



**ZJIŠŤOVÁNÍ DOHLEDNOSTI NA CHODCE ZA VIDITELNOSTI  
SNÍŽENÉ TMOU**

**PŘÍLOHA Č. 2**

**VIDITELNOST CHODCŮ PŘI PRVNÍ OPTICKÉ REAKCI ŘIDIČŮ  
V PODMÍNKÁCH BĚŽNÉHO SILNIČNÍHO PROVOZU**

# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>3</b>
<b>CÍLE MĚŘENÍ.....</b>	<b>3</b>
<b>PODMÍNKY MĚŘENÍ.....</b>	<b>3</b>
Vozidla .....	3
Řidiči .....	3
Zkušební trasa .....	3
Figuranti.....	4
Použitá měřicí technika .....	5
<b>REALIZACE EXPERIMENTŮ A JEJICH VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>7</b>
<b>CHARAKTERISTICKÉ ZPŮSOBY OSVĚTLENÍ FIGURANTŮ .....</b>	<b>7</b>

# Úvod

Prezentované výsledky vycházejí z rozsáhlých měření realizovaných v rámci řešení projektu TAČR TD020239 Posilování právní jistoty při technickém posuzování dopravních nehod s chodci za snížené viditelnosti a ukazují vybrané výsledky z experimentálního výzkumu zaměřeného na zjišťování možností řidiče rozlišit chodce za viditelnosti snížené tmou v podmínkách běžného silničního provozu.

## Cíle měření

Jedním z cílů prezentovaných měření bylo monitorovat chování řidičů při jízdě v noci v reálných podmínkách provozu a zjistit, za jakých podmínek jsou řidiči schopni poprvé opticky reagovat na různě oblečené chodce, kteří se pohybují po vozovce bez veřejného osvětlení. Viditelnost chodců při daném způsobu osvětlení světlometry vozidla zdokumentovat a kvantifikovat na základě měření fotometrických veličin.

## Podmínky měření

### *Vozidla*

Pro měření byla použita dvě srovnatelná motorová vozidla značky Škoda, modelu Yeti, která se z hlediska podstatnosti lišila použitými světlometry. První vozidlo bylo vybaveno světlometry s žárovkami typu H7, druhé bylo vybaveno světlometry s výbojkami typu Xenon. S prvním vozidlem bylo provedeno 14 jízdních zkoušek, z toho 13 za viditelnosti snížené tmou. S druhým vozidlem bylo provedeno 12 jízdních zkoušek, všechny za viditelnosti snížené tmou.

### *Řidiči*

Zkoušek se zúčastnilo 26 dobrovolných řidičů, 24 mužů a 2 ženy. Všichni řidiči z očního hlediska splňovali podmínky pro řízení motorových vozidel skupiny B podle vyhlášky č. 277/2004 Sb., o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel. U všech řidičů byla provedena orientační zkouška kontrastní citlivosti a zrakové ostroty s pomocí obrázků na monitoru. Ve všech případech se jednalo o zkušené řidiče s dostatečnou praxí a minimálním projezdem 20 tis. km ročně.

Úkolem řidičů bylo s nasazenými brýlemi pro měření pohybu oční čočky běžným způsobem (tj. při dodržování pravidel silničního provozu) projet stanovenou trasu. Žádný z řidičů nebyl předem seznámen se skutečným cílem měření, nicméně všichni řidiči po ukončení zkoušky uvedli, že si v průběhu jízdy uvědomili, že na trase se ve zvýšené míře pohybují chodci.

