

## Inspection of the lighting condition at pedestrian crossings

Adrianna Wocial<sup>1\*</sup>, Piotr Tomczuk<sup>1</sup>, Anna Wytrykowska<sup>1</sup>,  
Marcin Chrzanowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Warsaw University of Technology, Faculty of Transport

<sup>2</sup> Warsaw University of Technology, Faculty of Electrical Engineering

**Abstract.** The article relates to the problem of numerous accidents on pedestrian crossings on Polish roads, caused mainly by incorrect lighting. Adduced statistics show that a significant number of accidents involving pedestrians occur at pedestrian crossings, which mostly happen during the winter months and hours, which lack solar lighting. These factors show how vital for pedestrian safety is proper lighting. Disturbing statistics have contributed to taking the preventive steps by conducting road safety audits and lighting condition assessment in Warsaw in 2016. The article describes the procedure of safety audits carried out in the form of local visions by the use of specialized measurement tools at selected pedestrian crossings and factors that should be considered when assessing the lighting status of pedestrian crossings. The results of measurements of vertical lighting intensity at pedestrian crossings, measured for two directions of vehicle traffic, were analyzed. The state of illumination of pedestrian crossings was classified based on the subjective, objective, and final assessment introduced. Comments and recommendations regarding the improvement of the lighting condition at pedestrian crossings were summarized. The conclusions of the final report on the lighting of pedestrian crossings in Warsaw districts were presented, based on which classified the risk factors. After analyzing the obtained measurement results and subjective assessments of auditors, corrective actions were proposed to improve the safety of people at pedestrian crossings.

**Keywords:** lighting measurement, pedestrian crossing, pedestrian safety

### 1. Wprowadzenie



Problem licznych wypadków na przejściach dla pieszych w Polsce jest obecny od wielu lat i chociaż statystyki są niepokojące, z danych przedstawiających liczbę wypadków [1, 7] nie wynika, aby sytuacja dążyła do zdecydowanej poprawy. Co roku ok. 40% wszystkich ofiar wypadków drogowych stanowią piesi [7]. Jest to grupa uczestników ruchu szczególnie narażona na tragiczne następstwa wypadków, ponieważ, w przeciwieństwie do kierowców

#### Article citation information:

Wocial, A., Tomczuk, P., Wytrykowska, A., Chrzanowicz, M. (2020). Inspection of the lighting condition at pedestrian crossings, WUT Journal of Transportation Engineering, 129, 7-16, ISSN: 1230-9265, DOI: [10.5604/01.3001.0014.1934](https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1934)

\*Corresponding author

E-mail address: [adrianna.wocial@gmail.com](mailto:adrianna.wocial@gmail.com) (A. Wocial)

ORCID:  [0000-0002-2357-5961](https://orcid.org/0000-0002-2357-5961) (P. Tomczuk),  [0000-0001-9203-5208](https://orcid.org/0000-0001-9203-5208) (M. Chrzanowicz)

Received 17 June 2019, Revised 23 April 2020, Accepted 27 April 2020, Available online 10 June 2020.

pojazdów, nie jest chroniona karoserią samochodu, pasami bezpieczeństwa, poduszkami powietrznymi, czy kaskami.

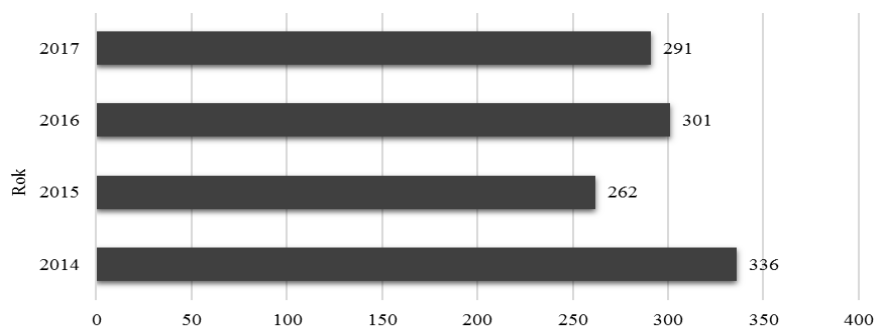
Dane na rok 2018 opublikowane przez Biuro Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji [7] wykazują niepokojące statystyki, z których wynika, jak istotnym czynnikiem dla bezpieczeństwa pieszych na przejściach jest prawidłowe oświetlenie. Z raportu wynika, że choć częściej do wypadków z udziałem pieszych doszło w obszarach zabudowanych, gdzie natężenie ruchu pieszych jest większe, skutki wypadków mających miejsce w obszarach niezabudowanych były tragiczniejsze. Ok. 36%, czyli średnio co trzeci pieszy biorący udział w wypadku poza terenem zabudowanym był ofiarą śmiertelną, natomiast w terenie zabudowanym, gdzie ofiary śmiertelne stanowiły ok. 8% uczestników wypadków był to średnio co dwunasty poszkodowany.

