

MĚŘENÍ DOHLEDNOSTI NA CHODCE V NOČNÍ DOBĚ PŘI REÁLNÉ JÍZDĚ VOZIDLA

Robert Kledus³⁷, Albert Bradáč³⁸, Marek Semela³⁹

Abstrakt

Pro objasňování příčin nočních dopravních nehod s chodci je z technického hlediska důležité objektivní stanovení rychlosti přiměřené dohledu a tedy i správné stanovení vzdálenosti, na kterou mohl řidič poprvé uvidět chodce na vozovce. Jelikož znalci mohou vzdálenost, potřebnou na uvidění chodce, měřit jen ze stojícího nebo pomalu jedoucího vozidla, je důležité zabývat se výzkumem rozdílnosti ve vnímání objektů řidičem ze stojícího a jedoucího vozidla. Potřebný výzkum v této oblasti však dosud nebyl realizován z důvodu, že neexistuje vhodná metoda měření, která by za jízdy umožňovala měřit vzdálenost mezi objektem na vozovce a vozidlem v okamžiku, kdy řidič objekt uvidí či rozpozná. Toto omezení je v práci odstraňováno tím, že pro určení okamžiku uvidění objektu je využito měření změny úhlu pohledu řidiče. Použito je speciálního zařízení vyvinuté fy. viewpoinsystem, GmbH. Vzdálenost mezi vozidlem a chodcem je následně určována z rychlosti vozidla a doby potřebné na její ujetí.

V práci jsou pro různé jízdní situace porovnány výsledky měření dohlednosti na chodce ze stojícího a jedoucího vozidla za snížené viditelnosti. Výsledky byly získány z rozsáhlých jízdních zkoušek uskutečněných v úzké spolupráci Ústavu soudního inženýrství, Vysokého učení technického v Brně a výzkumného institutu EPIGUS - Institut für ganzheitliche Unfall- und Sicherheitsforschung z Rakouska.

ÚVOD

Střety vozidel s chodci patří do skupiny nejzávažnějších dopravních nehod. Často k nim dochází za snížené viditelnosti, kdy řidič vozidla zpravidla nerozpozná chodce na dostatečnou vzdálenost a nedokáže již zabránit střetu. V roce 2009 bylo při dopravních nehodách mimo obec usmrceno v ČR 47 chodců (viz statistika Policie ČR), z toho 37 chodců (tedy téměř 79%) bylo usmrceno v noční době. S ohledem na závažné důsledky těchto nehod je třeba jim věnovat zvláštní pozornost a soustavně vytvářet podmínky pro snižování jejich počtu.

VYMEZENÍ PROBLÉMOVÉ SITUACE

Pro objasňování příčin dopravních nehod s chodci za snížené viditelnosti je z technického hlediska důležité objektivní stanovení rychlosti přiměřené dohledu. Četné výzkumné práce v oblasti bezpečnosti silniční dopravy se zabývají měřením reakční doby řidičů na nejrůznější podněty. Výsledky těchto výzkumů lze pochopitelně využít i při stanovení rychlosti přiměřené dohledu. Vlastní výpočet přiměřené rychlosti však vyžaduje i správné stanovení vzdálenosti, na kterou mohl řidič poprvé uvidět chodce na vozovce. Pro určení této vzdálenosti má však znalec jen omezené možnosti. V některých případech lze využít počítačových simulací (např. software Dohladnost'), zpravidla je však nutno v místě

³⁷ Doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.: Ústav soudního inženýrství v Brně, Vysoké učení technické v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno. Tel.: +420 541 146 010, Fax: +420 541 146 056; E-mail: robert.kledus@usi.vutbr.cz.

³⁸ Ing. Albert Bradáč, Ph.D.: Ústav soudního inženýrství v Brně, Vysoké učení technické v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno. Tel.: +420 541 146 011, Fax: +420 541 146 056; E-mail: ing.bradac@usi.vutbr.cz.

³⁹ Ing. Marek Semela, Ph.D.: Ústav soudního inženýrství v Brně, Vysoké učení technické v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno. Tel.: +420 541 146 012, Fax: +420 541 146 056; E-mail: marek.semela@usi.vutbr.cz.

dopravní nehody provést vyšetřovací pokus, při kterém se vzdálenost potřebná pro uvidění chodce zjistí experimentálně. Tato měření se provádí obvykle takovým způsobem, aby vzdálenost bylo možno vymezit i při vzájemném pohybu obou účastníků nehody. Z technických a bezpečnostních důvodů však lze tyto zkoušky provádět jen ze stojícího nebo velmi pomalu jedoucího vozidla. Z hlediska bezpečnosti nelze připustit ohrožení osob, které se na zkoušce podílejí. Z technického hlediska je nutno s vozidlem zastavit v okamžiku, kdy řidič poprvé uvidí chodce na vozovce tak, aby bylo možno provést měření vzdálenosti mezi vozidlem a chodcem.

Poněvadž při zkouškách vozidlo stojí, nebo se pohybuje jen velmi pomalu, bývá při právním projednávání případu často zpochybňována objektivnost výsledků takto provedených zkoušek. Nejčastějšími argumenty účastníků řízení, příp. jejich právních zástupců bývá, že na rozdíl od běžné jízdy měl řidič (či jiná testovaná osoba) při vyšetřovacím pokusu dostatek času na rozpoznání figuranta, přibližně věděl, kde se bude figurant nacházet apod. a tudíž, že výsledky nejsou objektivní a neodpovídají dané situaci při řízení vozidla běžnou rychlostí.

V některých případech znalci pro další výpočty zkracují takto zjištěnou vzdálenost. Vhodnost této korekce však dosud nebyla ověřena, a jelikož ovlivňuje stanovení rychlosti přiměřené dohledu, může ovlivnit i právní posouzení případu.

V roce 2002 se problematikou stanovení vzdálenosti potřebné na rozpoznání chodce z jedoucího vozidla zabýval Kropáč [2]. Ten využil palníků umístěných vně vozidla. Řidiči měli za úkol po spatření figuríny znázorňující chodce sešlápnout brzdový pedál, který aktivoval palníky, které označily na vozovce polohu vozidla v daném časovém okamžiku. Omezením této metody je nutnost odhadu reakční doby mezi uviděním figuríny a okamžikem sešlápnutí brzdového pedálu a dále nemožnost provádět tato měření v reálném silničním provozu.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Na základě výše vymezené problémové situace lze formulovat tento problém:

Z důvodu neexistence vhodné měřicí metody pro zjišťování vzdálenosti mezi vozidlem a chodcem v okamžiku uvidění chodce řidičem dosud nebyl v reálném silničním provozu ověřen vliv rychlosti vozidla na vzdálenost umožňující uvidět chodce pohybujícího se po vozovce. Z uvedeného důvodu tak dosud nebyla pro potřeby znalecké činnosti vhodným způsobem stanovena relace mezi vzdáleností potřebnou na uvidění chodce z rychle jedoucího a ze stojícího (příp. pomalu se pohybujícího) vozidla.

Tato práce si klade za cíl přispět k řešení výše vymezeného problému.

Z hlediska potřeb znalecké činnosti je cílem práce:

- ověřit vhodnost metody viewpointssystem® (měření zorného úhlu řidiče) pro další výzkum v dané oblasti,
- získat základní informace o rozdílnosti vnímání objektů řidičem z rychle a pomalu jedoucího vozidla za snížené viditelnosti.

Z hlediska bezpečnosti silničního provozu je cílem práce upozornit na důležitost vytváření podmínek pro možnost včasného rozpoznávání chodců na vozovce.

METODIKA ŘEŠENÍ

Vymezený problém je v práci řešen na základě porovnání dvou experimentálních měření.

- První (dynamické) jízdní zkoušky byly realizovány v reálném silničním provozu s vozidly, která se po vozovce pohybovala obvyklou rychlostí. Vzdálenost potřebná na uvidění chodce byla zjišťována výpočtem na základě vyhodnocení okamžiku optické reakce řidiče na chodce a rychlosti vozidla v posuzovaném úseku. Okamžik optické reakce řidiče byl zjišťován na základě měření změny úhlu pohledu řidiče při spatření chodce. Využito bylo zařízení vyvinuté rakouskou firmou viewpointsystem®, GmbH pro měření změny úhlu pohledu. Způsob měření a vyhodnocení byl navržen v úzké spolupráci Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně a výzkumného institutu EPIGUS – Institut für ganzheitliche Unfall- und Sicherheitsforschung, Rakousko; ve vzájemné spolupráci byla realizována i dále prezentovaná měření.

Druhá (statická) měření byla realizována formou standardních vyšetřovacích pokusů, používaných při znaleckém zkoumání. Měření byla uskutečněna za obdobných podmínek jako při dynamických jízdních zkouškách, tedy se stejnými figuranty, na shodných stanovištích, se stejnými vozidly a shodným nastavením světlometů. Při těchto měřeních bylo pomalu jedoucí vozidlo zastaveno v místě, které podle názoru testovaných osob umožňovalo poprvé vidět chodce na vozovce. Vzdálenost mezi vozidlem a chodcem byla měřena pomocí obvyklých metod pro měření vzdálenosti a současně byly měřeny i vybrané světelné veličiny. Při pozorování z vozidla, které zcela nebo téměř stojí, není pro vznik vjemu podstatná doba optické a psychické reakce a místa rozpoznání a uvidění překážky se tak prakticky nebo zcela ztotožňují. Obecně však platí věta pana doc. Plcha [3]: „... že vidět neznamená rozpoznat, jak je mylně uváděno!“.

