

Analiza wpływu oświetlenia na bezpieczeństwo w rowerowym ruchu drogowym¹

IRENA FRYC

dr hab. inż., Politechnika Białostocka,
Wydział Elektryczny,
ul. Wiejska 45 d,
15-351 Białystok, tel. 85 746 9407,
e-mail i.fryc@pb.edu.pl

Streszczenie. Zarówno w Polsce, jak i na świecie, coraz częściej używanym środkiem transportu staje się rower. Niestety, wraz ze wzrostem popularności, rośnie również liczba wypadków drogowych, w których biorą udział rowerzyści. Współcześnie przeprowadzane są liczne badania naukowe mające określić czynniki wpływające na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. W ich efekcie dowiedziono, że istnieje pozytywny wpływ właściwego oświetlenia na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego. Wynika on bezpośrednio z fizjologii widzenia. W pracy przedstawiona została literaturowa analiza wpływu oświetlenia na bezpieczeństwo w rowerowym ruchu drogowym. Ogólnie przyczyny wypadków drogowych z udziałem rowerzystów są klasyfikowane jako: nieprzestrzeganie zasad ruchu drogowego, brak odpowiedniego oświetlenia dróg i poboczy oraz słaba widoczność. Główną przyczyną słabej widoczności rowerzystów znajdujących się w warunkach zmierzchowych i nocnych jest to, że niska luminancja i mały kontrast obiektu przekłada się na wydłużenie u człowieka czasu przetwarzania informacji docierającej do układu widzenia. Skutkuje to między innymi wydłużeniem drogi hamowania pojazdu, a co za tym idzie zwiększa się niebezpieczeństwo zaistnienia wypadku.

Słowa kluczowe: oświetlenie rowerowe, elementy odbłaskowe, bezpieczeństwo ruchu

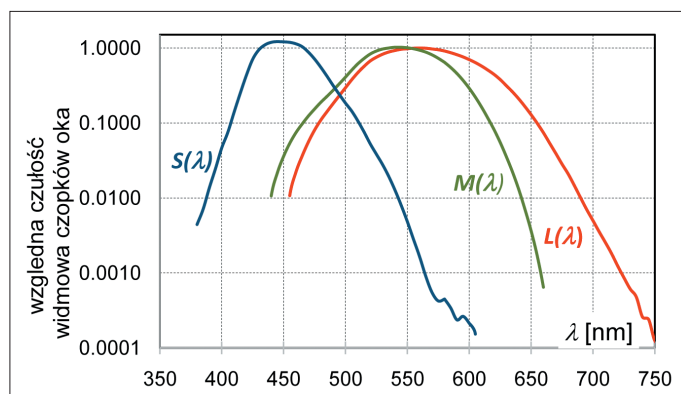
Wprowadzenie

Aby człowiek mógł zaobserwować jakikolwiek obiekt, to pomiędzy tym obiektem a jego otoczeniem musi wystąpić różnica w luminancji lub w barwie. Zaistnienie tej różnicy jest możliwe jedynie w przypadku oświetlenia danego obiektu. Jej percepcja przez człowieka zachodzi dzięki temu, że siatkówka ludzkiego oka wyposażona jest w receptory jaskrawości oraz w receptory barwy. W siatkówce za odbiór jaskrawości odpowiadają pręciki, a receptorami barwy są trzy rodzaje czopków, których charakterystyki względnej czułości widmowej $S(\lambda)$, $L(\lambda)$ i $M(\lambda)$ zostały przedstawione na rysunku 1. Percepcja barwy, tj. efektywne działanie czopków w ludzkim oku, jest możliwa wtedy, gdy na siatkówce wartość luminancji L przekracza $3,5 \text{ cd/m}^2$. Widzenie tego rodzaju, nazywane fotopowym, charakteryzuje się widmową skutecznością świetlną $V(\lambda)$ (rys. 2).

