



**AVISON (Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci)**

je projektem soutěže VI - Bezpečnostní výzkum České republiky 2015-2022 (2015 - 2022) vyhlášeného MVO - Ministerstvem vnitra (MV) s identifikačním číslem **VI20172019071** řešeným v období: 01.01.2017- 31.12.2019. Jeho hlavní příjemcem je Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava / Fakulta elektrotechniky a informatiky, dalším účastníkem projektu je Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. v roli dalšího účastníka projektu.



**V Příloze č. 1 Smlouvy – Projekt, v části 5. 3. Vedlejší výsledky projektu:**

**DEFINICE DRUHŮ VÝSLEDKŮ**

**(Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací schválené usnesením vlády dne 8. února 2017 č. 107)**

**Jost - recenzovaný odborný článek**

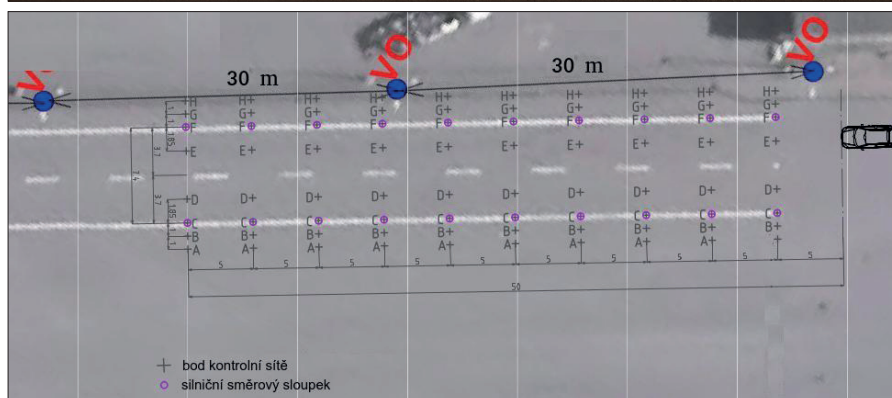
## Obsah:

- 1) O. DOLEJŠÍ, K. SOKANSKÝ, NOVÁK, T. a J. TESÁŘ. Kam kráčíš, veřejné osvětlení?, Světlo, 2019, r. 21, č. 2. pp. 41-44. ISSN 1212-0812.

# Porovnání světelných zdrojů světlometů vozidel z hlediska osvětlení komunikace

Ing. Ondřej Dolejší, prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, Jiří Tesař, Česká společnost pro osvětlování

V příspěvku jsou představeny průběhy naměřených hodnot vertikální a horizontální osvětlenosti na úseku vzorové komunikace. Ten byl vytvořen na polygonu bezpečné jízdy LIBROS v Ostravě v rámci srovnávacího měření nočního dopravního prostoru. Měření bylo organizováno v souvislosti s řešením výzkumného úkolu VI2VS/571 programu BV III/1-VS s názvem Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci. Měření proběhlo pro dvě modelové situace osvětlení komunikace: světlometry vozidla v potkávacím režimu bez veřejného osvětlení (VO) a při kombinaci VO se světlometry vozidla v potkávacím režimu. Pro měření byla použita vozidla stejného typu se světlometry halogenovými, xenonovými a s LED zdroji.



Obr. 1 Modelový úsek komunikace: a) pohled ve směru jízdy, b) síť kontrolních bodů

## Úvod

V listopadu 2018 se na polygonu bezpečné jízdy LIBROS v Ostravě uskutečnilo srovnávací měření nočního dopravního prostoru. V rámci této akce byla vytvořena modelová situace, kdy je rovný úsek dopravního prostoru osvětlen světlometry vozidel s různými typy světelných zdrojů se zapnutým či vypnutým veřejným osvětlením. Osvětlení komunikace odpovídalo reálným podmínkám, které mohou na pozemních komunikacích v intravilánu nastat. Na modelové komunikaci byla provedena jasová analýza a měření vertikální a horizontální osvětlenosti (dále  $E_v$  a  $E_h$ ).