Analizując dane [7] zestawiające liczbę wypadków z udziałem pieszych w układzie miesięcznym wynika, iż niemalże połowa wszystkich wypadków miała miejsce w styczniu, październiku, listopadzie i grudniu, czyli w miesiącach, gdzie warunki oświetleniowe są gorsze od okresu letniego. Oprócz ograniczenia widzialności atmosferycznej jedną z przyczyn nasilenia wypadków z udziałem pieszych w okresie jesienno-zimowym jest występowanie szczytów komunikacyjnych po zmierzchu lub przed świtem.

Niewątpliwie pieszy uczestniczący w ruchu drogowym powinien mieć zapewnione bezpieczne warunki niezależnie od miejsca, w którym się porusza oraz pory roku, jednak powyższe dane wskazują, że w miejscach źle oświetlonych skutki wypadków drogowych są tragiczniejsze [7], a w miesiącach z gorszym oświetleniem naturalnym do wypadków z udziałem pieszych dochodzi najczęściej, a to świadczy o tym, jak istotne jest dobre oświetlenie dla bezpiecznego ruchu pieszych.

Z tabel zestawiających udział procentowy wypadków w zależności od przyczyny [7], w których poszkodowani zostali piesi wynika, że najczęstszą przyczyną (3039 wypadków stanowiących 62,2% ogółu), a także przynoszącą najtragiczniejsze skutki (215 ofiar śmiertelnych oraz 2958 rannych) jest potrącenie pieszego na przejściu dla pieszych. Jest to niepokojąca statystyka, ponieważ przejście dla pieszych jest powierzchnią wydzieloną z jezdni, drogi dla rowerów lub torowiska oznaczoną odpowiednimi znakami drogowymi dla bezpiecznego przechodzenia przez pieszych.

Wyniki analizy prowadzonej w Warszawie [8] (rys. 1) są zbieżne z prowadzonymi dla obszaru Polski [7].



Rys. 1. Liczba wypadków drogowych w Warszawie przy braku dziennego światła (źródło: Raporty o stanie bezpieczeństwa, Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie) [8]

W 2016 roku najczęstszym rodzajem wypadków na stołecznych ulicach były te z udziałem pieszych [8]; stanowiły one 44% ogólnej liczby wypadków. Były to też zdarzenia najbardziej tragiczne w skutkach, gdyż 61% ofiar śmiertelnych w wyniku wypadków drogowych to właśnie piesi. Przeprowadzone w roku 2016 badania oraz wynikające z ich niepokojące statystyki spowodowały podjęcie kroków zapobiegawczych w postaci zlecenia wykonania audytów Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (BRD) oraz szczegółowych badań oceny stanu oświetlenia przejść dla pieszych [6]. Podjęte kroki miały na celu zmniejszenie liczby wypadków na przejściach dla pieszych, w tym przy braku światła dziennego.

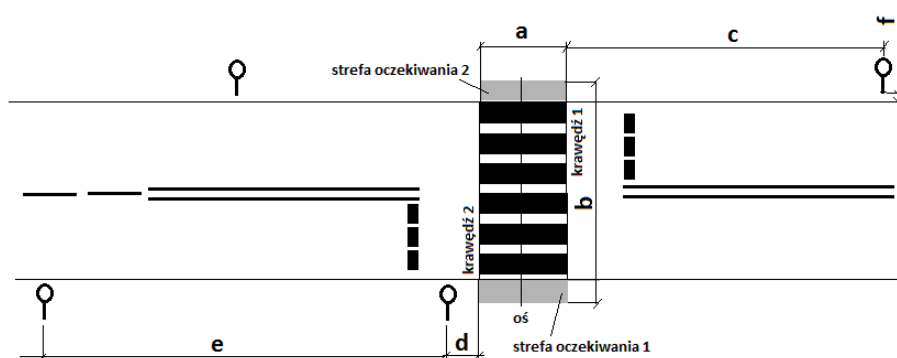
Dane przedstawione na rysunku 1 obrazują problem wypadków na przejściach dla pieszych spowodowanych w dużej mierze oświetleniem niezapewniającym pieszym widoczności pozwalającej na bezpieczne przekroczenie przejścia dla pieszych bez ryzyka bycia niezauważonym przez kierowcę pojazdu oraz wyjaśniają przyczynę podjętych w roku 2016 w Warszawie kroków naprawczych [4, 6].

