

## Zasady oświetlenia roweru determinowane jakością widzenia oraz wymogami prawnymi obowiązującymi na terenie Unii Europejskiej

**Streszczenie.** W ostatnich latach zaobserwowano gwałtowny wzrost popularności użytkowania roweru jako środka transportu. Pojazd ten wykorzystywany jest w różnorodnych warunkach pogodowych oraz oświetleniowych, co między innymi wpływa na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego. Niniejszy artykuł zawiera analizę wymagań, dotyczących obowiązkowego wyposażenia roweru w sprzęt oświetleniowy, obowiązujących na terenie poszczególnych krajów UE. W artykule wykazano również istnienie wpływu zasad oświetlenia roweru i jakości widzenia na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego, mierzone liczbą śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów.

**Abstract.** In recent years it has been observed the rise in popularity of use of the bicycle in transportation. The user of the bicycle should be aware that in the EU countries, there are different rules in mandatory requirements for bicycle lighting equipment. The article contains an analysis of the requirements of the mandatory lighting bicycle equipment in different EU countries. The article also revealed the existence of the impact of bicycle lighting rules and quality of vision on the safety of road users, in particular country. **(Bicycle lighting regulations determined by the quality of vision as well as the European Union legal requirements).**

**Słowa kluczowe:** rower, sprzęt oświetleniowy, lampy rowerowe, oświetlenie pozycyjne, elementy odbłaskowe

**Keywords:** bicycle, lighting equipment, bicycle lamps, headlamps, reflective elements

doi:10.12915/pe.2014.11.64

### Wstęp

W 1885 r. John Kemp Starley skonstruował pierwowzór dzisiejszych rowerów tj. pojazd który nazwał „Rover Safety Cycle”. Do konstrukcji tej, od lat 90 XIX wieku nie wprowadzono zasadniczych zmian, a jedynie wprowadzono szereg udoskonaleń mających na celu poprawę jakości jego użytkowania i bezpieczeństwa użytkowników. Od początku istnienia pojazdów napędzanych mechanicznie, jak i za pomocą ludzkich mięśni, widziano potrzebę oświetlania drogi oraz pojazdu w warunkach niewystarczającej widoczności. Duża popularność rowerów skutkuje tym, że poszczególne kraje UE regulują przepisami warunki ich użytkowania. Przepisy te uwzględniają między innymi fakt, że rower wykorzystywany jest w różnych warunkach pogodowych oraz oświetleniowych. Na terenie Unii Europejskiej problem bezpieczeństwa ruchu drogowego należy do jednego z najważniejszych zagadnień społecznych. Zmniejszenie liczby ofiar wśród użytkowników dróg, stanowi kluczowy czynnik w zakresie poprawy systemu transportowego w Europie. Parlament Europejski w swoim dokumencie „W kierunku europejskiego obszaru bezpieczeństwa ruchu drogowego: kierunki polityki bezpieczeństwa ruchu drogowego na lata 2011÷2020” wzywa państwa członkowskie, aby do 2020 roku zmniejszyły o połowę liczbę śmiertelnych ofiar wypadków drogowych. Wyniki badań epidemiologicznych wykazują, że jazda na rowerze po zapadnięciu zmroku jest związana z wyższym ryzykiem wypadków niż jazda na rowerze w ciągu dnia [1]. Wynika to z gorszej widoczności rowerzysty na drodze jak również ma związek z pogorszeniem jakości widzenia kierującego rowerem w ciemności. Pogorszenie to wynika, z faktu że poziom luminancji, jest bardzo ważnym czynnikiem zewnętrznym warunkującym postrzeganie otoczenia. Ponadto kontrast między bodźcem a tłem oraz czas obserwacji bodźca wpływają na jakość widzenia.

