

## Odtworzenie na stanowisku laboratoryjnym rozkładów luminancji występujących w polu widzenia kierowców

**Streszczenie.** Reklamy LED instalowane w sąsiedztwie ulic stanowią potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego. W celu ustalenia wpływu reklam LED na wydolność wzrokową kierowców zbudowane zostało stanowisko laboratoryjne do badań subiektywnych. Na stanowisku laboratoryjnym odtworzone zostały typowe rozkłady luminancji występujące w polu widzenia kierowców w ruchu miejskim. W dalszym etapie prac badawczych przeprowadzone zostaną zmierzające do ustalenia wymagań w odniesieniu do tego typu reklam.

**Abstract.** Electronic billboards installed in the vicinity of streets are a potential risk to road safety. In order to determine the impact of billboards on the visual performance of drivers, the laboratory test bed was built. On the laboratory were reconstructed typical luminance distributions in driver's field of view in urban space. In the next stage of the research studies will be determine the requirements for this type of billboards. **(Reconstitution in the laboratory luminance distributions occurring in the field of driver's vision).**

**Słowa kluczowe:** rozkłady luminancji w polu widzenia kierowcy, reklamy elektroniczne, bezpieczeństwo w ruchu drogowym.

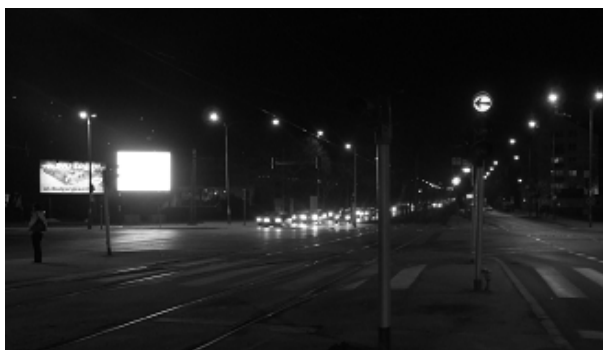
**Keywords:** luminance distributions in the field of driver's vision, digital billboards, road safety.

doi:10.12915/pe.2014.01.72

### Wstęp

Reklamy elektroniczne (reklamy z diodami świecącymi, reklamy LED) wpisały się już na trwałe do krajobrazu wielu polskich miast. Ze względu na liczne grono potencjalnych odbiorców właściciele reklam instalują je przede wszystkim na skrzyżowaniach, rondach oraz w bliskim sąsiedztwie dróg o dużym natężeniu ruchu. Reklamy elektroniczne charakteryzują się zazwyczaj dużą powierzchnią, bardzo dużą luminancją, o wiele większą niż tradycyjne reklamy i bardzo dynamiczną zmianą wyświetlanych obrazów (video, animacje) [1, 2, 3].

Przykład reklamy z diodami świecącymi o bardzo dużej jaskrawości w porównaniu z reklamami tradycyjnymi przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Porównanie jaskrawości reklamy elektronicznej oraz tradycyjnej

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. Zatem w polu widzenia kierowcy znajdują się obiekty o różnej luminancji. Jaskrawość postrzeganych powierzchni zależy między innymi od warunków adaptacyjnych, a więc od rozkładu luminancji w otoczeniu. Po zapadnięciu zmroku luminancja drogi i jej otoczenia jest znacznie mniejsza od luminancji powierzchni reklam elektronicznych. Reklamy te, będąc potencjalnym źródłem oślnienia przeszkadzającego, stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Jak dotąd w Polsce nie ma żadnych obowiązujących wymagań i zaleceń stawianych tego typu reklamom [1, 2, 3]. Obecnie prowadzone są prace badawcze

zmierzające do ustalenia wymagań, odnoszących się do reklam elektronicznych instalowanych w bliskim otoczeniu dróg. W tym celu zbudowane zostało stanowisko laboratoryjne do badań subiektywnych, na którym podjęto próbę odtworzenia jak najwierniejszych warunków panujących na drodze w porze nocnej. W warunkach terenowych pomierzone zostały rozkłady luminancji występujące na powierzchni dróg drodze oraz w bezpośrednim otoczeniu dróg zlokalizowanych w różnych przestrzeniach miejskich. Na podstawie wykonanych pomiarów przeprowadzono kalibrację stanowiska pod względem rozkładów luminancji odtwarzanych w warunkach laboratoryjnych.