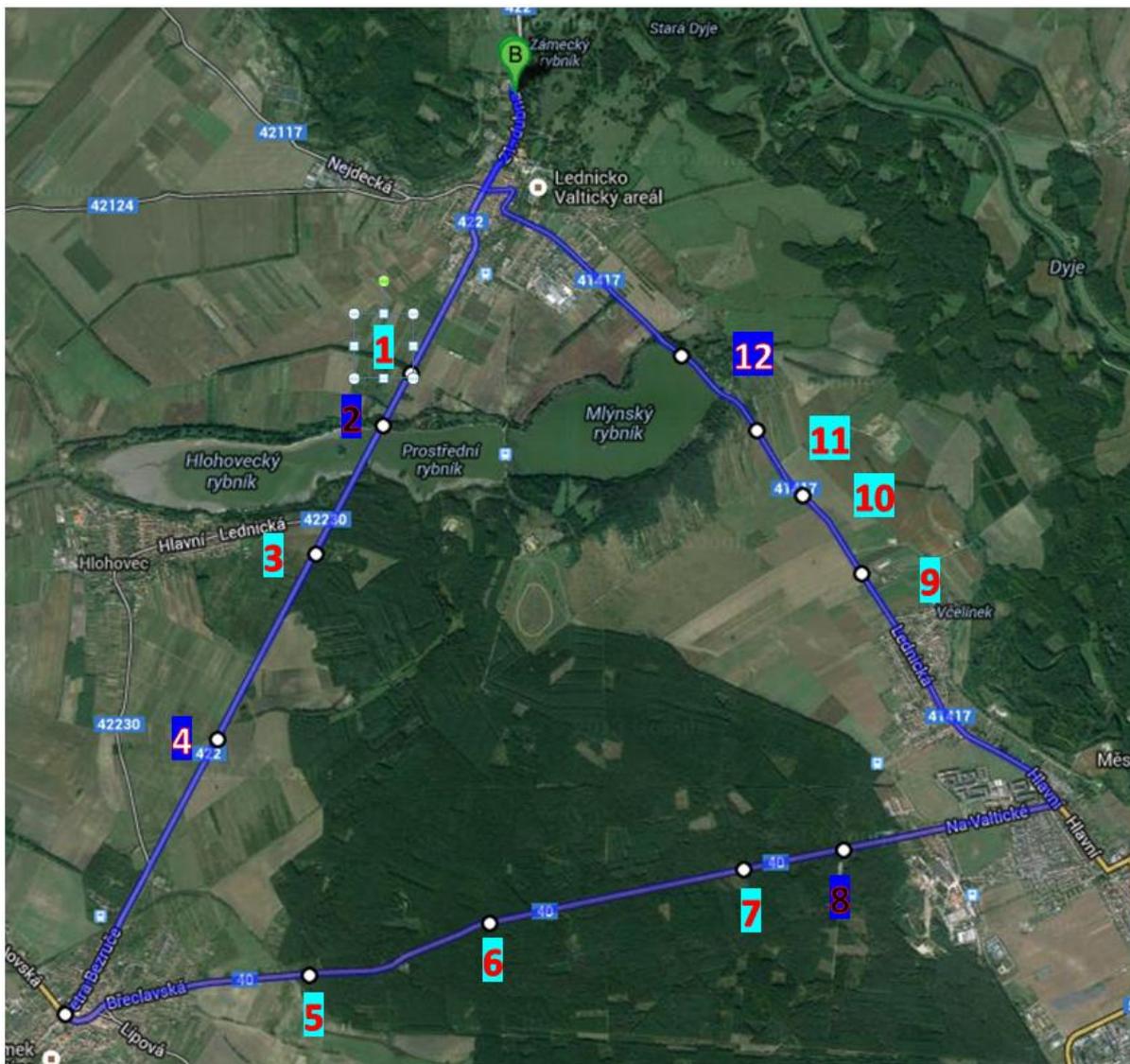
Jedna jízdni zkouška proběhla za denního světla. U tří jízdni zkoušek řidiči nebyli omezeni co do způsobu používání světlometů vozidla. U 22 jízdni zkoušek bylo úkolem řidičů projet zkušební trasu pouze s použitím potkávacích světel. Cílem tohoto opatření bylo provést co nejvíce měření při použití potkávacích světel, neboť za těchto podmínek dochází k většině dopravních nehod vozidel s chodci.

### *Zkušební trasa*

Pro zkoušky byla vybrána trasa v délce cca 21 km, propojující obce Lednice, Valtice a zpět do Lednice (viz obr. 1). Trasa byla zvolena tak, aby umožňovala jízdu v širokém rozmezí rychlostí (40 až 90 km/h) a kombinovala jízdu mimo obec po silnicích různých tříd.

Na trase bylo vytýčeno 12 stanovišť v úsecích vozovky bez umělého osvětlení v extravilánu obcí.

Všechny jízdy se uskutečnily na suché vozovce. V době provádění zkoušek nebyly rozhledové poměry řidičů omezeny jinými atmosférickými vlivy než tmou.



Obr. 1: Mapa trasy s vyznačením stanovišť figurantů

### Figuranti

Úkolem figurantů (viz příklad na obr. 2 až 5) bylo simulovat pohyb chodce po silnici. Z důvodů vyloučení nutnosti komparovat pohyb chodce a vozidla v podélném směru byli figuranti umístěni vždy na vymezeném stanovišti, ve směru jízdy vozidla při pravém okraji vozovky, kde simulovali chůzi pohybem na místě. Z dvanácti figurantů měli dva bílé, dva černé a ostatní různobarevné oblečení, tedy obvykle rifle, barevnou bundu bez reflexních prvků a běžnou obuv. Pro některá měření měli vybraní figuranti oblečenu reflexní vestu nebo byli vybaveni reflexním páskem na ruce.



*Obr. 2: Figurant v bílém oblečení*



*Obr. 3: Figurant v černém oblečení*



*Obr. 4: Figurantka ve světlém různobarevném oblečení*



*Obr. 5: Figurant v tmavém různobarevném oblečení*

### **Použitá měřicí technika**

Pro měření úhlů pohledu řidiče bylo použito zařízení firmy viewpointssystem®, GmbH. Toto zařízení sestává z obrouček ve tvaru brýlí, na kterých jsou umístěny dvě kamery (viz obr. 6). Miniaturní CCD kamerou se speciální optikou a filtrem byl snímán pohyb čočky pravého oka řidiče, infrakamerou s úhlem záběru cca 120°, s velmi vysokou světelnou citlivostí (0,0003 Lux) byl snímán obraz před řidičem. Obě kamery zaznamenávaly s frekvencí 25 snímků za sekundu.

Pomocí vyhodnocovacího software firmy viewpointssystem®, GmbH bylo na základě komparace záznamů obou kamer provedeno vyhodnocení úhlů pohledu řidiče v průběhu jízdy. Směr pohledu pak byl graficky zobrazen v záznamu kamery snímající okolí vozidla. Patentově chráněný způsob kalibrace tohoto zařízení umožňuje dosažení vysoké přesnosti měření úhlu (10 až 15 úhlových minut). Maximální chyba při určení příčné polohy sledovaného objektu je tak cca 30 cm na vzdálenost 100 m.

