

Małgorzata ZALESIŃSKA\*

## **BADANIA PILOTAŻOWE WPLYWU REKLAM ELEKTRONICZNYCH NA WYDOLNOŚĆ WZROKOWĄ KIEROWCÓW W WARUNKACH LABORATORYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM SYMULATORA POJAZDU**

W ruchu miejskim zadanie wzrokowe kierowcy nie jest ograniczone jedynie do obserwowania drogi. Dla sprawnego i bezpiecznego prowadzenia pojazdu ważne są także informacje wzrokowe pochodzące z bezpośredniego otoczenia. W polu widzenia kierowcy mogą znajdować się obiekty o bardzo różnej luminancji np. witryny sklepowe, reklamy tradycyjne, reklamy elektroniczne. Zbyt duża luminancja powierzchni znajdujących się w otoczeniu drogi, zwłaszcza w porze nocnej, może wpływać na obniżenie wydolności wzrokowej kierowców. Szczególne zagrożenie stanowią reklamy elektroniczne, które oprócz bardzo dużej luminancji posiadają także dużą lub bardzo dużą powierzchnię, wyświetlane na nich treści reklamowe charakteryzują się dużą dynamiką (animacje, wideo) oraz dużymi kontrastami luminancji i kontrastami barwy.

W artykule przedstawione zostaną wstępne wyniki badań laboratoryjnych z wykorzystaniem symulatora pojazdu. Przeprowadzona zostanie analiza uzyskanych wyników oraz dyskusja dotycząca zastosowanej metody badań.

### **1. WPROWADZENIE**

#### **1.1. Zadania wzrokowe kierowców**

Kierowanie pojazdem jest procesem złożonym, który łączy w sobie funkcje postrzegania, rozpoznawania i funkcje psychomotoryczne. Sprawne prowadzenie pojazdu wymaga bardzo wielu informacji wzrokowych o otoczeniu. Kierowca musi rozpoznawać zarys drogi, przejścia dla pieszych, chodniki, znaki i światła drogowe, punkty orientacyjne, obecność innych użytkowników, ich położenie, prędkość oraz kierunek poruszania się. Ponadto wszystkie informacje muszą być odebrane w odpowiednim czasie, aby kierowca mógł zidentyfikować obiekty oraz podjąć odpowiednią decyzję.

Ze względu na stopień trudności zadania wzrokowe kierowców powinny być rozpatrywane na trzech płaszczyznach: na poziomie pozycyjnym, sytuacyjnym i nawigacyjnym [1]. Poziom pozycyjny dotyczy utrzymania właściwej pozycji na

---

\* Politechnika Poznańska.

pasie ruchu, poziom sytuacyjny związany jest z wykonywaniem manewrów i regulowaniem prędkości pojazdu w trakcie jazdy, poziom nawigacyjny odnosi się do orientacji w terenie i wyboru trasy podróży.

Każdy z powyższych poziomów wymaga szczególnego rodzaju informacji, pochodzących ze wzrokowej analizy obszaru drogi i jej otoczenia i pozwalających na prawidłowe wykonanie określonego zadania. Dla utrzymania odpowiedniej pozycji na pasie ruchu istotne jest wzrokowe rozpoznawanie zmian w cechach jezdni, takich jak: linie pasa ruchu, krawężniki, pobocze drogi, itp. oraz postrzeganie względnego ruchu otoczenia. Zadania wzrokowe na poziomie sytuacyjnym dotyczą określania aktualnego położenia i prędkości względem innych użytkowników drogi i wymagają informacji wzrokowej wskazującej na potrzebę zmiany prędkości, kierunku ruchu lub pozycji na jezdni. Kierujący musi rozpoznawać typowe cechy danej sytuacji, opierając się w dużej mierze na wcześniejszych doświadczeniach i wiedzy oraz, jeśli jest to konieczne, wykonać odpowiedni manewr. Zadania wzrokowe na poziomie nawigacyjnym związane są ze znajdowaniem i przetwarzaniem informacji z bezpośredniego lub dalszego otoczenia drogi, potrzebnych do podjęcia decyzji o wyborze trasy podróży. W tym przypadku istotne znaczenie ma łatwe i szybkie rozpoznawanie punktów charakterystycznych w otoczeniu, znaków drogowych, tablic informacyjnych, nazw ulic i numerów domów.

