
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 68: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 80m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

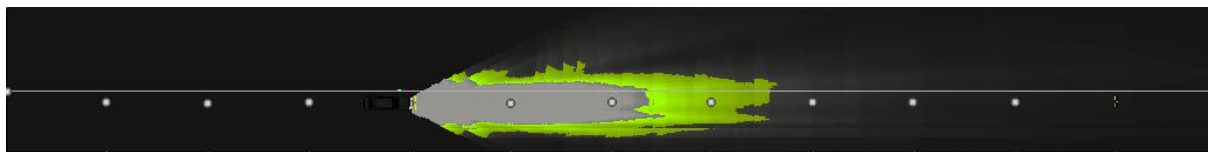
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 69: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 80m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

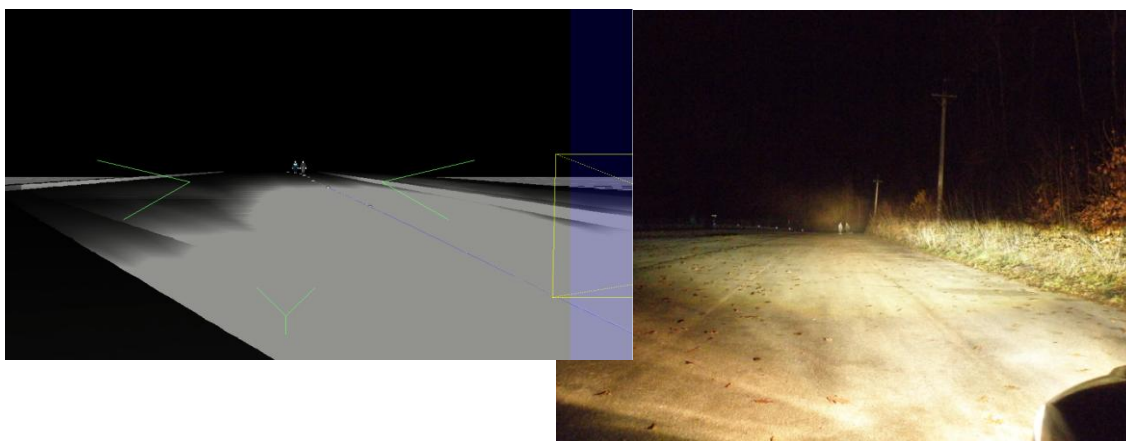
Vzdálenost 70m



Obrázek 70: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 70m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

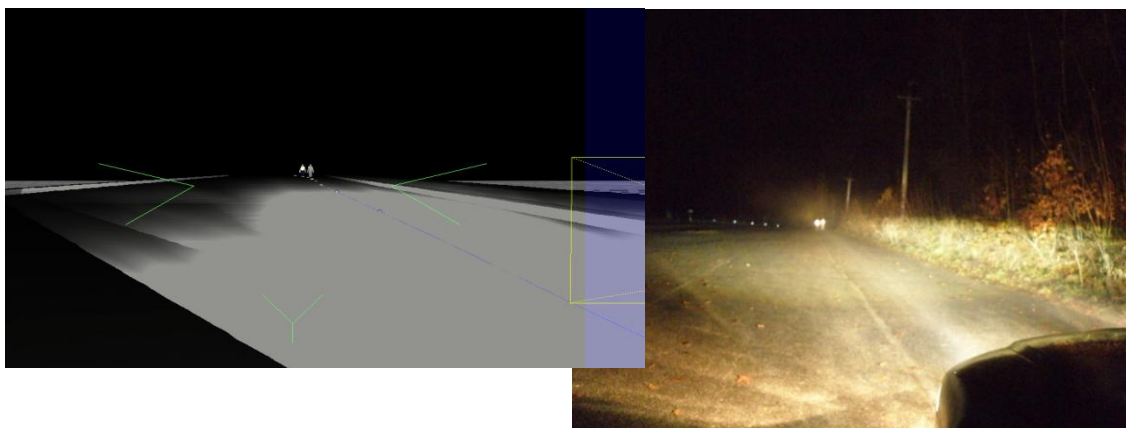
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 71: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 70m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

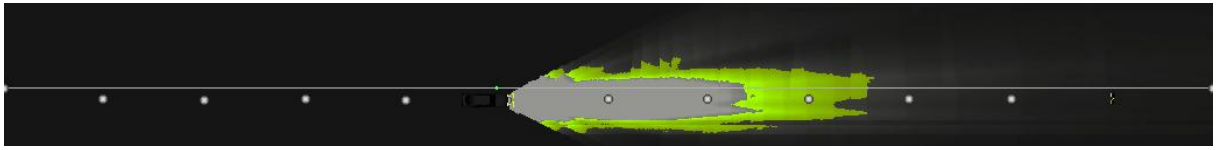
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 72: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 70m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

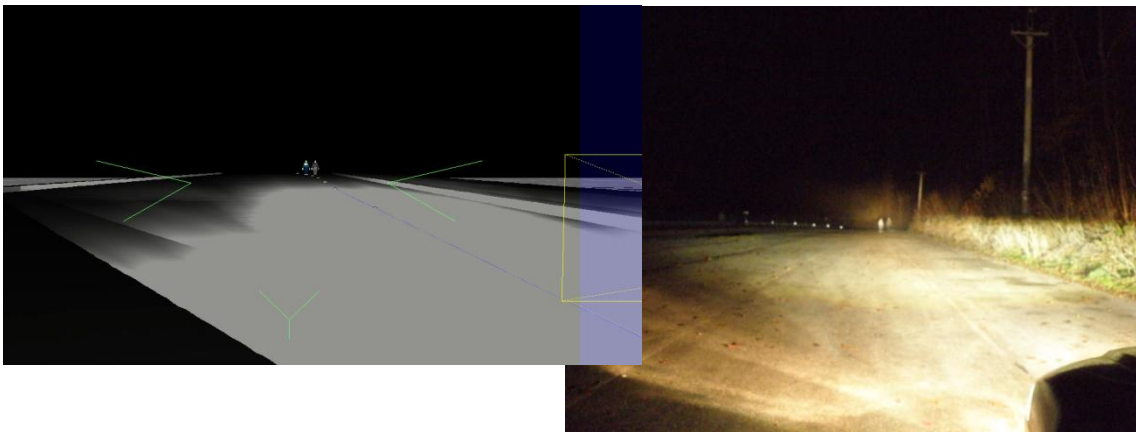
Vzdálenost 60m



Obrázek 73: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 60m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

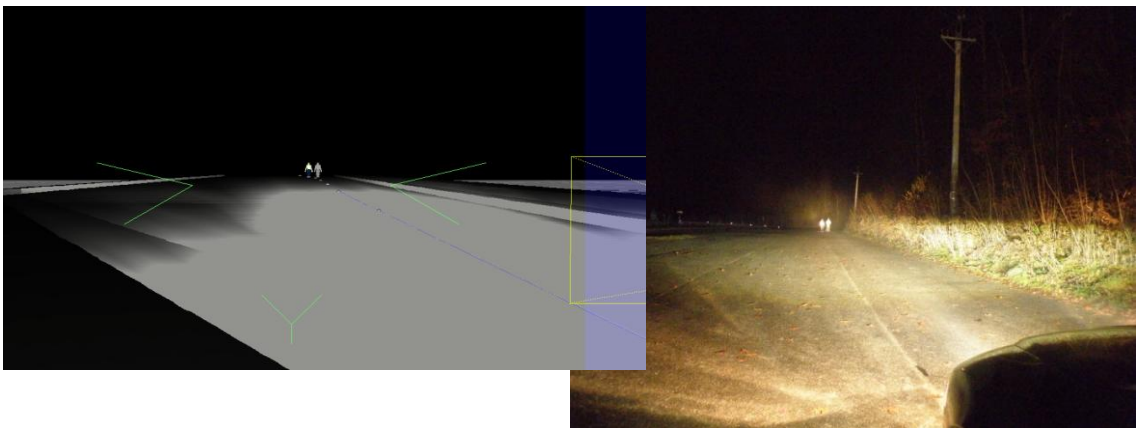
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 74: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 60m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

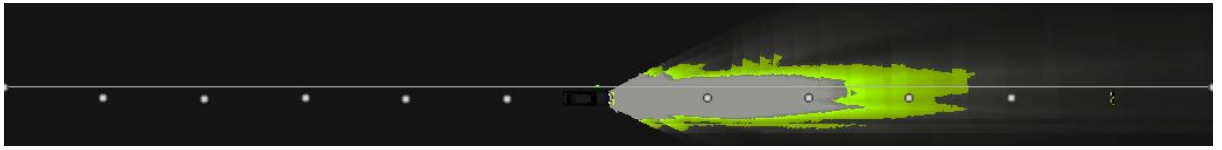
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 75: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 60m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