Cílem této práce je posoudit komunikaci osvětlenou automobilovými světlometry s různými světelnými zdroji a porovnat rozložení naměřených hodnot  $E_v$ , které jsou směrodatné pro viditelnost překážek.<sup>\*)</sup>

## Metoda

Cílem měření bylo porovnat rozložení  $E_v$  modelového úseku komunikace, který byl osvětlen světlometry vozidel s různými světelnými zdroji. Pro měření byla vybrána tři vozidla Škoda Octavia stejné řady s halogenovými, xenonovými a LED zdroji světla v čelních světlometech. Hodnoty  $E_v$  byly měřeny pro situace uvedené v tab. 1.

Tab. 1. Měřené varianty osvětlení modelové komunikace

Automobilové světlometry	Varianty osvětlení
halogenové	potkávací světla bez veřejného osvětlení
	potkávací světla s veřejným osvětlením
xenonové	potkávací světla bez veřejného osvětlení
	potkávací světla s veřejným osvětlením
LED	potkávací světla bez veřejného osvětlení
	potkávací světla s veřejným osvětlením

x/y (m)	1,5	4,5	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5	28,5	
0,6	12	8	4,2	2,7	3,1	3,4	9	7,4	13,3	18,9	SMĚR 1
1,8	9,8	7,3	4	2,5	2,8	3,1	8	7	10,1	13	
3,0	6,6	5,1	3,5	2,2	2,5	2,8	6	5,6	7	8,6	SMĚR 2
4,2	4,3	3,8	2,6	1,9	2,1	2,3	3,4	3,6	5	5,3	
5,4	2,7	2,6	2	1,6	1,8	2,1	1,9	2,5	3,1	3,2	
6,6	1,8	1,8	1,3	1,2	1,4	1,7	1,6	1,9	2	2,3	

Obr. 2. Síť měřicích bodů pro měření horizontální osvětlenosti

<sup>\*)</sup> Pro dostatečnou viditelnost překážek na komunikaci v extravilánu byla zvolena vertikální osvětlenost nejméně 1 lx ve směru jízdy.

Situace „Dálková světla s veřejným osvětlením“ nebyla měřena, jelikož dálková světla mohou být podle zákona použita pouze tehdy, pokud vozovka není souvisle dostatečně osvětlena, nebo pokud by neoslňovala ostatní účastníky silničního provozu.

Soustava osvětlení byla jednostranná se svítidly osazenými halogenidovými výbojkami s náhradní teplotou chromatičnosti  $T_c$  4 000 K. Pro ztřídění vzorového úseku do odpovídající třídy osvětlení podle ČSN EN 13201-2 byla na vozovce změřena horizontální osvětlenost v souladu s normou ČSN EN 13201-4. Osvětlení dané komunikace splňovalo parametry pro třídu osvětlení P4 podle ČSN EN 13201-2. Šlo o souvisle osvětlenou komunikaci.

Jako modelový případ byl vybrán rovný úsek dopravní komunikace se dvěma jízdními pruhy. Celková šířka komunikace byla 7,4 m. Celková délka modelového úseku byla 50 m a rozteč svítidel byla 30 m. Pro měření vertikální osvětlenosti bylo na úseku zvoleno deset řad s měřicími body, které byly v každé řadě značeny písmeny A až H. Pohled na modelový úsek komunikace a rozvržení měřicích bodů je schematicky znázorněn na obr. 1. Z obrázku je patrné, že síť měřicích bodů nebyla zvolena podle normy ČSN EN 13201-3 Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet. Rozložení měřicích bodů na komunikaci reprezentuje pozici pravděpodobného výskytu překážky na vozovce a reálného zřetelného dohledu z vozidla v závislosti na reálné reakční době při návrhové rychlosti 50 km/h. Vertikální osvětlenost byla měřena ve výšce 1 m nad povrchem komunikace a pouze do vzdálenosti, ve které byla v bodě F hodnota větší než 1 lx.

Záznam z měření horizontální osvětlenosti je uveden na obr. 2. Pozice a rozteč měřicích bodů byly voleny podle příslušných norem. Uvedené hodnoty osvětlenosti odpovídaly aktuální úrovni osvětlení komunikace.