### Wpływ jakości oświetlenia na zaistnienie kolizji drogowych z udziałem rowerzystów

Kierowcom, w warunkach zmierzchowych oraz nocnych tj. przy słabym oświetleniu, częściej zdarza się nieprawidłowe oszacowanie odległości i prędkości niż podczas dnia, co może być przyczyną kolizji drogowych. Badania Wood'a i współpracowników wykazały również, że

dodatkowo rowerzyści przeceniają swoją własną widoczność na drodze, w nocy dla innych użytkowników ruchu drogowego oraz nie doceniają roli właściwego oświetlenia roweru [2]. W związku z tym, istotnym zagadnieniem staje się określenie zasad oświetlenia roweru i ich wpływu na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego. Wpływ oświetlenia roweru na bezpieczeństwo ruchu drogowego jest związany zasadniczo z dwoma zagadnieniami. Po pierwsze powstaje pytanie w jaki sposób można zwiększyć liczbę rowerzystów korzystających z oświetlenia rowerowego. Drugim istotnym zagadnieniem jest zdefiniowanie wymagań świetlnno-optycznych, dotyczących używanego w rowerach sprzętu oświetleniowego.

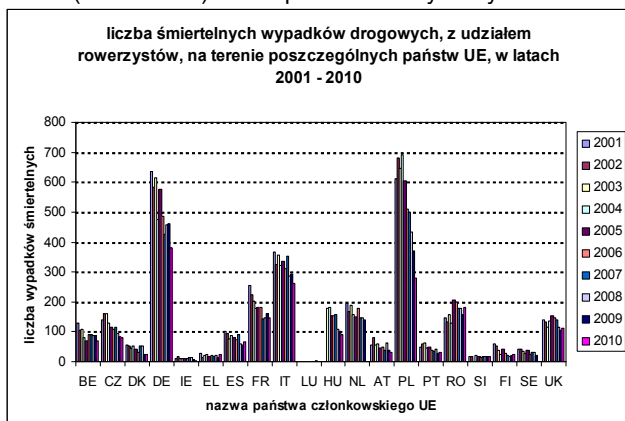
Na podstawie analizy ruchu drogowego przeprowadzonej w Holandii okazało się, że jedynie 65% rowerzystów używa odpowiedniego sprzętu oświetleniowego. Pozostałe 35% uważa, że zewnętrzne warunki oświetleniowe są wystarczające do tego, aby byli oni zauważani na drodze i podczas jazdy o zmroku nie korzysta z posiadanych lamp oświetleniowych [3]. Do pozostałych czynników ryzyka wyższej wypadkowości rowerzystów w ciemności należy jazda pod wpływem alkoholu w godzinach nocnych i nad ranem, wyższa prędkość kierowców pojazdów mechanicznych na mniej zatłoczonych drogach w nocy oraz pogorszenie funkcji widzenia nocnego szczególnie u starszych kierowców. Zgodnie z szacunkami ekspertów niemieckich 1 na 7 kierowców cierpi na zaburzenia widzenia o zmierzchu [4]. Związane z tym pogorszenie funkcji wzrokowych może być niebezpieczne dla użytkowników dróg w tym rowerzystów. Sprawnie działające oświetlenie roweru wpływa na wcześniejsze dostrzeżenie rowerzysty i uniknięcie ewentualnej kolizji. Odnosi się to również do kierowców z prawidłową funkcją narządu wzroku, ponieważ sprawności widzenia w nocy spada na ogół do 5% wartości w ciągu dnia. Funkcje wzrokowe ważne dla kierowców to ostrość wzroku, pole widzenia, widzenie barwne, widzenie zmierzchowe, widzenie stereoskopowe oraz wrażliwość na olśnienie.

Używany sprzęt oświetleniowy powinien zapewnić odpowiednie oświetlenie drogi, które jest wystarczające do tego aby umożliwić wystarczający czas reakcji na zaistniałe niebezpieczne sytuacje. Oświetlenie to ma ponadto