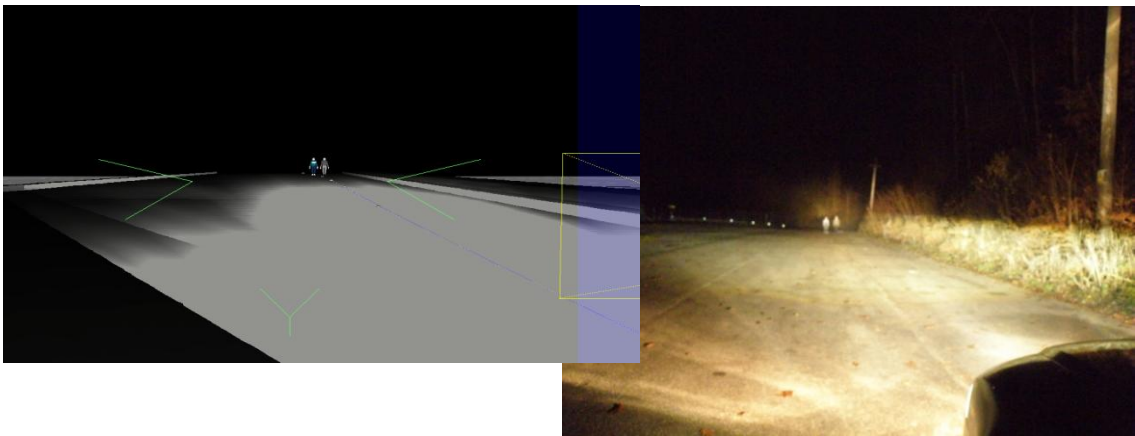
Vzdálenost 50m



Obrázek 76: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 50m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

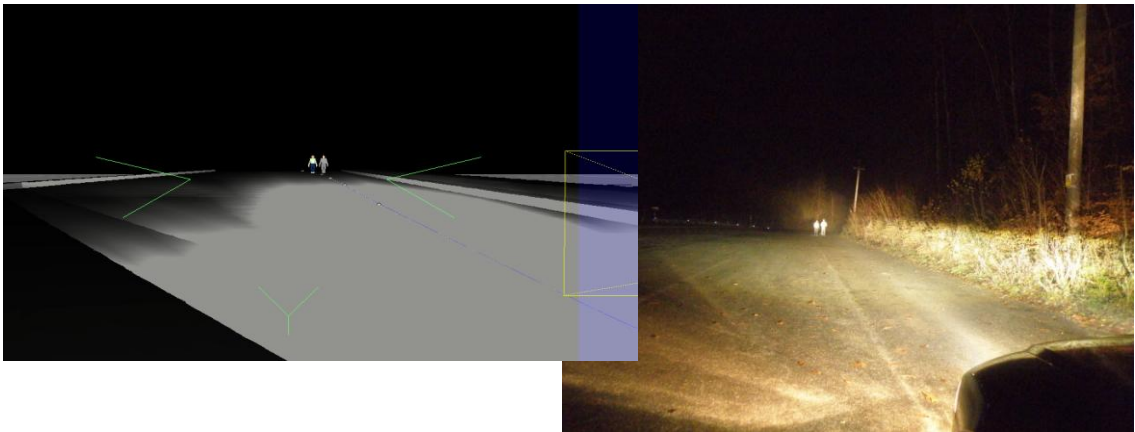
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 77: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 50m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 78: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 50m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

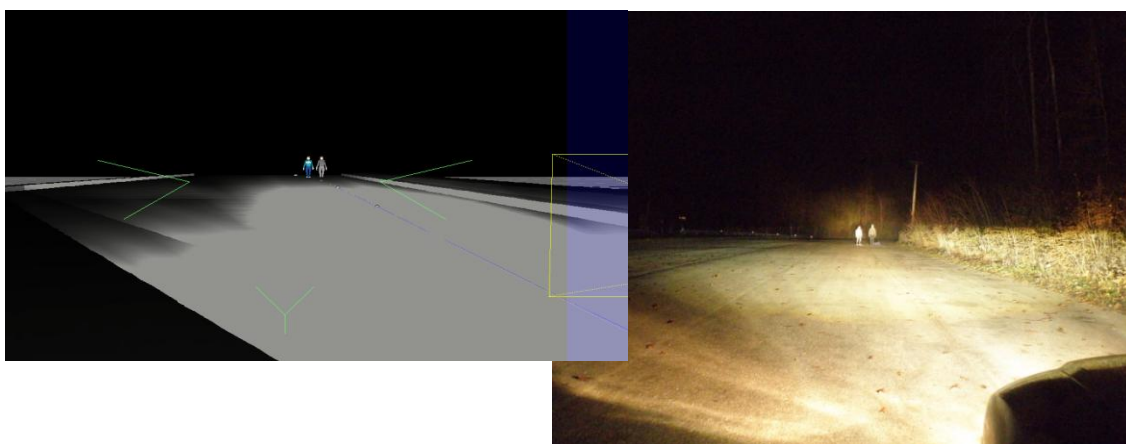
Vzdálenost 40m



Obrázek 79: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 40m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

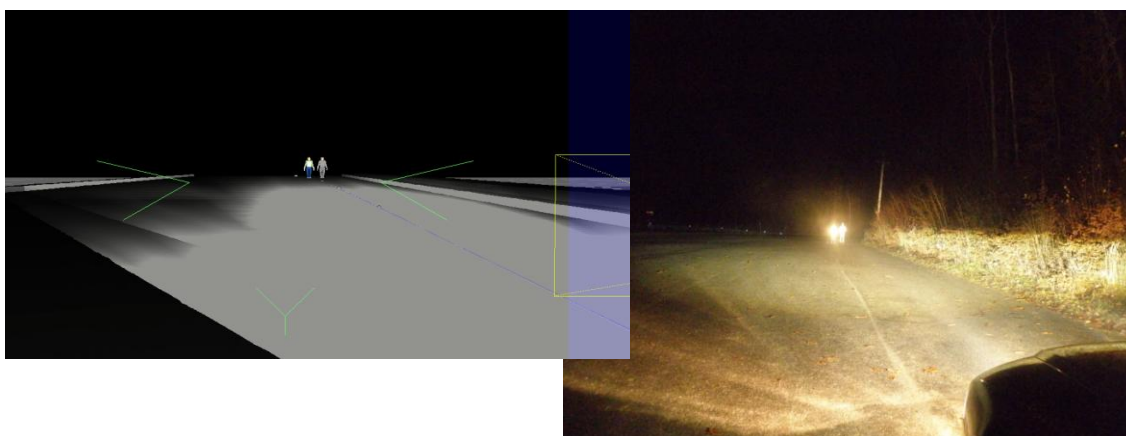
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 80: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 40m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 81: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 40m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

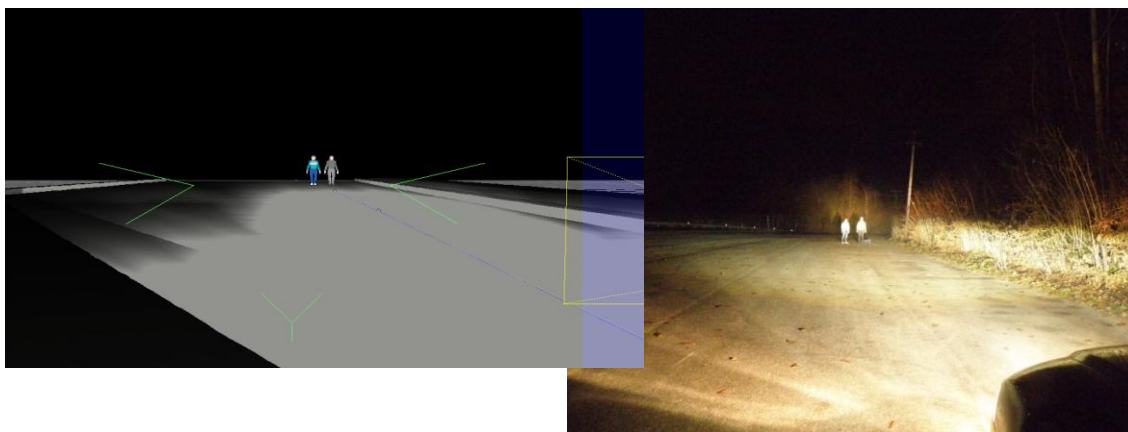
Vzdálenost 30m



Obrázek 82: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 30m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

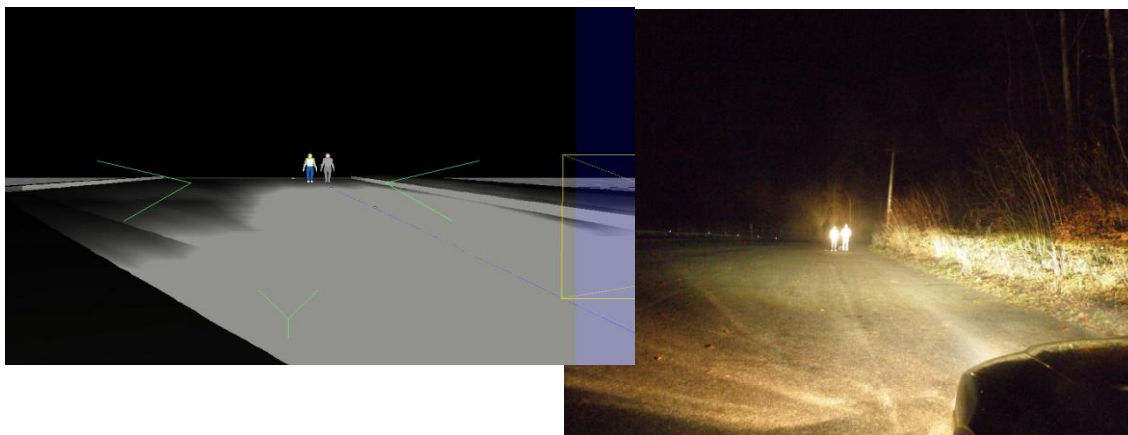
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 83: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 30m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 84: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 30m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Vzdálenost 20m