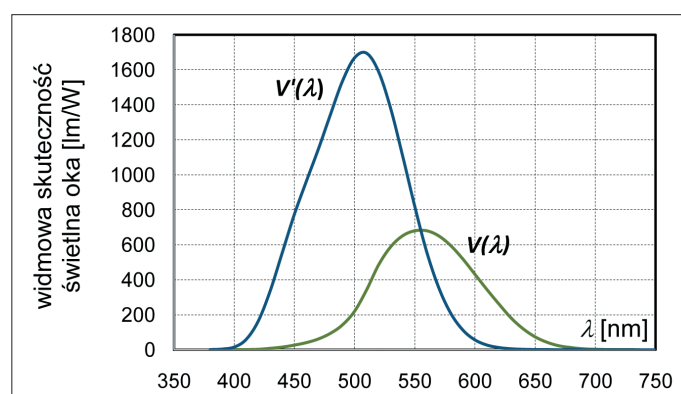
W warunkach widzenia nocnego, tj. przy poziomach luminancji L o wartościach mniejszych od $0,035 \text{ cd/m}^2$, ludzkie oko umożliwia jedynie rozróżnianie stopnia jaskrawości otoczenia. Ten rodzaj widzenia nazywany jest skotopowym $V'(\lambda)$ (rys. 2). Otoczenie jest wtedy postrzegane jako pozbawione barw, ponieważ światłem o tak niewielkiej jaskrawości pobudzone są jedynie pręciki siatkówki, a czopki przy tych poziomach oświetlenia nie są aktywne. W efekcie pogorszeniu ulega

zdolność rozdzielcza w środku pola widzenia, ponieważ za nią odpowiada plamka żółta, która składa się z niefunkcjonujących w tych warunkach oświetleniowych czopków.

Przy słabym oświetleniu, tj. gdy poziom luminancji L siatkówki oka zawiera się w przedziale od $0,035 \text{ cd/m}^2$ do $3,5 \text{ cd/m}^2$, sygnały świetlne w oku są przetwarzane zarówno przez jego pręciki, jak i przez czopki. Zachodzi wtedy stan widzenia zmierzchowego łączący ze sobą widzenie barwne i czarno-białe. Stan ten nazywany jest również widzeniem mezopowym. W tego rodzaju warunkach oświetleniowych, otoczenie postrzegane jest przez człowieka, wyłącznie w barwach niebiesko-szarych. Dzieje się tak, ponieważ przy niskich poziomach luminancji jako pierwsze w oku zostaje wyłączone działanie czopków (rys. 1) wrażliwych na pasmo czerwone, a następnie na pasmo zielone. W rezultacie barwa czerwona jest odbierana jako przyciemniona, a niebieska jako rozjaśniona. Pozostałe barwy są wtedy percepcyjne jako ciemniejsze odcienie szarości.



Rys. 1. Względna wartość rozkładu czułości widmowej czopków ludzkiego oka



Rys. 2. Widmowa skuteczność świetlna ludzkiego oka w zależności od warunków widzenia, gdzie krzywa zielona odpowiada widzeniu fotopowemu, a krzywa niebieska skotopowemu

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2015.

Warunki słabej widoczności a wypadkowość

Dzięki temu, że ludzkie oko umożliwia widzenie zarówno w świetle, jak i w ciemności, możliwe jest prowadzenie pojazdu zarówno w nocy, jak i w dzień. Jednak podczas jazdy nocą, kierowca narażony jest na czynniki pogarszające jakość widzenia. Konieczność obserwacji otoczenia w warunkach słabej widoczności, tj. przy niskich poziomach luminancji i przy niskim kontraście świetlnym, powoduje znaczny spadek możliwość postrzegania otoczenia. W efekcie zmniejszeniu ulega wydolność wzrokowa kierowcy [1] mierzona odległością, z której, przy danych warunkach oświetleniowych, możliwe jest zauważenie przeszkody na jezdni. W związku z tym pojazdy mechaniczne, od czasu powstania pierwszych ich konstrukcji, są oświetlane podczas użytkowania ich po zmroku. W tym celu początkowo używano lamp olejowych, które zastąpiono następnie acetylenowymi, a od roku 1898 dysponowano już oświetleniem elektrycznym. Współczesne konstrukcje sprzętu oświetleniowego używanego w ruchu drogowym są doskonałe i rozwijane przez czołowych światowych producentów oświetlenia. Także prawodawcy usankcjonowali przepisami wymogi dotyczące oświetlania pojazdów, i w przypadku jego braku lub wadliwego działania, przewidzieli sankcje nakładane na jego użytkownika. Zgodnie z taryfikatorem, w Polsce, jeśli kierowca samochodu zapomni włączyć światła w nocy, może spodziewać się nawet 200 złotowej kary. Mandat za brak włączonych w samochodzie świateł mijania od świtu do zmierzchu wynosi 100 złotych. Tyle samo wynosi on w przypadku brak oświetlenia roweru po zmroku.