## 2. Procedura oceny stanu oświetlenia

Do 2016 roku, Zarząd Dróg Miejskich przeprowadził audyt bezpieczeństwa na przejściach dla pieszych w trzech warszawskich dzielnicach: Śródmieście, Ochota i Praga Południe, łącznie na 939 przejściach dla pieszych. Wyniki audytu opublikowane zostały na stronie Zarządu Dróg Miejskich w Zakładce „Badania i analizy” [6].

Poniżej opisano opracowaną na potrzeby audytu procedurę oceny stanu oświetlenia, zawartą w raportach z przeprowadzanych analiz, opublikowanych przez Zarząd Dróg Miejskich [6]. Procedura w zakresie oceny stanu oświetlenia została opracowana na podstawie badań [11, 14, 15] z uwzględnieniem wymagań normy związanej z oświetleniem dróg [5].

Przeprowadzone audyty wykonane zostały na podstawie wizji lokalnych przeprowadzanych w porze nocnej na każdym z przejść dla pieszych z wykorzystaniem następujących narzędzi pomiarowych: dalmierze laserowe, luksomierze, aparaty fotograficzne, taśmy miernicze. W pierwszym etapie uwzględniono parametry geometryczne przejścia oraz lokalizację opraw oświetleniowych w otoczeniu przejść dla pieszych przedstawioną na rysunku, gdzie: a – szerokość przejścia dla pieszych; b - długość przejścia dla pieszych wraz ze strefą oczekiwania; c - odległość od krawędzi 1 do najbliższej latarni; d - odległość od krawędzi 2 do najbliższej latarni; e - rozstaw słupów oświetlenia ulicznego; f - wysokość zamontowania oprawy.

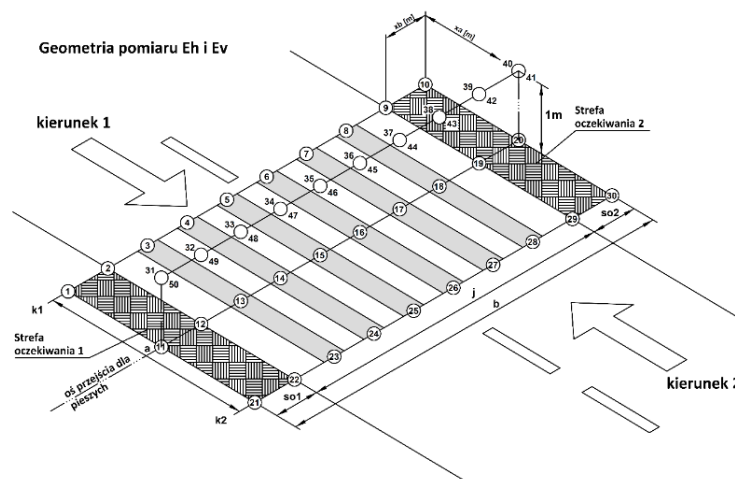


Rys. 2. Geometria przejścia dla pieszych (źródło: opracowanie własne)

Wyróżnia się trzy czynniki, które należy uwzględnić przy ocenie stanu oświetlenia przejścia dla pieszych [12, 13, 14, 15]: wyróżnienie obszaru przejścia spośród przestrzeni drogowej obserwowanej przez kierowcę, zapewnienie kierowcy odpowiednich warunków obserwacji pieszego znajdującego się bezpośrednio na przejściu oraz w strefie oczekiwania, zapewnienie pieszemu odpowiednich warunków obserwacji pojazdu zbliżającego się do przejścia dla pieszych. Aby powyższe czynniki zostały spełnione konieczne jest przeprowadzenie pomiarów widoczności sylwetki pieszego z perspektywy kierowcy i wymaga przeprowadzenia badań kontrastu luminancji.

Jednak uproszczona procedura pomiaru parametrów natężenia oświetlenia umożliwia dokonanie wstępnej klasyfikacji podstawowych parametrów oświetleniowych, w płaszczyznach przejścia dla pieszych związanych z poziomami oświetlenia na jezdni - poziomej  $E_h$  i na sylwetce pieszego - pionowej  $E_v$ .

Pomiar natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej  $E_h$  rys. 3 (punkty od 1 do 30), związanej z natężeniem oświetlenia jezdni (pasów) i stref oczekiwania należy wykonać wzdłuż krawędzi przejścia dla pieszych oraz w osi przejścia dla pieszych.