Sprawne wykonanie powyższych zadań uzależnione jest między innymi od: warunków oświetleniowych panujących na drodze oraz w jej otoczeniu, występowania w polu widzenia kierowcy źródeł olśnienia, źródeł rozpraszających i przyciągających uwagę np. zewnętrzne reklamy elektroniczne (reklamy LED), własności geometrycznych i fotometrycznych przeszkód, warunków obserwacji oraz wydolności wzrokowej kierowców.

## **1.2. Zagrożenia powodowane przez zewnętrzne reklamy elektroniczne**

Reklamy zewnętrzne wpisały się już na trwałe w krajobraz polskich miast. Brak uregulowań prawnych określających lokalizację reklam zewnętrznych powoduje, że w każdym mieście można znaleźć miejsca, gdzie na małej powierzchni nagromadzona jest duża liczba reklam różnego typu. Powstaje w ten sposób wizualny bałagan w ciągu dnia, a po zapadnięciu zmroku dodatkowo widoczne są powierzchnie o bardzo różnych jaskrawościach.

Przykład dużego zagęszczenia reklam na bardzo małej powierzchni przedstawiono na rysunku 1.

Nośniki reklamowe tego typu charakteryzują się dużą powierzchnią i bardzo dużą jaskrawością – o wiele większą niż tradycyjne reklamy, różnicami w jaskrawości wyświetlanych treści oraz bardzo dynamiczną zmianą obrazów (video, animacje). Niejednokrotnie wprowadzają w błąd poprzez wyświetlanie treści, które swoim wyglądem i barwami przypominają znaki drogowe.



Rys. 1. Przykład dużego zagęszczenia reklam na bardzo małej powierzchni.  
Widok w ciągu dnia oraz w nocy

Zwykle lokalizowane są tak, aby przyciągnąć wzrok jak największej liczby kierowców np. skrzyżowania, rondo, główne arterie komunikacyjne w miastach. Zdarza się, że powierzchnie reklamowe znajdują się bezpośrednio na linii wzroku kierowcy (rys. 2.) lub stanowią mylące tło dla sygnalizacji drogowej (rys. 3.). Zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego powodowane przez wielkopowierzchniowe reklamy elektroniczne szerzej omówiono w literaturze [2, 3, 4].



Rys. 2. Przykład reklamy LED znajdującej się bezpośrednio na linii wzroku kierowcy



Rys. 3. Przykład reklamy LED stanowiącej mylące tło dla sygnalizacji drogowej

## **2. PILOTAŻOWE BADANIA WPŁYWU REKLAM ELEKTRONICZNYCH NA WYDOLNOŚĆ WZROKOWĄ KIEROWCÓW**

### **2.1. Opis stanowiska laboratoryjnego**

Obecnie, w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków MNiSW przeznaczonych na naukę, w Zakładzie Techniki Światłowej i Elektrotermii Politechniki Poznańskiej trwają prace badawcze zmierzające do ustalenia wymagań odnoszących się do reklam elektronicznych instalowanych w bliskim otoczeniu dróg. W celu zbadania wpływu reklam elektronicznych na wydolność wzrokową kierowców zbudowane zostało stanowisko laboratoryjne do badań subiektywnych. W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi statyczny symulator samochodu osobowego, symulator drogi, reklama elektroniczna oraz urządzenia kontrolno – sterujące.

Poglądowe zdjęcie przedstawiające wzajemne usytuowanie w laboratorium symulatora samochodu, symulatora drogi oraz reklamy elektronicznej pokazano na rysunku 4.

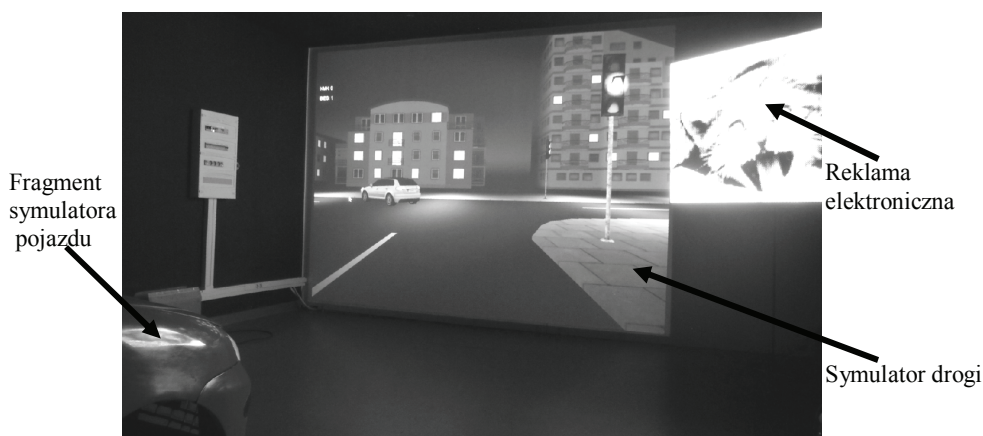
Szczegółowy opis poszczególnych elementów wchodzących w skład stanowiska laboratoryjnego omówiono w literaturze [5, 6, 7].