ŘEŠENÍ

Dynamické (jízdní) zkoušky

Způsob provedení dynamických zkoušek

Vozidla

Pro měření byla použita dvě srovnatelná motorová vozidla značky Škoda Octavia Combi 4x4, 2.0 TDi, která se z hlediska podstatnosti lišila pouze použitými světlometry. První vozidlo bylo vybaveno světlometry s žárovkami typu H7 (dále jen F_H7), druhé bylo vybaveno světlometry s výbojkami typu Xenon (dále jen F_XE). Vybrané technické údaje vozidel jsou uvedeny v tab. 1. Světlá výška obou vozidel byla shodná.

Tab. 1: Vybrané technické údaje vozidel

	Vozidlo 1 (ozn. F_H7)	Vozidlo 2 (ozn. F_XE)
Značka, označení	Škoda Octavia Combi 4x4 2.0 TDi	Škoda Octavia Combi 4x4 2.0 TDi
Modelový rok:	2008	2008
Motor typ, palivo, max výkon [kW]/ot [min ⁻¹]	BMM, NM 103 kW/4 000	BMM, NM 103 kW/4 000
Převodovka:	manuální	manuální
Barva:	běžová kapucino	černá perleť
Podvozek:	Standard	Paket pro špatné cesty
Typ světlometů:	halogen (neaktivní)	xenon (neaktivní)
Žárovky:	GE H7 12V/55W 58520V (Hungary)	Osram xenarc electronic D1S 12V/35W 6144 (Germany)

Vozidlo F_H7 bylo použito pro měření provedená s řidiči P1, P2, P3, P7, P8 (viz označení dále). Vozidlo F_XE bylo použito pro měření provedená s řidiči P4, P5, P6.

Řidiči

Zkoušek se zúčastnilo 8 dobrovolných řidičů (označení P1 až P8), 7 mužů a 1 žena. 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.

Na základě očního vyšetření:

- 4 řidiči (P1, P2, P6, P8) spadali do nejmladších věkových skupin, a dosahovali hodnot parametrů kontrastní citlivosti na horní hranici normy (průměrný věk 35 roků),
- 3 řidiči (P3, P4, P5) spadali do vyšší věkové kategorie a s ohledem na věk při očním vyšetření již nedosahovali horní hranice kontrastní citlivosti ve vyšších testovaných frekvencích v rámci normy (průměrný věk 52 roků). U této skupiny tak lze předpokládat horší rozlišení předmětů s velmi malým rozdílem kontrastu. Navíc u subjektu P3 hodnoty zrakové ostrosti bez korekce vyžadovaly pro řízení motorového vozidla korekci brýlemi nebo kontaktními čočkami a řidička při měření používala kontaktní čočky,
- řidič P7 se nedostavil k podrobnému očnímu vyšetření, spadl však do mladší věkové kategorie a podle sdělení jeho zraková ostrost nevyžadovala korekci.

Úkolem řidičů bylo s nasazenými brýlemi pro měření pohybu oční čočky projet běžným způsobem (tj. při dodržování pravidel silničního provozu) stanovenou trasu. Žádný z řidičů nebyl předem seznámen se skutečným cílem měření. Řidičům bylo sděleno, že bude sledována jejich únava, ve skutečnosti však byly hodnoceny jejich reakce na figuranty rozmístěné na projížděné trase. Všichni řidiči uvedli, že brýle použité pro měření pro ně nepředstavují omezení při řízení motorového vozidla.

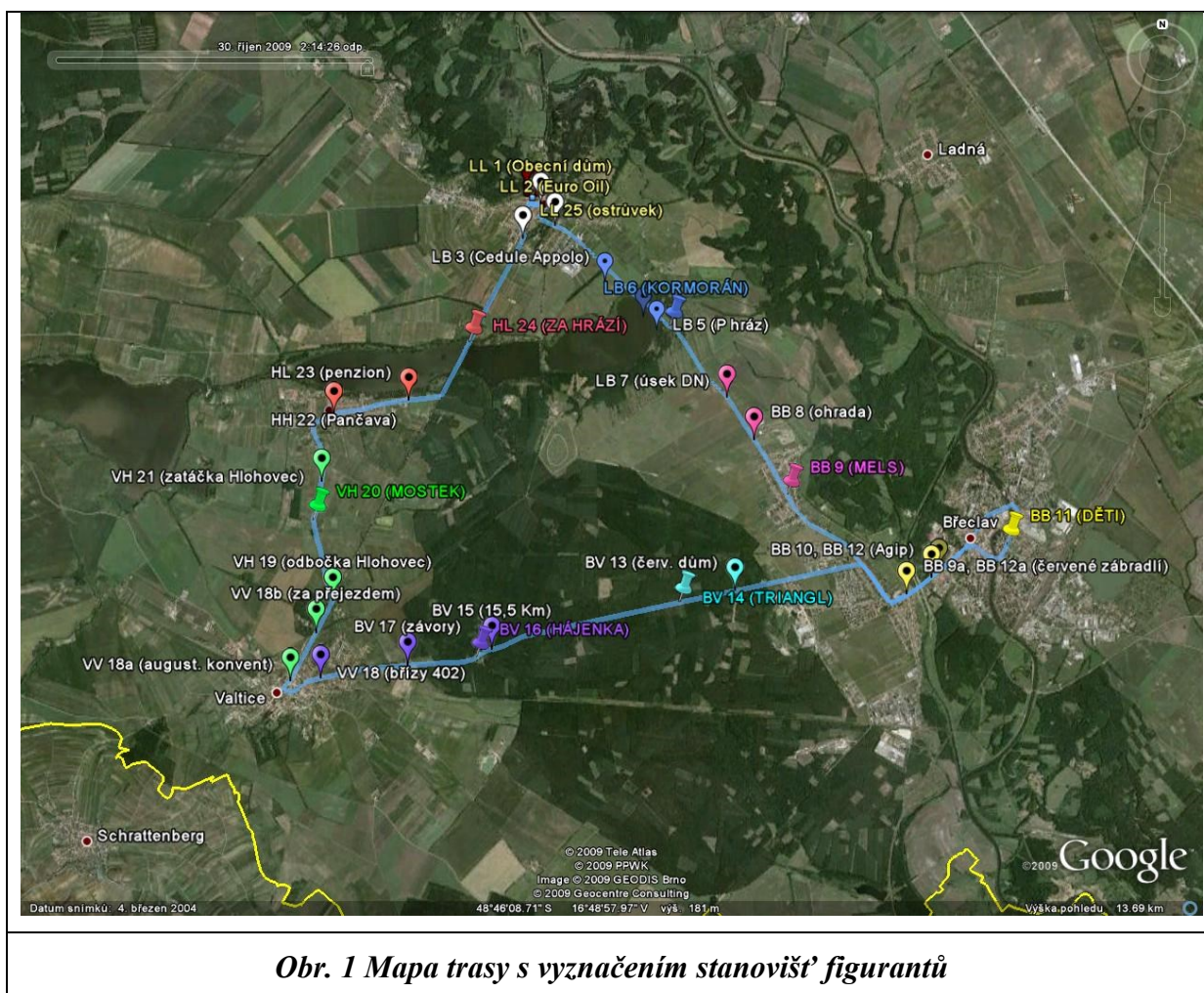
Řidiči P1, P3, P4, P7 používali dálková a potkávácí světla dle vlastního rozhodnutí.

Řidičům P2, P5, P6, P8 bylo uloženo provést jízdu pouze za použití potkávacích světel. Tento úkol byl zvolen z toho důvodu, že v noční době dochází ke střetům vozidel s chodci nejčastěji při použití potkávacích světel.

Zkušební trasa

Pro zkoušky byla zvolena trasa v délce 29 km (viz obr. 1) propojující obce Lednice, Břeclav, Valtice, Hlohovec a zpět do Lednice. Trasa byla zvolena tak aby umožňovala jízdu v širokém rozmezí rychlostí (40 až 90 km/h) a kombinovala jízdu mimo obec i v obci a též po silnicích různých tříd.

Na trase bylo vytýčeno 15 stanovišť v úsecích vozovky bez umělého osvětlení (převážně v extravilánu obcí) a 12 stanovišť v úsecích vozovky s umělým osvětlením (v intravilánu obcí). V tomto příspěvku je dále prezentováno vyhodnocení jízdních situací měřených na úsecích bez umělého osvětlení.



Všechny jízdy byly uskutečнены v nočních hodinách za tmy, s výjimkou jízdy P5, která byla pro možnost dalšího výzkumu uskutečněna za soumraku.

Jízda řidiče P1 byla uskutečněna na mokré vozovce za deště, jízdy řidičů P3, P4 byly uskutečněny na mokré vozovce, ale již bez deště. Při jízdě řidiče P4 se ojediněle tvořila mlha. Jízdy řidičů P5, P6, P7, P8 byly uskutečněny na suché vozovce. V přehledu jsou podmínky zkoušek uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Podmínky zkoušek

Číslo jízdy	1	2	3	4	5	6	7	8
Denní doba	Noc	Noc	Noc	Noc	Sou- mrak	Noc	Noc	Noc
Počasí	Děšť	Bez deště	Bez deště	Místy mlha	Sucho	Sucho	Sucho	Sucho
Vozovka	Mokrá	Mokrá	Mokrá	Mokrá	Suchá	Suchá	Suchá	Suchá
Řidič	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Vozidlo / typ světél	F_H7	F_H7	F_H7	F_XE	F_XE	F_XE	F_H7	F_H7
Použití světél	LB/HB	LB	LB/HB	LB/HB	LB	LB	LB/HB	LB

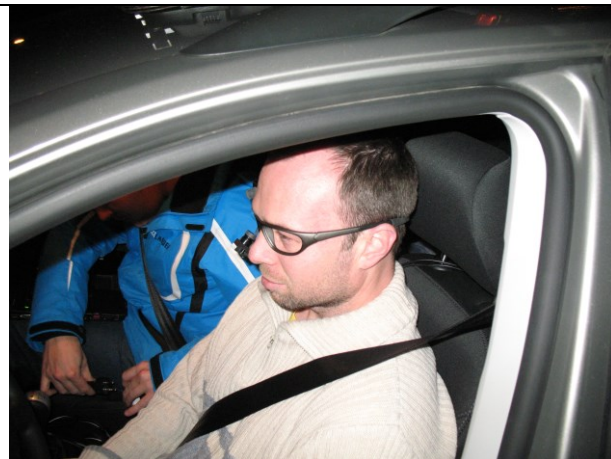
Figuranti

Úkolem figurantů (viz příklad na obr. 2 a 3) bylo simulovat pohyb chodce po silnici. Z důvodů vyloučení nutnosti komparovat pohyb chodce a vozidla v podélném směru byli figuranti umístěni vždy na přesně vymezeném stanovišti, zpravidla ve směru jízdy vozidla při pravém (výjimečně při levém) okraji vozovky. V některých případech figuranti příčně přecházeli přes vozovku. Figuranti umístění na okraji vozovky simulovali chůzi pohybem na místě. Z 15 figurantů umístěných na úsecích vozovky bez umělého osvětlení měli 3 figuranti velmi tmavé oblečení, 2 figuranti měli světlé oblečení, ostatní měli běžné oblečení spíše sportovního charakteru, tedy obvykle rifle, barevnou bundu bez výrazných reflexních prvků a běžnou obuv. Pro některá měření měli vybraní figuranti oblečenu reflexní vestu nebo byli vybaveni reflexním páskem na ruce.

**Obr. 2 Figurant na pozici 14-27HL Penzion****Obr. 3 Figurant na pozici 15-28HL Za hrází**Použitá měřicí technika

Pro měření úhlů pohledu řidiče bylo použito speciální zařízení firmy viewpointssystem®, GmbH. Toto zařízení sestává ze speciálních obrouček ve tvaru brýlí, na kterých jsou umístěny 2 kamery (viz obr. 4). 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 viewpointsystem®, 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 (viz obr. 8 a 9). Patentově chráněný způsob kalibrace tohoto zařízení umožňuje dosažení vysoké přesnosti měření úhlu (10 až 15 úhlových minut). Max chyba při určení příčné polohy sledovaného objektu je tak cca 30 cm na vzdálenost 100 m.



Obr. 4 Řidič s nasazenou obroučkou ve tvaru brýlí se 2 kamerami pro měření úhlů pohledu řidiče



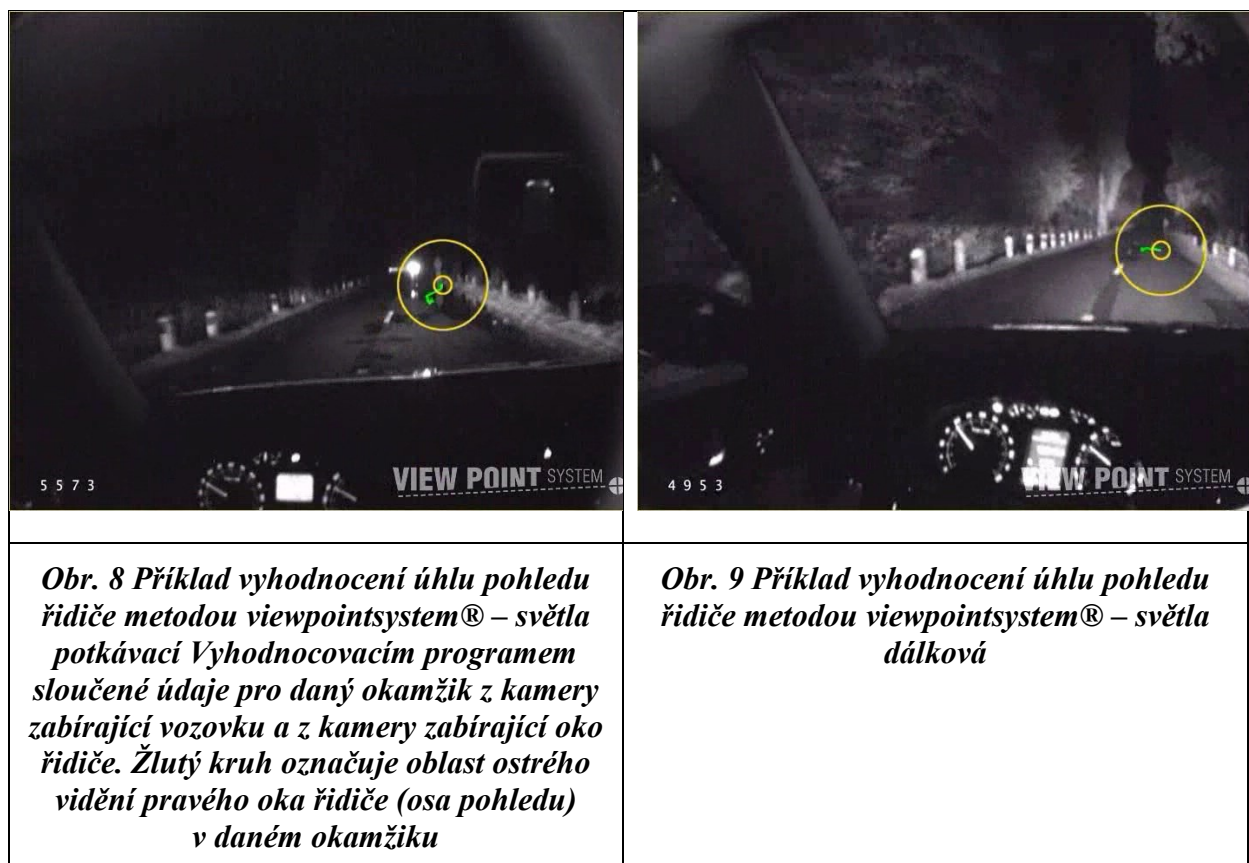
Obr. 5 Vozidlo Škoda (F_H7) s připevněným IR světlometem pro zajištění kvalitního záznamu IR kamerou



Obr. 6 Pevná kamera pro vyhodnocení okamžiku průjezdu vozidla kolem figuranta



Obr. 7 Dataloger HOLUX M-241, mj. zajišťující synchronizaci záznamů přístrojů v jednotném čase



Pro zjištění kvalitního záznamu infrakamerou byl na střeše vozidla umístěn infra světlomet (viz obr. 5).

Další kamerou, pevně umístěnou ve vozidle (viz obr. 6), 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.

Okamžitá poloha vozidla byla s frekvencí 1 Hz měřena pomocí snímače GPS s vysoce citlivým čipem Sirf III. Ze záznamu relativních poloh vozidla v průběhu zkoušky byla určována okamžitá rychlost vozidla.

Všechna zařízení byla připojena do datalogeru zn. HOLUX M-241 (viz obr. 7), který současně zajišťoval synchronizaci všech záznamů v jednotném čase.

Srovnávací měření s pomalu jedoucím vozidlem (statické zkoušky)

Způsob provedení srovnávacích zkoušek

Pro srovnávací zkoušky byla použita metodika vyšetřovacího pokusu zpracovaná Ústavem soudního inženýrství VUT v Brně ve Znaleckém standardu č. II (viz zdroj [1]), používaná v případech, kdy pro řešení nehody není podstatný pohyb chodce v podélném směru.

Figurant byl umístěn na stanoviště, na kterém se nacházel při dynamických zkouškách. Vozidlo s rozsvícenými světlomety bylo umístěno do pravého jízdního pruhu na vzdálenost, při které již nebylo vidět figuranta. Vzájemný pohyb vozidla a figuranta byl realizován velmi

pomalou jízdou vozidla, které bylo zastaveno v okamžiku, kdy posádka (v tomto případě tvořená 3 osobami) shodně prohlásila, že lze poprvé rozpoznat figuranta (chodce) na vozovce. Pomocí kalibrovaného měřicího kolečka bylo provedeno měření vzdálenosti k figurantovi.

S oběma vozidly bylo pro každou pozici provedeno měření pro světla potkávající i dálková. Vyšetřovací pokus byl dokumentován fotograficky a filmovým záznamem. Pro zjištěnou vzdálenost bylo vždy provedeno měření intenzity osvětlení figuranta v místech kotníků, kolen, pasu a hrudi a dále měření jasu dolní a horní části trupu figuranta a měření jasu vybraných prvků okolí (vozovka, pozadí nad vozovkou, příp. další).

Následně bylo vozidlo ustaveno do polohy odpovídající min. a max. vzdálenosti, zjištěné z dynamických zkoušek při daném způsobu použití světel. Byla provedena fotografická dokumentace a měření intenzity osvětlení a jasu stejným způsobem, jako je popsáno výše.

Použitá měřicí technika

U měření prováděných s pomalu jedoucím vozidlem byl pro měření intenzity osvětlení použit kalibrovaný luxmetr zn. Metra PV-550, který dosahuje v rozsahu 20 lx maximální odchylky 1 % a v rozsahu 200 lx maximální odchylky 0,25 % od etalonové hodnoty.

Pro měření jasu byl použit kalibrovaný jasoměr zn. Minolta LS-110, který při standardních podmínkách dosahuje přesnost měření rozsahu 0,01 až 9,99 cd/m² ±2 % ± 2 digit od naměřené hodnoty a v rozsahu od 10,0 cd/m² ±2 % ± 1 digit od naměřené hodnoty.

Pro měření vzdálenosti bylo použito kalibrované měřicí kolečko německého výrobce GOTTLIEB NESTLE GmbH s obvodem kola 1,0 metr a výrobcem udávanou přesností 0,05 %.

ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Z vyhodnocení záznamů dynamických zkoušek lze pozorovat, že řidič při jízdě vozidla převážně sleduje vozovku před sebou. Při spatření objektů mimo oblast ostrého vidění oka, které zaujmou jeho pozornost (příp. jsou vhodné pro orientaci, informaci apod.) reaguje relativně rychlou změnou úhlu pohledu tak, aby zjištěný objekt mohl pozorovat v oblasti ostrého vidění a mohl posoudit jeho případnou nebezpečnost či důležitost.

Jak již bylo výše uvedeno, u statických zkoušek byla vzdálenost potřebná na rozpoznání figuranta s_{ps} měřena přímo po zastavení vozidla v místě, ve kterém bylo možno poprvé rozpoznat osobu na vozovce.

U dynamických zkoušek byla tato vzdálenost zjišťována výpočtem na základě měření rychlosti vozidla (resp. přesněji relativních ujetých vzdáleností měřených stanicí GPS s frekvencí záznamu 1 s) a času, za který vozidlo urazilo vzdálenost mezi polohou, ve které řidič poprvé opticky reagoval na figuranta a polohou, při které vozidlo figuranta minulo. Čas t_{pd} potřebný pro ujetí této vzdálenosti byl určen podle vztahu:

$$t_{pd} = t_{md} - t_{rd} \quad (1),$$

kde

t_{rd} je časový okamžik, ve kterém řidič opticky reagoval na figuranta,

t_{md} je časový okamžik, ve kterém vozidlo minulo figuranta.

Čas byl zjišťován ze záznamu kamer s přesností 0,04 sekundy. Okamžik počátku optické reakce t_{rd} byl zjišťován z komparace záznamů kamer umístěných na měřicích brýlích, zpracovaných metodou viewpointssystem®.

Okamžik průjezdu vozidla kolem figuranta t_{md} byl určen ze záznamu pevné kamery.

Vzdálenost s_{pd} , na kterou řidič rozpoznal chodce při dynamické zkoušce, byla vypočtena podle vztahu:

$$s_{pd} = \frac{\bar{v}_1}{t_1 - t_{rd}} + \sum_{i=1}^n s_i + \frac{\bar{v}_{n+1}}{t_{md} - t_n} \quad (2)$$

kde

t_0 až t_{n+1} jsou časové okamžiky (s frekvencí 1 s), pro které je známá poloha vozidla z měření pomocí stanice GPS a pro které platí, že $t_0 \leq t_{rd} < t_1$ a zároveň $t_n \leq t_{md} < t_{n+1}$

\bar{v}_1 a \bar{v}_{n+1} jsou průměrné rychlosti změřené v časových intervalech t_0 až t_1 a t_n až t_{n+1}

$\sum s_i$ je dráha ujetá v časovém intervalu t_1 až t_n ,

Při dále provedeném vyhodnocení byla, jako okamžitá rychlost vozidla při rozpoznání chodce v_{im} (rychlost v čase t_{rd}), uvažována průměrná rychlost \bar{v}_1 v časovém intervalu t_0 až t_1 .

PREZENTACE VÝSLEDKŮ

Se zařízením pro měření změny úhlů pohledu bylo v běžném provozu na neosvětlené vozovce v noci provedeno celkem (15 x 7 =) 105 měření.

Nepodařilo se realizovat celkem 6 měření, převážně z důvodu, že vlivem pohybu jiných vozidel nebyl pobyt figuranta na stanovišti bezpečný, nebo figurant včas nerozpoznal označené zkušební vozidlo a nebyl na svém stanovišti.

Vyhodnoceno tak bylo 99 měření. Z tohoto počtu:

- v 67 případech řidiči použili potkávací světla (50x s vozidlem se světlomety s žárovkami H7 (dále jen H7) a 17x u vozidla se světlomety s výbojkami xenon (dále jen XE),
- v 32 případech řidiči použili dálková světla (21x H7 a 11x XE).

Vlastní vyhodnocení bylo časově velmi náročné, neboť vyžadovalo provedení podrobného rozboru každého ze záznamů zkoušek. Podle výsledků vyhodnocení byla měření rozdělena do 7 kategorií. Stupně 1 až 6 hodnotí zřetelnost reakce na chodce, 7. kategorie je ponechána pro zvláštní situace.

Kategorie 1: U 12 případů, z toho v 6 případech při použití světel potkávacích (dále jen LB) a v 6 případech při použití světel dálkových (dále jen HB), bylo možno rozpoznat zřetelnou reakci řidiče na figuranta (chodce) s výraznou změnou úhlu pohledu ve směru k figurantovi. Ze záznamu kamery, která snímala okolí řidiče ve směru natočení jeho hlavy, bylo možno navíc vyhodnotit bezprostřední úkon (běžně uvažováno do 1 sekundy), který zcela zřejmě souvisel s vyhýbáním figurantovi a potvrzoval tak správnost provedeného vyhodnocení. Např. z pohledu na kontrolní světla přístrojové desky bylo zřejmé, že řidič bezprostředně po spatření figuranta dal v souladu s předpisy znamení o změně směru jízdy (použil „blinkr“) a začal chodce objíždět, nebo z důvodu oslnění figuranta přepnul světla dálková na potkávací, příp. byla též dostatečně zřetelná i následná změna směru jízdy vozidla apod.

Kategorie 2: U 28 případů (24x LB, 4x HB) bylo možno rozpoznat zřetelnou reakci řidiče na chodce s výraznou změnou úhlu pohledu, avšak úkon související s vyhýbáním chodci řidič neprováděl bezprostředně (např. u světel dálkových, kdy rozpoznal chodce na dostatečnou vzdálenost a vyhýbání tak zahájil s větším časovým odstupem) nebo jej nebylo možno vyhodnotit.

Kategorie 3: U 14 případů (8x LB, 6x HB) řidič reagoval sice jen málo výraznou změnou úhlu pohledu, ale obdobně jako u kategorie 1 bylo možno verifikovat správnost vyhodnocení na základě bezprostředně prováděných úkonů.

Kategorie 4: U 8 případů (5x LB, 3x HB) řidič reagoval jen málo výraznou změnou úhlu pohledu a obdobně jako u kategorie 2 nebylo možno verifikovat správnost vyhodnocení.

Kategorie 5: U 19 případů (12x LB a 7x HB) okamžik reakce nebylo možno vůbec vyhodnotit, zpravidla proto, že jízdní situace nevyžadovala změnu úhlu pohledu řidiče (např. v případech, kdy řidič sledoval pravý okraj vozovky a figurant se rovněž nacházel při pravém okraji), avšak ze záznamu kamery bylo možno vyhodnotit úkony, které souvisely s vyhýbáním, a to nejspíše figurantovi. U těchto měření byla vzdálenost potřebná na rozpoznání rovněž vyhodnocena. Okamžik reakce na podnět nemohl být vyhodnocen na základě změny úhlu pohledu řidiče a byl tak uvažován 0,5 sekundy před počátkem rozpoznání akce řidiče (např. před zapnutím blinkru). Časový interval 0,5 sekundy byl zvolen proto, že se jednalo o nejčtetnější interval mezi optickou reakcí řidiče a sepnutím např. ukazatele změny směru jízdy u měření zařazených do kategorií 1 a 3. Současně je však zřejmé, že u těchto případů nelze vyloučit ani možnost, že prováděné úkony byly vyvolány jiným podnětem, např. jinou nezjištěnou překážkou; u odlehlých hodnot od měření statických se to jeví jako pravděpodobné.

Kategorie 6: U 19 případů (12x LB, 7x HB) reakce na chodce nebylo možno vyhodnotit (převážně u situací nevyžadujících změnu úhlu pohledu) a ani ze záznamu kamery nebylo možno vyhodnotit úkony, ze kterých by bylo možno dovozovat okamžik reakce na figuranta.

Kategorie 7: U 4 případů (3x LB, 1x HB) byl okamžik reakce na chodce ovlivněn např. hustotou provozu do té míry, že podmínky při dynamických zkouškách byly podstatně odlišné od podmínek při statických zkouškách s pomalu jedoucím vozidlem. Např. situace, kdy rozhled řidiče byl omezen vpředu jedoucím vozidlem.

Do této kategorie pak musela být v konečném vyhodnocení zařazena i 3 měření (3x LB) provedená na pozici 5 (5-07LB Úsek DN), u kterých nebyla zajištěna porovnatelnost podmínek při dynamických a statických zkouškách z důvodu, že části dynamických zkoušek se zúčastnil náhradní figurant v odlišném oblečení.

Pro možnost porovnání byl v 7 případech figurant navíc vybaven reflexní vestou nebo reflexním ramenním páskem.

Popsané údaje o počtech měření v jednotlivých kategoriích jsou v přehledu uvedeny v tab. 2.