Rys. 3. Siatka punktów pomiarowych rozmieszczonych w płaszczyznach  $E_h$  i  $E_v$  (źródło: opracowane własne na podstawie [6])

Na podstawie uzyskanych wartości w poszczególnych punktach pomiarowych płaszczyzny  $E_h$ , należy obliczyć następujące parametry związane z natężeniem oświetlenia w płaszczyźnie poziomej:  $E_{hmin}$  oraz  $E_{hmax}$  (minimalne oraz maksymalne poziome natężenie oświetlenia),  $E_{h\bar{s}}$  wyrażające średnie poziome natężenie oświetlenia (będące ilorazem sumy wyników pomiarów w kolejnych punktach pomiarowych poziomego natężenia oświetlenia podzieloną oraz liczby pomiarów),  $U_0$  - równomierność natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (będąca ilorazem  $E_{hmin}$  i  $E_{h\bar{s}}$ ) oraz największą występującą różnicą wartości natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej będącą ilorazem  $E_{hmin}$  oraz  $E_{hmax}$ .

Pomiar natężenia w płaszczyznach pionowych  $E_v$  (punkty od 31 do 50, których liczba zależy od kierunków ruchu pojazdów na przejściu), związanych z natężeniem oświetlenia na sylwetce pieszego należy wykonać dla wszystkich kierunków ruchu. Pomiar należy wykonać na wysokości 1,0 m licząc od nawierzchni jezdni, w osi przejścia dla pieszych, na

całej długości przejścia dla pieszych oraz w strefie oczekiwania [2]. Dla każdego kierunku ruchu pojazdów można wyznaczyć parametry analogiczne jak dla płaszczyzny poziomej.

Wyniki otrzymane przez wyznaczenie powyższych parametrów dla obu płaszczyzn są zestawiane w tabelach i umożliwiają określenie obiektywnych ocen stanu oświetlenia, które przydzielane są na podstawie unormowanych klas – C dla poziomego natężenia oświetlenia oraz EV – dla pionowego natężenia oświetlenia.

Analizując powyższe kryteria i przypisane im punkty wagowe [6] oraz uwzględniając subiektywną opinię audytorów przedstawioną w pięciocyfrowej skali ocen, gdzie 0 - bardzo złe warunki oświetleniowe, 1 - złe warunki oświetleniowe, 2 - mierne warunki oświetleniowe, 3 - dostateczne warunki oświetleniowe, 4 - dobre warunki oświetleniowe, a 5 - bardzo dobre warunki oświetleniowe wystawiana jest ocena końcowa.

Po przeprowadzeniu pomiarów geometrycznych i oświetleniowych oraz określeniu stanu instalacji oświetleniowej w otoczeniu przejścia dla pieszych, a także wskazaniu elementów zagospodarowania przestrzennego wpływających negatywnie na prawidłowe oświetlenie (przeszkody dla światła) należy wykonać dokumentację zdjęciową sytuacji oświetleniowej aktualnej dla czasu danego pomiaru. Zdjęcia powinny być zrobione z każdego kierunku ruchu pojazdów z odległości umożliwiającej udokumentowanie całego przejścia dla pieszych wraz z oprawami oświetleniowymi wpływającymi na oświetlenie przejścia [4].

Na podstawie przeprowadzonych wcześniej pomiarów oraz odpowiednio wykonanej dokumentacji konieczne jest sporządzenie raportu z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych, który powinien zawierać: podstawowe informacje lokalizacyjne, dane ogólne, wyniki pomiarów i wykonanych obliczeń, opis stanu oświetlenia przejścia dla pieszych, zdjęcia sytuacji oświetleniowej na przejściu dla pieszych oraz uwagi i zalecenia pokontrolne.

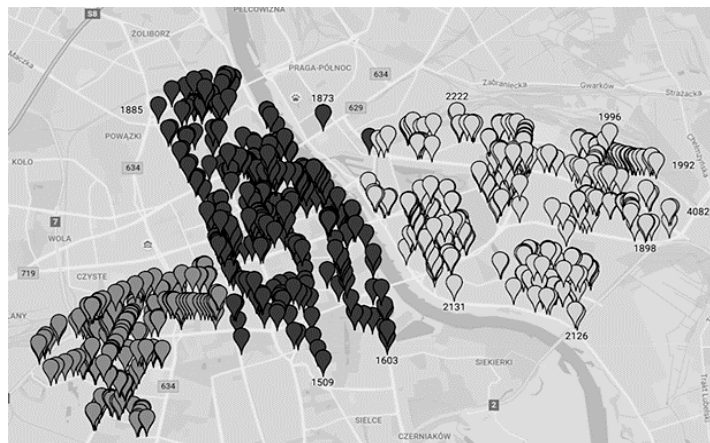
Na podstawie zbiorczych wyników pomiarów oraz ocen tworzona jest rekomendacja wraz ze zwartą propozycją działań do podjęcia przez zarządcę infrastruktury, które mają realną szansę poprawy sytuacji oświetleniowej na przebadanych przejściach dla pieszych.