Pro zjištění kvalitního záznamu infrakamerou byl na střeše vozidla umístěn světlomet vyzařující světlo v infračervené části spektra (viz obr. 7).

Další kamerou, pevně umístěnou ve vozidle, byla snímána přední část vozidla a jeho okolí. Tato kamera měla rovněž frekvenci snímání 25 snímků/s a byla umístěna v přední části vozu tak, aby bylo možno ze záznamu kamery přesně vyhodnotit okamžik průjezdu vozidla kolem figuranta. Tato kamera nebyla citlivá na infračervené přisvětlení.



Obr. 6: Řidič s nasazenou obroučkou ve tvaru brýlí se 2 kamerami pro měření úhlů pohledu řidiče



Obr. 7: Vozidlo Škoda (F\_H7) s připevněným IR světlometem pro zajištění kvalitního záznamu IR kamerou



Obr. 8: Průběžný sběr dat z řídicích jednotek vozidla (rychlost, poloha plynového pedálu, otáčky motoru)



Obr. 9: Dataloger HOLUX M-241, mj. zajišťující synchronizaci záznamů přístrojů v jednotném čase



Obr. 10: Příklad vyhodnocení úhlu pohledu řidiče metodou viewpointssystem® – světla potkávací. Vyhodnocovacím programem sloučené údaje pro daný okamžik z kamery zabírající vozovku a z kamery zabírající oko řidiče. Žlutý kruh označuje oblast ostrého vidění pravého oka řidiče (směr pohledu) v daném okamžiku



Obr. 11: Příklad vyhodnocení úhlu pohledu řidiče metodou viewpointssystem® – světla dálková

V průběhu jízdní zkoušky byla zaznamenávána data z řídicích jednotek vozidla, která byla synchronně s videem ukládána do počítače za pomoci bezdrátového modulu pro připojení k diagnostickému konektoru OBD II. Pomocí diferenční GPS, která je schopna s frekvencí 1000 Hz měřit polohu vozidla s přesností pod 2 cm, byla měřena poloha i rychlost vozidla. Pro takovouto přesnost je třeba použít stabilní GPS stanici, která pomocí radiového přenosu udává stanici ve vozidle svoji polohu pro zpřesnění údajů. Tato byla umístěna cca uprostřed trojúhelníku, který testovací trasa tvoří.

Samostatně byla kamerou snímána přístrojová deska vozidla, aby bylo možno rozlišit okamžik zapnutí ukazatele směru řidičem a určit i okamžik sešlápnutí brzdového pedálu za pomoci infračervené diody, připojené do spínače brzdových světel, umístěné v zorném poli kamery. Kromě optické reakce řidiče tak bylo možné vyhodnocovat i způsob použití akceleračního pedálu, okamžik sešlápnutí brzdového pedálu a použití směrových světel.

Ve speciálním vyhodnocovacím SW pak byla měřená data synchronizována tak, aby ze změny směru úhlu pohledu řidiče bylo možno zjišťovat okamžik první optické reakce řidiče na figuranta, určit vzájemnou polohu vozidla a figuranta v okamžiku první optické reakce i při dalších činnostech souvisejících se změnou způsobu jízdy.

Pro zjištění polohy vozidla v okamžiku první optické reakce na figuranta bylo následně provedeno měření fotometrických veličin za použití jasového analyzátoru LumiDISP, který sestává z kvalitního fotoaparátu kalibrovaného na základní zdroje světla a speciálního SW, který vyhodnocuje na pořízených snímcích jas jednotlivých pixelů snímku. Z těchto dat byly dopočítány průměrné jasy vybraných oblastí snímku a vypočten kontrast v oblasti dolních končetin figuranta do úrovně kolen vůči pozadí.

## **Realizace experimentů a jejich vyhodnocení**

První část měření byla realizována v podmínkách běžného silničního provozu. Řidiči postupně projížděli vybranou trasu. Podél trasy byli rozmístěni figuranti, kteří při průjezdu zkušebního vozidla simulovali chůzi pohybem na místě. Chování řidičů bylo v průběhu jízdní zkoušky monitorováno pomocí eye trackeru při současném měření údajů o poloze a rychlosti vozidla a při záznamu dat, která podrobněji dokumentovala změny ve způsobu ovládní vozidla řidičem.

Následně byla provedena podrobná analýza chování řidičů a jejich vizuálních reakcí při jízdě v místě figurantů. Pro každou zkoušku bylo provedeno její podrobné vyhodnocení. Měření byla rozdělena do 7 kategorií podle zřetelnosti reakcí řidičů na figuranta a ovlivnění měření dalšími podněty při jízdě. Pro měření se zjistitelnou reakcí řidiče byla vyhodnocena vzdálenost vozidla od figuranta v okamžiku první optické reakce řidiče.