### Badanie rozkładów luminancji w otoczeniu dróg

W celu wyznaczenia rozkładów luminancji najczęściej występujących w polu widzenia kierowcy przeprowadzono w Zakładzie Techniki Światłnej i Elektrotermii Politechniki Poznańskiej badania terenowe na wybranych ulicach Poznania oraz Wrocławia [4, 5]. Wyselekcjonowane do badań ulice podzielono na trzy kategorie. Pierwsza kategoria obejmowała ulice, charakteryzujące się zwartą zabudową, druga – ulice, gdzie występowała niewielka liczba zabudowań, zwykle odsuniętych od skraju drogi oraz trzecia kategoria – ulice miejskie ważne dla ruchu samochodowego, bez zabudowań.

Przykładowy rozkład luminancji występujący w polu widzenia kierowcy przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Rozkład luminancji na drodze z przewagą zwartej zabudowy oraz w jej bezpośrednim otoczeniu

Na podstawie pomierzonych rozkładów luminancji wyznaczono zakresy średnich luminancji  $\Delta L_{sr}$  powierzchni otaczających drogę. Wyznaczono rozkłady luminancji na powierzchniach takich jak: jezdnia, chodniki, elewacja i świecące okna budynków, witryny sklepowe, trawniki, drzewa (krzewy), niezabudowane otoczenie drogi, nieboskłon, znaki drogowe i tablice informacyjne.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów średnich luminancji  $\Delta L_{sr}$  na drodze oraz powierzchni otaczających drogę

Lp.	Rozpatrywana powierzchnia	Ulica z przewagą zwartej zabudowy	Ulica z niewielką liczbą zabudowań	Ulica bez zabudowań
		$\Delta L_{sr}$ [cd/m <sup>2</sup> ]		
1	jezdnia	1,3 ÷ 3,7	0,9 ÷ 1,9	0,9 ÷ 3,1
2	chodnik	1,3 ÷ 3,2	0,9 ÷ 2,4	0,5 ÷ 2,4
3	elewacja budynku	0,7 ÷ 2,6	0,7 ÷ 0,8	-
4	świecące okna budynków	5,3 ÷ 27,7	-	-
5	witryny sklepowe	2,1 ÷ 40,8	-	-
6	trawniki	1,0 ÷ 1,4	0,2 ÷ 0,8	0,2 ÷ 0,8
7	drzewa (krzewy)	0,3 ÷ 0,8	0,3 ÷ 0,6	0,2 ÷ 0,6
8	niezabudowane otoczenie drogi	-	0,1 ÷ 0,5	0,1 ÷ 0,5
9	nieboskłon	0,2 ÷ 0,4	0,2 ÷ 0,3	0,1 ÷ 0,2
10	znaki drogowe, tablice informacyjne	1,1 ÷ 4,8	0,5 ÷ 2,6	0,3 ÷ 2,6
11	reklamy tradycyjne (oświetlane z zewnątrz)	7 ÷ 67		
12	reklamy tradycyjne (prześwietlane od wnętrza)	106 ÷ 360		

### Stanowisko laboratoryjne do badań subiektywnych wpływu reklam elektronicznych na bezpieczeństwo w ruchu drogowym

W laboratorium fotometrycznym o długości – 5,80 m, szerokości – 5,40 m i wysokości 2,90 m zbudowane zostało stanowisko do badań wpływu reklam elektronicznych na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi symulator samochodu, symulator drogi, reklama elektroniczna oraz urządzenia sterujące, takie jak stanowisko komputerowe.

Symulator samochodu zbudowany został na bazie rzeczywistego samochodu z wbudowanym zestawem, wykorzystywanym w grach komputerowych, a umożliwiającym kierowanie pojazdem oraz kontrolę zachowań obserwatora w trakcie trwania testu - kierownica, pedały, drążek zmiany biegów (Logitech G27 Racing Wheel).