### 3. Inspekcja stanu oświetlenia

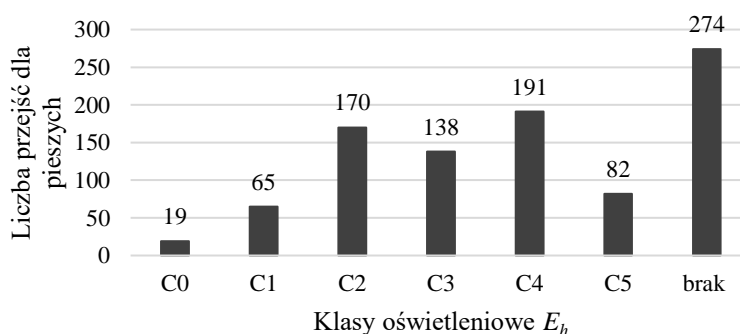
W 2016 roku został przeprowadzony audyt bezpieczeństwa na przejściach dla pieszych w kilku warszawskich dzielnicach. Celem przeprowadzonego audytu była ocena oświetlenia ulicznego w rejonie przejść na pieszych z uwzględnieniem funkcjonującej organizacji ruchu. Podstawą audytu były odbywające się sześć dni w tygodniu, z wyłączeniem czasu opadów, terenowe wizje lokalne przeprowadzane na konkretnych, wskazanych przez ZDM do analiz przejść dla pieszych. Poniżej opisane zostały wnioski z raportu końcowego oceny oświetlenia przejść dla pieszych w dzielnicach Śródmieście, Ochota, Praga Południe. W celu poprawy aktualnego stanu zagrożenia niechronionych uczestników ruchu drogowego, przeprowadzono kompleksową kontrolę stanu oświetlenia na 939 przejściach dla pieszych w Warszawie. Na jej podstawie zidentyfikowano i sklasyfikowano czynniki ryzyka. Lokalizację przejść dla pieszych w tych dzielnicach poglądowo przedstawiono na rysunku 4. Szczegółowe lokalizacje opisane zostały współrzędnymi GPS [6].

Z wyników badań zestawionych po przeprowadzonych na powyżej zaznaczonych przejściach (rys. 4) wynika, iż z 939 przejść 39,4% przejść znajduje się poniżej średniej wartości natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej równej  $E_{h\dot{s}r} = 17,75 \text{ lx}$ , natomiast na 274 (z 939) przejściach dla pieszych nie uzyskano średnich wartości natężenia oświetlenia

w płaszczyźnie horyzontalnej większych od  $7,5 lx$  (brak spełnienia najniższej klasy oświetleniowej [5]), co wskazuje na konieczność podjęcia działań zmierzających do poprawy stanu oświetlenia.



Rys. 4. Lokalizacja przejść dla pieszych w dzielnicach Śródmieście, Ochota, Praga Południe (źródło: Raport końcowy oceny oświetlenia przejść dla pieszych w dzielnicach: Śródmieście, Ochota i Praga Południe [6])



Rys. 5. Klasy poziomego natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych  $E_h$  łącznie w dzielnicach Śródmieście, Ochota i Praga Płd. (źródło: opracowane na podstawie [6])

Analizie poddano uzyskane wyniki pomiarów wartości pionowego natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych mierzone dla dwóch kierunków ruchu pojazdów. Wyniki pomiarowe umieszczono w tabeli klasyfikując otrzymane wartości natężenia oświetlenia w klasach EV [6].

Dokonano także klasyfikacji stanu oświetlenia przejść dla pieszych na podstawie wprowadzonej oceny subiektywnej, obiektywnej i końcowej przyznając oceny od 0 do 5, gdzie 0 oznaczało ocenę najgorszą, a 5 – najlepszą. Na wykresie (rys. 6) zestawiono oceny subiektywne, obiektywne i końcowe uzyskane dla przebadanych przejść dla pieszych w dzielnicach Śródmieście, Ochota i Praga Południe.

W ujęciu ogólnym zestawiono także uwagi i zalecenia w zakresie poprawy stanu oświetlenia na przejściach dla pieszych. W tabeli 2 oraz na rys. 6 zestawiono w sposób zbiorczy uwagi i zalecenia łącznie dla 939 przejść dla pieszych.