Následně byla viditelnost figurantů pro zjištěné vzdálenosti prověřena v terénu. Figurant zaujal své místo na stanovišti. Vozidlo s řidičem najelo na vzdálenost, odpovídající první optické reakci řidiče. Při této vzájemné poloze vozidla a figuranta byla zdokumentována viditelnost figuranta, a to jak fotograficky, tak i pomocí jasového analyzátoru.

## **Charakteristické způsoby osvětlení figurantů**

Charakteristické způsoby osvětlení figurantů v okamžiku, kdy byli pro většinu řidičů zajímavým vizuálním podnětem, na který již dokázali opticky reagovat při jízdě změnou směru pohledu k aktivačnímu objektu, ukazují následující obrázky zpracované do podoby katalogu pro každé stanoviště figuranta.

Na horním obrázku je za denního světla zobrazen figurant na svém stanovišti.

Odzola nahoru jsou ve třech řádcích a dvou sloupcích řazeny fotografie z místa měření.

Levý sloupec ukazuje výsledky z měření s vozidlem se světlomety s žárovkami typu H7, pravý sloupec ukazuje výsledky z měření s vozidlem se světlomety s výbojkami typu Xenon.

Fotografie na prvním řádku zdola zobrazují výhled z vozidla při vzdálenosti vozidla od figuranta, při které již na něj byla schopna opticky reagovat většina řidičů. Nepřihlíží se k situacím, kdy řidič v místě měření sledoval pravý okraj vozovky a první optickou reakci tak nebylo možno vyhodnotit, nebo kdy pozornost řidiče byla ovlivněna jinými činnostmi, či hustotou provozu.

Fotografie na druhém řádku od zdola zobrazují detail figuranta pro danou vzdálenost vozidla od figuranta.

Fotografie na třetím řádku od zdola zobrazují detail figuranta s vyhodnocením jasů jednotlivých pixelů snímku pomocí jasového analyzátoru LumiDISP. Jas jednotlivých pixelů je zobrazen pomocí barevné škály. Dále je vypočten kontrast z průměrného jasů dolních končetin do úrovně kolen vůči průměrnému jasů pozadí v blízkém okolí.

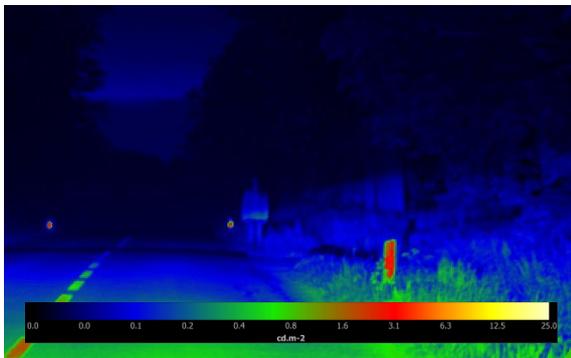
Katalog lze využít pro porovnání viditelnosti chodců v místě dopravní nehody dle postupů popsaných **v příloze č. 1** této metodiky. Z důvodu možného odlišného barevného podání při tisku je důrazně doporučenou používání katalogu v elektronické podobě.

*Současně je potřebné zdůraznit, že vzdáleností uváděné pro dané jízdní situace nelze používat jako vstupní veličiny pro znalecké analýzy dopravních nehod. Jedná se o vzdálenosti, které odpovídají konkrétní jízdní situaci, tedy konkrétnímu oblečení figuranta, místu měření, použitému vozidlu, atmosférickým a meteorologickým podmínkám a dalším specifickým podmínkám v místě měření. Pro konkrétní dopravní nehody je potřebné ověřit viditelnost chodce experimentálně, a to za podmínek, které z hlediska podstatných charakteristik odpovídají podmínkám v době a místě vzniku dopravní nehody, a to v souladu s postupy uvedenými v příloze č. 1 této metodiky.*

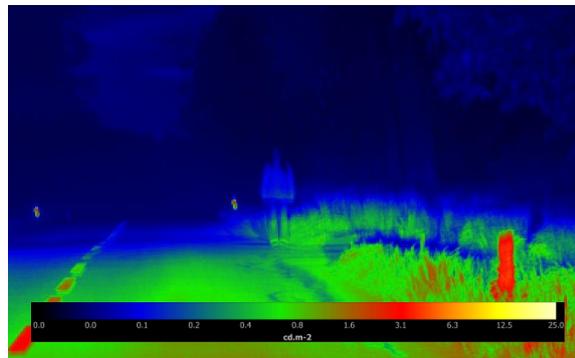
Figurantka v různobarevném oblečení (F03)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,37

Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,33



Detail figuranta

Detail figuranta



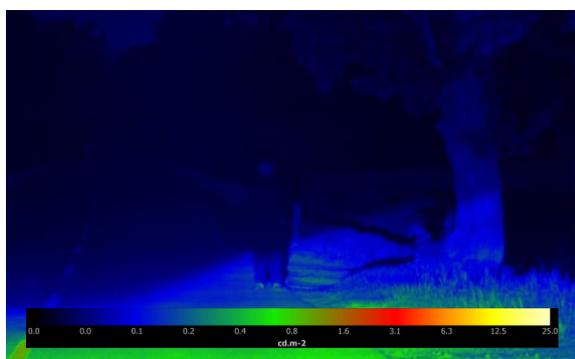
Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 55 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 45 m.