W artykule [2] zawarte są dane z których wynika, iż na terenie Republiki Czeskiej zaledwie 11% kierowców samochodów, którzy w latach 1995–2007 byli uczestnikami kolizji z rowerzystą stwierdziło, że go widziało. Pozostałe 89% zeznało, że rowerzystą, był dla nich niewidoczny. Zapewne istnieje grupa kierowców, która w celu spodziewanego łagodniejszego potraktowania przez policję, świadomie zeznała, iż nie widziało rowerzysty mimo tego, że był on przez nich postrzegany. W związku z tym, w celu zobiektywizowania tego zagadnienia, przeprowadzane są liczne badania naukowe mające określić wpływ oświetlenia pojazdów (w tym rowerów) na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Z badań tych wynika, że uczestnicy ruchu drogowego mają trudności z dostrzeganiem rowerzystów w warunkach nocnych i zmierzchowych [3]. Powiązanie tych trudności w postrzeganiu z faktem, że kierowcy prowadzący pojazd w warunkach zmierzchowych oraz nocnych częściej nieprawidłowo oszacowują odległości i prędkości niż podczas dnia, prowadzi do wniosku, że brak oświetlenia roweru jest jedną z przyczyn kolizji drogowych, w których biorą udział rowerzyści. W warunkach zmierzchowych i nocnych kierowcy dostrzegają jedynie nadjeżdżające światła, a nie dany pojazd. Dlatego w nocy rowerzysta bez oświetlenia aktywnego i pasywnego w postaci elementów odbłaskowych jest w zasadzie niewidoczny. Sylwetka rowerzysty jadącego bez jakiegokolwiek oświetlenia, zostanie dostrzeżona przez kierowcę samochodu, dopiero gdy znajdzie się w zasięgu świateł jego pojazdu, czyli na kilka metrów przed danym samochodem. Badania przeprowadzone w Kanadzie [4] w latach 2008–2010, na

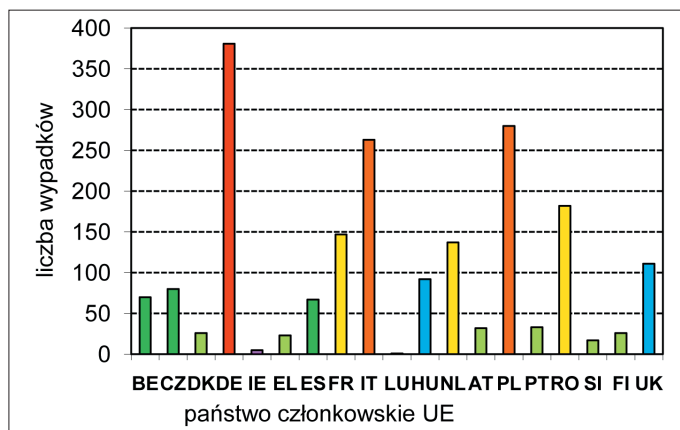
grupie 2403 rowerzystów, wykazały, że prawdopodobieństwo nocnej kolizji maleje ponad trzykrotnie w przypadku, gdy rower posiada przednie oświetlenie i ponad czterokrotnie, gdy rowerzysta jest wyposażony w kamizelkę odbłaskową. Ponadto wyposażenie roweru w tylną lampę emitującą czerwone światło zmniejsza ryzyko zaistnienia wypadku ponad dwukrotnie. Pomimo tak jednoznacznych danych wskazujących na wpływ oświetlenia roweru na bezpieczeństwo jego użytkownika istnieje grupa rowerzystów nie doceniających pozytywnego wpływu oświetlenia na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Badania Wood'a i współpracowników, opisane w artykule [5], wykazały, że rowerzyści nie doceniają roli właściwego oświetlenia roweru w nocy oraz że przeceniają swoją własną widoczność na drodze. Równocześnie badania epidemiologiczne, przedstawione w pracy [6], wykazują, że jazda na rowerze po zapadnięciu zmroku jest związana z wyższym ryzykiem wypadków niż jazda na rowerze w ciągu dnia. Fakt ten wynika z tego, iż w nocy i o zmierzchu mamy do czynienia z gorszą widocznością rowerzysty na drodze. Częściowo jednak wypadki te wynikają również z tego, że w ciemności notuje się znaczną liczbę osób, które, będąc pod wpływem alkoholu jadą rowerem. Przykładowo, w Polsce w latach 2006–2008 nietrzeźwi rowerzyści uczestniczyli w 8,2% wszystkich zdarzeń z udziałem rowerzystów, w tym w 8,5% kolizji, w 8% wypadków, w których byli ranni oraz 6,3% wypadków, w których były ofiary śmiertelne. Na Węgrzech w 2010 roku wśród wszystkich uczestników wypadków spowodowanych przez rowerzystów nietrzeźwi stanowili 26,2%. Przełożyło się to na 16,9% zabitych, 25,7% poważnie rannych i 26,9% lekko rannych. Innym czynnikiem wpływającym na wyższe ryzyko jazdy rowerem w nocy niż podczas dnia jest fakt, że kierowcy pojazdów mechanicznych rozwijają większe prędkości na drogach, które są w nocy mniej zatłoczone niż podczas dnia. Dodatkowo bardzo niekorzystne na bezpieczeństwo ruchu drogowego wpływa to, że nawet u kierowców z prawidłową funkcją narządu wzroku sprawność widzenia w nocy spada do 5% wartości, która ma miejsce w ciągu dnia. Ponadto, zgodnie z szacunkami niemieckich ekspertów, 1 na 7 kierowców cierpi na zaburzenia widzenia o zmierzchu [7]. Efekt ten jest szczególnie niekorzystny u starszych kierowców, u których często dochodzi do tzw. krótkowzroczności nocnej, tj. zaburzenia widzenia, polegającego na pogorszeniu ostrości wzroku do dali w nocy, przy zachowanej prawidłowej ostrości wzroku w dzień. Wynika to z redukcji kontrastu spowodowanej słabym oświetleniem. Odbierane jest to przez ludzi często jako rozmazywanie obrazu lub efekt halo wokół świateł pojazdów [8]. Zaburzenia widzenia zmierzchowego mogą też być wynikiem związanej z wiekiem kierowców, mniejszej przezierności i gęstości ośrodków optycznych oka oraz efektów powikłań po laserowych operacjach wad wzroku. Także kierowcy, którzy mają źle ufiksowane soczewki wewnątrzgałkowe lub wieloogniskowe, są narażeni na zaburzenie widzenia zmierzchowego i zaburzenie wrażliwości na olśnienie, wynikającej z dysfotopsji nocnej [9]. Innym czynnikiem, który przyczynia się do zmęczenia narządu wzroku, a w związku z tym pogorszenia jego funkcji jest niedostateczne lub