Tabela 1. Klasy EV – Zestawienie wyników dla analizowanych przejść dla pieszych

Klasa EV	$E_{v,min}$ w [lx] (utrzymywane)	Kierunek 1		Kierunek 2	
		Liczba przejść	%	Liczba przejść	%
EV1	50	0	0,0	0	0,0
EV2	30	9	1,0	0	0,0
EV3	10	153	16,3	175	18,6
EV4	7,5	22	2,3	129	13,7
EV5	5	255	27,2	215	22,9
EV6	0,5	402	42,8	383	40,8
Brak	poniżej 0,5	18	1,9	37	3,9

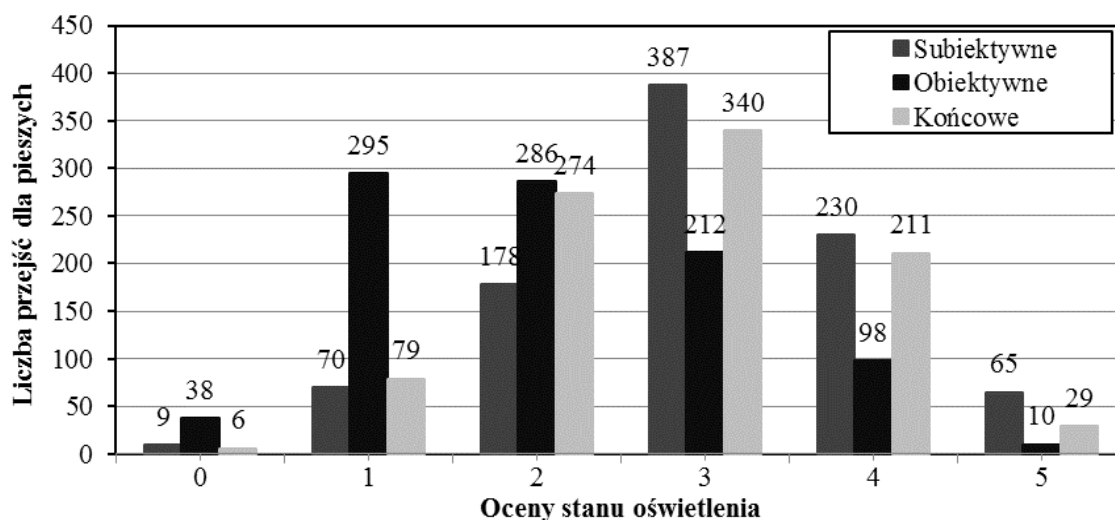
(Źródło: opracowane na podstawie [6])

Tabela 2. Klasy EV – Zestawienie wyników dla analizowanych przejść dla pieszych

Lp.	Uwagi i zalecenia	Liczba działań
1	Przeprowadzenie kompleksowej konserwacji ulicznej instalacji oświetleniowej	540
2	Czyszczenie opraw oświetleniowych w otoczeniu przejścia dla pieszych	429
3	Wymiana niesprawnych źródeł światła na nowe w otoczeniu przejścia dla pieszych	80
4	Wymiana źródła światła na inne o większej mocy w otoczeniu przejścia dla pieszych	299
5	Wymiana źródła światła na inne o odmiennej barwie światła w otoczeniu przejścia dla pieszych	81
6	Wymiana opraw oświetlenia ulicznego w otoczeniu przejścia dla pieszych	60
7	Wymiana wszystkich opraw oświetlenia ulicznego	31
8	Zmiana sposobu (lub wysokości) zamocowania opraw ulicznych w otoczeniu przejścia	22
9	Przeprowadzenie kontroli ustawienia i regulacja położenia opraw i źródeł światła	81
10	Usunięcie przeszkód dla światła	165
11	Eliminacja źródeł oślnienia	7
12	Montaż oprawy oświetlenia ulicznego w otoczeniu przejścia dla pieszych	202
13	Montaż dodatkowych opraw oświetleniowych na istniejących słupach oświetlenia ulicznego	93
14	Montaż dodatkowego oświetlenia przejścia oprawami dedykowanymi z wiązką asymetryczną	121
15	Brak uwag	74

(źródło: opracowane na podstawie [6])