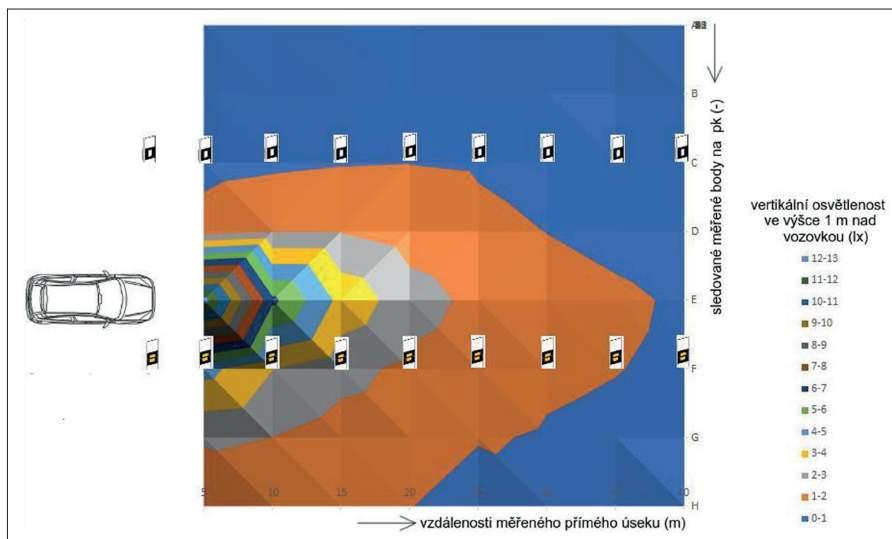
### Výsledky měření vertikální osvětlenosti

Celkem bylo namodelováno šest situací podle tab. 1. Pro každou variantu byl sestaven graf rozložení  $E_v$  v prostoru. Pro lepší orientaci byly do grafů doplněny směrové sloupky, vozidla a svítidla VO.

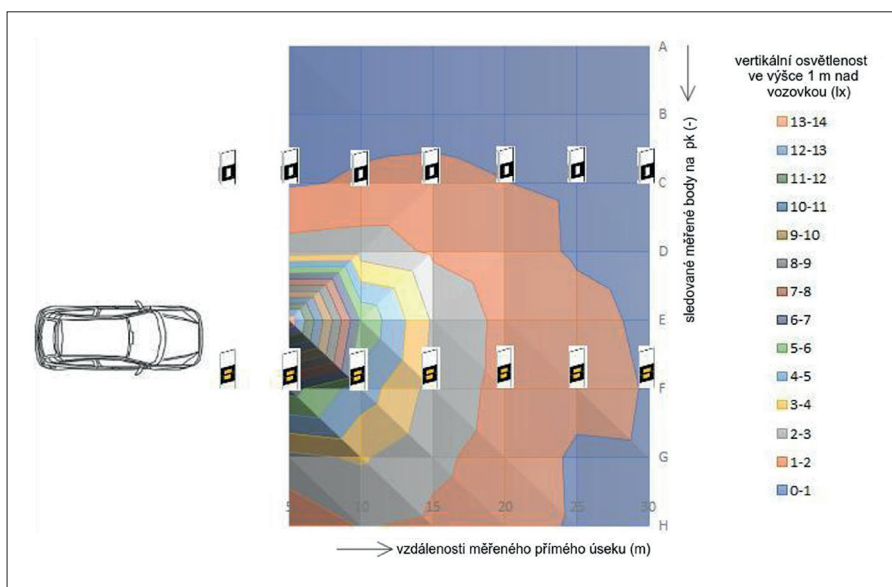
### Prostor osvětlený tlumenými světly

V této situaci je vozovka osvětlena pouze tlumenými světly vozidla. Je tedy vytvořena modelová situace, která nastává v extravilánu či neosvětleném intravilánu.