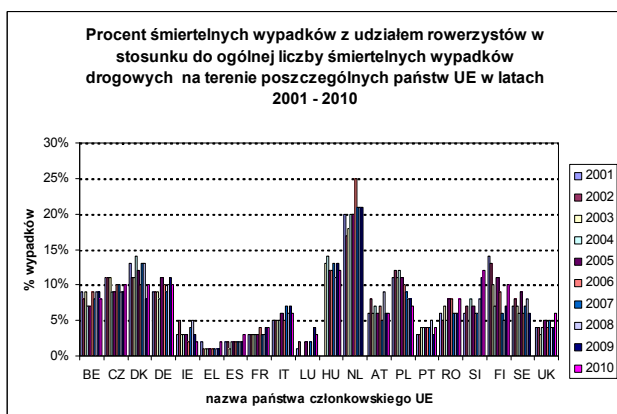
zapewnić widoczność rowerzysty dla innych uczestników ruchu drogowego umożliwiające postrzeganie intencji i manewrów wykonywanych na drodze przez rowerzystę. Na terenie poszczególnych krajów UE, istnieją różnice w wymaganym obowiązkowym wyposażeniu roweru w sprzęt oświetleniowy. Różnice te są istotne z punktu widzenia liczby i sposobu mocowania oraz wymagań stawianych parametrom świetlno-technicznym używanego osprzętu oświetleniowego tj. lamp oświetlenia pozycyjnego oraz elementom odbłaskowym roweru. Przepisy dotyczące oświetlenia roweru mają na celu poprawę jakości jego użytkowania w warunkach niedostatecznej lub słabej widoczności, oraz zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników, mierzonego między innymi liczbą śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów.

### Analiza liczby wypadków drogowych z udziałem rowerzystów

Z raportu „Traffic Safety Basic Facts 2012” [5], opublikowanego przez DaCoTA (projekt sfinansowany przez European Commission, Directorate-General for Mobility & Transport) wynika, że we wszystkich krajach UE co roku ginie około dwa tysiące rowerzystów (rys. 1). Śmiertelne wypadki z udziałem rowerzystów stanowiły w 2010 roku 6,8% wszystkich śmiertelnych wypadków drogowych zaistniałych na terenie UE. Procentowy udział śmiertelnych wypadków drogowych, z udziałem rowerzystów, w stosunku do ogólnej liczby wypadków śmiertelnych, na terenie poszczególnych państw UE, w latach (2001÷2010) został przedstawiony na rys. 2.

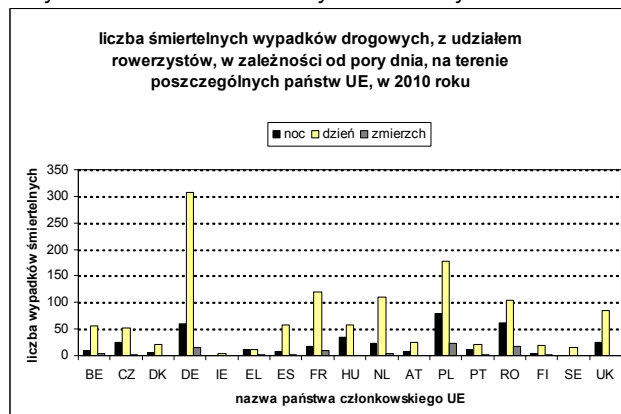


Rys.1. Liczba śmiertelnych wypadków drogowych, w latach od 2001 do 2010, na terenie poszczególnych krajów UE (opracowanie własne na podstawie danych zawartych w Traffic Safety Basic Facts 2012 [5])



Rys.2. Procentowy udział wypadków drogowych, z udziałem rowerzystów, w stosunku do ogólnej liczby wypadków na terenie poszczególnych państw UE, w latach od 2001 do 2010 (opracowanie własne na podstawie danych zawartych w Traffic Safety Basic Facts 2012 [5])

Liczba śmiertelnych wypadków drogowych, mających miejsce w tym czasie, w zależności od pory dnia, przedstawiona została na rys. 3. Z danych zawartych na tym rysunku wynika, że stosunek liczby wypadków śmiertelnych zaistniałych w nocy i o zmierzchu, do liczby śmiertelnych wypadków mających miejsce w ciągu dnia na terenie Polski wynosi 37% i jest jednym z największych z pośród państw UE. Dla porównania na terenie Wielkiej Brytanii 23% wypadków śmiertelnych ma miejsce po zapadnięciu zmroku, a w Niemczech 19%. Inne statystyki pokazują ponadto, że na terenie Niemiec, Holandii, Szwajcarii oraz Austrii około 40% rowerzystów podczas jazdy w nocy nie używa oświetlenia. Ponadto w wypadkach drogowych z udziałem rowerzystów, mających miejsce w nocy około 7% rowerów nie było oświetlonych.