Opisane powyżej czynności pomiarowe wykonywane w trzech warszawskich dzielnicach miały na celu ustalenie stanu faktycznego oświetlenia na istniejących przejściach dla pieszych, a także wskazanie problemów i rekomendacji. Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych w porze nocnej oraz na podstawie wykonanych pomiarów parametrów oświetleniowych ustalono, że stan oświetlenia ulicznego budzi zastrzeżenia w kontekście realizacji zadań oświetleniowych na przejściach dla pieszych. W celu poprawy stanu oświetlenia przejść dla pieszych możliwe jest zastosowanie kilku wariantów naprawczych np.: montaż dodatkowych opraw oświetlenia dedykowanego do oświetlenia przejść dla pieszych, instalacji dodatkowych opraw oświetleniowych na istniejących słupach. Możliwa jest także wymiana eksploatowanych obecnie opraw na oprawy nowe, o ściśle ukierunkowanym rozsyśle światłości. W Warszawie wiele ulicznych instalacji oświetleniowych należy w przyszłości wymienić na nowoczesne systemy oświetleniowe. Podczas ich projektowania należy zwrócić szczególną uwagę na aspekt poprawnego oświetlenia przejść dla pieszych.



Rys. 6. Zestawienie ocen stanu oświetlenia przejść dla pieszych w dzielnicach (źródło: opracowane na podstawie [6])

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Liczby wypadków drogowych z udziałem pieszych, którzy stanowią największą grupę poszkodowanych, utrzymują się w Polsce na wysokim poziomie, co jest w dużej mierze spowodowane między innymi niewystarczająco dobrym stanem oświetlenia przejść dla pieszych.

Opisana w artykule, inspekcja stanu oświetlenia przejść dla pieszych jest jednym z elementów kompleksowego audytu BRD uwzględniającego takie parametry jak: lokalizacja, widoczność, dostępność, oznakowanie pionowe i poziome oraz ruch uliczny w rejonie przejść dla pieszych, który ma na celu zapewnienie prawidłowej widoczności pieszych na przejściach niezależnie od pory dnia i warunków atmosferycznych. Podjęte w 2016 roku w Warszawie szeroko zakrojone działania są pierwszymi działaniami podjętymi w tej skali w Polsce. W kolejnych latach podjęto się kontynuacji prowadzenia audytów, z przyjętą w 2016 roku metodyką.

Wnikliwa analiza otrzymanych wyników pomiarowych oraz subiektywnych ocen audytorów, dają informacje niezbędne dla oceny i podjęcia działań zmierzających do poprawy stanu oświetlenia przejść dla pieszych. Klasyfikacja i identyfikacja czynników nie-bezpiecznych pozwala na podjęcie, przez zarządcę infrastruktury, koniecznych działań naprawczych biorąc pod uwagę wysoki współczynnik pieszych wśród ofiar wypadków drogowych w Warszawie i Polsce. Trzeba mieć świadomość, że ocena stanu oświetlenia na podstawie podstawowego parametru, jakim jest natężenie oświetlenia nie daje pełnej i często wystarczającej informacji o sytuacji oświetleniowej na danym przejściu dla pieszych. Możliwe jest dodatkowe wykonanie badania parametrów luminancyjnych jezdni uwzględniających sylwetkę pieszego [12, 13].

Wszystkie opisane procedury pomiarowe powinny być wykonywane na etapie eksploatacji instalacji oświetleniowej przyjętych na etapie projektowania oświetlenia przejścia dla pieszych. Istnieją kraje, które regulacje w zakresie oświetlenia przejść dla pieszych już wdrożyły [2, 9]. Także w Polsce w 2017 roku opracowano: Wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych [3, 10]. Powstały one na zlecenie Krajowej Rady Bezpieczeństwa



Ruchu Drogowego i od 2018 roku są rekomendowane do stosowania na wszystkich kategoriach dróg w Polsce. Stosowanie i egzekwowanie zapisów opracowanych wytycznych w zakresie prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych może przyczynić się do poprawy złego stanu bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego w Polsce.

