
**ZAJÍMAVÉ VÝSLEDKY VAV ČINNOSTI ÚSI V OBLASTI ANALÝZY
SILNIČNÍCH NEHOD**

**INTERESTING RESULTS OF THE R&D ACTIVITIES OF IFE IN THE ROAD
ACCIDENT ANALYSIS**

**Albert Bradáč²⁷, Marek Semela²⁸, Jan Schejbal²⁹, Arnošt Kuře³⁰, Martin Bilík³¹,
Michal Belák³², Jakub Motl³³, Jan Škoda³⁴, Stanislav Sumec³⁵**

ABSTRAKT:

Příspěvek obsahuje shrnutí některých zajímavých výsledků projektů ÚSI, či semestrálních prací studentů ÚSI

ABSTRACT:

The paper contains a summary of some interesting results of IFE projects or semester work IFE students

KLÍČOVÁ SLOVA:

dopravní nehoda, vnímání řidiče, reflexní prvek, bezpečnost

KEYWORDS:

accident, the driver's perception, reflective element, safety)

1 ÚVOD

Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně se prakticky po celou dobu své více než 40leté existence zabývá mj. novými možnostmi analýzy silničních nehod a získáváním vstupních dat pro tuto analýzu. V následujícím příspěvku tedy bude představeno několik výsledků případně rozpracovaných projektů ÚSI s tím, že podrobnější výsledky jsou k dispozici na pracovišti ústavu.

Všechny zde představené projekty a výsledky souvisí s vnímáním člověka, přitom právě lidský faktor je příčinou více než 90 % všech silničních dopravních nehod. Z hlediska následků dopravních nehod na zdraví, jsou na tom nejhůře chodci a mezi zabitými chodci pak více než 60 % tvoří ti, kteří byli zabití při nočních dopravních nehodách. Proto je na oblast nočních dopravních nehod s chodci kladen důraz jak z hlediska jejich prevence (priorita

²⁷⁾ Bradáč Albert, Ing. Ph.D., ÚSI VUT v Brně, +420 541 146 011, ing.bradac@usi.vutbr.cz

²⁸⁾ Semela Marek, Ing. Ph.D., ÚSI VUT v Brně, +420 541 146 012, marek.semela@usi.vutbr.cz

²⁹⁾ Schejbal Jan, Ing., ÚSI VUT v Brně, +420 541 146 216; jan.schejbal@usi.vutbr.cz

³⁰⁾ Kuře Arnošt, Ing., ÚSI VUT v Brně, +420 541 146 216; arnost.kure@usi.vutbr.cz

³¹⁾ Bilík Martin, Ing. et Ing., ÚSI VUT v Brně, +420 541 146 216; martin.bilik@usi.vutbr.cz

³²⁾ Belák Michal, Ing., ÚSI VUT v Brně, +420 54114 6013; michal.belak@usi.vutbr.cz

³³⁾ Motl Jakub, Ing., ÚSI VUT v Brně, +420 54114 6013; jakub.motl@usi.vutbr.cz

³⁴⁾ Škoda Jan, Ing. Ph.D., FEKT VUT v Brně, +420 541 146 238; skoda@feec.vutbr.cz

³⁵⁾ Sumec Stanislav, Ing. Ph.D.; FEKT VUT v Brně, +420 541 14 6 239; sumec@feec.vutbr.cz

PČR), tak i z hlediska výzkumu pro potřeby analýzy těchto nehod. V následujícím článku proto budou představeny projekty, které s touto problematikou úzce souvisí a které postupně navazují na VaV činnost ÚSI, která již byla v národním i mezinárodním měřítku prezentována. Po zjišťování první optické reakce na chodce v noci s pomocí eyetrackeru, tedy zařízení na sledování úhlu pohledu řidiče, které probíhalo v letech 2009 a 2010 – viz např. [1] následovaly další projekty:

- zjišťování světelných vlastností reflexních a oděvních materiálů;
- doba a frekvence pohledu řidiče do zrcátka při běžné jízdě;
- vývoj vlastního eyetrackeru s rozšířenými možnostmi sběru dat.

V dalším tedy budou představeny dílčí výsledky právě těchto projektů.

2 VLASTNOSTI REFLEXNÍCH PRVKŮ A ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ

2.1 Úvod

Vlastnosti různých materiálů byly zkoumány zejména za účelem zjištění jejich viditelnosti v noci, při osvětlení vozidlovými světly. Měření organizovali a prováděli studenti doktorského studijního programu Soudní inženýrství v rámci projektu specifického výzkumu na ÚSI v úzké spolupráci s Fakultou elektrotechniky a komunikačních technologií.

2.2 Cíle projektu

Hlavním cílem projektu bylo kvantifikovat viditelnost běžných oděvních materiálů a vybraných reflexních prvků při jejich použití v noci a osvětlení pouze halogenovými či xenonovými světly osobního motorového vozidla. Pro splnění tohoto cíle bylo (a bude) nutné provést následující kroky:

- provést sérii laboratorních měření odrazivosti pro rozsáhlý vzorek materiálů;
- provést měření v exteriéru s vozidly a zjistit viditelnost vybraných materiálů;
- najít závislost mezi výsledky laboratorních a exteriérových zkoušek;

2.3 Měření

2.3.1 Laboratorní zkoušky

Měření odrazivosti v laboratoři proběhlo v podzim roku 2012 a dílčí výsledky již byly publikovány na konferenci ExFoS 2013. Stručně lze shrnout, že bylo zkoušeno více než 100 vzorků (oděvní materiály věnované firmou Klimatex, reflexní prvky od společnosti BESIP a další materiály, pořízené v rámci projektu) a odrazivost byla měřena pomocí spektrofotometru Konica Minolta CM-3600d. Přístroj měřil procentuální odrazivost v celém viditelném spektru s krokováním vlnové délky po 10 nm. Podrobněji např. v [2].

2.3.2 Měření v exteriéru

Pro měření v exteriéru byly na základě laboratorních zkoušek vybrány některé reflexní prvky, dále textilní materiál v šesti základních barvách a dále několik bezpečnostních vest. Měření probíhalo na odlehlém parkovišti bez parazitního světla (světelného smogu) a byla použita dvě vozidla: Škoda Octavia II s halogenovými světly a VW Tiguan s xenonovými výbojkami.



Obr. 1 – Parkoviště u Rokle – Brněnská přehrada.
Fig. 1 – Parking near the „Rokleat“ - Brno Dam.

Pro účely měření byly vytvořeny figuríny z dřevotřísky, na které byly jednotlivé materiály aplikovány.



Obr. 2 – Dětská a dospělá figurina z dřevotřísky.
Fig. 2 – Hardboard dummies – adult and child.

Měřen byl jas, a to zařízením LUMIDISP (www.lumidisp.eu), které měří jas v každém pixelu digitální fotografie. Výsledkem je tzv. jasová mapa, kde je formou barevné škály vyjádřena hodnota jasu každého bodu. Vzdálenost mezi přední částí vozidel a figurínami byla stanovena na 80 m, což je přibližná vzdálenost pro bezpečné zastavení z rychlosti 90 km/h (upomalení $6,0 \text{ m/s}^2$ a reakční doba řidiče 1,0 sekundy). Jinými slovy – co je vidět na vzdálenost 80 m při tlumených světlech, neměl by řidič přejet.



Obr. 3 – Ukázka jasové mapy.
Fig. 3 – Luminance map sample.

Měřením bylo zjištěno, že ze základních barev jsou na vzdálenost 80 m při použití tlumených světel viditelné pouze bílá a žlutá, a to ještě velmi omezeně. Oproti tomu velmi dobře dopadly všechny testované reflexní prvky a většina bezpečnostních vest. Velmi zajímavým výsledkem je pak viditelnost vest, které byly pro účely měření zakoupeny ve vietnamské tržnici. Z celkem 3 takto pořízených vest vykazovaly dvě prakticky nulovou odrazivost reflexních aplikací a jedna jen o něco málo vyšší (na obrázku druhá zprava – obr. 4,5).



Obr. 4 – Viditelnost bezpečnostních vest – vlevo dálková světla, vpravo tlumená – z 80 m.
Fig. 4 – Visibility of safety vests – highbeam on the left, low beam on the right – from 80 m.



Obr. 5 – Viditelnost bezpečnostních vest – vlevo dálková světla, vpravo tlumená – detail.
Fig. 5 – Visibility of safety vests – highbeam on the left, low beam on the right – detail.

V souvislosti s výsledky provedených měření byl rovněž zjišťován případný vliv reflexního prvku na viditelnost ležící osoby na vozovce v případě konkrétní dopravní nehody. Nejprve byl proveden standardní vyšetřovací pokus, kdy byla zjištěna vzdálenost, na kterou lze již ležící postavu rozpoznat, v rozmezí 30 až 35 m.



Obr. 6 – Viditelnost ležící postavy ze vzdálenosti cca 32 metrů.
Fig. 6 – Visibility of lying body from the distance of 32 m.

Následně bylo provedeno porovnání viditelnosti ležící postavy ze vzdálenosti 60 m (počátek staniční při vyšetřovacím pokusu, dále zatáčka) s původní postavou a s postavou doplněnou na ruce a noze blíže k vozidlu reflexním páskem. Z tohoto porovnání jednoznačně vyplynulo, že i jednoduchý reflexní pásek by již na vzdálenost nejméně 60 m (nehoda se stala v obci) umožnil řidiči spatřit objekt na vozovce.



Obr. 6 – Porovnání viditelnosti figuriny bez reflexních pásků a s nimi.

Fig. 6 – Comparison of visibility of dummy without reflective strips and with them.

2.4 Cíle do budoucna

V budoucnu bude analyzován vztah mezi laboratorně naměřenou odrazivostí a jasnem v reálném prostředí. Nalezení takové závislosti by umožnilo do budoucna měřit pouze laboratorně, což je časově, personálně a tedy i finančně méně náročné, než organizace vyšetřovacího pokusu.

3 FREKVENCE A DOBA POHLEDU ŘIDIČE DO ZPĚTNÉHO ZCÁTKA

3.1 Úvod

Pohled do zrcátka předchází většině manévřů, které řidiči na vozovce běžně provádějí, jako např. předjíždění, odbočování či změna jízdního pruhu. Při analýze předstřetového pohybu je pak třeba dobu takového pohledu zařadit mezi operace, které před započítáním manévru řidič provádí a stanovit tak např. okamžik, od kterého lze uvažovat možnosti odvrácení střetu. Proto byla na ÚSI vyhodnocena série měření abyly stanoveny první výsledky zahrnující obvyklou dobu pohledu do jednotlivých zpětných zrcátek a průměrnou frekvenci pohledu do zrcátek i během jízdy, tj. bez ohledu na to, zda pohled předchází nějakému manévru.

3.2 Měření a vyhodnocení

Vlastní měření byla prováděna v souvislosti s projektem přeshraniční spolupráce, jehož výsledky již byly několikrát publikovány (např. [1], [3]). Jednalo se o 8 jízd o délce cca 30 km, kdy byl pořizován záznam eyetrackerem a následně byl vyhodnocován směr pohledu řidiče snímek po snímku. Z těchto záznamů byly tedy vyhodnoceny i doby pohledu do zrcátek a jejich četnost. Tedy pro jednotlivá zrcátka (levé, střední, pravé) byl vyhodnocen počet snímků, na kterých je pohled na tato zrcátka zaměřen a z tohoto je pak stanovena doba pohledu (jeden snímek = 0,04 s). Současně je stanoven počet pohledů do jednotlivých zrcátek za hodinu jízdy. Prozatím bylo vyhodnoceno 5 jízd.