Rys.3. Liczba śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów, uzależniona od warunków oświetleniowych (pory dnia), w 2010 roku na terenie poszczególnych krajów UE (opracowanie własne na podstawie danych zawartych w Traffic Safety Basic Facts 2012 [5])

### Wpływ stanu narządu wzroku na bezpieczne poruszanie się po drogach

Stan narządu wzroku, bezpośrednio wpływa na bezpieczne poruszanie się po drogach. W zrozumieniu przyczyny wypadków, które mają miejsce w niewystarczających warunkach oświetleniowych, odgrywa dużą rolę proces widzenia zmierzchowego i nocnego. Widzenie zmierzchowe (mezopowe), jest stanem pośrednim między widzeniem dziennym fotonowym (w normalnych warunkach oświetleniowych), a widzeniem skotopowym (nocnym) i ma on miejsce wtedy, gdy wartość luminancja na siatkówce oka obserwatora zawiera się pomiędzy  $0,001 \text{ cd/m}^2$  a  $3 \text{ cd/m}^2$ . W odbieraniu przez oko, bodźców świetlnych biorą wtedy udział czopki (odpowiadają one za widzenie barwne oraz pręciki dające jedynie możliwość widzenia achromatycznego). Otoczenie przy niskich poziomach luminancji postrzegane jest wyłącznie w barwach niebiesko-szarych, ponieważ w oku, jako pierwsze zostaje wyłączone działanie czopków wrażliwych na pasmo czerwone, a następnie na pasmo zielone. Pozostałe barwy są odbierane jako ciemniejsze odcienie szarości. Zaburzenia percepcji barw przy widzeniu zmierzchowym są nazywane „zjawiskiem Purkyniego” od nazwiska czeskiego fizjologa i histologa Jana Evangelisty Purkyniego. Pełna adaptacja oczu do widzenia skotopowego trwa kilkanaście minut. Czopki są wtedy zupełnie nieaktywne, a w odbieraniu bodźców świetlnych biorą udział wyłącznie pręciki. Otoczenie pozbawione jest barw. W warunkach widzenia nocnego możliwe jest wyłącznie rozróżnianie stopnia jasności struktur otaczających. Pogorszona jest także wysoka rozdzielczość obrazu w środku pola widzenia, ponieważ za nią odpowiada plamka żółta, która składa się wyłącznie z czopków.

Istnieje też zaburzenie widzenia, polegające na pogorszeniu ostrości wzroku do dali w nocy przy zachowanej prawidłowej ostrości wzroku w dzień. Określane jest to mianem krótkowzroczności nocnej i wynika z redukcji kontrastu spowodowanej słabym oświetleniem, często odbieranej jako rozmazywanie obrazu lub efekt halo wokół światła [6]. Także źle ufixowane soczewki wewnątrzgałkowe lub soczewki wielogniskowe mogą być przyczyną dysfotopsji nocnej, czyli rozproszenia światła, powodując zaburzenie widzenia zmierzchowego i wrażliwości na olśnienie [7]. Zaburzenia widzenia zmierzchowego mogą też być wynikiem zmiany przezierności i gęstości ośrodków optycznych oraz w przypadku wystąpienia powikłań po laserowych operacjach wad wzroku. Do zmęczenia i w związku z tym pogorszenia funkcji narządu wzroku przyczynia się także niedostateczne lub nadmierne oświetlenie otoczenia oraz zjawisko olśnienia wywołane światłami pojazdów nadjeżdżających z przeciwnika.

W związku z tym, można określić związek pomiędzy liczbą zaistniałych śmiertelnych wypadków drogowych, z udziałem rowerzystów, a regulacjami prawnymi określającymi obowiązkowe elementy oświetlenia roweru na terenie danego państwa.

### Wymagania prawne dotyczące oświetlenia rowerowego na terenie UE

Wymagania prawne, dotyczące oświetlenia rowerowego, regulują indywidualnie poszczególne państwa członkowskie UE. Zdecydowana większość państw UE nie posiada rozbudowanych we własnym zakresie przepisów dotyczących tych wymagań. Obowiązujące na ich terenie przepisy, wcale lub jedynie w niewielkim stopniu, regulują techniczne aspekty lamp rowerowych. Kraje te, przepisy dotyczące bezpieczeństwa na drogach, w większości ustalają na podstawie Konwencji Wiedeńskiej [8] z roku 1968. Jedynie, Polska, Czechy, Wielka Brytania oraz Niemcy posiadają rozbudowane przepisy odnośnie oświetlenia rowerów.

### Oświetlenie rowerowe według zapisów Konwencji Wiedeńskiej z 1968 roku

Artykuł 44 tej konwencji opisuje wymagania dotyczące oświetlenia rowerowego. Wymagane jest światło barwy białej lub żółtej selektywnej z przodu pojazdu, a barwy czerwonej z tyłu, gdzie musi się znaleźć również czerwone światło odblaskowe (rys. 4).



Rys.4. Wymagane oświetlenie roweru według Konwencji Wiedeńskiej

### Obowiązkowe oświetlenie rowerowe na terenie Polski

Na terenie Polski Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku: Prawo o ruchu drogowym, Dz.U. z 2012 poz. 1137 [9], precyzuje zgodnie z Konwencją Wiedeńską, przepisy dotyczące rowerowego oświetlenia aktywnego i

odblaskowego. Wymagane jest co najmniej jedno światło przednie barwy białej lub żółtej selektywnej oraz co najmniej jedno światło barwy czerwonej z tyłu pojazdu. Dopuszcza się, aby światła roweru były zdemontowane, jeżeli kierujący tym pojazdem nie jest zobowiązany do ich używania podczas jazdy tj. od świtu do zmierzchu. Możliwe jest stosowanie światła migających. Światła pozycyjne oraz światła odblaskowe (oświetlone światłem drogowym innego pojazdu) powinny być widoczne w nocy, przy dobrej przejrzystości powietrza, z odległości co najmniej 150 m. Mają być one zamontowane nie wyżej niż 1500 mm i nie niżej niż 250 mm od powierzchni drogi. Dodatkowo wymagane jest co najmniej jedno światło odblaskowe, o barwie czerwonej i kształcie innym niż trójkąt, umieszczone z tyłu pojazdu. Dozwolone jest użycie światła odblaskowych na kołach oraz pedałów oraz nieprzerwywanych pierścieni odblaskowych na płaszczyznach bocznych kół.

### Obowiązkowe oświetlenie rowerowe na terenie Republiki Czeskiej

Bardziej szczegółowe [10], niż te podane w Konwencji Wiedeńskiej, są wymagania obowiązujące na terenie Republiki Czeskiej. W warunkach ograniczonej widoczności, rower musi być wyposażony w światła o barwie białej, świecące w przód pojazdu, oświetlające podłoże w odległości 20 m od lampy (urządzenie nie może zmieniać ustawionej pozycji samoczynnie bądź przez niezamierzony ruch użytkownika) oraz w czerwone światło tylne, które może posiadać wbudowany odbłask; dozwolone są też czerwone światła migające. Jeżeli tego rodzaju światła zasilane są bateryjnie, to pojemność baterii musi pozwalać na ich nieprzerwaną pracę przez 1,5 godziny. Światło odblaskowe musi być trwale zamocowane po lewej stronie roweru bądź wzdłuż osi biegnącej przez jego środek na wysokości od 250 mm do 900 mm nad drogą. Powierzchnia świecąca musi być prostopadła do drogi, po której porusza się rower, z możliwym odchyleniem  $\pm 15^\circ$  oraz prostopadła do osi biegnącej wzdłuż roweru z możliwym odchyleniem  $\pm 5^\circ$ . Czerwone oraz białe światła odblaskowe mogą zostać zastąpione przez materiały odblaskowe o podobnych właściwościach. Tylnie światło odblaskowe może być zastąpione przez materiały odblaskowe umieszczone na ubraniu lub obuwiu rowerzysty. Powierzchnia refleksyjna światła odblaskowego nie może być mniejsza niż 2000 mm<sup>2</sup> oraz najkrótszy bok wpisanego w tej powierzchni czworokąta musi mieć minimum 40 mm.