Dbając o jak najwierniejsze odtworzenie na stanowisku laboratoryjnym warunków widzenia występujących w rzeczywistym polu widzenia kierowców przeprowadzono badania rozkładów luminancji na wybranych drogach oraz w ich bezpośrednim otoczeniu. Szczegółowe wyniki pomiarów przedstawiono i omówiono w literaturze [6, 7].

Na podstawie wyznaczonych w rzeczywistych warunkach rozkładów luminancji możliwe było odtworzenie na stanowisku laboratoryjnym wartości średnich luminancji określonych powierzchni w wyświetlanej scenie drogowej np. luminancja jezdni, chodnika, budynków, świecących okien, witryn sklepowych, słupów oświetleniowych, pasów znajdujących się na jezdni, otoczenia drogi bez zabudowań, nieboskłonu.

Przykładowy rozkład luminancji na wyświetlanej drodze oraz w jej bezpośrednim otoczeniu przedstawiono na rysunku 5.

Skalibrowane i odpowiednio przygotowane stanowisko laboratoryjne umożliwia przeprowadzenie badań wpływu reklam elektronicznych na wydolność wzrokową obserwatorów. Ocena wydolności wzrokowej kierowców możliwa jest na podstawie czasu reakcji osoby badanej na określone zdarzenie drogowe zaistniałe w miejscach ze świecącymi reklamami elektronicznymi oraz bez reklam. System sterujący – kontrolny umożliwia rejestrację czasu reakcji oraz rodzaju reakcji np. hamowanie, skręt kierownicą, kolizja z przeszkodą lub z otoczeniem. Reakcja obserwatora na wszystkie zdarzenia drogowe rejestrowana jest z dokładnością do 1 ms i zapisywana tzw. rejestrze zdarzeń.



Rys. 4. Zdjęcie poglądowe wzajemnego usytuowania symulatora pojazdu, symulatora drogi oraz reklamy elektronicznej



Rys. 5. Rozkład luminancji na wyświetlanym odcinku drogi oraz w jej bezpośrednim otoczeniu

## 2.2. Opis procedury badawczej

Celem prowadzonych badań pilotażowych była weryfikacja przyjętej metody badawczej. Zadaniem osób badanych było przejechanie bezkolizyjne i zgodne z zasadami ruchu drogowego przez wirtualne miasto w kierunku na Poznań. Na trasie przejazdu znajdowały się na jezdni przeszkody różnego typu: pieszy, piłka leżąca na ziemi, piłka podskakująca w miejscu (piłka w ruchu).

Na początku badania każdy obserwator poinformowany został o celu i sposobie przeprowadzenia eksperymentu. Ze względu na zachowanie jak najbardziej obiektywnego charakteru badań i dostarczenia tej samej liczby informacji,

obserwatorzy wszystkie informacje mieli odczytane przez osobę prowadzącą eksperyment. Po fazie przygotowawczej każdorazowo przystępowano najpierw do przejazdu trasami testowymi. Przejazd trasą pierwszą miał na celu zapoznania się z właściwościami jezdni symulatora samochodu oraz sposobem poruszania się po wirtualnym mieście. Przejazd trasą testową nr 2 wzbogacony został o przeszkody pojawiające się na drodze oraz o inne samochody znajdujące się na drodze. Właściwa część eksperymentu składała się z przejazdów osoby badanej czterema trasami, na których znajdowały się przeszkody na pasie ruchu zarówno w miejscach ze świecącymi reklamami oraz bez reklam. Na każdej z czterech tras zapalające się reklamy posiadały inny poziom luminancji. Wstępnie przyjęto poziomy luminancji: na trasach nr 1 - 1200 cd/m<sup>2</sup>, nr 2 - 150 cd/m<sup>2</sup> oraz kolejnych - 300 cd/m<sup>2</sup> i 600 cd/m<sup>2</sup>. Ponadto na każdej trasie przejazdu rozmieszczono reklamy, które miały za zadanie zmylić czujność kierowcy. Zapalanie tych reklam w żaden sposób nie było brane pod uwagę przy ocenie czasu reakcji kierowcy.