nadmierne oświetlenie otoczenia i związane z nim zjawisko olśnienia wywołane światłami pojazdów nadjeżdżających z naprzeciwka. Zachodzi ono również podczas wykonywania manewru wymijania i omijania. Olśnienie jest groźnym czynnikiem nie tylko ze względu na ograniczenie widoczności, ale również ze względu na tendencję osoby olśniewanej do zbyt długiego zatrzymywania wzroku na źródle światła olśniewającego, czemu może towarzyszyć skręcenie kierownicy w stronę pojazdu olśniewającego [10]. Związane z tym efektem pogorszenie funkcji wzrokowych może być szczególnie niebezpieczne w przypadku rowerzystów. Dlatego też, oświetlenie roweru powinno umożliwić innym uczestnikom ruchu drogowego wcześniejsze dostrzeżenie rowerzysty i przewidzenie (na podstawie jego zachowania) wykonywanych manewrów. Powinno być ono wystarczające do tego, aby umożliwić reakcję kierowcy na zaistniałe niebezpieczne sytuacje, w celu uniknięcia ewentualnej kolizji [11].

W celu dokonania jednoznacznej oceny wpływu jakości oświetlenia pojazdu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, należałoby posłużyć się danymi dostarczającymi informacji na temat liczby wypadków oraz kolizji drogowych, których zdołano uniknąć za sprawą odpowiedniego oświetlenia. Warto jednak podkreślić, że nikt nie prowadzi tego rodzaju statystyk. Dlatego też, jak wykazują badania, uczestnicy ruchu drogowego nie doceniają roli oświetlenia pojazdów w bezpieczeństwie ruchu drogowego. Na podstawie przeprowadzonej w Holandii analizy ruchu okazało się, że jedynie 65% rowerzystów używa tam 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 [12]. Inne statystyki pokazują, że na terenie Niemiec, Holandii, Szwajcarii oraz Austrii około 40% rowerzystów podczas jazdy w nocy nie używa oświetlenia, a w wypadkach drogowych z udziałem rowerzystów, mających miejsce w nocy, około 7% rowerów nie było oświetlonych.