Figurant v černém oblečení (F04)



Světlometry s halogenovou žárovkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,52

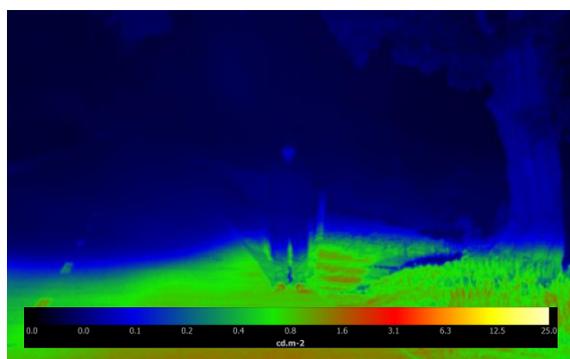


Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 32 m.

Světlometry s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,42



Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 27 m.

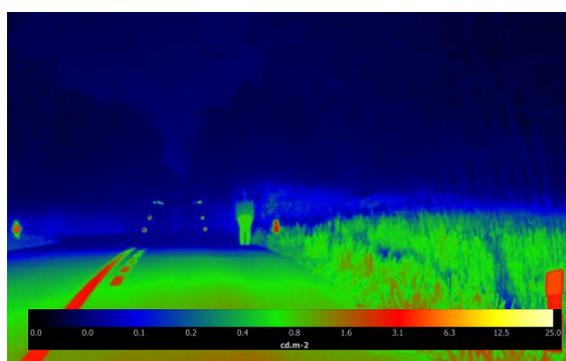
Figurantka v různobarevném světlém oblečení (F05)



Světlometry s halogenovou žárovkou



Světlometry s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 1,42



Detail figuranta

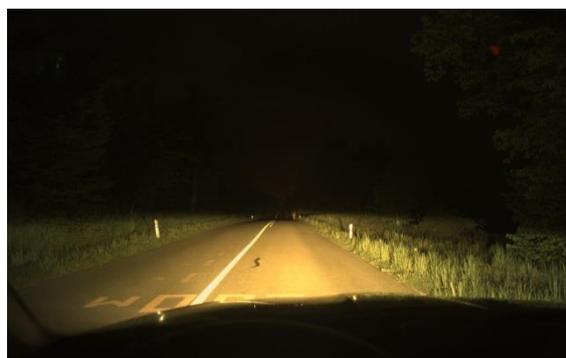


Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 70 m.

Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 2,29



Detail figuranta

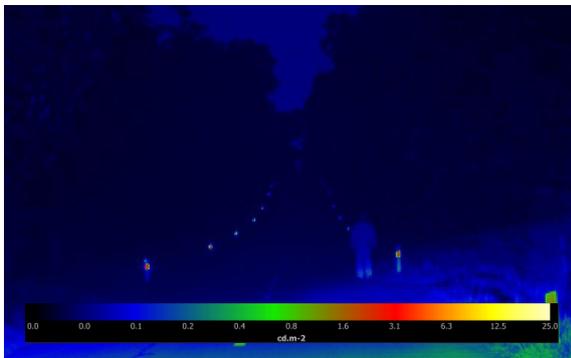


Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 65 m.

Figurant v bílém oblečení (F06)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 2,63

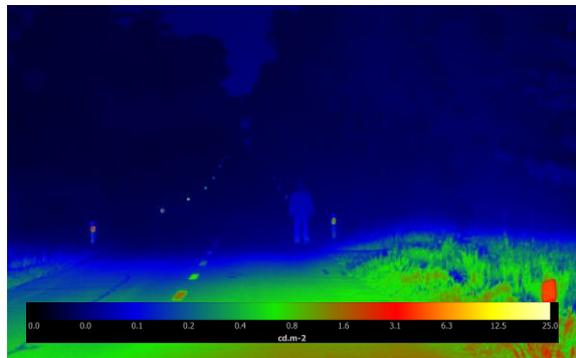


Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 80 m.

Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 1,24

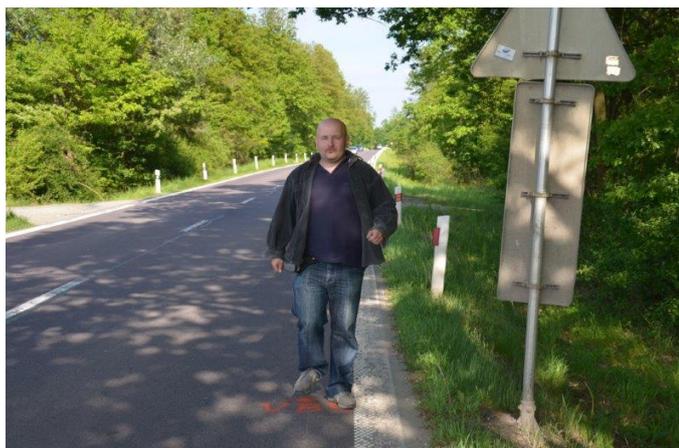


Detail figuranta

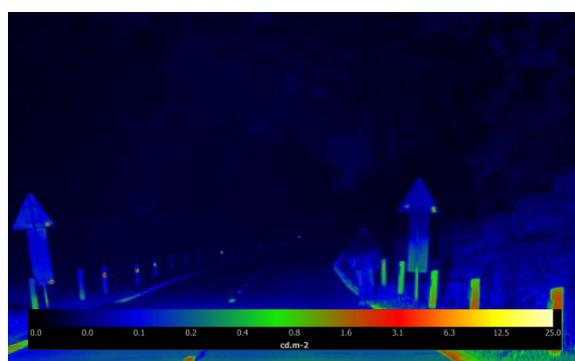


Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 68 m.