Ze względu na zachowanie tych samych warunków dla oceny wpływu luminancji reklam na czas reakcji osoby badanej, trasy zostały tak zaprojektowane, aby składały się z tej samej liczby skrętów, skrzyżowań, odcinków prostych wyświetlanych w dokładnie tej samej kolejności, ale z różną scenarią otoczenia (inny wygląd budynków). Miejsce występowania reklam elektronicznych, pojawienia się przeszkód oraz ich rodzaj były dokładnie takie same na każdej z czterech tras. Z uwagi na konieczność jednoznacznego określenia czasu wystąpienia potencjalnie niebezpiecznego zdarzenia na drodze, a tym samym jednoznacznego określenia czasu reakcji na zdarzenie, wprowadzono pojawienie się przeszkody na pasie ruchu w sposób natychmiastowy, bez wcześniejszego ruchu przeszkody w kierunku drogi.

W trakcie przeprowadzania eksperymentu pomiędzy drugim i trzecim przejazdem trasami podstawowymi osoby badane miały krótką przerwę, w trakcie której przeprowadzane były badania psychologiczne obserwatorów. Po zakończonej części pomiarowej na symulatorze pojazdu obserwatorzy wypełniali kwestionariusz osobowy, zawierający podstawowe informacje demograficzne oraz poddawani byli dalszym badaniom psychomotorycznym i badaniu ostrości widzenia. Celem badań psychomotorycznych było uzyskanie informacji na temat ogólnego stanu psychicznego oraz zdolności motorycznych osób badanych.

### **2.3. Wyniki i analiza badań laboratoryjnych**

Do badań pilotażowych przystąpiło 7 wolontariuszy w wieku od 29 – 44 lat. Dwóch spośród nich nie ukończyło pełnego cyklu badań. U obserwatorów wystąpiły objawy choroby symulatorowej. Opis typowych objawów choroby symulatorowej przedstawiono w literaturze [8, 9, 10].

W tabeli 2.1. zamieszczono obliczone średnie czasy reakcji  $t_{rsr}$  w [ms] obserwatorów na przeszkody pojawiające się na drodze w trakcie przejazdu testowego oraz w trakcie przejazdu czterema trasami podstawowymi.

W tabeli 2.2. statystykę dotyczącą średniego czasu przejazdu, przestrzegania przepisów ruchu drogowego oraz całkowitą liczbę kolizji z przeszkodami dla przejazdów trasami podstawowymi.

Tabela 2.1. Zestawienie średnich czasów reakcji obserwatorów  $t_{rsr}$  na pojawienie się przeszkody na drodze

Nr obserwatora	Czas reakcji obserwatorów na pojawienie się przeszkody na drodze					
	$t_{rsr}$ [ms]					
	Przejazd testowy	Otoczenie drogi w miejscu pojawienia się przeszkody na drodze				
bez reklamy		Reklama 150 cd/m <sup>2</sup>	Reklama 300 cd/m <sup>2</sup>	Reklama 600 cd/m <sup>2</sup>	Reklama 1200 cd/m <sup>2</sup>	
1	1009	1054	1036	1247	975	1194
2	900	732	724	736	728	758
4	1044	783	797	761	692	872
5	1011	906	823	794	766	819
7	900	729	755	812	775	686

Tabela 2.2. Zestawienie średniego czasu przejazdu, liczby przejazdów przez skrzyżowania na czerwonym świetle, liczby przekroczenia ograniczenia prędkości oraz liczby kolizji z przeszkodami dla poszczególnych obserwatorów

Nr obserwatora	Średni czas przejazdu w [s]	Liczba przejazdów na czerwonym świetle	Liczba przekroczeń ograniczenia prędkości	Liczba kolizji z przeszkodami
1	519	3	17	7
2	772	1	5	3
4	762	0	4	7
5	773	1	9	9
7	678	1	6	1

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że:

- Dokładność i zaangażowanie obserwatorów miały duży wpływ na ich czasy reakcji na pojawienie się przeszkody na drodze. Obserwator nr 1 najszybciej z pośród badanych przejechał wszystkie trasy podstawowe, ale popełnił największą liczbę błędów w trakcie jazdy oraz uzyskał najgorsze czasy reakcji.
- U obserwatorów zauważyć można było wystąpienie efektu uczenia się jazdy na symulatorze. Czasy reakcji wszystkich obserwatorów na pojawienie się przeszkody na trasie testowej były dłuższe niż w trakcie przejazdów trasami

podstawowymi. Wystąpienie efektu uczenia zaobserwować można było także podczas przejazdów trasami podstawowymi. Przejazd kolejnymi trasami trwał prawie we wszystkich przypadkach krócej.

- U wszystkich obserwatorów można było zauważyć efekt próby przewidywania zdarzenia w przypadku zauważenia pojawiania się reklamy na ekranie LED. Po pojawieniu się pierwszej przeszkody na drodze, gdy w otoczeniu drogi świeciła reklama elektroniczna, przy kolejnych obserwatorzy zwalniali i oczekiwali wystąpienia podobnego zdarzenia. Zjawisko to było widoczne do tego stopnia, że większość obserwatorów była zaskoczona (znacząco dłuższy czas reakcji lub bardzo częsta kolizja z przeszkodą) pojawieniem się na drodze ostatniej przeszkody bez występowania reklamy w otoczeniu drogi.
- U kilku obserwatorów zauważyć można było zdecydowanie dłuższy czas reakcji na przeszkodę będącą piłką podskakującą w miejscu. Tłumaczyć to można odmiennym charakterem tej przeszkody od dwóch pozostałych.
- U dwóch obserwatorów (nr 4 i 5) zauważyć można było efekt zmęczenia i znużenia jazdą na symulatorze. W trakcie ostatniego przejazdu wzrosła liczba popełnionych błędów.

Badania pilotażowe przeprowadzone zostały na bardzo małej liczbie obserwatorów, dlatego też niemożliwe było na tym etapie sformułowanie ogólnych wniosków dotyczących wpływu reklam elektronicznych na wydolność wzrokową.

### 3. PODSUMOWANIE

Badania pilotażowe wpływu reklam elektronicznych na wydolność wzrokową kierowców przeprowadzone zostały w celu zweryfikowania przyjętej metodyki badań. W trakcie analizy wyników badań oraz obserwacji poczynionych podczas trwania eksperymentu stwierdzono konieczność wprowadzenia pewnych modyfikacji oraz zmian zarówno w symulatorze drogi, sterowaniu sposobem i prędkością wyświetlanych treści na reklamie elektronicznej, symulatorze samochodu oraz w samej procedurze badań.

- Zmiany w symulatorze drogi powinny obejmować: wprowadzenie psa jako kolejnej przeszkody, obniżenie wysokości horyzontu na wyświetlanym obrazie, zwiększenie kontroli nad zachowaniami pozostałych uczestników ruchu oraz przechodniów, wprowadzenie przejść dla pieszych przed skrzyżowaniami typu „T” oraz przechodnia, który się po nich porusza, polepszenie czytelności tablic informujących o kierunku jazdy, zmiany w zakresie otoczenia drogi np. zmiana odstępów pomiędzy słupami oświetleniowymi, zmiana rozkładu luminancji na budynkach, wprowadzenie ruchu obrazu przy hamowaniu i ruszaniu oraz przechylania się na zakrętach, uzyskując w ten sposób symulację efektu przechylania się samochodu, dopasowanie kąta widzenia obserwatora znajdującego się w symulatorze pojazdu z kątem widzenia wyświetlanego obrazu.



- Zmiany w zakresie sterowania wyświetlanymi treściami na reklamie elektronicznej powinny dotyczyć przede wszystkim całkowitego uzależnienia wyświetlania obrazu na ekranie LED od prędkości jazdy obserwatora i występujących zdarzeń mających miejsce w trakcie przejazdu zadaną trasą.
- Zmiany w pracy symulatora samochodu powinny zmierzać w kierunku kalibracji układu jezdnego symulatora i efektów dźwiękowych uwzględniającej w większym stopniu subiektywne odczucia osób badanych.
- Zmiany w procedurze badawczej powinny przede wszystkim polegać na skróceniu czasu eksperymentu poprzez ograniczenie liczby tras – jedna trasa testowa oraz dwie trasy podstawowe, modyfikacji układu trasy – mniej skrzyżowań typu „T”, wprowadzeniu większej liczby odcinków prostych, wyświetlaniu reklam o wszystkich badanych poziomach luminancji w trakcie przejazdu jedną trasą, zwiększeniu różnorodności w wyświetlanych treściach reklamowych, zwiększeniu liczby reklam, wyeliminowaniu piłki podskakującej w miejscu (piłki w ruchu) jako przeszkody, umieszczaniu przeszkód pomiędzy środkiem pasa ruchu, a środkiem drogi, wprowadzeniu przerwy relaksacyjne pomiędzy trasami podstawowymi.