Zewnętrzny wygląd symulatora pojazdu przedstawiono na rys. 3. Wygląd wnętrza symulatora przedstawiono na rys. 4. Symulator drogi zbudowany został z ekranu o wymiarach 3,90 × 2,90 m, na którym wyświetlana jest za pomocą rzutnika droga wraz z jej bezpośrednim otoczeniem.

Do wyświetlania symulacji drogi zastosowano rzutnik, którego strumień świetlny tworzący obraz na ekranie, według danych katalogowych, wynosił 5000 lm. Dzięki temu uzyskać można maksymalną luminancję ekranu wynoszącą około 115 cd/m<sup>2</sup>. Szacowana na etapie prac przygotowawczych, maksymalna wartość luminancji ekranu, umożliwiła odtworzenie większości zakresów luminancji zmierzonych na drodze i w jej bezpośrednim otoczeniu (patrz tabela 1).



Rys. 3. Wygląd zewnętrzny symulatora samochodu wchodzącego w skład stanowiska laboratoryjnego



Rys. 4. Wygląd wnętrza symulatora samochodu

W trakcie tworzenia symulacji drogi starano się jak najwierniej odtworzyć typowe zadania wzrokowe oraz psychomotoryczne kierowcy związane z kierowaniem pojazdu w ruchu miejskim. Zamodelowane zostały droga dwujezdniowa (odcinek prosty, łuki) oraz skrzyżowania dróg dwujezdniowych o różnym typie zabudowy. W trakcie wyświetlanej symulacji w ruchu drogowym mogą uczestniczyć także inne pojazdy nadjeżdżające z przeciwka, jak i znajdujące się na tym samym pasie ruchu.

Na drodze lub w jej bezpośrednim otoczeniu mogą znajdować się przeszkody typu piłka wpadająca na drogę, pieszy wkraczający na drogę, prostopadłościenny obiekt leżący na drodze, hamujący samochód przed pojazdem obserwatora.

Przykładowe symulacje drogi i jej otoczenia przedstawiono na rysunku 5 i rysunku 6.



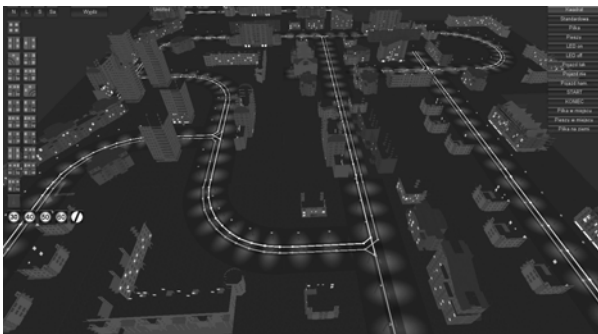
Rys. 5. Wygląd przykładowego prostego odcinka drogi



Rys. 6. Wygląd przykładowego skrzyżowania ulic

Trasa, jaką ma do pokonania obserwator składa się z modułów, które można dowolnie zestawiać, tworząc tym samym pewnego rodzaju mapę miasta. Na zbudowanej trasie przejazdu, w dowolnym miejscu trasy, możliwe jest wprowadzenie przeszkody oraz ograniczeń prędkości jazdy.

Przykład tworzenia trasy przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Przykład tworzenia mapy miasta

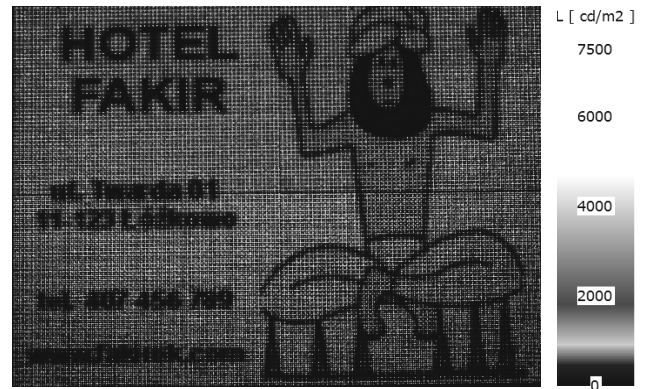
Mając na uwadze ograniczone możliwości odtworzenia na wyświetlanym z projektora obrazie drogi zakresów luminancji powyżej  $115 \text{ cd/m}^2$  zdecydowano się na umieszczenie na stanowisku badawczym rzeczywistego modułu reklamy elektronicznej.