### Brytyjska norma BS 6102 dotycząca oświetlenia rowerowego

Na terenie Wielkiej Brytanii obowiązują szczegółowe wytyczne dotyczące oświetlenia jednośladów. Na rysunku 5 przedstawiono obowiązkowe oświetlenie roweru w Wielkiej Brytanii.



Rys.5. Obowiązkowe oświetlenie roweru w Wielkiej Brytanii

Przepisy wymagają, aby każde urządzenie spełniało normę BS 6102 [11] lub jej odpowiednik. Obowiązek posiadania oświetlenia dotyczy rowerzystów poruszających się po drogach od zmierzchu do świtu. Przednie światło barwy białej powinno być ustawione po środku pojazdu bądź na skraju oraz powinno znajdować się niżej niż 1500 mm nad powierzchnią drogi. Tylne światło, o barwie czerwonej powinno być ustawione po środku bądź na skraju roweru, na wysokości od 350 mm do 1500 mm nad powierzchnią jezdni oraz świecić w tył. Dozwolone są światła migające o częstotliwości od 1 Hz do 4 Hz i o światłości powyżej 4 cd. Rower musi być wyposażony w czerwone światło odblaskowe umieszczone z tyłu roweru oraz cztery światła o barwie żółtej na pedalach (rys. 5). Światło odblaskowe barwy czerwonej musi być ustawione po środku bądź na skraju roweru na wysokości od 250 mm do 900 mm nad powierzchnią jezdni oraz kierować wiązkę światła odbitego w tył. Dozwolone jest użycie światła spełniających normy odpowiadające BS 6102 (jedyną aktualnie obowiązującą normą, która spełnia to kryterium jest niemiecka norma StVZO§67 [12]). Możliwy jest montaż światła dodatkowych, które nie muszą spełniać wymagań przedstawionych w normach, poza wymaganiami dotyczącymi barwy, częstotliwości migania oraz możliwości ośniewania pozostałych uczestników ruchu drogowego.

### Niemiecka norma StVZO§67 dotycząca oświetlenia rowerowego

Najbardziej rozbudowane przepisy (norma StVZO§67 [12]) dotyczące oświetlenia rowerowego obowiązują na terenie Niemiec. Rower musi być wyposażony w przednie oraz tylne lampy zasilane z prądnicy 6V/3W. Rowery wyścigowe poniżej 11 kg są zwolnione z tego obowiązku w przypadku, gdy używane w nich są lampy zasilane baterią. Wymagane jest użycie przedniego światła barwy białej. Urządzenie musi być zamontowane stabilnie i nie może być pokryte zabrudzeniami. Środek stożka światła lampy przedniej, padający na płaszczyznę wertykalną w odległości 5m od lampy, musi znajdować maksymalnie w połowie wysokości źródła światła. Przepisy wymagają użycia lamp nie powodujących ośnienia innych użytkowników drogi (tj. lamp z tzw. odcięciem). Wyrażna granica światła i cienia występuje, gdy na wertykalnej płaszczyźnie pomiarowej oddalonej o 10 m od urządzenia, powyżej 3,4° od punktu o największym natężeniu oświetlenia, natężenie oświetlenia wynosi maksymalnie 2 lx. Tylne światło musi być umiejscowione nie niżej niż 250 mm nad powierzchnią drogi. W oświetleniu roweru wymagane są następujące światła:

- jedno odblaskowe barwy białej z przodu,
- dwa żółte lub białe umieszczone na szprychach lub paski odblaskowe na bokach opon,
- dwa żółte umieszczone na pedalach,
- jedno barwy czerwonej z tyłu roweru umieszczone nie wyżej niż 600 mm od powierzchni drogi.

Ponadto wszystkie lampy, używane w pojazdach na terenie Niemiec, muszą posiadać znak zgodności z normą (Kxxx) [12], czyli nie mogą one powodować ośnienia innych uczestników ruchu drogowego.

### Podsumowanie

Analizując liczbę śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów, do których dochodzi w nocy i o zmierzchu, na terenie poszczególnych krajów UE można dostrzec wpływ obowiązujących zasad i przepisów dotyczących oświetlenia roweru. Na terenie Niemiec, gdzie liczba rowerzystów jest o wiele większa niż w innych krajach UE, dzięki wprowadzeniu znacznych wymagań odnośnie ilości oraz jakości sprzętu oświetleniowego używanego w rowerach, liczba śmiertelnych wypadków jest znacznie mniejsza niż w Polsce gdzie przepisy odnośnie oświetlenia rowerowego są stosunkowo liberalne.

### LITERATURA

- [1] Thornley, S.J., Woodward, A., Langley, J.D., Ameratunga, S. N., Rodgers, A., Conspicuity and bicycle crashes: preliminary findings of the Taupo Bicycle Study, *Injury Prevention*, (2008), 14 (1), 11–18.
- [2] Wood, J. M., Tyrrell, R. A., Marszałek, R., Lacherez, P., Carberry, T., Bicyclists overestimate their own night-time conspicuity and underestimate the benefits of retroreflective markers on the moveable joints, *Accident Analysis & Prevention*, (2013), 55C, 48–53.
- [3] Boxum, J., Broeks, J., Lichtvoering fietsers 2009/2010, DVS, Delft.
- [4] Huhn R., Nighttime Cycling: Accidents, Lights, and Laws in Europe. Abstract for the International Cycling Safety Conference 2013, Proceedings, International Cycling Safety Conference 2013, (20-21) November 2013, Helmond, The Netherlands.
- [5] Candappa N., et al., Basic Fact Sheet Cyclists, *Deliverable D3.9 of the EC FP7 project DaCoTA*, (2012)
- [6] Szumski M., Bakunowicz-Łazarczyk A., Współczesne poglądy na etiopatogenezę, diagnostykę i postępowanie krótkowzroczności, *Kontaktol. Optyka Okulist.*, (2010); 2 (26): 18–23.
- [7] Dorecka M., Romaniuk W., Miniewicz-Kurkowska J., Romaniuk D., Michalska-Małecka K., Refrakcyjna wymiana wszczepionych soczewek wewnątrzgałkowych po chirurgii zaćmy, *Mag. Lek. Okulist.* (2010); 4(3):150–151
- [8] Dziennik Ustaw (Dz. U. z 1988 r. Nr 5, poz. 40) "Konwencja o ruchu drogowym, sporządzona w Wiedniu dnia 8 listopada 1968".
- [9] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku, Prawo o ruchu drogowym, Dz.U. z 2012 poz. 1137.
- [10] Ustawa o ruchu drogowym nr 411/2005 Kodeksu Drogowego z 1 lipca 2006 (Republika Czeska).
- [11] British Standard 6102/3 cycle lights
- [12] [http://www.gesetze-im-internet.de/stvzo\\_2012/\\_67.html](http://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/_67.html)

**Autorzy:** dr Krzysztof Andrzej Wąsowski, Uniwersytet Warszawski, Wydział Prawa i Administracji, Katedra Prawa i Postępowania Administracyjnego, 00-927 Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28, E-mail: [k.wasowski@wpia.uw.edu.pl](mailto:k.wasowski@wpia.uw.edu.pl); dr Justyna Fryc, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Wydział Lekarski z Oddziałem Stomatologii i Oddziałem Nauczania w Języku Angielskim, ul. Jana Kilińskiego 1, 15-089 Białystok, E-mail: [justyna.fryc@umb.edu.pl](mailto:justyna.fryc@umb.edu.pl); inż. Adam Więcko, student studiów II stopnia, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, 15-351 Białystok, ul. Wiejska 45d; dr hab. inż. Irena Fryc, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, Katedra Elektroenergetyki, Fotoniki i Techniki Świetlnej, 15-351 Białystok, ul. Wiejska 45d, E-mail: [i.fryc@pb.edu.pl](mailto:i.fryc@pb.edu.pl)