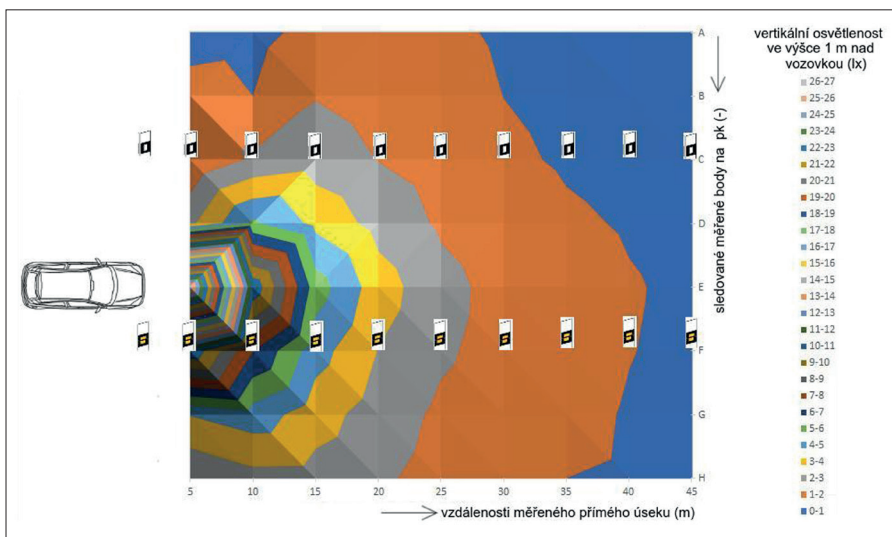
Rozložení naměřených hodnot  $E_v$  pro potkávací halogenový světlo je uvedeno v grafu na obr. 3. Vertikální osvět-



Obr. 3. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace bez VO; osvětlení halogenovým světloem v potkávacím režimu

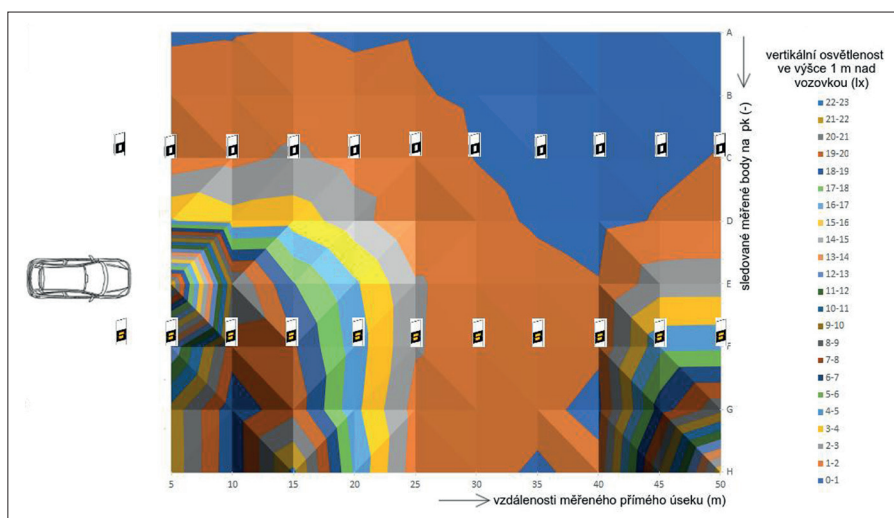


Obr. 4. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace bez VO; osvětlení xenonovým světloem v potkávacím režimu

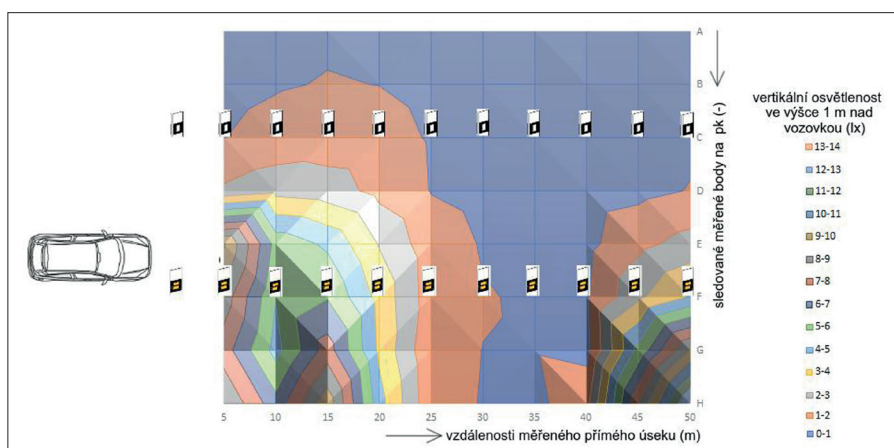


Obr. 5. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace bez VO; osvětlení LED světloem v potkávacím režimu