Podle výše uvedených kategorií lze přisuzovat:

- vysokou věrohodnost vyhodnocení měření zařazených do kategorie 1,
- dobrou věrohodnost vyhodnocení měření zařazených do kategorie 2,
- dostačující věrohodnost vyhodnocení měření zařazených do kategorie 3,

Tab. 2 Přehled o počtech měření v jednotlivých kategoriích podle typu světlometů a způsobu použití potkávacích a dálkových světel

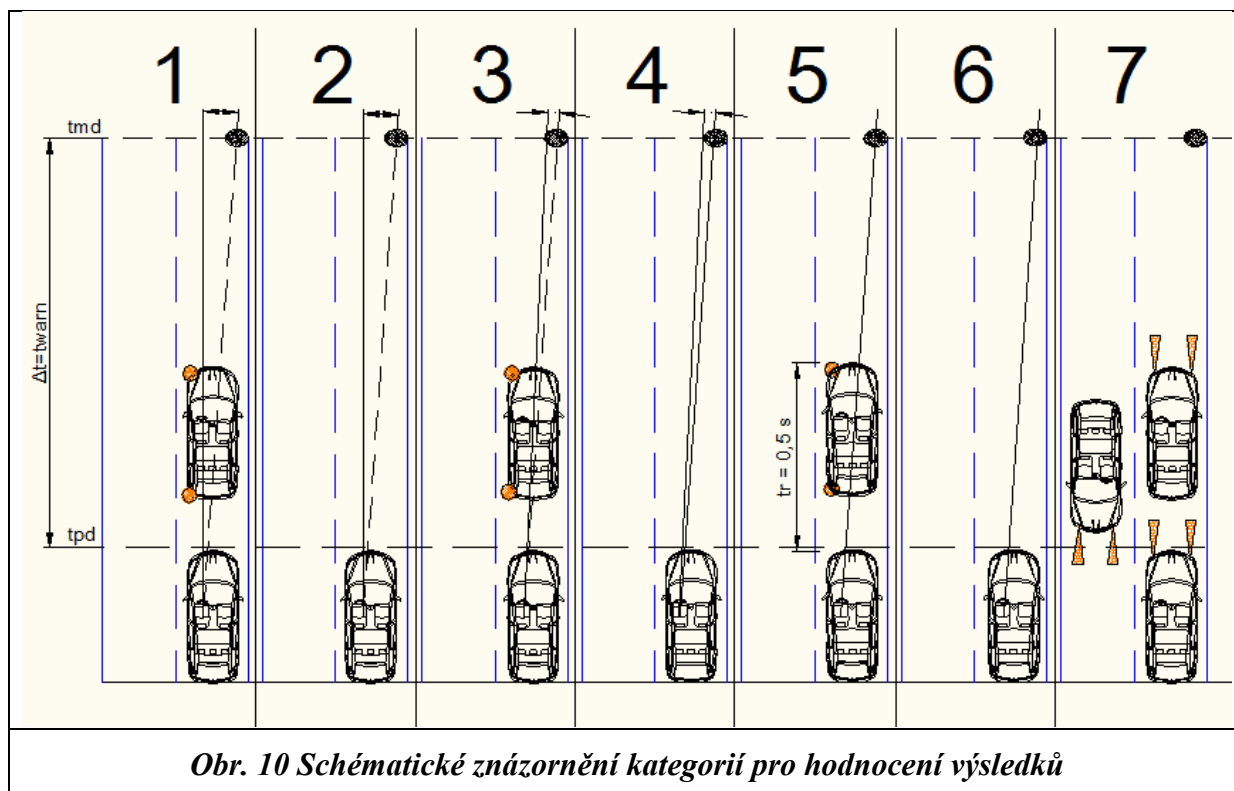
Světla	Potkávací (LB)			Dálková (HB)		
	H7	XE	Celkem	H7	XE	Celkem
Kategorie 1	6	0	6	3	3	6
Kategorie 2	14	10	24	1	3	4
Kategorie 3	4	4	8	5	1	6
Kategorie 4	5	0	5	1	2	3
Kategorie 5	12	0	12	6	1	7
Kategorie 6	0	0	0	3	1	4
Kategorie 7	4	2	6	1	0	1
Reflexní prvky	5	1	6	1	0	1
Celkem měření	50	17	67	21	11	32

Vyhodnocení měření zařazených do kategorie 4 lze přisuzovat věrohodnost spíše nízkou.

Problematická je věrohodnost u vyhodnocení měření zařazených do kategorie 5. U této kategorie úkony prováděné řidičem sice pravděpodobně souvisely s reakcí na figuranta, mohly však souviset i s jiným podnětem, který nebyl ze záznamu zjištěn.

Pro další zpracování pak nebylo možno využít měření zařazená v kategoriích 6 a 7. U kategorie 6 z důvodu, že ze záznamu nelze vyhodnotit okamžik reakce řidiče na figuranta. U kategorie 7 z důvodu, že podmínky při dynamických zkouškách byly odlišné od podmínek při zkouškách statických.

Zavedené kategorie pro hodnocení výsledků jsou schematicky znázorněny na obr. 10 a v přehledu popsány v tab. 3.



Obr. 10 Schématické znázornění kategorií pro hodnocení výsledků

Tab. 3 Popis kategorií pro hodnocení výsledků

Kategorie 1 Řidič zřetelně reaguje a koná	Kategorie 2 Řidič zřetelně reaguje	Kategorie 3 Řidič reaguje málo zřetelně a koná
Řidič reaguje výraznou změnou úhlu pohledu a ze záznamu lze vyhodnotit bezprostřední úkon, který souvisí s vyhnutím figurantovi (např. použití blinkru).	Řidič reaguje výraznou změnou úhlu pohledu, avšak bezprostředně neprovádí úkony které souvisí s vyhnutím figurantovi (např. u SD) nebo úkon nelze vyhodnotit	Řidič reaguje sice jen málo výraznou změnou úhlu pohledu,, avšak bezprostředně provádí úkony, které souvisejí s vyhnutím figurantovi
Věrohodnost vyhodnocení vysoká	Věrohodnost vyhodnocení dobrá	Věrohodnost vyhodnocení dostačující
Kategorie 4		
Kategorie 4 Řidič reaguje málo zřetelně	Kategorie 5 Reakce není zřetelná, řidič koná	Kategorie 6 Nelze vyhodnotit
Řidič reaguje jen málo výraznou změnou úhlu pohledu a bezprostředně neprovádí úkony, které by souvisely s vyhnutím chodci (např. při použití dálkových světel), nebo tyto nelze ze záznamu vyhodnotit	Reakce není zřetelná, avšak ze záznamu lze vyhodnotit úkony, které mohou souviset s vyhýbáním chodci (ale též s jiným podnětem, např. s neznámou překážkou)	Reakce není zřetelná (např. situace nevyžaduje změnu úhlu pohledu řidiče), ze záznamu ani nelze vyhodnotit úkony, které by mohly souviset s vyhýbáním chodci
Věrohodnost vyhodnocení nízká	Věrohodnost vyhodnocení problematická	Nelze využít
Kategorie 7 - specifické situace		
Situace ovlivněné např. hustotou provozu, zajímavé z hlediska pestrosti jízdnicích situací		

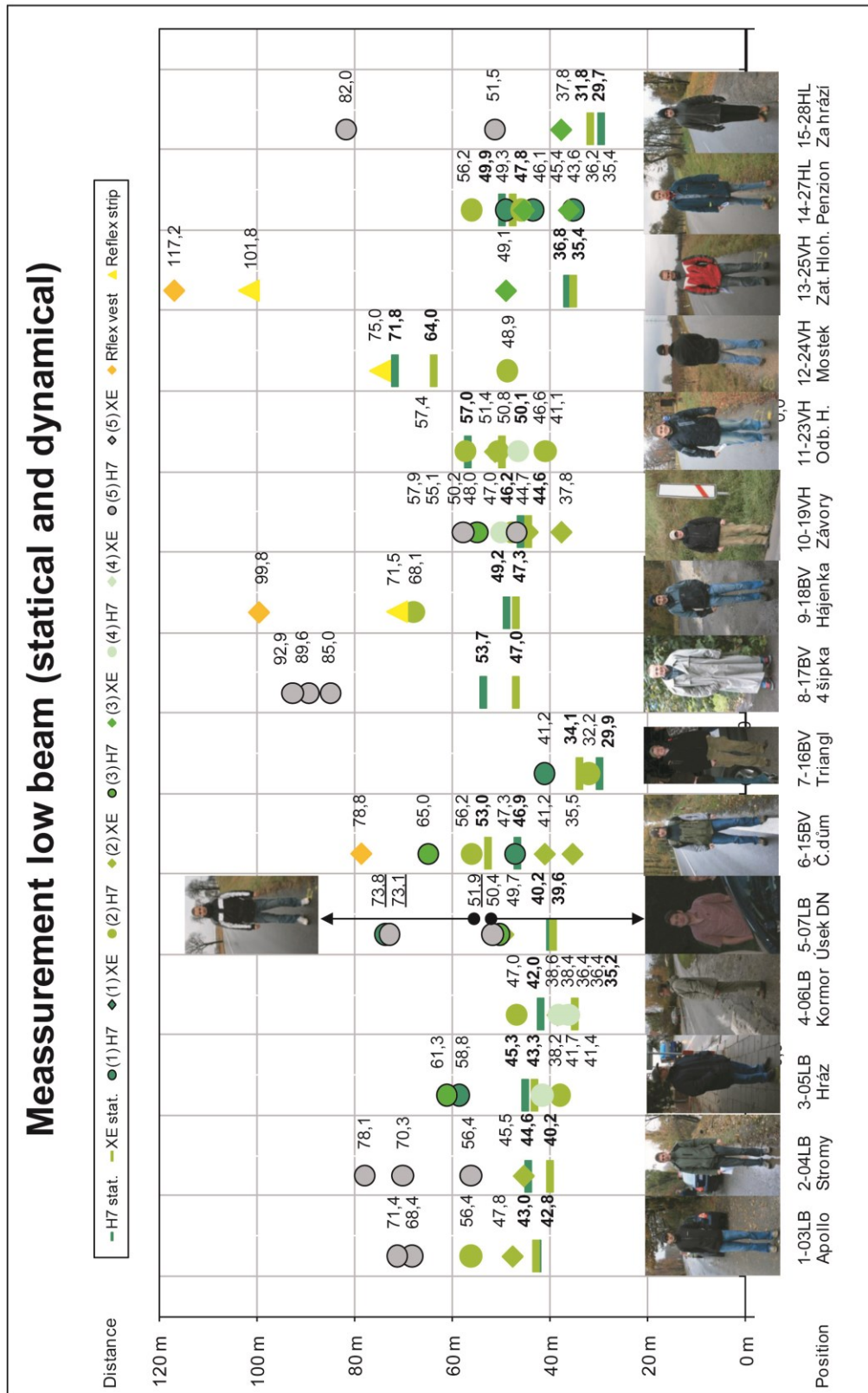
Přehled dosažených výsledků je uveden grafech na obr. 11 a 12. Obr. 11 zobrazuje údaje o vyhodnocení měření provedených s potkávacími světly (LB), obr. 12 s dálkovými světly (HB).

V grafech na obr. 11 a 12 jsou pro jednotlivé pozice 1 až 15 na základě statických zkoušek vyneseny vzdálenosti s_{ps} , ve kterých bylo možno poprvé uvidět daného figuranta na vozovce. Způsob oblečení figurantů je zřejmý z fotografií umístěných v grafu pro jednotlivé pozice. Změřené vzdálenosti jsou graficky vyznačeny symbolem — a popisky udávající měřenou vzdálenost v metrech jsou vždy uvedeny tučně. Rozlišena jsou měření provedená se světlomety s žárovkami H7 a s výbojkami xenon (měření jsou v legendě označena jako řady H7 stat. a XE stat.).

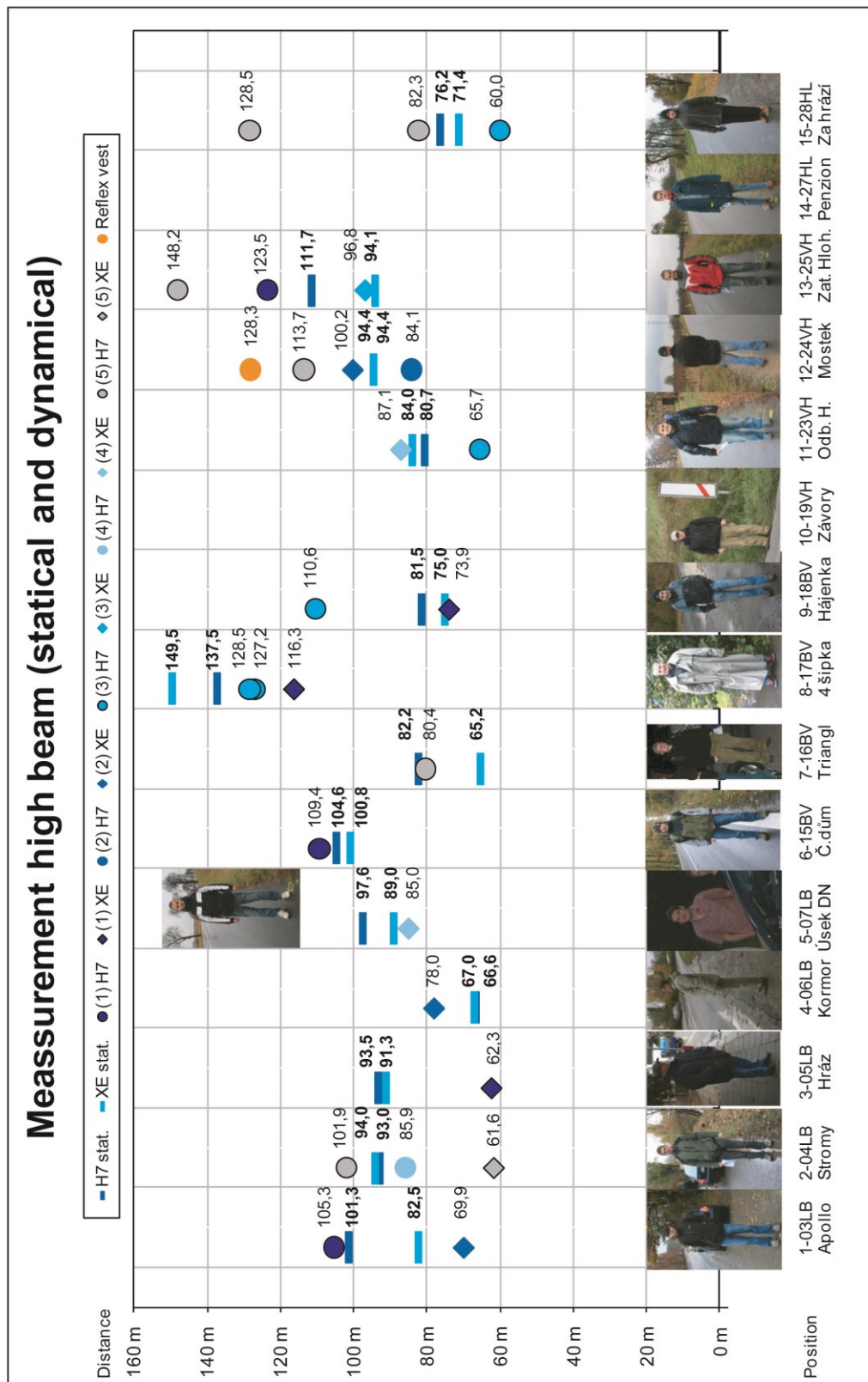
Současně jsou v grafu pro jednotlivé pozice vyneseny i vzdálenosti s_{pd} , ve kterých na figuranty reagovali zkušební řidiči při zkouškách dynamických. Značkou ● jsou vyznačena měření se světlomety H7 a značkou ■ měření se světlomety XE. Vyhodnocení zahrnuje měření zařazená do kategorií 1, 2, 3, informativně jsou též uvedena měření zařazená do kategorií 4 a 5. Rozlišení mezi jednotlivými kategoriemi 1 až 5 je provedeno barevně (viz legenda grafu). Např. označení (1) H7 představuje měření provedená se světlomety H7, zařazená do kategorie 1.

Měření na pozici 5 jsou rozdělena do dvou skupin (viz výše vysvětlení u kategorie 7). U první skupiny měření (označené ↓) byly podmínky při statických a dynamických zkouškách obdobné. U druhé skupiny byl při dynamických zkouškách na pozici náhradní figurant s výraznými botami a světlými kalhotami, takže tyto výsledky nelze dobře porovnat s výsledky statické zkoušky. Jedná se o tři měření označená ↑, u nichž jsou výsledky v metrech podtrženy. Ze zjištěných vzdáleností je ve všech třech případech zřejmá lepší rozpoznatelnost náhradního figuranta na stanovišti než u figuranta pro první skupinu měření.

Měření s reflexními prvky jsou od ostatních měření odlišena barevně. Oranžová barva označuje měření s bezpečnostní vestou. Žlutá barva označuje měření s jedním reflexním páskem na rameni figuranta (viz též legenda grafů). Měření provedená s reflexními prvky jasně ukazují, že jejich vhodné použití vždy zlepšuje možnost včasného rozpoznání chodce.



Obr. 11: Vyhodnocení měření provedených s potkávacími světly (LB)



Obr. 12: Vyhodnocení měření provedených s dálkovými světly (HB)

ANALÝZA VÝSLEDKŮ

Z grafů na obr. 13 a 14 je zřejmé, že na jednotlivých stanovištích byly zjištěny rozdílné hodnoty vzdáleností, potřebných na rozpoznání chodce. Tyto rozdíly jsou převážně dány obecně známým vlivem, kterým je intenzita osvětlení, potřebná na dosažení dostatečného kontrastu mezi figurantem (chodcem) a jeho okolím. U tmavě oblečeného figuranta může být podle okolností potřebná intenzita osvětlení na vytvoření dostatečného kontrastu až 20 luxů, zatímco u figuranta světle oblečeného může být dosaženo dostatečného kontrastu již např. při intenzitě osvětlení 2 luxy. Pro dané vozidlo při daném způsobu použití světlometů tak lze obecně tmavě oblečeného figuranta rozpoznat zpravidla vždy na kratší vzdálenost (později), než je tomu u figuranta světle oblečeného. U měření s potkávacími světly je více důležitá kontrastnost oblečení na spodní části těla figuranta, u měření s dálkovými světly je více důležitá kontrastnost oblečení na horní části těla figuranta.

Aby bylo možno provést porovnání statických a dynamických měření, je nutno zohlednit rozdílné podmínky na jednotlivých stanovištích. Porovnávají tak jsou relativní odchylky δ statických a dynamických měření, vypočtené pro každou pozici podle vztahu:

$$\delta = \frac{s_{ps} - s_{pd}}{s_{ps}} \cdot 100\% \quad (4),$$

kde

s_{ps} je vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce zjištěná z pomalu jedoucího vozidla,

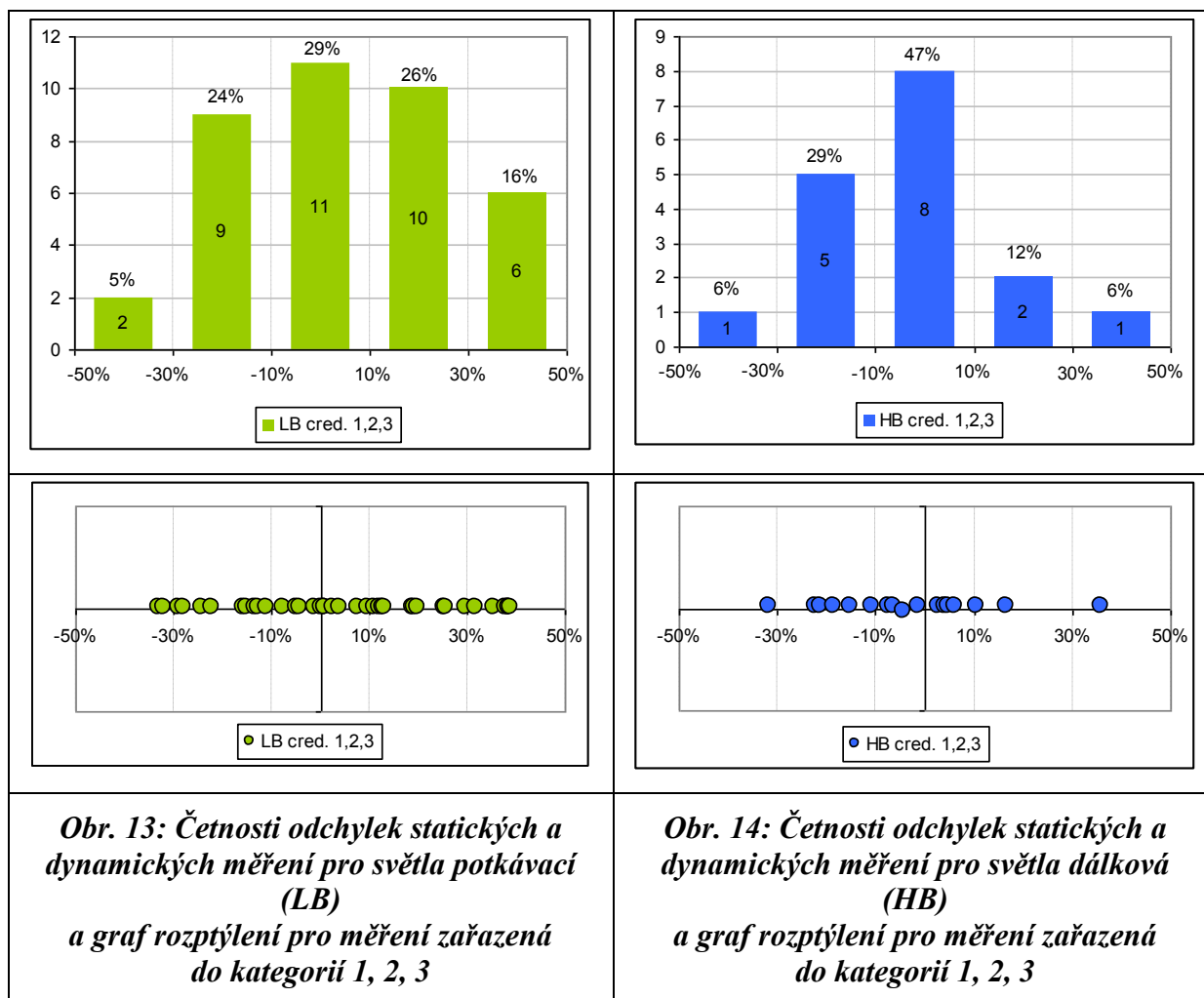
s_{pd} je vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce zjištěná při dynamických zkouškách.

Jako srovnávací etalon (100 %) je tak vždy použito měření statické pro danou pozici. V porovnání s grafy na obr. 11 a 12 nejsou do vyhodnocení zahrnuta měření s reflexními prvky a 3 měření na pozici 5.

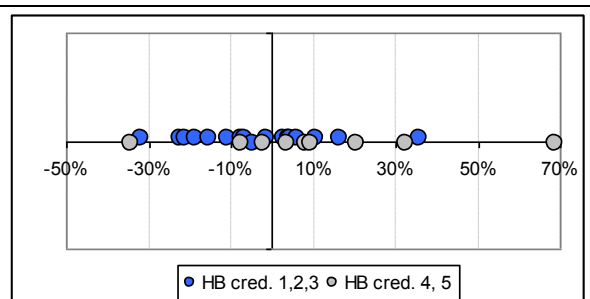
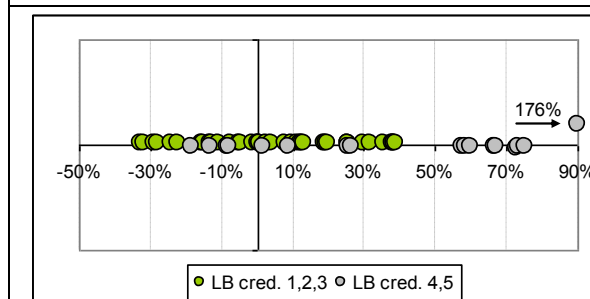
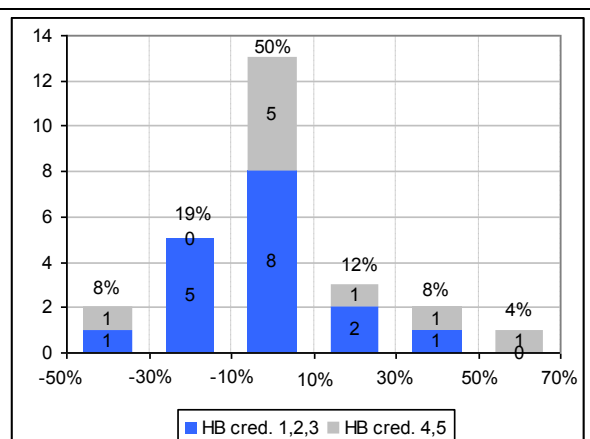
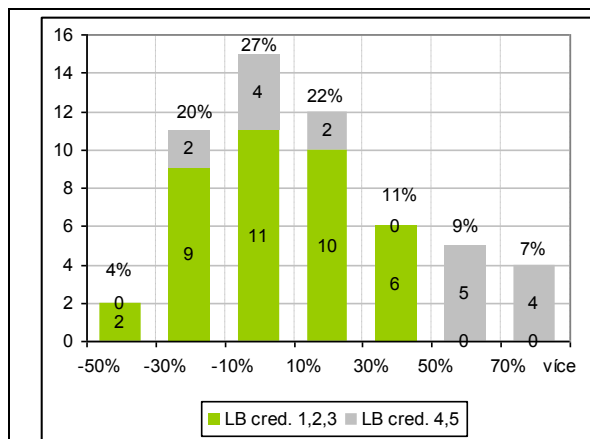
Pro měření zařazená do kategorií 1 až 3 jsou výsledky porovnání zobrazeny v grafu grafů na obr. 13 a 14.

Z dosažených výsledků je zřejmé, že u světél dálkových i potkávacích je největší četnost výsledků v rozmezí $\pm 10\%$ (tedy hodnota zjištěná při dynamických zkouškách se od hodnoty zjištěné statickou zkouškou se liší nejčastěji do 10% oběma směry). Relativně vysoká je však i četnost výsledků v rozmezí -10% až -30% a 10% až 30% . Četnost výsledků s většími odchylkami je pak výrazně nižší.

Na základě dosažených výsledků nelze jednoznačně konstatovat, že by vzdálenost potřebná pro první uvidění chodce při běžné jízdě byla nižší, než vzdálenost stanovená statickým měřením. V řadě případů, zejména u světél potkávacích, se ukazuje, že dynamický pohyb vozidla, především jeho houpání (pitching oscillation) může v porovnání s měřením statickým tuto vzdálenost i prodloužit. Naopak složitost jízdnicích situací a četnost podnětů při jízdě může podstatným způsobem i zkrátit vzdálenost, na kterou řidič při jízdě rozpozná chodce.



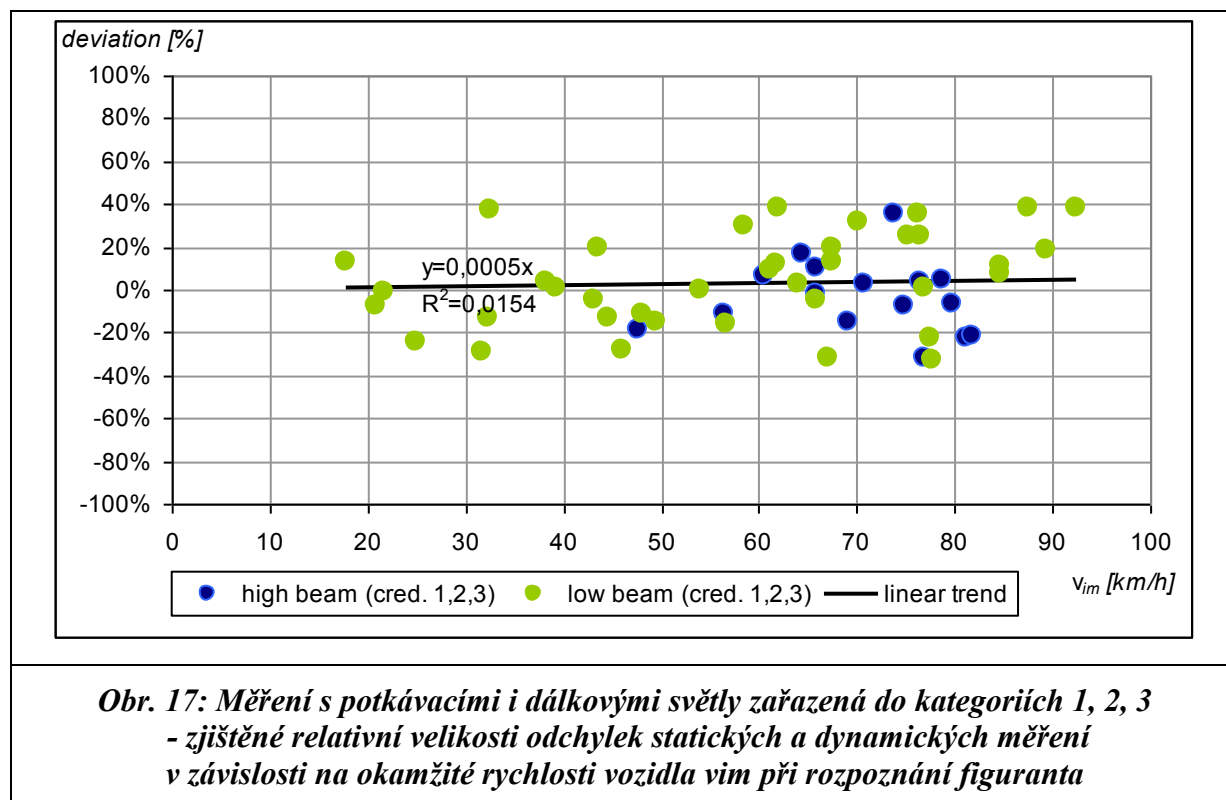
V grafech na obr. 15 a 16 je pak informativně provedeno stejné vyhodnocení s rozšířením o kategorie 4 a 5 (viz kap. 0). Po doplnění výsledků zařazených do těchto kategorií je zřejmé, že největší četnost výsledků zůstala zachována v rozmezí $\pm 10\%$. Některé výsledky pak přesahují i odchylku 50 %, což však může být dáno tím, že v kategorii 5 jsou zařazena měření, u kterých nebyla přímo zjištěna reakce na figuranta a tedy, že vyhodnocená akce řidiče mohla být vyvolána i jiným podnětem (podrobně viz kap. 7).



Obr. 15: Četnosti odchylek statických a dynamických měření pro světla potkávací (LB) a graf rozptýlení pro měření zařazená do kategorií 1, 2, 3, informativně pak s rozšířením o kategorie 4,5

Obr. 16: Četnosti odchylek statických a dynamických měření pro světla dálková (HB) a graf rozptýlení pro měření zařazená do kategorií 1, 2, 3, informativně pak s rozšířením o kategorie 4,5

V grafu na obr. č. 17 jsou relativní odchylky statických a dynamických měření vyneseny v závislosti na rychlosti vozidla a to jak pro světla potkávací (LB), tak i dálková (HB); zobrazena jsou měření zařazená do kategorií 1 až 3. Z grafu je zřejmé, že s rostoucí rychlostí se velikost ani četnost záporných odchylek nezvyšuje. Nutnost korekce (krácení) vzdálenosti zjištěné vyšetřovacím pokusem při velmi pomalém přibližování se k chodci se tak nepotvrzuje.



ZÁVĚR

Prezentovaná měření představují prvotní výzkum, věnovaný problematice rozpoznání chodce v reálném silničním provozu z rychle jedoucího vozidla. Autorům tohoto článku nejsou známy výsledky výzkumu, který by se takto zaměřenou problematikou zabýval; jako potřebné se tak ukazují dosažené výsledky dalším výzkumem verifikovat. Měření potvrdila vhodnost metody viewpointssystem® (měření zorného úhlu) pro možnost dalšího výzkumu v dané oblasti. Metoda viewpointssystem® odstraňuje omezení vyplývající z dosavadní neexistence vhodné měřicí metody tím, že umožňuje stanovení vzdálenosti mezi vozidlem a chodcem v okamžiku optické reakce řidiče na chodce. Omezení této metody existují u případů, kdy rozpoznání figuranta nevyžaduje výraznější změnu úhlu pohledu řidiče. Nová metoda měření tak významně rozšiřuje možnosti pro hlubší poznání zkoumaných jevů a vytváří předpoklady pro další výzkum v této oblasti. Výsledky lze využít jak pro potřeby znalecké činnosti, tak i v oblasti zvyšování bezpečnosti silničního provozu.

Na základě provedených zkoušek lze usuzovat, že v porovnání s měřením ze stojícího vozidla jízda vozidla běžnou rychlostí nutně nezhoršuje možnost uvidění chodce na vozovce. Největší četnost mají dynamická měření, která nepřekračují odchylku $\pm 10\%$ od měření statického. Nutnost korekce (krácení) vzdálenosti zjištěné vyšetřovacím pokusem při velmi pomalém přibližování se k chodci se tak nepotvrdila.

V některých případech, zejména u světél potkávacích se ukazuje, že dynamický pohyb vozidla, především jeho houpání (pitching oscillation), může v porovnání s měřením ze stojícího příp. pomalu jedoucího vozidla prodloužit vzdálenost potřebnou na uvidění chodce a tedy pozitivně ovlivnit možnost dřívějšího rozpoznání chodce.

Naopak složitost jízdnicích situací a četnost podnětů při jízdě může podstatným způsobem tuto vzdálenost zkrátit a negativně ovlivnit možnost včasného uvidění chodce.

Uvedené okolnosti jsou zřejmě i důvodem poměrně velkého rozptylu odchylek statických a dynamických výsledků měření (někdy i více než $\pm 30\%$) a měly by být objasněny dalším výzkumem.

Na současné úrovni poznání se tak vyšetřovací pokus i nadále ukazuje jako účinný nástroj pro relativně rychlé zjištění vzdálenosti, potřebné na rozpoznání chodce pro potřeby znaleckého zkoumání.

Přestože měření světelných parametrů, stejně jako údaje od výrobců, ukazují na lepší světelné parametry světlometů s výbojkami xenon, výsledky zkoušek nepotvrdily jejich pozitivní vliv na prodloužení vzdálenosti, potřebné na uvidění chodce.

Vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce v obvyklém oblečení (volnočasového charakteru) je např. při použití potkávacích světel cca 50 m. Tomu odpovídá rychlost přiměřená dohledu⁴⁰⁾ cca 69 km/h. Použije-li však chodec černé oblečení, tato vzdálenost se podle okolností může zkrátit na 40 až 30 m, čemuž již odpovídá rychlost přiměřená dohledu 60 až 50 km/h. Výsledky dynamických zkoušek navíc ukazují, že při jízdě vozidla nastávají poměrně často i případy, kdy řidič rozpozná chodce i na vzdálenost až o 30 % kratší. Z důvodů plynulosti provozu však i ukáznění řidiči při použití potkávacích světel často řídí vozidlo vyšší rychlostí, než by odpovídalo vzdálenosti přiměřené dohledu.

Jako důležité opatření, které by mohlo pozitivně ovlivnit bezpečnost na silnicích, se tak ukazuje potřeba prohlubovat znalosti řidičů o fyziologických omezeních při jízdě za snížené viditelnosti a nutnosti přizpůsobit rychlost jízdy dohledu. Tato rychlost je však značně ovlivněna vlastnostmi (barevností, odrazivostí) oblečení chodců a dalších osob, pohybujících se po vozovce. Proto je třeba současně prohlubovat i znalosti chodců o nutnosti používat při pohybu po silnici vhodné oblečení či doplňky.

Zkoušky ukazují, že použije-li chodec i méně kvalitní bezpečnostní vestu, může se při zapnutých potkávacích světlech vzdálenost potřebná na rozpoznání prodloužit i na více než 100 m, Tomu pak odpovídá rychlost přiměřená dohledu i více než 90 km/h (105 km/h), tedy rychlost dostatečná pro zajištění plynulosti dopravy.

Jako účelné se tak jeví vytvářet legislativní podmínky pro to, aby za snížené viditelnosti používali chodci při pohybu po silnici reflexní prvky, které umožní jejich včasné rozpoznání při řízení vozidla.

Positivní vliv mohou mít v budoucnosti i moderní elektronické prvky podporující vnímání řidiče (např. asistenty nočního vidění). V současné době je však jejich rozšíření jen velmi malé.

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla provedena jako součást řešení projektu s názvem: *Sdílení zkušeností a dobrých praxí při analýze a prevenci silničních dopravních*, CZ0069, 2010-2011.

Projekt je spolufinancován Evropskou unií z Evropského fondu pro regionální rozvoj v rámci Fondu malých projektů (Cíl: Evropská územní spolupráce Rakousko – Česká republika 2007 – 2013). Tuto podporu poskytla Regionální a rozvojová agentura jižní Moravy.

⁴⁰⁾ Uvažováno jako rychlost, ze které lze vozidlo bezpečně zastavit na suché vozovce, reakční doba 1 s, průměrné zpomalení 6 m/s^2

Projekt je řešen ve spolupráci Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně a výzkumného institutu EPIGUS - Institut für ganzheitliche Unfall- und Sicherheitsforschung.

Zvláštní poděkování patří panu prof. Dipl.-Ing. Dr. Ernstu Pflegerovi a celému týmu, který zabezpečoval rozsáhlá měření a prováděl vyhodnocení zkoušek, kterých bylo využito ke zpracování tohoto článku. Děkujeme jim za jejich ochotu, s jakou poskytli nezbytné přístroje, vybavení, znalosti a svůj čas.

Poděkování patří i společnosti Autonova Brno, spol. s r.o., která zapůjčila vozidla pro měření.



EUROPEAN UNION
European Regional
Development Fund



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013
Gemeinsam mehr erreichen. Společně dosáhneme více.

Příspěvek byl publikován na XIX. výroční konferenci EVU, Praha 2010, pro tuto publikaci upraven.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Bradáč, A., Krejčíř, P., Glier, L. *Znalecký standard č. II. Vybrané metody zajišťování podkladů pro technickou analýzu průběhu a příčin silničního dopravních nehod.* Brno: Nakladatelství VUT, 1990, s.110
- [2] Kropáč, F. *Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla s chodem za snížené viditelnosti.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2002
- [3] Plch, J. *Reakční doba řidiče.* Jablonec n. Nisou: Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení, 2010
- [4] KLEDUS, R., SEMELA, M., BRADÁČ, A. *Comparative Perception of Objects by Drivers from Stationary and Moving Vehicles in Regular Road Traffic.* In 19th EVU Congress Prague 2010 - Proceedings. Brno, Tribun EU s.r.o. 2010. p. 9 - 28. ISBN 978-80-7399-136-4