Analiza liczby śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów w wybranych państwach UE

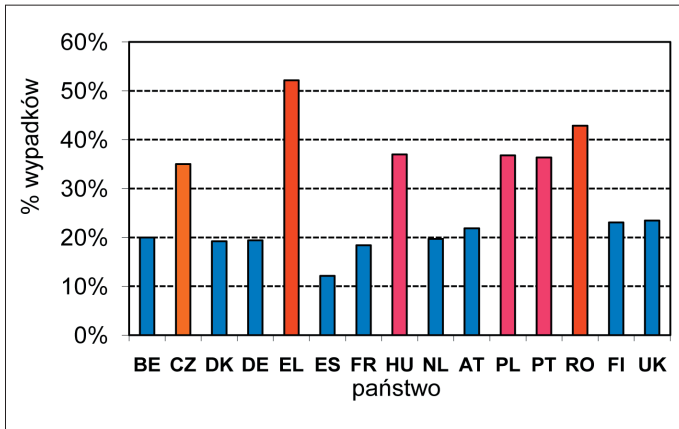
W Polsce rowerzyści stanowią jedynie 1% uczestników ruchu drogowego. Jednak wśród ofiar wypadków drogowych, stanowią oni 8% zabitych, a wśród ciężko rannych rowerzyści stanowią 9% ogółu ofiar [13]. W związku z tak niekorzystną tendencją, realizowane są programy poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego [13], połączone z pracami nad poprawą stanu infrastruktury oraz kampaniami informacyjno-edukacyjnymi np. „Sam zadbaj o swoje bezpieczeństwo” [14]. Kampanie te informują m.in. o wpływie jakości oświetlenia pojazdu na zaistnienie kolizji drogowych z udziałem rowerzystów. Komisja Europejska w kwietniu 2015 roku opublikowała w bazie CARE [15] dane dotyczące liczby wypadków drogowych na terenie poszczególnych państw UE. Z danych tych wynika, że we wszystkich krajach UE co roku ginie około dwa tysiące rowerzystów (rys. 3), a śmiertelne wypadki z udziałem rowerzystów stanowiły w 2010 roku 6,8% wszystkich śmiertelnych wypadków drogowych.



Rys. 3. Liczba śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów w 2010 roku na terenie poszczególnych państw UE

Źródło: [15]

Jednak nie tylko całkowita liczba śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów informuje o bezpieczeństwie ruchu rowerowego. Przykładowo mała liczba rowerowych wypadków drogowych w Grecji (EL) wcale nie świadczy o tym, że jest to kraj bezpieczny dla ruchu rowerowego. Jest to raczej efekt tego, że rower nie jest popularnym środkiem transportu w tym kraju. Wynika to z faktu, że brakuje tam tras rowerowych, a rowerzyści są źle traktowani przez kierowców, którzy ich lekceważą. W związku z tym, jazda rowerem jest tam mało bezpieczna, w szczególności po zmroku (rys. 4). W przeciwieństwie do Grecji, Rumunia charakteryzuje się znaczną liczbą śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów (rys. 3). Porównywalną do niej jest liczba wypadków mająca miejsce na terenie Francji. Biorąc pod uwagę, że w Rumunii aż 43% z nich zachodzi w nocy i o zmierzchu tj. w warunkach ograniczonej widoczności (rys. 4), a we Francji jest to 18%, to należy zastanowić się nad przyczynami tego stanu rzeczy. Jak wynika z informacji polskiego Ministerstwa Spraw Zagranicznych [16], na drogach tranzytowych Rumunii często spotyka się nieoświetlone furmanki i rowerzystów. Dodatkowo w terenach wiejskich drogami przemieszcza się na pastwiska zwierzęta, często bez nadzoru, a na pasach ruchu parkowane są nieoświetlone pojazdy. Dzieje się tak pomimo regulacji prawnych, które zakazują tego typu postępowania. Tak więc korzystanie po zmroku z dróg w Rumunii, wiąże się z dużym ryzykiem, ponieważ kwestie techniczne oświetlenia pojazdów są tam lekceważone. Na terenie Niemiec duża liczba śmiertelnych wypadków drogowych, w których biorą udział rowerzyści nie jest efektem tego, że bezpieczeństwo poruszania się rowerem po drogach jest tam niskie, ponieważ odsetek wypadków drogowych z udziałem rowerzystów w stosunku do ogólnej liczby wypadków kształtuje się na poziomie 10%, co jest zbliżone do średniej europejskiej. W związku z tym za dużą liczbę ofiar tych wypadków odpowiada raczej fakt znacznie większej niż w innych państwach UE liczby rowerzystów poruszających się po drogach. Dodatkowo z danych zawartych na rysunku 4 wynika, że na terenie Niemiec jedynie 19% wypadków śmiertelnych ma miejsce po zapadnięciu zmroku, podczas gdy np. w Wielkiej Brytanii jest to 23%.



Rys. 4. Procentowy udział rowerzystów w wypadkach drogowych mających miejsce w nocy i o zmierzchu w stosunku do całkowitej liczby śmiertelnych wypadków zaistniałych w 2010 roku na terenie wybranych państw UE

Źródło: [20]

W przypadku Polski stosunek liczby wypadków śmiertelnych, które wydarzyły się w nocy i o zmierzchu, do liczby śmiertelnych wypadków mających miejsce w ciągu dnia wynosi 37%. Liczba ta jest porównywalna z danymi odnoszącymi się do Węgier, Portugalii i Czech. Można zastanowić się nad zagadnieniem, czy istnieje jakikolwiek korelacja pomiędzy wymaganą prawnie w tych państwach jakością oświetlenia roweru a liczbą śmiertelnych ofiar wypadków rowerowych. W wymienionych państwach krajowe regulacje prawne dotyczące oświetlenia roweru są w głównej mierze opracowane z uwzględnieniem wytycznych zawartych w Konwencji wiedeńskiej [17].

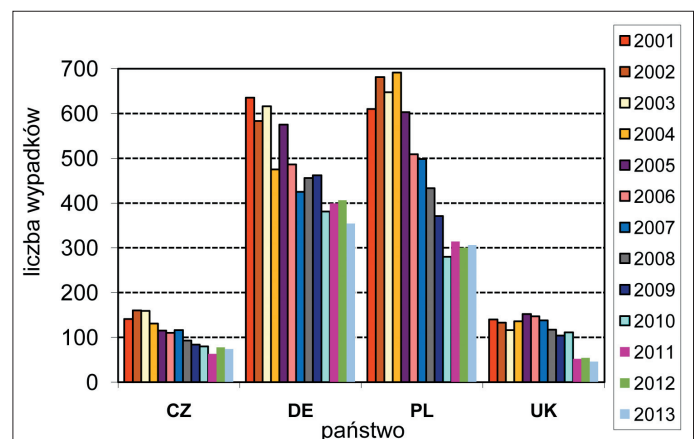
Regulacje prawne dotyczące oświetlenia rowerowego

Zgodnie z artykułem 44 Konwencji wiedeńskiej z przodu roweru wymagana jest lampa emitująca światło barwy białej lub żółtej selektywnej. Na tyle pojazdu, oprócz lampy świecącej na czerwono, powinien znajdować się również czerwony element odblaskowy [16]. Na terenie Polski oświetlenie rowerowe reguluje ustawa [18], która oprócz wymagań podyktowanych Konwencją wiedeńską precyzuje, że możliwe jest stosowanie świateł migających, a światła odblaskowe o kształcie innym niż trójkąt (oświetlone światłem drogowym innego pojazdu) powinny być widoczne w nocy z odległości co najmniej 150 metrów. 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 metrów od lampy oraz w czerwone światło tylne, które może posiadać wbudowany odblask. Dozwolone są czerwone światła migające [19]. Z przeprowadzonej analizy wymagań prawnych dotyczących oświetlenia rowerów na terenie poszczególnych państw UE wynika, że w Niemczech i Wielkiej Brytanii są one najbardziej rozbudowane i sprecyzowane [20]. Na terenie Niemiec przepisy te są ustanowione w postaci normy StVZO§67 [21], według której rower musi być wyposażony w przednią bezolśnieniową lampę emitującą światło barwy białej oraz w jedną tylną lampę barwy czerwonej. Ponadto wymagane są elementy odblaskowe: jeden barwy białej z przodu, dwa