Obrázek 85: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 20m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

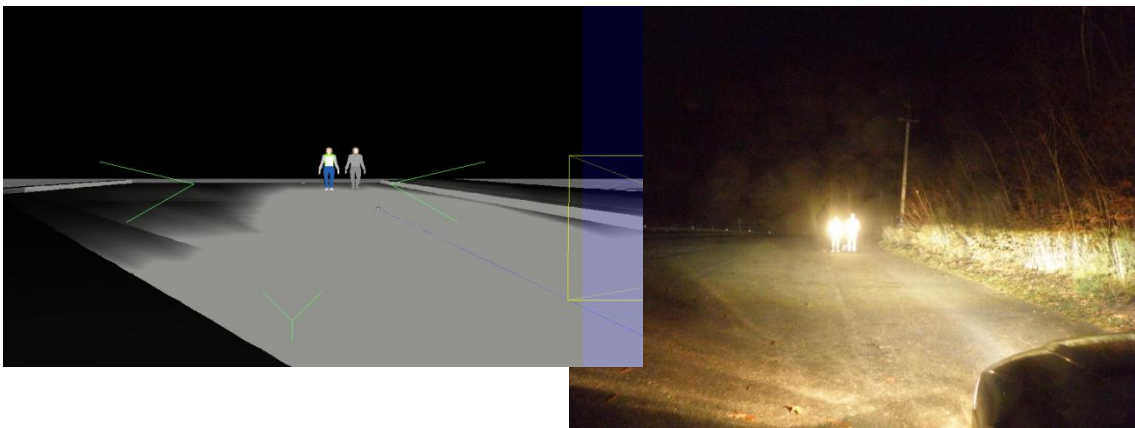
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 86: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 20m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

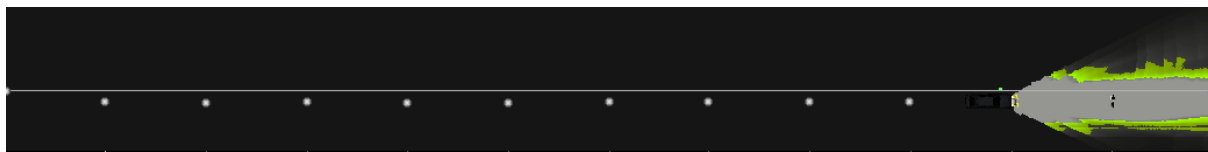
Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 87: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 20m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Vzdálenost 10m



Obrázek 88: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 10m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

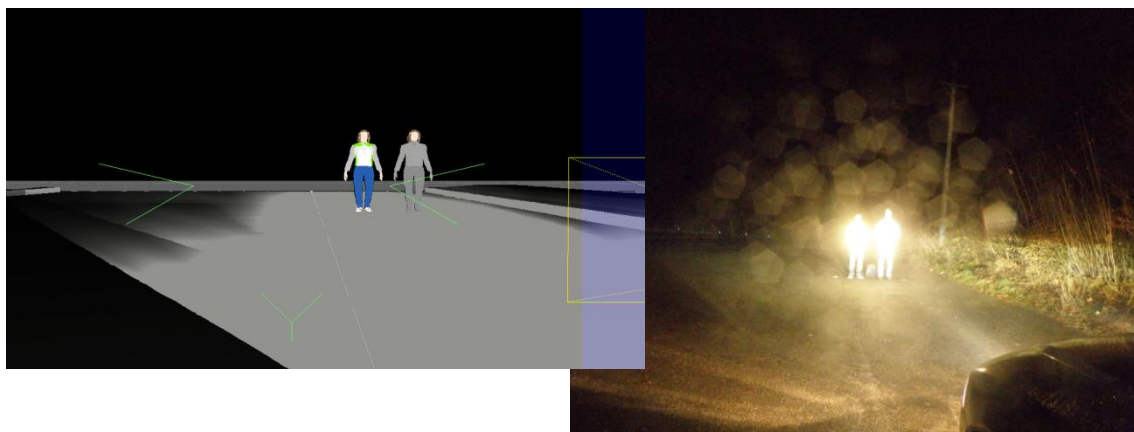
Tmavé a běžné oblečení



Obrázek 89: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 10m, dálková světla).

Zdroj vlastní.

Bílé a reflexní oblečení



Obrázek 90: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 10m, dálková světla).

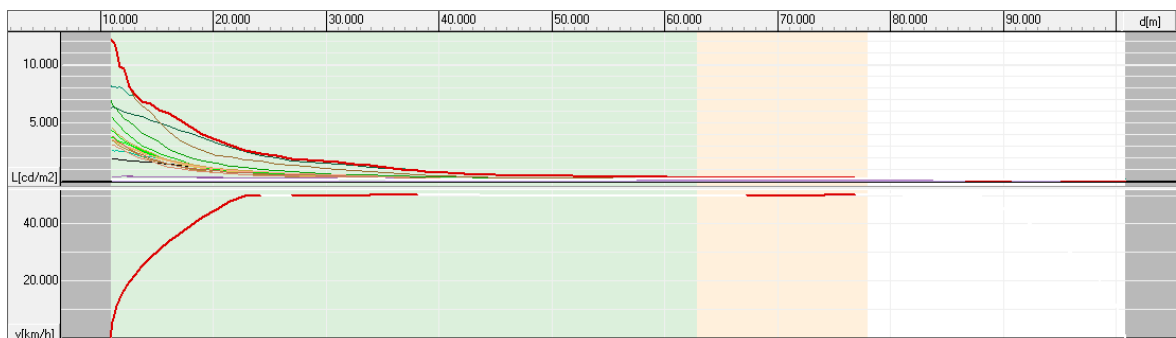
Zdroj vlastní.

3.6 Další výstupy ze softwaru Dohľadnosť 2.0

Pomocí softwaru Dohľadnosť 2.0 je možné vygenerovat diagramy, které zobrazují jas L v jednotkách $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ v závislosti na vzdálenosti subjektu od zdroje světla a na odrazových vlastnostech barev subjektu. Jas je měřítkem pro vjem světlosti svítícího nebo osvětlovaného tělesa tak, jak je vnímá lidské oko. Tento jas je vyjádřen v horní polovině diagramu tlustou červenou křivkou, ostatní barevné křivky udávají jas jednotlivých barev na subjektu. Mimo to je zde znázorněna také bílá nebo modrá křivka, která udává práh citlivosti očí.

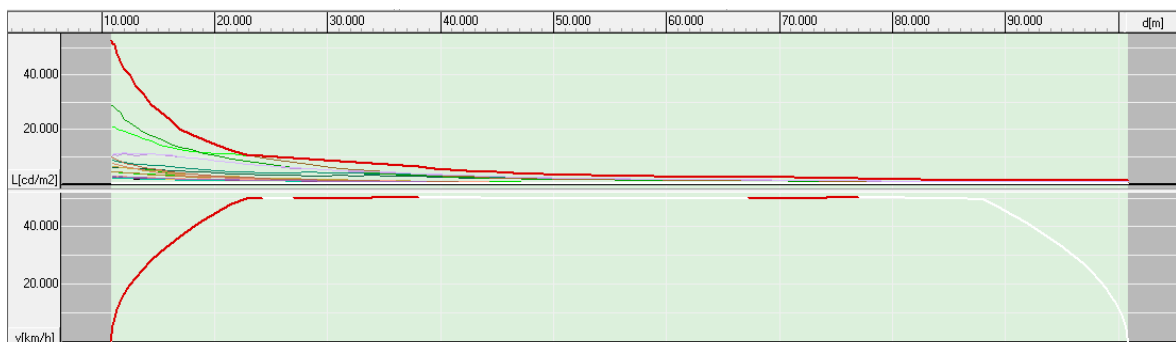
V těchto diagramech je znázorněna také vzdálenost, kdy je subjekt viditelný (zelený pás), kdy je možná viditelný (oranžový pás) a kdy subjekt viditelný není (bílý pás). V dolní polovině diagramu je udán průběh rychlosti vozidla.

Na následujících diagramech (Obrázek 91, Obrázek 92) je znázorněna ukázka pro potkávací světla pro tmavé a reflexní oblečení. Hodnota jasu reflexního oblečení je oproti tmavému ve vzdálenosti 10 m od zdroje světla cca 4,5-krát větší.



Obrázek 91: Diagram jasu pro potkávací světla a pro tmavé oblečení figuranta.

Zdroj vlastní.