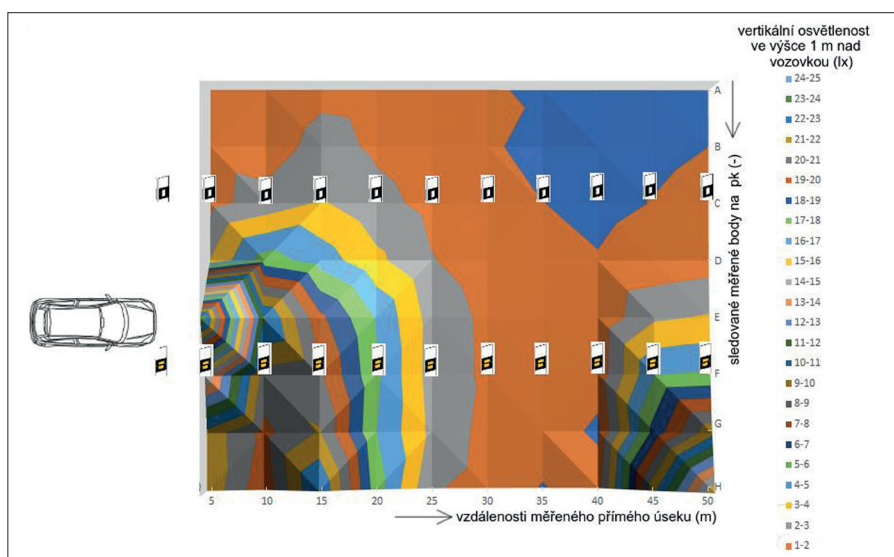




Obr. 6. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace s VO; osvětlení halogenovým světloem v potkávacím režimu



Obr. 7. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace s VO; osvětlení xenovým světloem v potkávacím režimu



Obr. 8. Průběh vertikální osvětlenosti výřezu měřené vzorové komunikace s VO; osvětlení LED světloem v tlumeném režimu

lenost  $E_v$ , měřená v bodě F, tedy na pravém kraji vozovky ve směru jízdy vozidla, byla ve vzdálenosti 40 m od vozidla nižší než 1 lx. Klasická halogenová žárovka je

schopna dosvítit do oblasti asi 35 m před řidičem. Je však důležité si uvědomit, že v pravém i levém nástupním prostoru jde pouze o oblast 20 až 25 m.

Rozložení naměřených hodnot  $E_v$  pro potkávací xenový světloem je uvedeno v grafu na obr. 4. V dané modelové situaci byla již ve vzdálenosti 30 m v bodě F hodnota  $E_v$  menší než 1 lx. Xenový světloem má výborný ořez světelného paprsku, který omezuje oslnění protijedoucích vozidel. Může ale nastat situace (nastavení světloem), kdy potkávací světloem osvětlují prostor před řidičem pouze do vzdálenosti 30 m. Velmi příznivá je situace v oblasti nástupních prostorů. Vysoká  $T_{cp}$  xenových světloemů je vhodná pro periferní oblasti vidění při nízkých adaptačních jasech.

Rozložení naměřených hodnot  $E_v$  pro potkávací LED světloem je uvedeno v grafu na obr. 5. Hodnota  $E_v$  byla naměřena ve vzdálenosti 45 m od světloemů vozidla. Potkávací osvětlení LED světloemů zajišťuje kvalitní osvětlení nástupních prostorů v periferní oblasti z pohledu osvětlení i barvy světla a zároveň zajišťuje požadované osvětlení až do oblasti 40 m před řidičem.

U halogenového a xenového světloemů jsou maximální hodnoty vertikální  $E_v$  do 15 lx. U LED světloemů je maximální hodnota téměř dvojnásobná. LED a xenový světloem mají podobné rozložení vertikální osvětlenosti v prostoru. Nicméně u LED světloemů poklesla hodnota  $E_v$  v bodě F pod 1 lx o 10 m dále než u xenového světloemů a také LED světloem osvětlil levý prostor mimo vozovku do vzdálenosti 30 m. U halogenového světloemů lze pozorovat kratší osvětlení levé části vozovky. Levý prostor mimo vozovku není nasvícen téměř vůbec.