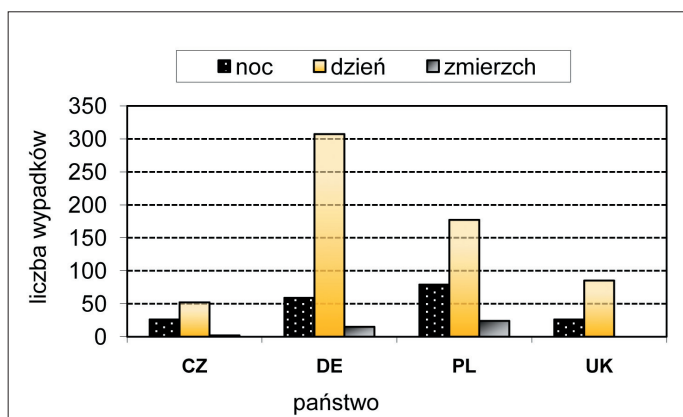
żółte lub białe umieszczone na szprychach lub na bokach opon oraz dwa żółte umieszczone na pedałach. Na terenie Wielkiej Brytanii obowiązujące szczegółowe wytyczne dotyczące oświetlenia jednośladów znajdują się w normie BS 6102 [22]. Zgodnie z nią przednia lampa barwy białej oraz tylna lampa emitująca światło o barwie czerwonej powinny być ustawione pośrodku pojazdu bądź na jego skraju. Dozwolone są światła migające. Rower musi być wyposażony w czerwony element odblaskowy umieszczony z tyłu roweru oraz cztery odblaski żółtej barwy na pedałach.

Analiza związku pomiędzy oświetleniem roweru a bezpieczeństwem w ruchu drogowym

W celu zwrócenia uwagi na istnienie związku pomiędzy oświetleniem roweru a bezpieczeństwem w ruchu drogowym, przeanalizowano liczbę wypadków drogowych z udziałem rowerzystów, w zależności od panujących warunków oświetleniowych. Posłużono się w tym celu danymi z Czech, Polski, Niemiec i Wielkiej Brytanii, tj. z krajów posiadających zróżnicowane przepisy dotyczące oświetlenia roweru. Pozostałe państwa europejskie nie posiadają własnych sprecyzowanych przepisów w tej dziedzinie [20] i dlatego przeprowadzenie analizy porównawczej w ich przypadku nie ma uzasadnienia, a porównując dane dla tych czterech państw, można analizować wpływ jakości oświetlenia rowerów na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Rysunek 5 przedstawia liczbę śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów, w latach 2001–2013, na terenie tych czterech wybranych krajów UE. Z danych przedstawionych na rysunku wynika, że sumaryczna liczba śmiertelnych ofiar wypadków drogowych wśród rowerzystów w rozpatrywanych latach na terenie Czech wyniosła 1404, a w Wielkiej Brytanii było ich 1446. Liczba ta w Niemczech wyniosła 6253. W tym samym okresie w Polsce rowerzyści byli ofiarami 6243 śmiertelnych wypadków drogowych. Jednak na podstawie samej liczby wypadków, bez uwzględnienia pory dnia, w której zaistniał wypadek, nie można oszacować wpływu jakości oświetlenia roweru na prawdopodobieństwo kolizji. Dlatego też istotnym jest zobrazowanie (rys. 6 i 7) danych np. za 2010 rok o śmiertelnych wypadkach w uzależnieniu od pory dnia. Z tego typu analizy wynika, iż jakość oświetlenia



Rys. 5. Liczba śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów zaistniała w latach 2010–2013, na terenie wybranych krajów UE



Rys. 6. Liczba śmiertelnych wypadków drogowych z udziałem rowerzystów w 2010 roku w zależności od pory dnia

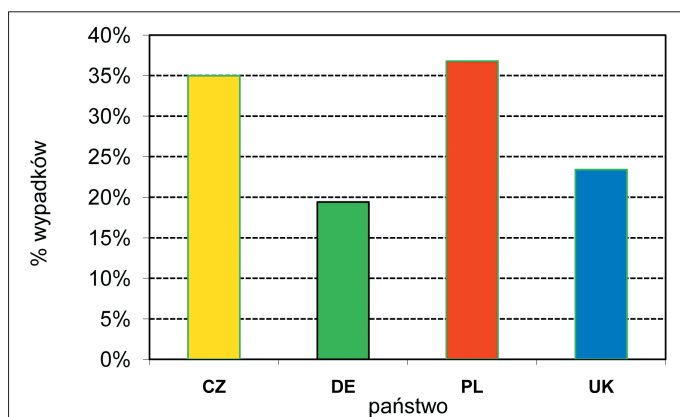
roweru znacząco wpływa na udział procentowy rowerzystów w śmiertelnych wypadkach drogowych zaistniałych w nocy i o zmierzchu w stosunku do całkowitej liczby wypadków z udziałem rowerzystów. Liczba wypadków drogowych mających miejsce w nocy i o zmierzchu, w których rowerzyści byli ofiarami śmiertelnymi, na terenie Niemiec jest znacznie mniejsza niż w Polsce (rys. 6). Ponadto wśród wymienionych na rysunku 7 państw to właśnie w Polsce, w której panują najbardziej liberalne przepisy dotyczące oświetlenia roweru, jest najwyższy odsetek śmiertelnych ofiar wypadków drogowych zaistniałych w warunkach nocnych i zmierzchowych.