Obrázek 92: Diagram jasu pro potkávací světla a pro reflexní oblečení figuranta.

Zdroj vlastní.

3.7 Zhodnocení

V kapitole 3.5 *Srovnání výsledků* jsou zobrazeny všechny série měření po 10m s různým druhem oblečení figurantů jak pro potkávací, tak pro dálková světla. Pro srovnání je vždy zobrazen snímek pořízený při měření v terénu a pohled pozorovatele vygenerovaný softwarem. Pro zpřehlednění je uveden také horní pohled na měřenou situaci v měřeném bodě v režimu iso-lux vygenerovaný softwarem, který zobrazuje rozsah dopadajícího světla na vozovku.

Díky malé vzdálenosti pseudo-ohniska mají xenonová potkávací světla poměrně široký rozptyl světla do stran. Jednotliví figuranti jsou na měřicím úseku dlouhém 100m viditelní ze vzdáleností:

- bílé oblečení 100m
- reflexní oblečení 100m
- tmavé oblečení 60-70m
- běžné oblečení 70-80m

Viditelnost jednotlivých figurantů na měřicím úseku dlouhém 100m je u dálkových světél u všech 100m, pro zjištění jejich hranic viditelnosti by byla potřebná větší vzdálenost měřicí dráhy.

Pomocí softwaru Dohľadnosť 2.0 lze vyšetřovací pokus nasimulovat tak, aby odpovídal podmínkám měření. Ze srovnání výsledků je patrné, že jednotlivé dohlednosti zjištěné ze softwaru a z měření v terénu jsou poměrně shodné. Podobně je tomu také při srovnání intenzity osvětlení jednotlivých druhů oblečení.

Při samotném srovnání je nutné ale přihlížet k určitým skutečnostem, které způsobují nepřesnosti. Důležité je v softwaru nastavit co nejpřesnější okolní podmínky, intenzitu okolního osvětlení a barvy figurantů. Při měření intenzity jednotlivých světél luxmetrem musíme uvažovat určité odchylky udávané výrobcem. Značné nepřesnosti mohou vznikat také při měření vzdálenosti pseudo-ohniska, která je důležitá pro dosvit a rozptyl světla do stran. V metodě doporučené tvůrcem softwaru totiž vznikají při malých odchylkách rozměrů obrazu na stěně velké odchylky vzdálenosti pseudo-ohniska.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo porovnání zjištěných hodnot dohlednosti z vozidla na chodce za snížené viditelnosti při použití xenonových světel s teoretickými hodnotami, zjištěnými s pomocí softwaru Dohl'adnost' 2.0.

Ke splnění problematiky úkolu bylo nutné zajistit vhodné vozidlo s xenonovými světly, provést měření a zjistit hodnoty intenzity osvětlení. Dále bylo nutné zajistit vhodný oděv pro figuranty se známými světelnými vlastnostmi a provést s nimi sérii měření v terénu. Tytéž situace byly nasimulovány v softwaru Dohl'adnost' 2.0, jehož výsledky se porovnaly s výsledky z měření. Všechny tyto cíle byly splněny.

Mezi hlavní nedostatky softwaru Dohl'adnost' 2.0 bych zahrnul zejména jeho špatnou uživatelskou ovladatelnost, které je pravděpodobně dána stářím programu, a dále nedostatek veřejně přístupných vstupních údajů. Při vlastním měření světlometů může dojít k mnoha nepřesnostem.

Pro předejití těchto nepřesností lze využít databázi softwaru, která obsahuje několik již přesně naměřených světlometů. Ovšem je nutné vybrat vždy přesný typ světlometu, který je umístěn na vozidle, jelikož sám výrobce světlometů podle přání zákazníka, tedy automobilky, vyrábí světlomet na jeden typ vozidla v několika různých provedeních.

Další možností by bylo využít v softwaru vstupní údaje poskytnuté přímo od výrobce světlometu, ten ale bohužel na přání zákazníka nesmí tyto údaje zveřejňovat z důvodu možnosti porušení obchodního tajemství.

Podle mého subjektivního názoru jsou výsledky tohoto softwaru shodné s výsledky získanými při měření v terénu. Software dosahuje podobných výstupů jak v dohlednosti, tak i v intenzitě osvětlení jednotlivých druhů oblečení. I přesto bych ale doporučil software v podobě, v jaké byl při zpracování této diplomové práce, využít pouze jako doplňující informační prostředek při řešení analýzy dopravních nehod, které se udály za snížené viditelnosti.

LITERATURA

- [1] BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1997. ISBN 80-7204-133-9.
- [2] BRADÁČ, A., KREJČÍŘ, P. a GLIER, L. *Znalecký standard II - Vybrané metody zajišťování podkladů pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod*. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství: Ministerstvo spravedlnosti, 1990.
- [3] BURG, H. a MOSER, A. *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme - Fahrdynamik – Simulation*. 1. Edition. Vieweg Verlag, 2007. 952 s. ISBN 978-3-8348-0172-2.
- [4] GACA, S. *Wypadki drogowe: vademecum biegłego sądowego*. Kroków: Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, 2002. ISBN 83-87425-65-6.
- [5] HUGEMANN, W. a kol. *Unfall-rekonstruktion*. 1. Edition. Autorenteam, 2007. ISBN 3-00-019419-3.
- [6] JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B. a KUBÁT, J. *Automobily 6: Elektrotechnika motorových vozidel II*. Brno: Avid, 2008. 211 s. ISBN 978-80-87143-07-0.
- [7] KROPÁČ, F. *Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla s chodcem za snížené viditelnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2002.
- [8] PROCHOWSKI, L. *Pojazdy Samochodowe: Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych*. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKL, 2008. ISBN 978-83-206-1688-0.
- [9] SCHMEDDING, K. *Practical Examples of Visual Perception Problems in Night-time Accidents*. Hinckley, 2009. Sborník výroční konference EVU a ITAI.
- [10] VÉMOLA, A. *Diagnostika automobilů II*. Brno: Littera, 2006. 84 s. ISBN 80-85763-32-X.
- [11] WEYDE, M. *Rekonstruktion der Erkennbarkeit von Fussgängern bei Dunkelheitsunfällen unter dynamischen Realbedingungen*. Praha: TRIBUN EU, 2010. Sborník výroční konference EVU 2010. ISBN 978-80-7399-128-9.

Zákony a vyhlášky

- [12] Zákon 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, účinný od 1.1.2001
- [13] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů
- [14] Vyhláška č. 102/1995 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích
- [15] Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky č. 182/2011 Sb.

Internetové zdroje

- [16] AMD autodílny [Online]. 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.amd-autodily.cz/elektricka-vybava/svetlo-pp-3.html/>>.
- [17] Autoweb. *BMW má noční vidění* [Online]. 2005 [cit. 2012-03-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.autoweb.cz/bmw-ma-nocni-videni//>>.
- [18] BESIP. *Rozdíly ve viditelnosti* [Online]. 2008 [cit. 2012-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.ibesip.cz/Viditelnost/Rozdily-ve-viditelnosti/>>.
- [19] BRABEC, P. *Optické přístroje* [Online]. 2004 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://fyzika.gbn.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2004112001/>>.
- [20] KYMPLOVÁ, J. *Biofyzika vidění* [Online]. 2008 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-809-biofyzika-videni/>>.
- [21] Mapy.cz [Online]. 2012 [cit. 2012-03-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/>>.
- [22] METRA BLANSKO. *Luxmetr s číslicovou indikací PU 550* [Online]. 2012 [cit. 2012-03-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.metra.cz/merici-pristroje/revizni-pristroje/luxmetry/luxmetr-s-cislicovou-indikaci-pu-550.htm/>>.

- [23] PECÁK, J. *Volvo má airbag i pro chodce* [Online]. 2012 [cit. 2012-03-27]. Dostupný z WWW: <<http://auto.aktualne.centrum.cz/clanek.phtml?id=736324/>>.
- [24] SAJDL, J. *Volvo Pedestrian Detection* [Online]. 2010 [cit. 2012-03-26]. Dostupný z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/volvo-pedestrian-detection/>>.
- [25] TÜV SÜD Czech s.r.o. *ES/EHS Integrované české překlady* [Online]. 2012 [cit. 2012-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/es-ehs-integrované-ceske-preklady/>>.
- [26] VANÍK, F. a V. HOLEČEK. *Světlomety a elektronika světlometů* [Online]. 2010 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.fm.tul.cz/~jaroslav.hlava/par/SvetlometyUvod.pdf/>>.
- [27] XENON.cz. *Fotogalerie – Rozdíl mezi osvětlením halogeny a mezi osvětlením xenony* [Online]. 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.xenon.cz/fotogalerie/>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rozdíl mezi osvětlením vozovky halogeny a xenony.	16
Obrázek 2: Barvy xenonových výbojek.	17
Obrázek 3: Světelný tok u světlometu DE.	19
Obrázek 4: Světelný tok u světlometu Super DE.	19
Obrázek 5: Kontrolní stěna k seřízení světlometů.	23
Obrázek 6: Příklad seřízení tlumeného světla symetrického.	24
Obrázek 7: Příklad seřízení tlumeného světla asymetrického.	24
Obrázek 8: Řez lidským okem.	25
Obrázek 9: Vzdálenosti viditelnosti.	28
Obrázek 10: Rozptýlené světelné obrazy na rozdílných čelních sklech.	30
Obrázek 11: Rozdíl viditelnosti z vozidla s novým a poškrábaným čelním sklem.	31
Obrázek 12: Rozsah světlometů při správném a nesprávném sklonu.	31
Obrázek 13: ViewPoint systém pro hodnocení vizuální pozornosti řidiče.	34
Obrázek 14: Znázornění srážky vozidla s figurínou.	35
Obrázek 15: BMW Night Vision v praxi.	36
Obrázek 16: Umístění infračervené kamery na vozidle.	37
Obrázek 17: Ukázka funkce systému Volvo Pedestrian Detection.	37
Obrázek 18: Simulace airbagu pro chodce na vozidle Volvo V40.	38
Obrázek 19: Světlomet měřeného vozidla.	42
Obrázek 20: Měřené vozidlo Škoda Octavia II RS.	42
Obrázek 21: Luxmetr PU 550.	43
Obrázek 22: Jasoměr Minolta LS-110.	44
Obrázek 23: Měření levého světlometu na rastru (vlevo potkávací světlo, vpravo dálkové světlo).	45