3.3 Výsledky

Prozatímní výsledky lze shrnout do následující tabulky. Je třeba připomenout, že se jedná pouze o výsledky měření v noci.

Tab. 1 – Doba a frekvence pohledu do jednotlivých zrcátek.

Tab. 1 – Duration time and the frequency of view to each mirror.

Zrcátko	Levé	Střední	Pravé
Počet vyhodnocených situací	111	165	21
Průměrná doba pohledu (s)	0,47	0,45	0,46
Průměrná frekvence (hod ⁻¹)	34,0	50,6	6,44

Jak je vidět, nejčastěji používali testovaní řidiči vnitřní zrcátko vozidla a průměrná doba pohledu do každého zrcátka je přibližně stejná. Jednotlivé hodnoty se pak pohybovaly od cca jedné desetiny až po hodnoty přes jednu sekundu.

3.4 Cíle v budoucnu

Protože na ÚSI je právě zahajován projekt TAČR, který bude dále zkoumat vnímání řidiče v noci, bude provedena řada dalších měření, ze kterých bude možné vyhodnotit mj. i pohledy do zrcátka. Bude tedy statisticky významnější vzorek. Dále již ÚSI disponuje vlastním eyetrackerem, který umožní provést další měření, a to nejen v noci.

4 VÝVOJ NOVÉHO EYETRACKERU

Na ÚSI je již cca rok vyvíjen vlastní eyetracker, který by eliminoval nedostatky, se kterými jsme se potýkali u předchozích měření se zařízením Viewpoint system. Zmíněné zařízení zaznamenávalo polohu vozidla s pomocí standardního GPS snímače, tedy s absolutní přesností v řádu desítek metrů a frekvencí 1 Hz. Relativní chyba mezi jednotlivými záznamy sice umožňuje určit průměrnou rychlost cca korektně, ale v případě, kdy mezi jednotlivými záznamy dojde k zásadní změně rychlost, je vyhodnocení přinejmenším nepřesné. Eyetracker vyvinutý na ÚSI nejen že disponuje lepšími kamerami (frekvence až 60 fps a full HD rozlišení), ale SW umí rovněž s pomocí jednoduchého Bluetooth OBD modulu komunikovat s vozidlem a umožňuje tak ukládání podstatných dat přímo z řídicí jednotky vozidla. Jedná se tedy především o aktuální rychlost vozidla, ale také informace o poloze ovládacích prvků apod. (značně závislé na konkrétním výrobcu a modelu vozidla). V době zpracování článku však bohužel není k dispozici ukázka měření s tímto zařízením.

5 ZÁVĚR

Příspěvek měl ukázat výsledky VaV činnosti ÚSI v oblasti analýzy silničních nehod. Jak je patrné, hlavní doraz je kladen na lidský faktor, zejména pak na vnímání řidiče. O dalších výsledcích bude ÚSI průběžně referovat na dalších národních i mezinárodních konferencích a samozřejmě také v periodikách.

6 LITERATURA

- [1] KLEDUS, R.; SEMELA, M.; BRADÁČ, A. Experimental Research on the differences in a driver's perception of objects from stationary and moving vehicles. *International Journal of Forensic Engineering*. 2012. 1(2). p. 167 - 182. ISSN 1744-9944.
- [2] BRADÁČ, A.; SCHEJBAL, J.; KUŘE, A.; MOTL, J.; BELÁK, M.; BILÍK, M.; SEMELA, M.; ŠKODA, J.; SUMEC, S. Light Reflective Attributes Of Selected Materials. In *Proceedings 22nd Annual Congress Firenze 2013*. Florencie, EVU Italia. 2013. p. 203 - 210. ISBN 978-88-903072-7-0.

- [3] KLEDUS, R.; SEMELA, M.; MAXERA, P.; KUNOVSKÝ, M. Analysis Of Drivers Conduct While Driving Over Modern Pedestrian Crossings. In *Proceedings 22nd Annual Congress Firenze 2013*. Florencie, EVU Italia. 2013. p. 107 - 117. ISBN 978-88-903072-7-0.