Podsumowanie

Przedstawiona w niniejszym artykule analiza wskazuje na istnienie wpływu oświetlenia roweru na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Jednoznaczna ocenę wpływu jakości oświetlenia pojazdu na bezpieczeństwo można by uzyskać na podstawie danych, z których wynikałyby informacje o liczbie wypadków i kolizji drogowych, których uniknięto dzięki temu, że pojazdy były odpowiednio oświetlone. Tego typu statystyk jednak nie ma i zapewne dlatego istnieje grupa uczestników ruchu drogowego, która nie docenia pozytywnego wpływu oświetlenia pojazdów na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Jednak na podstawie danych przedstawionych w tym artykule można wysnuć wniosek, że wyższe wymagania dotyczące oświetlenia rowerów na terenie Niemiec niż ma to miejsce w Czechach, Polsce czy w Wielkiej Brytanii przekładają się na znaczne zredukowanie liczby śmiertelnych wypadków zachodzących po zmroku w Niemczech w stosunku do liczby wypadków, które mają miejsce w pozostałych państwach.

Literatura

1. Brabyn J.A., Schneck M.E., Lott L.A., Haegerstrom-Portnoy G., *Night Driving Self-Restriction: Vision Function*, Optometry and Vision Science, 2005, no 82 (8).
2. Rasanen M., Summala H., *Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study*, Accident Analysis & Prevention, 2008, no 30(5).
3. Bil M., Bilowa M., Muller I., *Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles*, Accident Analysis & Prevention, 2010, no 42.



Rys. 7. Procentowy udział wypadków drogowych mających miejsce w nocy i o zmierzchu w odniesieniu do całkowitej liczby wypadków, z udziałem rowerzystów, na terenie wybranych państw, w 2010 roku

4. Hagel B.E., Romanow N.T.R., Morgunov N., Embree T., Couperthwaite A.B., Voaklander D., Rowe B.H., *The relationship between visibility aid use and motor vehicle related injuries among bicyclists presenting to emergency departments*, Accident Analysis & Prevention, 2014, no 65.
5. 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, no 55C.
6. 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, no 14 (1).
7. 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.
8. Szumski M., Bakunowicz-Łazarczyk A., *Współczesne poglądy na etiopatogenezę, diagnostykę i postępowanie krótkowzroczności, Kontaktol. Optyka Okulist.*, 2010, nr 2 (26).
9. Dorecka M., Romaniuk W., Miniewicz-Kurkowska J., Romaniuk D., Michalska-Malecka K., *Refrakcyjna wymiana wszczepionych soczewek wewnątrzgałkowych po chirurgii zaćmy*, Mag. Lek. Okulist. 2010, nr 4(3).
10. Bąk J., *Rola wzroku w prowadzeniu samochodu*, Atest, 2005, 01.
11. Kwan I., Mapstone J., *Visibility aids for pedestrians and cyclists: a systematic review of randomized controlled trials*, Accident Analysis & Prevention, 2004, no 36.
12. Boxum J., Broeks J., *Lichtvoering fietsers 2009/2010*, DVS, Delft.
13. *Narodowy program bezpieczeństwa ruchu drogowego 2013–2020*, Dokument przyjęty przez Krajową Radę Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego uchwałą nr 5/2013 z dnia 20 czerwca 2013 r.
14. <http://www.bezpiecznyrowerzysta.pb.edu.pl/> [dostęp z dnia 30.06.2015]
15. http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/index_en.htm [dostęp z dnia 30.06.2015]
16. http://www.msz.gov.pl/pl/informacje_konsularne/profile_krajow/rumunia [dostęp z dnia 30.06.2015]
17. *Konwencja o ruchu drogowym, sporządzona w Wiedniu dnia 8 listopada 1968*, Dziennik Ustaw (Dz. U. z 1988 r. Nr 5, poz. 40)
18. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r., *Prawo o ruchu drogowym*, Dz.U. z 2012 poz. 1137.
19. *Ustawa o ruchu drogowym nr 411/2005 Kodeksu Drogowego z 1 lipca 2006 r.* (Republika Czeska).
20. Fryc I., Więcko A., *Bezpieczeństwo rowerzystów a oświetlenie roweru*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2015, nr 1.
21. http://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/_67.html [dostęp z dnia 30.06.2015]
22. British Standard 6102/3 cycle lights.