Wprowadzenie powyższych zmian w znacznym stopniu przyczyni się do dostosowania warunków laboratoryjnych do rzeczywistych warunków drogowych oraz zwiększenia możliwości obiektywnej oceny wpływu reklam elektronicznych na wydolność wzrokową kierowców.

## LITERATURA

- [1] CIE Publication no 100 – 1992: Fundamentals of the visual task of night driving.
- [2] Wandachowicz K, Zalesińska M, Domke K., Mroczkowska S., Skrzypczak P.: Wielkopowierzchniowe reklamy z diodami świecącymi a bezpieczeństwo ruchu drogowego. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, Nr 4/2011, s. 73 – 77.
- [3] Domke K, Wandachowicz K, Zalesińska M, Mroczkowska S., Skrzypczak P.: Digital billboards and road safety. In: Lighting in Engineering, Architecture and the Environment, ed. Domke K., Brebbia C.A., WIT PRESS 2011, Southampton, Boston, ISBN: 978-1-84564-550-2, pp. 119-131.
- [4] K. Domke, K. Wandachowicz, M. Zalesińska, S. Mroczkowska, P. Skrzypczak, Large-sized digital billboards hazard, Design & Nature and Ecodynamics. Vol. 7, No. 4 (2012) 367–380, ISSN: 1755-7437 (paper format), ISSN: 1755-7445 (online), <http://journals.witpress.com>.
- [5] Zalesińska M., Wandachowicz K.: Badanie reklam zewnętrznych z diodami świecącymi za pomocą miernika rozkładu luminancji. Poznan University of Technology, Academic Journals, Electrical Engineering, Issue 69, Poznań 2012, s. 275-282, ISSN 1897-0737.

- [6] Zalesińska M., Wandachowicz K., Research of luminance distribution in driver's field of view in the places where electronic billboards exists. LUMEN V4 IV Lighting Conference of the Visegrad Countries, Bratislava, 26-28. 09.12, ISBN 978-80-89275-32-8 EAN 9788089275328, p. 146-153.
- [7] Zalesińska M., Wandachowicz K., Odtworzenie na stanowisku laboratoryjnym rozkładów luminancji występujących w polu widzenia kierowców, XXI Krajowa Konferencja Oświetleniowa, Technika Świetlna' 2012, 22-23.11.2012, Warszawa, ISSN 1506-6223, s. 132-135.
- [8] Lozia Z.: Symulatory jazdy samochodem. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 2008.
- [9] Biernacki M., Dziuda Ł.: Choroba symulatorowa jako realny problem badań na symulatorach. Medycyna Pracy, 63(3) s. 377-388.
- [10] [www.ciop.pl/22384.html](http://www.ciop.pl/22384.html) (dostęp 31.01.2013).

*Praca w latach 2011-2013 finansowana ze środków MNiSW przeznaczonych na naukę w ramach projektu badawczego własnego nr N N510 666140.*

#### **INITIAL RESEARCH IMPACT ELECTRONIC BILLBOARDS ON VISUAL PERFORMANCE OF DRIVERS IN LABORATORY USING VEHICLE SIMULATOR**

In city traffic the driver's visual task is not limited only to observe the road. For the smooth and safe driving are also important visual informations from the immediate surroundings. In the view of the driver may be with objects a different luminance such as shop windows, traditional, electronic billboards. Too high luminance area located in the vicinity of the road, especially at night, can influence the lower visual performance of drivers. Special hazards are electronic billboards, which in addition to very high luminance also have a large or very large area, advertising contents are highly dynamic (animations, video), and high-contrast luminance and color contrasts.

This paper will present the preliminary results of laboratory tests of a simulator vehicle. Of the analysis of results and discussion of the research method used.