Do przebadania wpływu reklamy na proces prowadzenia samochodu wykorzystana została reklama elektroniczna o wymiarach  $1,54 \times 1,15 \text{ m}$  wykonana w technologii 2R1G1B. Ekran LED w momencie dokonywania zakupu posiadała najwyższą rozdzielczość wśród reklam zewnętrznych, które posiadały możliwość wyświetlania pikseli wirtualnych. Rozstaw pikseli rzeczywistych wynosi  $12 \text{ mm}$ , pikseli wirtualnych  $6 \text{ mm}$ . Rozdzielczość rzeczywista ekranu wynosi 128 pikseli na 96 pikseli, a wirtualna 256 pikseli na 192 piksele. Reklama elektroniczna posiada według deklaracji producenta luminancję większą od  $7500 \text{ cd/m}^2$ .

Przed zainstalowaniem reklamy na stanowisku laboratoryjnym przeprowadzono badania jej właściwości fotometrycznych, na podstawie których wyznaczono między innymi wartość luminancji maksymalnej wynoszącą  $8300 \text{ cd/m}^2$ . Zmierzona wartość potwierdza możliwość odtworzenia luminancji reklam elektronicznych powszechnie instalowanych w okolicach dróg [1, 2, 3].

Szczegółowe omówienie wyników pomiarów zamieszczono w publikacji [6].

Przykładowy rozkład luminancji zasymulowany na reklamie LED na omawianym stanowisku laboratoryjnym przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Rozkład luminancji na powierzchni reklamy LED zainstalowanej na stanowisku laboratoryjnym

Przykładowy wygląd symulatora drogi wraz z usytuowaniem w polu widzenia kierowcy reklamy elektronicznej przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Wygląd symulatora drogi wraz z usytuowaniem w polu widzenia kierowcy reklamy elektronicznej

Także ze względu na ograniczone możliwości odtworzenia luminancji typowych opraw oświetlenia drogowego w kabine symulatora samochodu zamieszczone zostało zastępcze źródło oświetlenia przeszkadzającego. Źródłem tym jest dioda elektroluminescencyjna wytwarzająca, w przyjętej geometrii wyświetlania obrazu drogi, natężenie oświetlenia na oku obserwatora wynoszące  $4,2 \text{ lx}$ . Wartość ta została tak dobrana, aby zgodnie z wymaganiami normy [7], dla założonej klasy oświetleniowej ME3a, względny przyrost wartości progowej TI nie był większy od 15%.

#### Kalibracja stanowiska laboratoryjnego

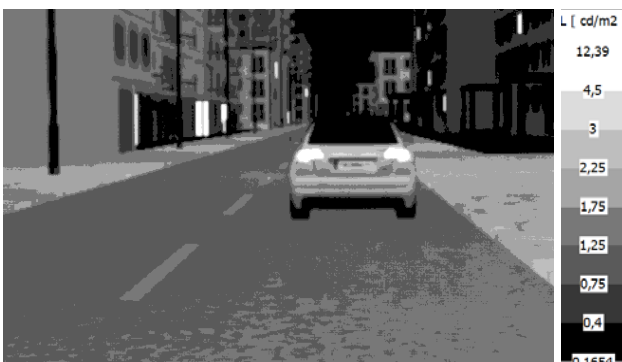
Na podstawie wyznaczonych w rzeczywistych warunkach rozkładów luminancji możliwe było odtworzenie na stanowisku laboratoryjnym wartości średnich luminancji określonych powierzchni w wyświetlanej scenie drogowej np. luminancja jezdni, chodnika, budynków, świecących okien, witryn sklepowych, słupów oświetleniowych, pasów znajdujących się na jezdni, otoczenia drogi bez zabudowań, nieboskłonu. Kalibracja symulatora drogi pod względem odtwarzanych luminancji w polu widzenia obserwatora przeprowadzona była poprzez zmianę, w menu ustawień, współczynników mających wpływ na luminancję określonych elementów symulatora drogi i pomiarze rozkładu luminancji wyświetlanego obrazu.

Wygląd menu ustawień w symulatorze drogi przedstawiono na rysunku 11.