Obrázek 24: Dialog analýzy potkávacího světla (vlevo levý světlomet, vpravo pravý světlomet).....	45
Obrázek 25: Dialog analýzy dálkového světla (vlevo levý světlomet, vpravo pravý světlomet).....	45
Obrázek 26: Znázornění měření pseudo-ohniska.	46
Obrázek 27: Poloha měření dohlednosti.	48
Obrázek 28: Poloha měření dohlednosti.	48
Obrázek 29: Nasimulovaná situace.....	50
Obrázek 30: Znázornění použitého oblečení chodců.....	51
Obrázek 31: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 100m, potkávací světla).	52
Obrázek 32: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 100m, potkávací světla).....	52
Obrázek 33: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 100m, potkávací světla).....	52
Obrázek 34: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 90m, potkávací světla).	53
Obrázek 35: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 90m, potkávací světla).....	53
Obrázek 36: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 90m, potkávací světla).....	53
Obrázek 37: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 80m, potkávací světla).	54
Obrázek 38: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 80m, potkávací světla).....	54
Obrázek 39: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 80m, potkávací světla).....	54
Obrázek 40: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 70m, potkávací světla).	55
Obrázek 41: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 70m, potkávací světla).....	55

Obrázek 42: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 70m, potkávací světla).....	55
Obrázek 43: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 60m, potkávací světla).....	56
Obrázek 44: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 60m, potkávací světla).....	56
Obrázek 45: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 60m, potkávací světla).....	56
Obrázek 46: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 50m, potkávací světla).....	57
Obrázek 47: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 50m, potkávací světla).....	57
Obrázek 48: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 50m, potkávací světla).....	57
Obrázek 49: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 40m, potkávací světla).....	58
Obrázek 50: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 40m, potkávací světla).....	58
Obrázek 51: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 40m, potkávací světla).....	58
Obrázek 52: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 30m, potkávací světla).....	59
Obrázek 53: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 30m, potkávací světla).....	59
Obrázek 54: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 30m, potkávací světla).....	59
Obrázek 55: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 20m, potkávací světla).....	60
Obrázek 56: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 20m, potkávací světla).....	60
Obrázek 57: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 20m, potkávací světla).....	60
Obrázek 58: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 10m, potkávací světla).....	61

Obrázek 59: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 10m, potkávací světla).....	61
Obrázek 60: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 10m, potkávací světla).....	61
Obrázek 61: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 100m, dálková světla).....	62
Obrázek 62: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 100m, dálková světla).....	62
Obrázek 63: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 100m, dálková světla).....	62
Obrázek 64: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 90m, dálková světla).....	63
Obrázek 65: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 90m, dálková světla).....	63
Obrázek 66: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 90m, dálková světla).....	63
Obrázek 67: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 80m, dálková světla).....	64
Obrázek 68: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 80m, dálková světla).....	64
Obrázek 69: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 80m, dálková světla).....	64
Obrázek 70: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 70m, dálková světla).....	65
Obrázek 71: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 70m, dálková světla).....	65
Obrázek 72: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 70m, dálková světla).....	65
Obrázek 73: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 60m, dálková světla).....	66
Obrázek 74: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 60m, dálková světla).....	66

Obrázek 75: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 60m, dálková světla).....	66
Obrázek 76: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 50m, dálková světla).....	67
Obrázek 77: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 50m, dálková světla).....	67
Obrázek 78: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 50m, dálková světla).....	67
Obrázek 79: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 40m, dálková světla).....	68
Obrázek 80: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 40m, dálková světla).....	68
Obrázek 81: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 40m, dálková světla).....	68
Obrázek 82: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 30m, dálková světla).....	69
Obrázek 83: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 30m, dálková světla).....	69
Obrázek 84: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 30m, dálková světla).....	69
Obrázek 85: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 20m, dálková světla).....	70
Obrázek 86: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 20m, dálková světla).....	70
Obrázek 87: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 20m, dálková světla).....	70
Obrázek 88: Pohled shora na měřicí úsek (vzdálenost 10m, dálková světla).....	71
Obrázek 89: Pohled na figuranty v tmavém a běžném oblečení (vzdálenost 10m, dálková světla).....	71
Obrázek 90: Pohled na figuranty v bílém a reflexním oblečení (vzdálenost 10m, dálková světla).....	71
Obrázek 91: Diagram jasu pro potkávací světla a pro tmavé oblečení figuranta.....	72

Obrázek 92: Diagram jasu pro potkávající světla a pro reflexní oblečení figuranta..... 72

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hodnoty potkávajícího světla při měření pseudo-ohniska.....	46
Tabulka 2: Hodnoty dálkového světla při měření pseudo-ohniska.....	47
Tabulka 3: Hodnoty intenzity světla na různých částech těla figurantů.	49

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1: Předpisy EHK/OSN a směrnice EHS/ES z přílohy č.1 k vyhlášce č. 341/2002 Sb.
- Příloha č. 2: Naměřené hodnoty intenzity osvětlení světlometů v luxech [lx]
- Příloha č. 3: Naměřené hodnoty jasů různě oblečených figurantů při různých vzdálenostech v cd.m^{-2}
- Příloha č. 4: Isocandela mapy pro HID projektor Škody Octavia II. od výrobce Visteon Autopal s.r.o.

Příloha č.1: Předpisy EHK/OSN a směrnice EHS/ES z přílohy č.1 k vyhlášce č. 341/2002 Sb.

Předpisy EHK/OSN	
1	Asymetrické světlomety
2	Žárovky asymetrických světlometů
5	Světlomety "sealed beam"
8	Světlomety a žárovky H1, H2, H3
20	Světlomety a žárovky H4
31	Světlomety HSB
37	Žárovky pro homologované světlomety a svítilny
98	Světlomety s výbojkami
99	Výbojky
112	Asymetrické světlomety
113	Symetrické světlomety

Směrnice EHS/ES	
76/761	Světlomety, žárovky, výbojky
77/649	Výhled řidiče dopředu vozidel kategorie M1
81/643	Výhled řidiče dopředu vozidel kategorie M1
82/244	Montáž světelných zařízení
88/366	Výhled řidiče dopředu vozidel kategorie M1
89/278	Montáž světelných zařízení
89/517	Světlomety, žárovky, výbojky
90/630	Výhled řidiče dopředu vozidel kategorie M1
91/663	Montáž světelných zařízení
97/28	Montáž světelných zařízení
1999/17	Světlomety, žárovky, výbojky

Příloha č. 2: Naměřené hodnoty intenzity osvětlení světlometů v luxech [lx]

a) levý potkávací

	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
-5	4.97	5.23	5.40	5.71	5.96	6.37	6.90	7.66	8.52	9.59	10.72	11.84	12.80	14.29	16.47	17.65	19.00	18.72	16.63	16.02	15.61
-4	4.81	5.06	5.28	5.60	6.00	6.50	6.99	7.80	8.64	9.61	10.96	12.14	14.22	16.07	20.30	22.50	20.50	21.20	19.20	19.40	21.30
-3	4.75	5.01	5.39	5.69	6.06	6.64	7.28	8.11	9.09	10.79	12.08	14.19	17.34	21.40	26.50	25.20	23.40	24.60	26.80	28.40	30.80
-2	5.64	5.98	6.29	6.68	7.26	8.03	8.94	9.66	10.86	12.64	13.72	16.28	18.42	23.80	29.00	30.70	31.90	32.60	32.40	29.50	32.60
-1	5.83	6.17	6.39	6.87	7.39	8.12	8.92	10.29	11.82	13.84	16.28	18.81	23.70	30.50	34.80	35.30	36.80	38.30	36.90	40.80	43.50
0	53.30	62.30	75.10	76.10	110.90	141.90	156.90	189.70	193.50	229.00	235.00	225.00	255.00	386.00	441.00	611.00	629.00	655.00	474.00	399.00	648.00
1	46.20	60.90	81.60	105.40	121.00	142.10	181.70	221.00	257.00	282.00	346.00	444.00	506.00	606.00	632.00	737.00	781.00	819.00	782.00	701.00	714.00
2	19.60	26.20	34.80	43.40	59.10	77.40	92.90	107.90	155.90	196.20	236.00	266.00	310.00	326.00	354.00	404.00	430.00	479.00	459.00	442.00	468.00
3	7.90	10.40	12.40	13.80	19.10	23.50	32.10	39.50	59.20	85.80	92.30	130.40	115.80	147.90	160.00	180.80	218.00	240.00	238.00	268.00	278.00
4	5.47	6.05	6.98	7.60	9.12	10.48	12.35	14.82	20.20	27.40	27.30	27.70	24.50	27.30	32.40	37.40	46.80	56.50	69.10	70.00	76.00
5	4.78	5.24	5.89	6.72	7.65	8.82	10.10	11.66	16.67	21.30	23.30	18.90	18.70	20.10	22.30	24.80	29.40	33.70	36.60	41.50	44.60
6	4.13	4.67	5.21	5.82	6.69	7.53	9.31	10.76	14.63	18.28	14.49	15.52	14.35	16.25	19.92	22.20	24.70	27.40	28.80	29.10	31.60

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-5	15.01	15.65	16.81	19.79	19.62	17.25	16.85	15.43	14.61	14.53	13.83	10.30	9.61	7.45	6.31	5.58	5.23	4.58	3.95	3.19
-4	24.80	25.70	25.30	24.10	21.30	20.30	19.26	16.80	15.38	13.84	13.28	11.09	9.99	7.89	6.76	5.96	5.68	4.53	3.91	3.43
-3	31.70	34.20	36.50	34.40	28.90	22.30	19.40	16.70	14.58	13.38	12.29	11.07	9.89	8.66	7.79	7.01	5.98	5.19	4.56	4.12
-2	37.40	38.30	49.00	43.30	38.50	34.00	28.90	24.10	20.20	17.10	15.63	15.35	14.75	12.92	13.52	12.48	13.20	9.75	11.63	10.98
-1	54.20	57.60	59.20	60.90	60.90	56.60	58.80	117.60	349.00	376.00	330.00	273.00	234.00	216.00	160.00	132.20	121.30	88.30	64.50	52.00
0	1979.00	1863.00	1838.00	2020.00	2040.00	1867.00	1323.00	945.00	671.00	532.00	411.00	326.00	263.00	201.00	175.80	144.70	115.30	85.90	61.30	45.80
1	816.00	826.00	693.00	768.00	841.00	832.00	788.00	651.00	655.00	496.00	452.00	368.00	299.00	261.00	218.00	179.00	131.00	107.70	87.90	67.40
2	467.00	471.00	455.00	450.00	459.00	451.00	363.00	378.00	283.00	319.00	251.00	198.00	176.60	156.90	114.40	100.70	74.50	54.80	32.30	18.90
3	299.00	292.00	265.00	239.00	239.00	210.00	191.70	189.10	136.80	131.60	112.80	89.40	64.20	59.50	39.80	31.00	28.80	24.20	16.20	9.90
4	80.90	90.80	73.70	69.60	65.90	54.90	46.90	39.20	32.60	27.00	24.20	23.50	28.00	24.40	18.90	15.60	12.70	11.10	9.60	7.40
5	47.30	46.90	45.00	39.90	33.80	30.70	28.30	24.80	23.40	22.30	23.10	25.30	26.20	23.60	17.60	13.66	11.69	10.27	9.08	6.65
6	32.50	31.10	29.30	27.60	25.10	24.60	25.80	25.40	22.70	23.60	25.90	27.20	23.20	19.00	14.10	11.20	9.10	7.50	6.10	5.10

b) pravý potkávací

-5	4.77	3.86	4.05	4.39	5.03	5.55	5.80	6.38	6.43	7.08	8.04	9.44	10.35	11.75	13.40	14.60	15.85	17.19	16.33	16.10	15.95
-4	3.18	3.52	3.88	4.34	4.81	5.52	6.51	7.82	7.88	8.54	9.11	10.22	11.06	12.07	13.10	13.86	14.67	16.00	17.71	19.21	20.70
-3	3.48	3.84	4.22	4.66	5.25	5.98	7.23	7.74	8.15	9.09	9.91	10.90	12.09	14.43	16.02	17.21	18.51	19.55	23.30	29.80	32.30
-2	4.13	4.81	5.33	5.82	6.37	7.15	7.95	8.92	9.71	10.68	11.82	13.18	14.72	17.90	20.70	26.10	28.50	30.30	29.80	32.60	36.70
-1	5.66	6.56	7.42	8.22	9.13	9.96	10.87	11.74	13.24	14.26	16.04	17.59	19.90	24.50	29.30	33.80	33.60	40.90	39.90	42.40	50.30
0	37.80	51.30	65.40	82.80	113.80	147.70	171.60	194.20	185.40	206.00	255.00	312.00	392.00	433.00	495.00	543.00	730.00	682.00	566.00	627.00	782.00
1	25.40	40.30	57.60	87.40	120.80	147.20	194.10	230.00	282.00	321.00	386.00	491.00	565.00	707.00	726.00	866.00	868.00	934.00	888.00	834.00	860.00
2	13.40	13.00	16.88	22.90	40.00	63.20	86.00	109.10	162.30	203.00	243.00	274.00	346.00	336.00	412.00	463.00	534.00	536.00	509.00	495.00	506.00
3	8.16	9.38	11.06	12.83	15.38	19.90	26.90	33.40	55.20	74.50	90.90	118.40	128.80	155.60	192.00	227.00	252.00	281.00	270.00	313.00	341.00
4	6.27	7.46	9.02	10.78	13.26	17.77	20.00	20.10	26.40	32.80	34.70	33.40	32.50	37.10	42.00	47.70	62.20	68.50	81.10	85.10	95.80
5	5.43	6.37	7.55	8.74	10.44	12.95	16.22	18.33	20.90	25.50	27.20	23.30	23.10	26.80	29.60	33.00	40.90	48.10	49.20	50.70	52.50
6	4.64	5.55	6.86	8.13	9.66	12.85	20.20	24.00	24.70	24.40	16.87	15.83	16.82	18.63	23.80	26.90	31.20	37.90	42.70	42.40	44.60

-5	16.32	17.35	19.94	18.54	18.82	17.37	16.52	14.41	13.24	12.09	10.66	9.60	8.76	8.21	7.37	6.89	6.47	6.16	6.85	5.66	5.66
-4	24.10	26.20	25.40	23.20	20.70	19.50	19.36	16.83	15.13	13.58	11.96	10.93	10.16	9.06	8.24	7.61	7.10	6.67	6.38	6.00	6.00
-3	34.80	38.80	37.60	36.70	30.20	25.30	23.70	20.30	18.15	16.12	14.12	12.71	11.48	10.46	9.61	9.12	8.26	7.66	7.19	6.76	6.76
-2	43.10	46.10	42.80	43.40	40.80	36.60	32.30	26.80	21.10	19.10	17.35	16.29	15.41	14.22	13.63	12.47	11.47	10.66	11.84	10.74	10.74
-1	61.10	61.20	61.70	65.40	61.00	55.50	57.90	137.50	266.00	350.00	341.00	309.00	289.00	287.00	198.00	156.00	135.00	115.00	91.00	75.40	75.40
0	2190.00	2050.00	2260.00	2150.00	1990.00	1573.00	1266.00	1028.00	815.00	677.00	514.00	410.00	351.00	289.00	227.00	171.00	134.50	111.80	91.10	75.20	75.20
1	951.00	903.00	919.00	1030.00	1149.00	1085.00	921.00	843.00	666.00	582.00	469.00	398.00	364.00	276.00	208.00	174.30	129.60	120.10	95.20	79.50	79.50
2	503.00	546.00	590.00	627.00	641.00	587.00	568.00	451.00	450.00	395.00	318.00	288.00	283.00	213.00	181.80	159.60	95.20	74.40	62.40	46.50	46.50
3	345.00	363.00	357.00	321.00	338.00	298.00	270.00	248.00	207.00	190.00	178.00	126.00	116.60	90.60	71.60	56.40	48.30	38.20	29.70	22.30	22.30
4	110.60	109.90	112.20	109.10	92.20	80.50	67.70	52.60	46.40	44.40	51.10	47.50	39.80	29.00	22.60	19.80	16.33	13.28	11.18	9.42	9.42
5	57.70	55.00	54.90	51.90	47.00	40.60	34.70	28.70	25.30	23.40	26.00	39.20	32.20	21.60	16.30	14.19	11.31	10.00	9.19	7.96	7.96
6	47.40	44.40	42.40	40.90	37.50	33.60	30.30	23.20	19.70	18.71	17.04	19.80	29.20	16.86	15.38	12.90	10.06	8.66	7.29	6.74	6.74