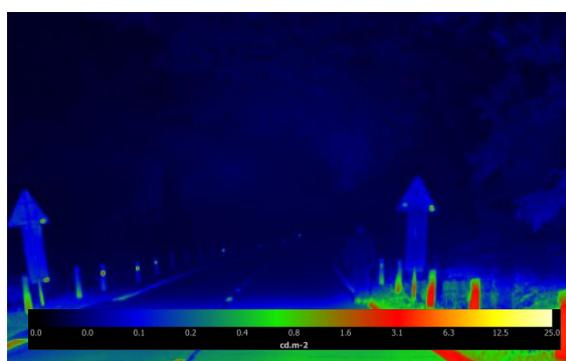
Figurant v různobarevném tmavém oblečení (F07)



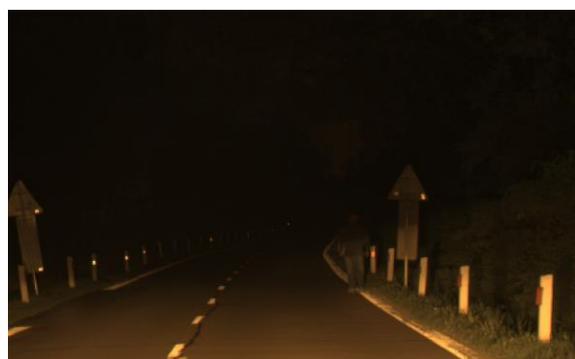
Světlomety s halogenovou žárovkou



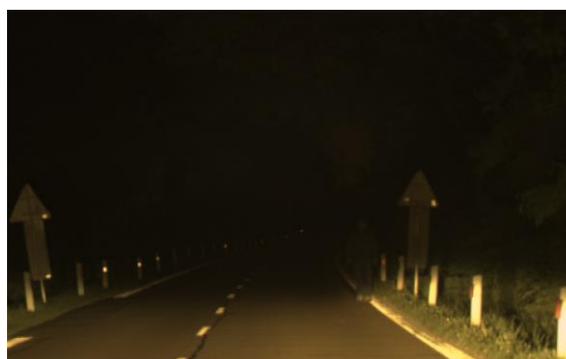
Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,20



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,48



Detail figuranta



Detail figuranta



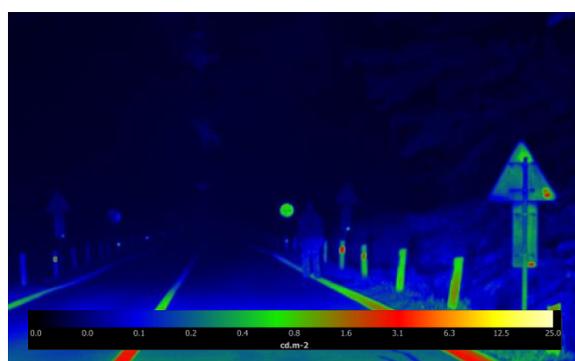
Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 48 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 46 m.

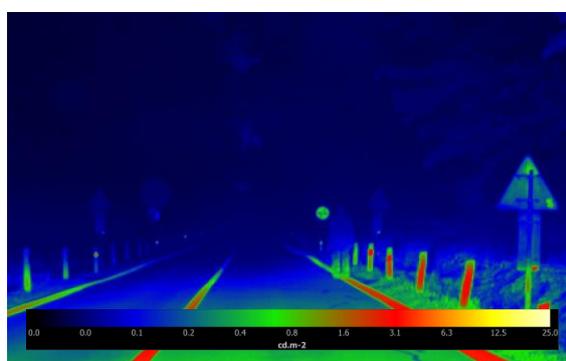
Figurant v různobarevném středním oblečení (F08)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Světlomety s xenonovou výbojkou



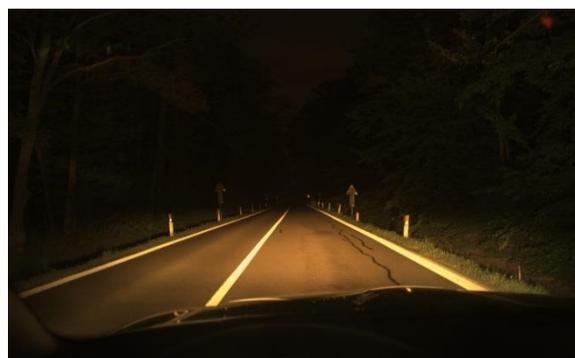
Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,64



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,69



Detail figuranta



Detail figuranta



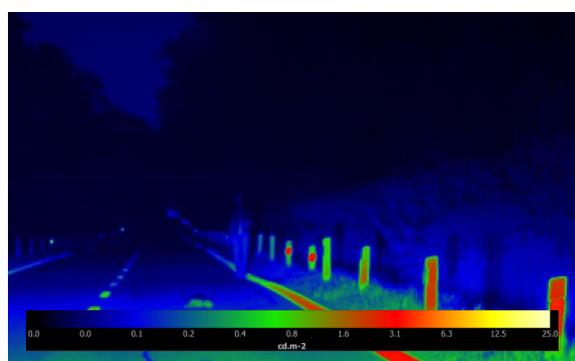
Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 56 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 58 m.