### Bibliografia

1. Budzyński, M., Jamroz, K., Mackun, T. (2017). Pedestrian Safety in Road Traffic in Poland, IOP Conference Series Materials Science and Engineering, Volume: 245, Article Number: UNSP 042064 DOI: 10.1088/1757-899X/245/4/042064.
2. DIN 67523-2 2010-06 Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung, Technical report, Deutsches Institut für Normung, June 2010.
3. Jamroz, K., Tomczuk, P., Mackun, T., Kornalewski, L., Chrzanowicz, M. i inni (2017). Wytyczne organizacji bezpiecznego ruchu pieszych. Wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych, Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Gdańsk - Warszawa.
4. Mackun, T., Tomczuk, P., Artur, R. (2017). Risk assessment methodologies for pedestrian crossings without traffic lights - Warsaw case study pedestrian safety assessment, MATEC Web of Conferences, 122, 1-6, DOI:10.1051/mateconf/201712201004.
5. PN-EN 13201:2016 (2016). Oświetlenie dróg Część 1-5, CEN/TR, 1. Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia, 2. Wymagania eksploatacyjne, 3. Obliczenia parametrów oświetleniowych, 4. Metody pomiaru efektywności oświetlenia, 5. Wskaźniki efektywności energetycznej.
6. Raport końcowy oceny oświetlenia przejść dla pieszych w dzielnicach: Śródmieście, Ochota i Praga Południe. (2016). <https://zdm.waw.pl/dzialania/badania-i-analazy/audyt-bezpieczenstwa-przejsc-dla-pieszch-srodmiescie-ochota-praga-poludnie/> ZDM.
7. Raport statystyczny. (2019). Wypadki drogowe w Polsce w 2018 roku, Komenda Główna Policji.
8. Raporty o stanie bezpieczeństwa na drogach, Zarząd Dróg Miejskich <https://zdm.waw.pl/dzialania/badania-i-analazy/raport-o-stanie-bezpieczenstwa-na-drogach/>
9. Technické Kvalitativní podmínky stavěb pozemních komunikací, Kapitola 15.2 (2015). Osvětlení pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy Odbor pozemních komunikací, 1-24.
10. Tomczuk, P., Jamroz, K., Mackun, T., Chrzanowicz, M. (2019). Lighting requirements for pedestrian crossings - positive contrast, MATEC Web of Conferences 262, 05015. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926205015>.
11. Tomczuk, P., Wytrykowska, A., Jaskowski, P., Jarzębska, A. (2016). Ogólne zasady oświetlenia przejść dla pieszych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, 114, 393-406.
12. Tomczuk, P. (2012). Assessment model of luminance contrast of pedestrian figure against background on pedestrian crossing, Przegląd Elektrotechniczny, 88, 3a, 104-107.
13. Tomczuk, P. (2012). Bezpieczeństwo pieszych - pomiary luminancji na przejściu dla pieszych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, 80, 119-131.
14. Tomczuk, P. (2013). Oświetlenie przejść dla pieszych - wymagania i zalecenia. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, 96, 410-422.
15. Wytrykowska, A., Tomczuk, P., Chrzanowicz, M. (2017). Procedura oceny stanu oświetlenia na przejściu dla pieszych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport, 118, 391-401

## Kontrola stanu oświetlenia na przejściach dla pieszych

**Streszczenie.** Artykuł podejmuje problem występowania licznych wypadków z udziałem pieszych na polskich drogach, spowodowanych czynnikiem nieprawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych. Celem głównym artykułu jest zaprezentowanie wyników audytu stanu oświetlenia przejść dla pieszych realizowanych na dużą skalę. We wstępie przytoczone zostały statystyki wskazujące, że do znacznej liczby wypadków z udziałem pieszych dochodzi na przejściach, z czego głównie w miesiącach zimowych i godzinach, w których brakuje oświetlenia naturalnego. Czynniki te ukazują jak istotne dla bezpieczeństwa pieszych jest prawidłowe oświetlenie przestrzeni przeznaczonej dla ruchu pieszego. Nadmierna liczba wypadków wpły-

nęła na podjęcie przez Zarządcę infrastruktury w roku 2016 roku w Warszawie kroków zapobiegawczych. Podjęto decyzję o konieczności wykonaniu na dużą skalę audytów Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego oraz oceny stanu oświetlenia będącej ważnym elementem inspekcji stanu bezpieczeństwa infrastruktury drogowej. W artykule opisana została procedura realizacji audytów oświetleniowych przeprowadzanych w postaci wizji lokalnych z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi pomiarowych na wybranych przejściach dla pieszych oraz czynniki, które należy uwzględnić przy ocenie stanu oświetlenia przejścia dla pieszych. Analizie poddano uzyskane wyniki pomiarów tj. wartości poziomego i pionowego natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych dokonano klasyfikacji stanu oświetlenia przejść dla pieszych na podstawie wprowadzonej oceny subiektywnej, obiektywnej i końcowej oraz zestawiono uwagi i zalecenia w zakresie poprawy stanu oświetlenia na przejściach dla pieszych. Przedstawiono wnioski z raportu końcowego oceny oświetlenia przejść dla pieszych warszawskich dzielnic, na podstawie których zidentyfikowano i sklasyfikowano czynniki ryzyka. Po analizie otrzymanych wyników pomiarowych oraz subiektywnych ocen audytorów zaproponowano i uszeregowano działania naprawcze służące zwiększeniu bezpieczeństwa osób na przejściach dla pieszych zlokalizowanych w Warszawie.

**Słowa kluczowe:** pomiar oświetlenia, przejście dla pieszych, bezpieczeństwo pieszych