c) levý dálkový

	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
-5	19.10	14.70	16.70	24.80	28.80	20.50	23.00	23.90	26.80	34.20	34.90	34.10	29.70	29.50	34.70	52.20	77.90	63.60	59.20	59.40	61.50
-4	28.50	38.50	45.50	47.90	38.90	32.80	28.60	26.20	25.20	35.90	36.80	34.40	30.30	33.10	51.50	50.30	81.80	81.20	98.10	96.90	153.20
-3	28.40	27.70	33.80	62.30	71.60	79.60	66.20	49.50	42.60	45.20	39.20	33.10	32.60	35.70	43.70	65.20	129.60	205.00	256.00	328.00	344.00
-2	24.30	27.10	24.50	24.90	27.90	30.20	35.70	67.40	93.20	62.10	50.50	36.50	36.40	42.30	50.40	62.20	174.10	329.00	518.00	733.00	1066.00
-1	16.70	21.80	25.50	24.20	24.40	27.60	34.70	36.80	41.90	62.30	99.50	48.90	49.30	50.90	54.70	61.10	180.60	361.00	782.00	1579.00	2680.00
0	60.20	76.20	95.80	121.80	155.90	187.80	226.00	259.00	281.00	327.00	383.00	433.00	515.00	639.00	735.00	832.00	1112.00	1152.00	1292.00	1749.00	3120.00
1	49.10	62.80	80.30	111.60	131.10	149.10	190.90	217.00	259.00	310.00	413.00	481.00	504.00	618.00	611.00	723.00	755.00	824.00	828.00	891.00	1166.00
2	29.30	34.40	40.00	50.90	68.90	84.90	97.00	112.50	160.60	197.50	266.00	285.00	316.00	342.00	372.00	390.00	439.00	476.00	470.00	503.00	580.00
3	20.10	21.00	23.10	25.30	31.20	39.60	49.30	53.20	68.80	102.20	112.50	117.50	118.80	155.20	178.40	196.80	226.00	255.00	249.00	288.00	285.00
4	21.40	20.10	20.90	22.20	24.60	25.90	29.60	35.50	40.50	61.60	47.80	46.00	46.60	48.40	53.60	59.60	67.80	77.60	89.20	92.70	95.60
5	22.60	22.80	21.60	22.30	24.80	32.70	43.40	45.50	40.90	26.80	41.60	35.90	36.60	38.90	40.50	42.90	48.20	52.30	59.20	65.90	68.90
6	22.00	22.30	21.40	21.40	22.40	23.70	25.90	27.80	37.70	41.90	34.50	35.40	33.30	34.60	37.90	39.70	41.50	44.40	53.20	55.00	60.90

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-5	67.10	62.30	63.50	53.10	47.80	43.60	47.50	39.10	34.80	35.20	33.30	34.40	34.80	27.30	21.50	21.10	21.70	18.70	14.90	16.20
-4	160.50	162.20	122.30	80.30	62.60	46.30	40.00	35.70	31.20	31.40	29.60	31.70	33.50	27.30	20.90	19.90	19.40	18.50	16.10	12.40
-3	366.00	406.00	399.00	283.00	244.00	178.00	96.40	42.10	33.80	31.30	30.60	31.30	31.30	26.30	19.50	19.18	18.88	18.13	17.10	14.56
-2	1381.00	1343.00	1151.00	846.00	554.00	328.00	201.00	66.10	39.80	33.40	31.70	31.30	33.10	29.10	23.50	22.20	22.40	24.90	30.70	20.30
-1	3110.00	3680.00	2710.00	2030.00	1181.00	542.00	387.00	502.00	477.00	432.00	355.00	303.00	270.00	226.00	164.00	138.00	126.20	97.40	75.20	62.50
0	6510.00	8440.00	4290.00	3190.00	2870.00	2310.00	1612.00	1045.00	707.00	535.00	408.00	337.00	279.00	242.00	186.70	163.60	132.50	106.20	74.90	61.70
1	1417.00	1633.00	1229.00	1094.00	994.00	907.00	836.00	658.00	632.00	482.00	444.00	366.00	284.00	245.00	199.00	173.40	135.40	117.90	101.10	74.60
2	674.00	690.00	684.00	540.00	519.00	488.00	384.00	379.00	283.00	305.00	249.00	194.00	181.20	156.50	118.40	107.30	88.30	67.20	45.30	28.20
3	336.00	327.00	325.00	276.00	278.00	233.00	196.00	198.40	140.10	136.80	107.40	94.60	78.90	72.30	50.50	41.70	38.80	37.40	25.30	18.90
4	105.60	110.90	99.00	106.40	105.50	85.80	78.30	63.90	46.70	39.70	38.50	38.80	40.60	41.60	30.60	25.10	22.10	19.70	16.80	16.20
5	87.80	71.30	69.40	64.80	62.50	59.60	53.60	44.00	37.80	34.10	37.00	37.00	41.80	37.80	28.00	23.40	20.60	17.80	16.50	15.40
6	53.10	47.40	46.40	48.40	42.30	36.10	34.80	35.40	36.60	37.20	40.20	43.30	39.80	36.60	24.30	20.70	18.10	16.30	14.40	13.60

d) pravý dálkový

	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
-5	13.12	15.04	18.49	19.24	19.60	20.40	24.60	26.60	26.60	32.00	32.10	33.00	31.90	34.60	36.80	42.70	52.90	70.80	77.70	77.40	76.80
-4	11.02	13.84	16.02	17.53	18.51	19.63	24.50	29.60	28.00	29.80	32.30	35.10	34.50	37.30	64.70	91.00	145.60	173.50	183.10	153.20	154.20
-3	12.63	13.37	15.42	16.27	16.61	17.58	22.90	26.00	26.10	27.80	33.00	33.80	35.30	76.20	153.60	272.00	370.00	501.00	576.00	499.00	452.00
-2	12.53	14.02	15.22	15.52	17.28	17.78	22.60	27.10	24.40	28.10	31.00	32.60	43.10	139.30	301.00	602.00	945.00	1398.00	1613.00	1752.00	1596.00
-1	13.59	14.51	16.68	17.33	18.19	20.00	24.50	27.90	27.30	29.70	33.30	36.60	79.80	218.00	396.00	781.00	1183.00	1695.00	2840.00	4090.00	2270.00
0	46.80	58.30	69.90	88.30	114.10	145.70	174.50	236.00	222.00	272.00	305.00	348.00	525.00	747.00	936.00	1232.00	1624.00	1880.00	3180.00	4590.00	3070.00
1	40.00	55.70	76.90	101.30	128.30	152.10	197.00	240.00	299.00	329.00	398.00	492.00	620.00	840.00	894.00	1165.00	1334.00	1391.00	1422.00	1309.00	1266.00
2	22.60	30.10	36.20	44.60	58.80	73.90	88.90	119.50	175.70	226.00	258.00	287.00	368.00	372.00	470.00	539.00	602.00	659.00	633.00	631.00	637.00
3	14.40	17.40	22.10	27.70	28.60	33.00	44.30	49.70	66.10	86.50	95.60	119.70	134.50	181.30	234.00	264.00	302.00	333.00	326.00	356.00	383.00
4	12.94	14.75	18.66	20.20	23.60	29.70	37.30	39.20	45.30	50.20	50.30	50.40	52.70	65.60	72.30	85.90	106.70	110.90	113.10	111.60	129.70
5	12.42	14.56	16.78	18.62	21.50	26.60	34.20	34.90	39.50	44.90	48.30	45.20	59.30	63.50	66.70	71.20	77.70	69.70	71.80	74.90	78.90
6	11.52	12.88	15.24	17.19	20.00	23.40	35.90	39.20	43.10	44.70	38.10	37.50	35.80	38.90	44.30	53.60	51.90	58.70	68.60	68.60	71.40