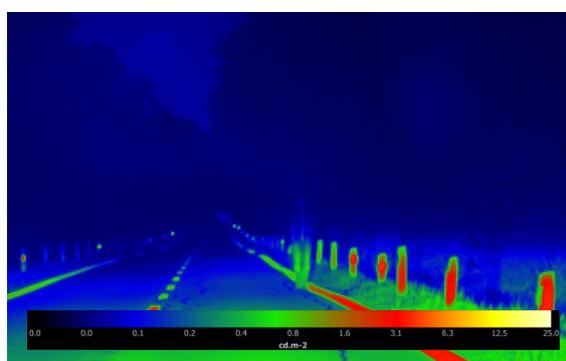
Figurant v různobarevném středním oblečení (F09)



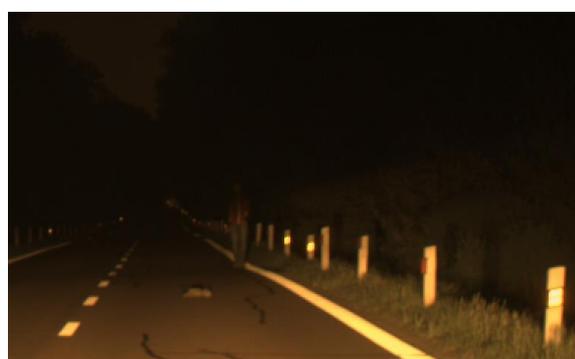
Světlomety s halogenovou žárovkou



Světlomety s xenonovou výbojkou



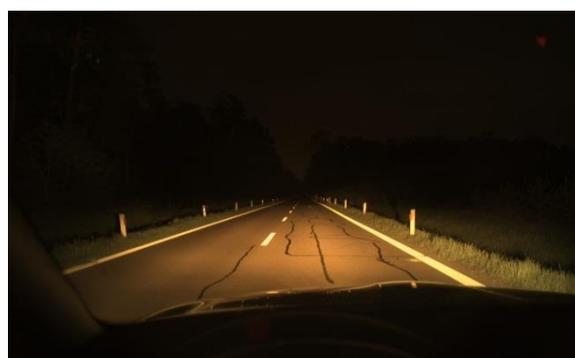
Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,24



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 1,03



Detail figuranta



Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 61 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 56 m.

Figurant v černém oblečení (F10)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,47



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,31



Detail figuranta



Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 36 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 34 m.

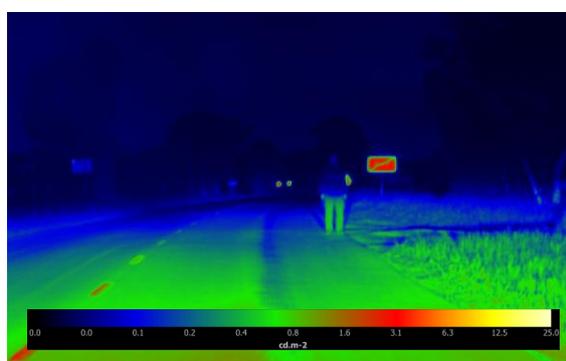
Figurant v různobarevném středním oblečení (F12)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 1,11



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 1,85



Detail figuranta



Detail figuranta



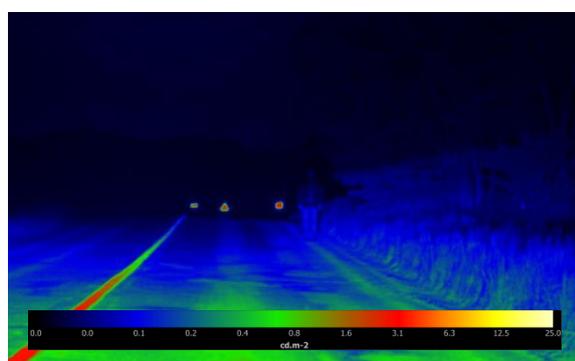
Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 65 m.

Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 51 m.

Figurant v různobarevném tmavém oblečení (F13)



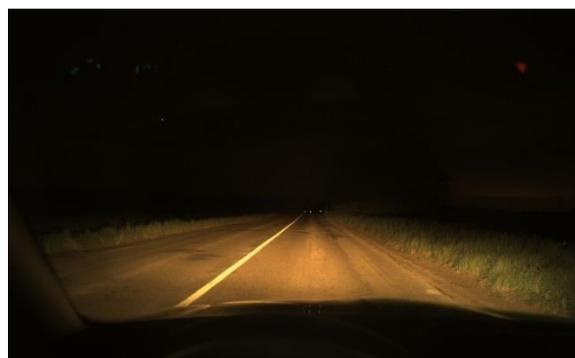
Světlomety s halogenovou žárovkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,51

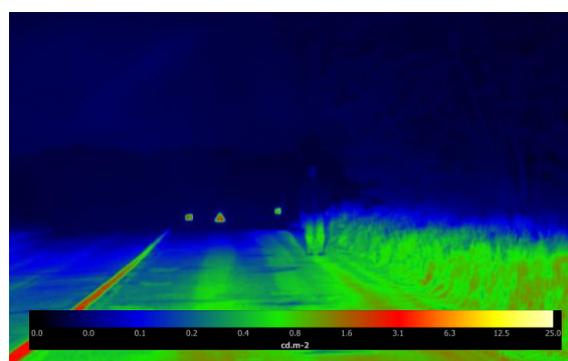


Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 58 m.

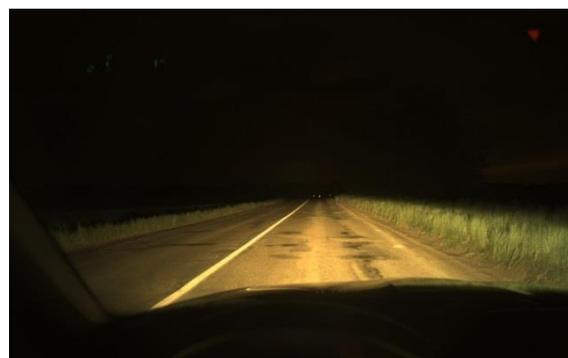
Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 0,89



Detail figuranta

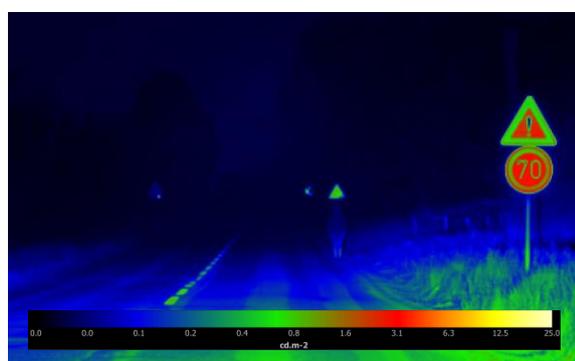


Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 46 m.

Figurantka v různobarevném světlém oblečení (v sukni) (F14)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 0,43

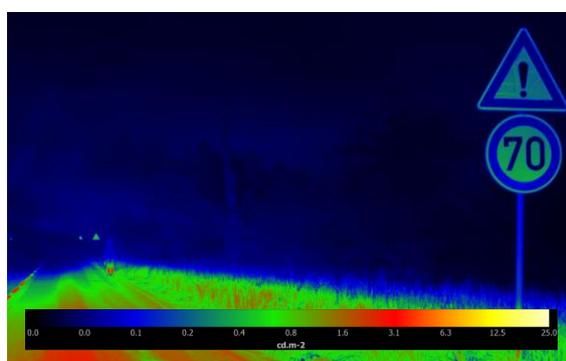


Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 66 m.

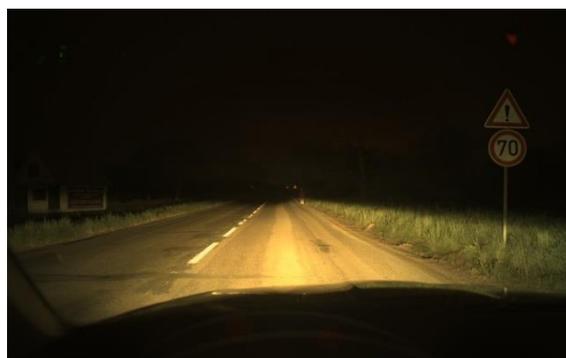
Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kolen vůči pozadí: 3,67



Detail figuranta

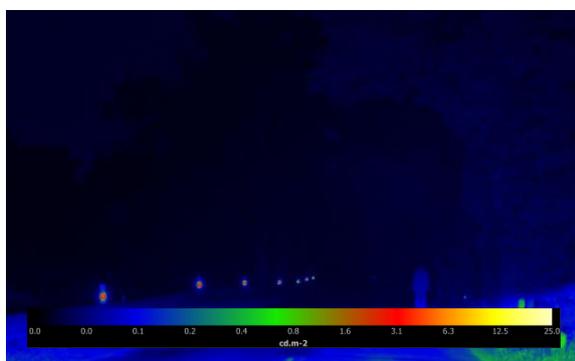


Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 36 m.

Figurant v bílém oblečení (F15)



Světlomety s halogenovou žárovkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 2,87

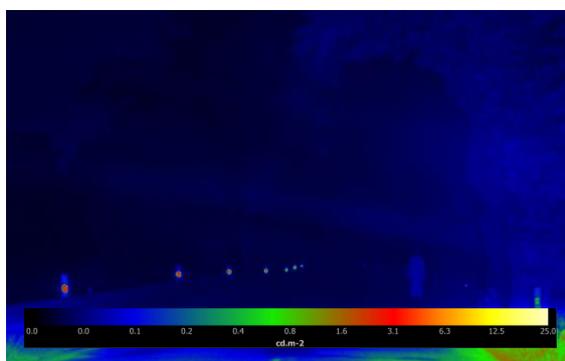


Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 85 m.

Světlomety s xenonovou výbojkou



Jasová mapa – kontrast dolních končetin do úrovně kol vůči pozadí: 1,03



Detail figuranta



Situace při pohledu z vozidla, vzdálenost 80 m.