Przykładowy rozkład luminancji na wyświetlanej drodze oraz w jej bezpośrednim otoczeniu przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 11. Wygląd menu ustawień w symulatorze drogi



Rys. 12. Rozkład luminancji naświetlanym odcinku drogi oraz jej bezpośrednim otoczeniu

Rozkład luminancji w widzeniu peryferyjnym zasymulowano poprzez oświetlenie bocznych ścian laboratorium liniami LED przesłoniętymi mlecznymi płytami rozpraszającymi oraz przeświecalnymi szarymi zasłonami. Zastosowane diody oraz ich sterowanie umożliwiło uzyskanie stałej wartości luminancji średniej wynoszącej  $4,5 \text{ cd/m}^2$  oraz zmiennej luminancji symulującej ruch pojazdu względem otoczenia (okien, witryn) wynoszącej  $14 \text{ cd/m}^2$ .

W trakcie kalibracji stanowiska laboratoryjnego wprowadzono założenie upraszczające i nie uwzględniono rzeczywistych luminancji reflektorów samochodowych. Założono, że dodatkowi uczestnicy ruchu drogowego zostali wprowadzeni tylko w celu zasymulowania zadania wzrokowego i psychomotorycznego związanego z prowadzeniem samochodu w ruchu miejskim.

#### Podsumowanie

Na zbudowanym stanowisku laboratoryjnym planowane jest przeprowadzenie badań subiektywnych, których celem będzie ustalenie wymagań odnoszących się m.in. do reklam elektronicznych, które stanowią potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Zaplanowany eksperyment polegał będzie na kilkunastominutowej jeździe określoną trasą zgodnie z obowiązującymi przepisami kodeksu drogowego. W trakcie wykonywania typowych zadań związanych z prowadzeniem pojazdu w ruchu

miejskim na drodze występować będą różne, nieprzewidziane zdarzenia drogowe. Dla wybranych, z góry zaplanowanych, zdarzeń mierzony będzie czas reakcji obserwatora na pojawiające się zagrożenie na drodze zarówno w miejscach, gdzie nie będzie występowała świecąca reklama elektroniczna w pobliżu drogi oraz w miejscach, gdzie wyświetlany będzie obraz na ekranie LED.

Autorzy artykułu uważają, że tak zbudowane stanowisko do badań subiektywnych uwzględni wiele czynników mających wpływ na prowadzenie pojazdu, a tym samym umożliwi odtworzenie w warunkach laboratoryjnych warunków występujących na drodze.

Na podstawie badań subiektywnych, jakie zaplanowane są do przeprowadzenia na tym stanowisku możliwe będzie ustalenie wymagań jakie powinny być stawiane reklamom z diodami świecącymi aby ograniczyć ich negatywny wpływ na proces kierowania samochodem.

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

#### LITERATURA

- [1] 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, 119-131.
- [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, R.87 Nr 4/2011, 73 – 77.
- [3] Domke K., Wandachowicz K., Zalesińska M., Mroczkowska S., Skrzypczak P., Large-sized digital billboards hazard, Design & Nature and Ecodynamics. Vol. 7, No. 4 (2012) pp.367–380, ISSN: 1755-7437 (paper format), ISSN: 1755-7445 (online), <http://journals.witpress.com>
- [4] 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 September 2012, Proceedings ISBN 978-80-89275-32-8 EAN 9788089275328, 146-153.
- [5] Zalesińska M., Wandachowicz K.: Examination of luminance distributions in the field of Vision of drivers in locations with LED billboards. Przegląd Elektrotechniczny R.89 Nr 8/2013 s. 270 – 273, ISSN 003-2097
- [6] 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, ISSN 1897-0737, 275-282.
- [7] PN – EN 13201:2007. Oświetlenie dróg.

#### Autorzy:

*Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej, ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań:*

*dr inż. Małgorzata Zalesińska,*  
*E-mail: [Malgorzata.Zalesinska@put.poznan.pl](mailto:Malgorzata.Zalesinska@put.poznan.pl)*

*dr inż. Krzysztof Wandachowicz,*  
*E-mail: [Krzysztof.Wandachowicz@put.poznan.pl](mailto:Krzysztof.Wandachowicz@put.poznan.pl)*