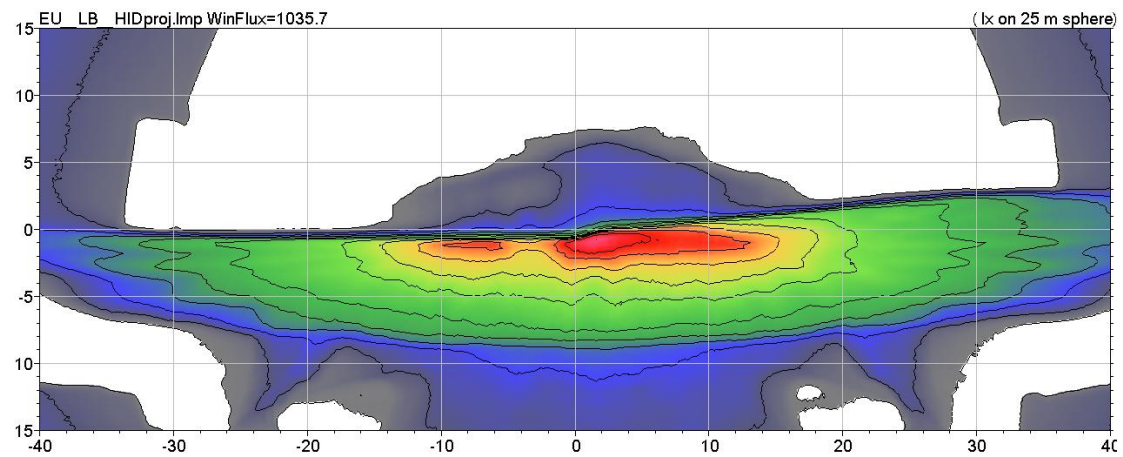
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-5	93.40	75.90	67.10	61.30	52.70	41.80	31.40	42.10	33.30	33.40	36.60	32.90	22.90	20.20	22.20	17.30	17.23	18.54	26.70	28.40
-4	140.20	147.70	119.80	95.80	71.80	51.40	38.80	35.10	33.70	35.70	44.80	34.10	31.50	37.00	43.50	36.30	34.40	29.90	27.80	27.10
-3	335.00	373.00	306.00	200.00	130.40	55.60	48.80	45.00	43.60	49.30	59.50	71.50	57.00	57.20	54.40	45.40	36.50	35.30	30.60	23.60
-2	1398.00	1059.00	592.00	275.00	133.30	72.40	59.60	49.50	46.80	56.20	77.10	71.20	68.90	70.00	87.60	61.90	30.90	25.20	22.00	17.80
-1	2010.00	1081.00	501.00	262.00	122.00	89.00	86.50	152.20	364.00	487.00	385.00	338.00	303.00	295.00	218.00	175.00	156.90	126.60	96.30	80.60
0	3410.00	2540.00	2550.00	2260.00	2020.00	1587.00	1282.00	1070.00	865.00	714.00	563.00	457.00	386.00	312.00	238.00	178.00	140.00	118.00	93.90	82.80
1	1432.00	1082.00	1054.00	1085.00	1149.00	1069.00	975.00	883.00	696.00	585.00	512.00	426.00	391.00	296.00	227.00	185.30	145.20	125.60	102.10	86.00
2	561.00	601.00	645.00	660.00	685.00	626.00	593.00	498.00	459.00	428.00	366.00	314.00	300.00	231.00	192.00	175.70	107.10	77.70	67.50	58.40
3	385.00	396.00	392.00	367.00	366.00	332.00	309.00	269.00	225.00	209.00	226.00	149.00	133.40	102.10	73.60	60.60	61.50	49.80	39.10	35.90
4	138.60	132.20	141.60	127.20	115.10	103.50	84.40	70.60	63.60	61.20	88.40	62.90	53.10	42.40	36.10	33.30	31.20	27.80	28.90	29.20
5	82.70	78.60	76.20	73.30	68.50	61.30	55.90	46.10	46.30	42.20	41.50	59.80	53.50	38.30	31.30	28.30	25.80	26.90	27.60	25.10
6	73.90	66.90	64.10	61.30	59.10	55.30	52.40	46.90	38.40	33.30	32.40	36.50	47.40	31.50	29.60	30.10	27.70	27.20	24.30	21.60

Příloha č. 3: Naměřené hodnoty jasu různě oblečených figurantů při různých vzdálenostech v $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$

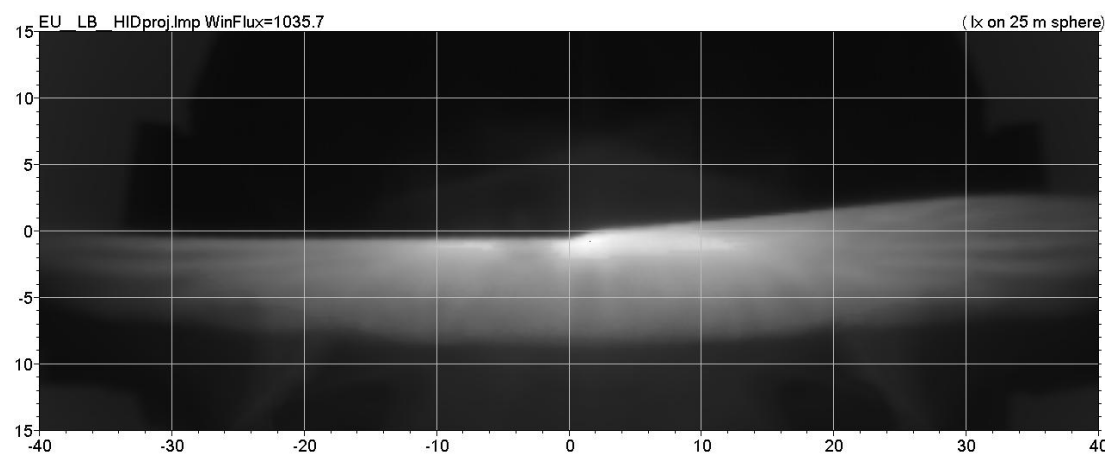
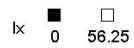
police vozidla [m]	Potkáváci						Dálková									
	tmavý fig.		běžný oděv		světlý fig.		reflexní vesta		tmavý fig.		běžný oděv		světlý fig.		reflexní vesta	
	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí	figurant	pozadí
0	0,05	0,04	0,05	0,04	0,18	0,01	2,05	0,01	0,17	0,1	0,13	0,07	0,55	0,12	5,14	0,08
10	0,04	0,03	0,07	0,03	0,48	0,03	3,5	0,03	0,14	0,09	0,18	0,07	0,88	0,1	7,9	0,08
20	0,08	0,04	0,14	0,08	0,36	0,03	2,14	0,03	0,2	0,1	0,39	0,08	1,43	0,13	19,55	0,08
30	0,07	0,04	0,11	0,02	0,62	0,04	2,39	0,03	0,27	0,11	0,62	0,09	1,8	0,14	23,6	0,11
40	0,12	0,05	0,18	0,02	0,73	0,03	5,11	0,02	0,42	0,13	1,2	0,11	2,65	0,15	35,9	0,1
50	0,13	0,05	0,25	0,02	0,87	0,04	3,79	0,05	0,72	0,14	1,46	0,08	5,11	0,16	34,5	0,06
60	0,23	0,05	0,32	0,05	1,3	0,02	5,07	0,03	0,76	0,13	2,5	0,13	7,42	0,15	96,74	0,17
70	0,31	0,07	0,53	0,05	3,58	0,03	7,71	0,01	1,73	0,15	3,15	0,18	14,29	0,12	55,7	0,18
80	0,31	0,06	0,51	0,03	5,68	0,08	6,37	0,05	3,28	0,17	6,7	0,17	23,44	0,28	524,8	0,24
90	1,53	0,2	7,15	0,15	25,28	0,11	15,68	0,05	8,01	0,1	16,4	0,1	100	0,3	594	0,35

Příloha č. 4: Isocandela mapy pro HID projektor Škody Octavia II. od výrobce Visteon Autopal s.r.o.

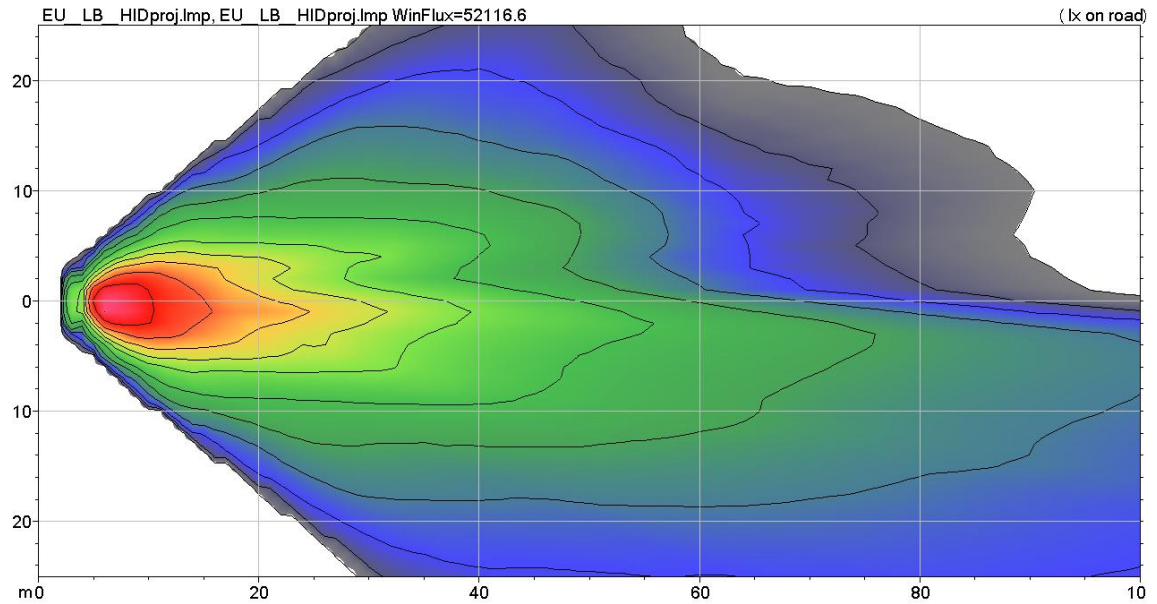
Výška 0.68 m / vzdálenost mezi zdroji 1.280 m



Výška 0.68 m / vzdálenost mezi zdroji 1.280 m



Bird's Eye View / výška 0.68 m / vzdálenost mezi zdroji 1.280 m



Bird's Eye View / výška 0.68 m / vzdálenost mezi zdroji 1.280 m