### Prostor osvětlený tlumenými světloem a svítidly VO

V poslední modelové situaci byl výřez vozovky osvětlen tlumenými světloem vozidla současně s VO. Samotné veřejné osvětlení vozovky splňovalo požadavky třídy komunikace P4 a bylo realizováno svítidly s halogenidovými výbojkami s náhradní teplotou chromatičnosti  $T_{cp}$  4 000 K. Rozteče mezi světelnými body jsou 30 m. Daným modelem byly simulovány podmínky, které nastávají v intravilánu měst a obcí. Rozložení  $E_v$  pro jednotlivé typy světloemů jsou uvedena dále.

Naměřené hodnoty  $E_v$  pro halogenový světloem jsou znázorněny v grafu na obr. 6, pro xenový světloem jsou uvedeny v grafu na obr. 7 a pro LED v grafu na obr. 8. V případě xenového světloemů oproti ostatním zdrojům nebyla hodnota  $E_v$  bodů F v celé délce větší než 1 lx. Ve vzdálenostech 35 a 40 m došlo ke zmíněnému poklesu.

Z uvedených výsledků je patrné, že kombinací světloemů vozidla v potkávacím režimu a soustavy VO se zvýší  $E_v$



Obr. 9. Poloha vozidla na fiktivní noční osvětlené komunikaci s neosvětleným přechodem pro chodce při jasové analýze viditelnosti chodců v nástupním prostoru

v celém prostoru vzorové komunikace. V bodech F poklesla hodnota  $E_v$  pod 1 lx pouze u xenonového světlometu, a to ve vzdálenostech 35 a 40 m od vozidla. Tato varianta je spíše pro vytvoření představy průběhu  $E_v$  v prostoru, jelikož vždy záleží na konkrétním geometrickém uspořádání a svítidlech dané soustavy.

Tato skupina výsledků upozorňuje na skutečnost, že ani kombinace světlometů v potkávacím režimu a VO nemusí zaručit dostatečnou osvětlenost potenciální překážky na vozovce a její viditelnost před stožárem VO může být minimální.

### Závěr

Měřením bylo zjištěno, že viditelnost překážky u pravého kraje jízdního pruhu ve směru jízdy při zapnutých světlometech v potkávacím režimu bez veřejného osvětlení je do 40 m od vozidla. To je alarmující zjištění, jelikož na tuto vzdálenost je řidič schopen na mokré vozovce vozidlo zastavit při rychlostech do 55 km/h.

Osvětlením komunikace kombinací potkávacího režimu světlometu vozidla a veřejného osvětlení splňující požadavky třídy osvětlení P4 bylo dosaženo hodnoty  $E_v$  v bodě F větší než 1 lx v celé délce úseku. Podmínku se nepodařilo splnit pouze u xenonového světlometu, kdy bylo naměřeno ve vzdálenostech 35 a 40 m 0,9 lx.

bylo možné lépe vyhodnotit vhodné typy světelných zdrojů pro automobilové světlomety, by bylo třeba provést dané měření na větším vzorku vozidel.

### Poděkování

Tento článek vznikl při řešení výzkumného grantu VI2VS/571 Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci, poskytnutého Ministerstvem vnitra ČR a za podpory služby dopravní policie Policejního prezidia ČR.

### Literatura:

- [1] ČSN 73 6110. *Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [2] ČSN CEN/TR 13201-1. *Osvětlení pozemních komunikací: Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2016.
- [3] ČSN EN 13201-2. *Osvětlení pozemních komunikací: Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2016.



Obr. 10. Tým složený z doktorandů VŠB Ostrava a policistů služby dopravní policie policejního prezidia ČR, který prováděl měření na zkušebním polygonu areálu centra bezpečné jízdy LIBROS Ostrava

Je důležité upozornit na to, že i dobře osvětlená komunikace nezaručuje, že daná překážka bude na komunikaci, popř. i v nástupním prostoru vidět.

V navazující práci by bylo vhodné se zaměřit na stíny vytvářené směrovými sloupky a porovnat oslnění ostatních účastníků silničního provozu. Dále, aby

- [4] ČSN EN 13201-3. *Osvětlení pozemních komunikací: Část 3: Výpočet*. Praha: Český normalizační institut, 2016.

- [5] ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu).