

## Czy powinniśmy martwić się zanieczyszczeniem światłem?

**Adrian Joswowitz-Niemierski**

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii  
e-mail: [adrianjos1995@gmail.com](mailto:adrianjos1995@gmail.com)*

**Tutor: dr Krzysztof Kopeć**

*Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej  
i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Rozwoju Regionalnego*

*Słowa kluczowe: zanieczyszczenie światłem, oświetlenie miejskie, miejska łuna świetlna, iluminacje, smart lighting*

### **Wprowadzenie**

Sztuczne oświetlenie uważane jest za osiągnięcie cywilizacyjne, które znacząco wpłynęło na funkcjonowanie całej ludzkości (Pérez Vega i in., 2021). Umożliwia przedłużenie naszej dobowej aktywności, dając zarazem poczucie bezpieczeństwa. Sztuczne światło sprawia, iż przestrzeń, która do tej pory po zmroku nie była wykorzystywana, staje się widzialna i użytkowa. Wpływa to nie tylko na nasz odbiór przestrzeni, ale też na to, jak się w niej zachowujemy. Duża ilość światła zwiększa aktywność człowieka, natomiast mała prowadzi do zwiększenia intymności i wyciszenia (Saunders i in., 1974). Dawniej sztuczne źródła światła nie były tak łatwo dostępne oraz praktyczne w użyciu. Korzystano z nich oszczędnie i tylko gdy było to konieczne.

Pierwsze efektywne oświetlenie miejskie powstało w Amsterdamie w 1669 roku i było oparte na latarniach olejowych (Kosłofsky, 2011). Niestety latarnie generowały stosunkowo niewiele światła. Bardziej efektywnym źródłem energetycznym okazał się gaz świetlny, które-

go pierwszy raz użyto w Londynie w 1804 roku (Keirstead i Rutter, 2012). Zastosowanie gazu świetlnego w miastach wymagało utworzenia całego systemu infrastruktury oświetleniowej – gazowni oraz sieci przesyłowych. Wykorzystanie nowego źródła światła uznawane jest za siłę sprawczą jednej z najważniejszych transformacji miejskich systemów energetycznych w historii (Keirstead i Rutter, 2012). Niemniej okres świetności oświetlenia gazowego nie trwał długo. Już w 1882 roku Thomas Edison zaproponował pierwszy system oświetlenia publicznego opartego na energii elektrycznej (Belczewska i Frankowski, 2016). Na początku XX wieku oświetlenie elektryczne zdominowało krajobraz nocny większości miast Stanów Zjednoczonych oraz Europy Zachodniej. Jednakże wraz z upowszechnieniem oświetlenia publicznego zaczęto też dostrzegać jego negatywne skutki na otoczenie. W 1933 roku rozpoczęto debatę nad koniecznością przeniesienia Królewskiego Obserwatorium Astronomicznego w Greenwich (ang. *The Royal Greenwich Astronomical Observatory*). Jednym z powodów był wzrost ilości sztucznego światła, który uniemożliwiał prowadzenie dokładnych obserwacji obiektów astronomicznych (Jones, 1946).

Wskutek wszechobecności sztucznego światła coraz częściej mamy do czynienia z jego nadmiarem. Miejskie łuny światła rozjaśniają nocne niebo na wiele kilometrów od aglomeracji, tym samym wpływając na funkcjonowanie wielu ekosystemów, również tych znacznie oddalonych od ludzkich siedlisk. Pomimo rosnącej świadomości opinii publicznej i projektantów oświetlenia kwestia zanieczyszczenia światłem jest ciągle drugorzędna. Z marketingowego punktu widzenia, poruszanie tego tematu może być nieopłacalne dla wielu podmiotów. Aby zrozumieć dlaczego jesteśmy tak bardzo przywiązani do sztucznego światła, musimy poznać funkcje, które spełnia w naszej społeczności.

### **Funkcje oświetlenia zewnętrznego**

Od początku swojej historii sztuczne światło służyło zapewnieniu porządku publicznego. W ankiecie przeprowadzonej w Stuttgarcie 80% użytkowników przestrzeni publicznej uważało, że światło zapewnia im bezpieczeństwo (Reis i in., 2001). Według autorów badania oświetlanie miejsc zaciemnionych zmniejsza przestępczość i podnosi poziom poczucia bezpieczeństwa u mieszkańców. Rośnie również szansa na rozpoznanie lub schwywanie potencjalnego przestępcy.

W wyniku większego poczucia bezpieczeństwa i komfortu wydłużeniu uległ okres, w którym przebywamy w przestrzeni publicznej. Miejsca oświetlone po zmroku cieszą się większą popularnością wśród spacerowiczów, którzy korzystają z ofert miejscowych restauratorów, sklepikarzy i usługodawców (Pérez Vega i in., 2021). Efekt ten może spotęgować interesująca i przemyślana iluminacja, która pozwala podkreślić walory pojedynczego obiektu, jak i zespołów budynków. Miejsca z atrakcyjną iluminacją lub dekoracjami świetlnymi mogą przyciągać więcej osób po zmroku, niż przebywa tam za dnia.

Na świecie pojawia się też coraz więcej ciekawych działań z zakresu sztuki w przestrzeni publicznej, które wykorzystują światło. Przykładem są festiwale świetlne, których celem jest promocja przestrzeni publicznej, zachęcenie do jej odwiedzania oraz uaktywnienie nocnej pory (Martyniuk-Pęczek, 2014). Natomiast w większej skali to udany marketing miasta. Przykładem takich działań jest festiwal świetlny odbywający się co roku 8 grudnia w Lyonie.

Sztuczne źródła światła wpłynęły również na inne gałęzie gospodarki. Podstawową zasadą marketingu jest to, aby zostać zauważonym (Martyniuk-Pęczek, 2014), a światło świetnie sprawdza się w przyciąganiu naszej uwagi. Przekaz musi docierać do odbiorcy zarówno w ciągu dnia, jak i po zapadnięciu zmroku. Dlatego rynek reklam i lokale znajdujące się przy ulicach szybko odkryły zalety nocnego podświetlania swych banerów. Z czasem rozwój technologii powodował powstanie coraz bardziej wyrafinowanych form wyróżnienia reklam za pomocą światła. W pewnych miejscach wpływ na krajobraz był tak duży, że wręcz doszło do wykreowania jego unikalnego charakteru. Świetnym tego przykładem jest słynny nowojorski Times Square, którego wielkie ekrany reklamowe stały się rozpoznawalną wizytówką. Niemniej w wielu miejscach odczuwa się negatywne skutki nadmiernej luminacji<sup>1</sup>. Dodając do tego irytujące migoczące i stroboskopowe światło, które w jeszcze większym stopniu zwraca na siebie uwagę, dochodzi do sytuacji, gdzie wiele walorów miejsca po-

---

1 Umowna miara intensywności wrażeń świetlnych określanych jako ilość światła, która trafia do oka obserwatora (Bartnicka, 2015). Luminacja powierzchni uzależniona jest od poziomu natężenia oświetlenia oraz od właściwości samej powierzchni (zdolność pochłaniania/odbicia światła). Luminancja wyrażana jest w  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

zostaje przyćmionych i niezauważonych. Nadmiar światła reklamowego usuwa w cień historyczną fasadę i oświetla przeciwną pierzeję. Dzieje się tak również z większością drobnych lokali otoczonych sieciowymi sklepami (Suchowiak, 2015). Spacerując wieczorną porą historycznymi ulicami, często nawet nie dostrzegamy zabytkowej zabudowy przyćmionej silnie oświetlonymi sklepami.

Skala tego zjawiska jest tak duża, że powinny istnieć regulacje prawne, dzięki którym byłoby możliwe uporządkowanie wszelkich form reklamy świetlnej. Martyniuk-Pęczek (2014) zaznacza, iż takie regulacje powinny brać pod uwagę spójność reklam, czyli dobór takich elementów jak: (1) wymiar, (2) forma, (3) kolor, (4) luminacja (jaskrawość), (5) ruch, (6) wzajemny stosunek. Bez takowego uregulowania prawnego w dalszym ciągu specjaliści od reklamy będą się prześcigać w zdobywaniu naszej uwagi natrętnymi, migoczącymi lub powodującymi olśnienie<sup>2</sup>, elementami świetlnymi.

### **Regulacje prawne**

Sztuczne światło jest także istotne dla bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. W XX wieku za sprawą wzrostu znaczenia transportu kołowego oświetlenie ulic zdominowało nocną przestrzeń publiczną. Wszystkie normy projektowania światła w mieście podporządkowane zostały zasadom bezpieczeństwa ruchu samochodowego (Martyniuk-Pęczek, 2014). Ma to swoje odzwierciedlenie m.in. w przepisach polskiego prawa.

Analizując regulacje prawne dotyczące oświetlenia miast i przestrzeni publicznej, w pierwszej kolejności natrafimy

na ustawę z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (DzU 1997 nr 54, poz. 348.). Nadaje ona lokalnym samorządom obowiązki polegające m.in. na planowaniu oświetlenia znajdujących się na jej terenie miejsc publicznych; dróg gminnych, powiatowych, wojewódzkich oraz wybranych fragmentów dróg krajowych (art. 17 ust. 1 pkt 2). Co więcej, ustawa zobowiązuje lokalny samorząd do finansowania instalacji oświetleniowych.

Niemniej w owej ustawie nie ma indywidualnego opracowania dotyczącego norm oświetlenia przestrzeni publicznych w miastach. Jedyne wytyczne do projektowania oświetlenia w obszarach zewnętrznych znajdziemy w normie, która odnosi się wyłącznie do oświetlenia dróg. Norma PN 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg – Część 1–5, o której mowa to dokument, który dzieli drogi na klasy pod względem rodzaju wybranej jezdni, ścieżki rowerowej lub chodnika. Na klasę drogi wpływa ograniczenie prędkości, liczba stref konfliktów (skrzyżowania) i przejść dla pieszych. Do każdej klasy przyporządkowane są wymagania, które musi spełniać instalacja świetlna. Czynniki brane pod uwagę to: (1) poziom luminancji, (2) równomierność luminancji, (3) ograniczenie olśnienia, (4) prowadzenie wzrokowe.

Norma ta wskazuje na ograniczenie światła przeszkadzającego i określa maksymalne dopuszczalne poziomy natężenia oświetlenia dla zewnętrznych instalacji oświetleniowych. Niemniej jednak Ratajkiewicz i Michalak (2020) zaznaczają, że wymagania dotyczą jedynie światła rozproszonego, będącego pochodną oświetlenia celowego. Wartości wskazane w normie nie są wyznacznikiem maksymalnej wartości natężenia światła przy celowej luminacji ulic czy obiektów.

Okazuje się zatem, iż w polskim prawodawstwie nie ma żadnych zapisów ograniczających parametry oświetlenia w montowanych oprawach świetlnych.

---

<sup>2</sup> Olśnienie (ang. glare) jest przebiegiem procesu widzenia, przy którym występuje odczucie niewygodności, zmniejszenia zdolności rozpoznawania przedmiotów lub podrażnienia oczu w wyniku oddziaływania światła o wysokim natężeniu (Zielińska-Dąbkowska, 2014).

Potwierdzenie tego faktu można znaleźć, analizując program dofinansowania i modernizacji oświetlenia zewnętrznego na terenie jednostek samorządowych finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Celem programu „SOWA – oświetlenie zewnętrzne” [1] jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza oraz uzyskanie oszczędności energii elektrycznej poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną systemów oświetlenia zewnętrznego. Stopień realizacji celu programu mierzony jest za pomocą następujących wskaźników: zaoszczędzonej energii elektrycznej, ograniczenia emisji gazów CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz pyłów zawieszonych. Jak można zauważyć, program nie zakłada ograniczenia emisji światła, które w nadmiarze również jest klasyfikowane jako zanieczyszczenie. Niestety w polskim prawodawstwie nie istnieje takie pojęcie jak zanieczyszczenie światłem. W konsekwencji nie ma programów rządowych, które uniemożliwiłyby wzrost jego poziomu, nie mówiąc już o działaniach związanych z jego ograniczeniem. Aby zrozumieć powagę problemu należy odpowiedzieć na pytanie:

### **Czym jest zanieczyszczenie światłem i jaki ma wpływ na środowisko?**

Nadmierny rozsył światła emitowany przez latarnie uliczne prześwietla elewacje sąsiadujących budynków, które zwiększają średni poziom luminancji otoczenia. Pozostałe obiekty, by się wyróżnić muszą zostać oświetlone za pomocą jeszcze większego natężenia światła. Ten niekończący się wyścig doprowadził ludzkość do momentu, w którym w wielkich metropoliach dochodzi do zatarcia granicy między dniem a nocą. W wyniku tego w literaturze zaczęło pojawiać się określenie zanieczyszczenia światłem (Verheijen, 1985).

Longcore i Rich (2004) wyróżniają astronomiczne i ekologiczne zanieczyszczenie światłem. O pierwszym z nich mówimy, gdy sztuczne światło przesłania widok nocnego nieba w wyniku czego część ciał niebieskich pozostaje niewidoczna dla ludzkiego oka. Natomiast ekologiczne zanieczyszczenie światłem występuje, gdy wpływ światła jest na tyle duży, że zaburzeniu ulega naturalny cykl dnia i nocy w ekosystemie. Ci sami autorzy wyróżniają również typy tymczasowego zanieczyszczenia światłem takie jak bezpośrednie oślepiające światło i nieprzewidywalne fluktuacje w natężeniu światła.

Najbardziej powszechnym rodzajem zanieczyszczenia światłem, mającym istotny wpływ na ekosystemy, jest miejska łuna świetlna. Cyunel wraz ze współautorami (2015) definiują ją jako rozjaśnienie nocnego nieba w skupiskach ludności wskutek bezpośredniego i pośredniego odbicia promieniowania świetlnego rozproszonego na składnikach atmosfery (cząstkach gazu, pary wodnej, aerozolu i cząstkach stałych). Zachmurzone niebo powoduje około 10-krotne zwiększenie intensywności łuny świetlnej w centrach dużych miast, a natężenie światła jest wówczas około 4-krotnie większe niż w czasie jasnych, księżycowych nocy na terenach wiejskich (Kyba i in., 2011). Pojazdy zmechanizowane, przemysł i inne źródła niskiej emisji zlokalizowane na terenach miast zwiększają ilość pyłów zawieszonych w powietrzu, tym samym potęgują efekt nocnej łuny świetlnej (Cyunel i in., 2015).

Nadmierne i niewłaściwe użycie światła wpływa na środowisko w skali globalnej poprzez zaburzenie zegarów biologicznych i zachowania zwierząt nocnych. Pod wpływem zwiększonej luminancji dochodzi może do zaburzenia naturalnych relacji w ekosystemach, co w konsekwencji może doprowadzić do zachwiania równowagi w środowisku, którego to

skutków długoterminowych nie jesteśmy w stanie przewidzieć. Nauce znanych jest wiele przykładów wpływu sztucznego oświetlenia na środowisko o różnicowanej skali. Począwszy od bezpośredniego wpływu na insekty, które przyciągane przez światło giną od samego kontaktu z lampą lub w wyniku wycieńczenia po ciągłym okrażaniu źródła światła (Rydell, 1992), po bardziej złożone zmiany w relacjach międzygatunkowych. Ich przykładem jest wydłużenie aktywności dziennych drapieżników (Kaleta, 2007). Wysoki poziom rozjaśnienia nocnego nieba jest przez nich wykorzystywany do wydłużenia pory, w której aktywnie polują. Z kolei ich ofiary, które wcześniej pod osłoną nocy bezpiecznie żerowały, są bardziej narażone na ataki. W ten sposób zostaje zachwiana równowaga na linii drapieżnik-ofiara. Sztuczne światło niekiedy może mieć wpływ na właściwości samego ekosystemu jak chociażby zmiana trofizmu zbiorników wodnych. W ekosystemach wodnych zlokalizowanych w niewielkiej odległości od dużych aglomeracji w wyniku większego dopływu sztucznego światła glony zwiększają produkcję biomasy (Czaplicka-Kotas i Ladowska, 2014). Konsekwencją tego jest wzrost troficzności wód, co powoduje uszczuplenie się zasobów tlenu w zbiorniku wodnym (Kubiak i Tórz, 2005). Przyspieszona eutrofizacja jest dużym zagrożeniem dla żyjących w nim organizmów tlenowych.

Mimo wielu badań globalny wpływ zanieczyszczenia światłem na całe ekosystemy jest wciąż słabo poznany. Wynika to z faktu, iż jest to bardzo złożony problem. Analizując dotychczasowe odkrycia, możemy zauważyć, że każdy organizm może w inny sposób reagować na światło o różnych parametrach. W swoich badaniach Marcinkowska i Tęgowska (2015) sprawdziły, w jaki sposób kilka gatunków bezkręgowców reaguje na różne typy światła. Z ich badań wynika, że światło

o skrajnych długościach fal (czerwone i niebieskie), może zarówno pobudzać, jak i hamować aktywność ruchową bezkręgowców. Z kolei barwy o pośrednich długościach fal nie mają istotnego wpływu na większość badanych bezkręgowców. Jednakże najciekawszym wynikiem jest fakt, iż światło stroboskopowe w znacznym stopniu zwiększa aktywność wszystkich badanych bezkręgowców.

Przykładem różnych reakcji na światło wśród gatunków jest fakt gromadzenia się po zmroku nietoperzy przy źródłach światła (Frank, 1988). Wydaje się to być logiczne, ponieważ sztuczne światło przyciąga owady, które są podstawą pożywienia wielu gatunków nietoperzy. Jednakże Rydell i Baagoe (1996) wykazali, że nie dotyczy to wszystkich owadożernych gatunków nietoperzy. Według wyżej wymienionych badaczy jedynie szybko latające gatunki gromadzą się przy źródłach sztucznego światła, aby szukać pożywienia. Gatunki, które osiągają mniejsze prędkości podczas lotu, unikają takiego żerowiska.

Światło może też być bezpośrednim zagrożeniem dla życia zwierząt. Niekiedy przy okazji ważnych wydarzeń sportowych lub kulturowych umieszczone są skierowane do góry reflektory, które tworzą efektowne snopy światła przecinające nocne niebo. Ponadto niektóre budynki (np. kominy elektrowni) są iluminowane w taki właśnie sposób. Światło skierowane bezpośrednio do góry nie tylko znacząco przyczynia się do zasilenia miejskiej łuny świetlnej, ale jednocześnie może być ogromnym zagrożeniem dla ptaków. Zwłaszcza nieruchome strumienie światła, stwarzają śmiertelnie niebezpieczną pułapkę, ponieważ ptaki, które wlecą w świetlną smugę, zwykle nie potrafią się z niej wydostać (Bartnicka, 2015). Dla zminimalizowania zagrożenia takie struktury świetlne powinny mieć charakter okazjonalny i być włączane jedynie na krótki okres. Zdecydowanie nie powinny pozostawać włączone przez całą noc.

Powyższe przykłady pokazują, że problem zanieczyszczenia światłem nie jest zero-jedynkowy i potrzebne jest wiele badań, które dadzą nam szerszy obraz tego jak wpływa ono na całe ekosystemy. Niemniej nie ulega wątpliwości, że sztuczne światło ma wpływ na środowisko naturalne i należy przedsięwziąć kroki w celu redukcji jego ilości.

### **Ograniczenie emisji (i wydatków)**

Ważne jest, aby zanieczyszczenie światłem rozumieć w szerszym kontekście niż tylko jako sztuczne światło zakłócające nocną ciemność. Należy pamiętać, że aby oprawy oświetleniowe mogły emitować światło, potrzebna jest energia elektryczna. Raport *International Energy Agency* (IEA) *Light's, Labour's Lost. Policies for Energy-Efficient Lighting* (2006) podaje, że sztuczne oświetlenie pochłania 9% światowej konsumpcji energii elektrycznej i odpowiada za 6% wyemitowanych gazów cieplarnianych. Istnieją duże szanse na to, że wyliczenia kosztów poniesionych w wyniku zbędnego i nadmiernego oświetlenia przestrzeni będą w stanie dotrzeć do świadomości społeczeństwa w większym stopniu niż ogólnikowe komunikaty o ważnym, choć wciąż niszowym temacie, jakim jest wpływ sztucznego światła na środowisko. Świetnym przykładem obrazującym jak wysokie są koszty funkcjonowania publicznego oświetlenia, była próba ich ograniczenia przez miasto Kraków. W trakcie pandemii, jak w większości polskich miast, doszło tam do znacznego spadku nocnego przemieszczania się mieszkańców. Ratusz miasta zdecydował, że od 13 kwietnia 2020 r., latarnie uliczne będą do odwołania wyłączone między 0 a 4 rano [2]. Według krakowskich urzędników wyłączenie latarni ulicznych na cztery godziny wiąże się z oszczędnościami rzędu 20 tys. zł.

Niemniej, aby chronić środowisko i ograniczyć wydatki, wcale nie musimy

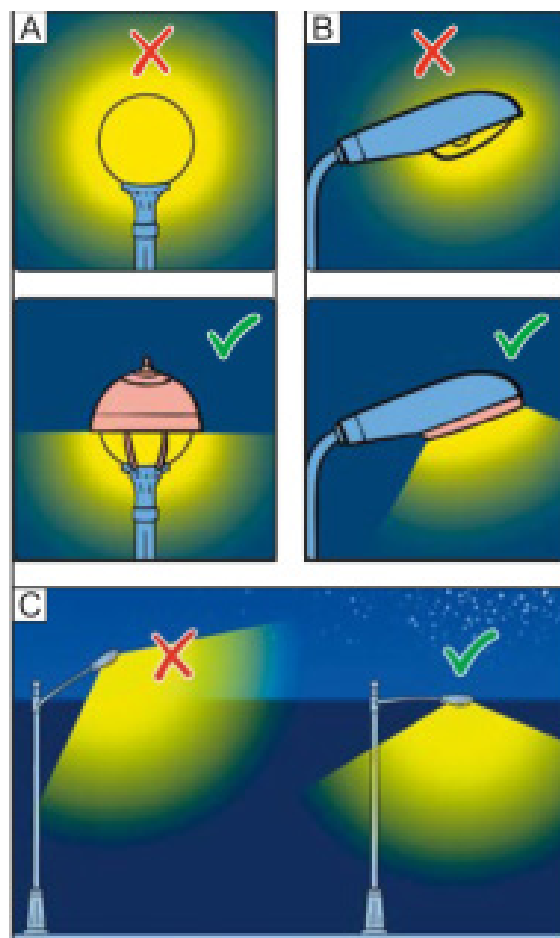
żyć w ciemności. Częściowe rozwiązanie problemu mogą przynieść nowe technologie. Coraz większą popularność zdobywają diody LED (ang. *light emitting diode*). Zaletą tej technologii jest dużo mniejszy pobór energii w porównaniu do tradycyjnych żarówek. Jak wielką stanowi to różnicę można zauważyć na przykładzie Warszawy, gdzie do końca 2022 roku zostanie przeprowadzona modernizacja oświetlenia zewnętrznego. Zużycie energetyczne nowej infrastruktury opraw oświetleniowych LED będzie trzykrotnie mniejsze, co w ciągu roku da oszczędność ok. 38 GWh, czyli ok. 16 mln zł [2].

Ponadto lampy LED minimalizują zużycie energii przez niewielki kąt rozsyłu światła (Ścieżor i Kubala, 2012). Ograniczone zostają tym samym straty energii w kierunkach, które nie muszą lub nie powinny być oświetlane. Ma to istotne znaczenie nie tylko w kontekście ekonomicznym, ale może przyczynić się również do ograniczenia zanieczyszczenia świetlnego poprzez lepszą koncentrację strumienia światła. Kolejną ważną cechą tej technologii jest niski poziom emisji promieniowania ultrafioletowego (UV) oraz podczerwonego (IR), które są szkodliwe dla wzroku człowieka (Szczepanek, 2015). Dzięki temu, że energia nie jest marnowana na pasma niewidzialne dla człowieka, wydajność lamp LED jest zdecydowanie wyższa od tradycyjnych żarówek.

Większa składowa światła niebieskiego w diodach LED powoduje, że świetnie nadają się do oświetlenia arterii i ciągów komunikacyjnych ruchu pieszego. Duży udział światła niebieskiego zapewnia wierne odwzorowanie

kolorów<sup>3</sup> (Kurkowski i in., 2014), dzięki czemu piesi są lepiej widoczni. Niestety nie wszystko to, co jest korzystne dla naszego bezpieczeństwa, jest też dobre dla środowiska. Krótsze fale ulegają silniejszemu rozproszeniu niż fale dłuższe. Przykładowo fale o długości 440 nm są ponad dwukrotnie bardziej rozpraszane niż te o długości 550 nm (Jakubowski, 2015). W wyniku tego pozytywne dla redukcji zanieczyszczenia światłem cechy opraw LED-owych są częściowo niwelowane. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie bursztynowej diody LED z luminoforem. Emitują one znacznie mniej światła niebieskiego, a zarazem oferują stosunkowo wysoki poziom oddawania barw. Jednakże ta technologia jest wciąż droższa od klasycznej diody LED, przez co jest rzadko stosowana.

Niemniej jednak rozwój technologiczny przynosi nam inne metody ograniczenia emisji światła. W tym zakresie pomocne stają się inteligentne systemy monitoringu i sterowania oświetleniem (ang. *smart lighting*). Systemy te składają się z oprogramowania i sterowników, dzięki którym można regulować natężenie światła. Dzięki synchronizacji zegara z danymi pozyskanymi przez czujniki ruchu i natężenia światła, system sam dopasowuje ilość światła do danej sytuacji i warunków. Przykładem zastosowania inteligentnych systemów sterowania oświetleniem mogą być parkingi miejskie, które oświetlone są najmoc-



Ryc. 1. Przykłady rozwiązań ograniczających zanieczyszczenie światłem emitowanym przez latarnie uliczne (*Administration de la nature et des forêts*, 2021)

niej w godzinach największego ruchu, a po godzinie 20 natężenie światła jest zmniejszane (Belczewska i Frankowski, 2016). Podobna procedura stosowana jest podczas świąt oraz weekendów, kiedy przestrzeń publiczna wykorzystywana jest w mniejszym stopniu.

Niestety nowoczesne diody emitujące światło i systemy ich sterowania nie dokonają rewolucji w walce z zanieczyszczeniem światłem, jeśli projektanci infrastruktury oświetleniowej nie będą uwzględniać kwestii ograniczenia emisji światła w swoich projektach. Przed zaprojektowaniem każdej instalacji oświetleniowej należy odpowiedzieć na pytania: Co chcę oświetlić? Czy oświetlenie tego miejsca jest konieczne? Jakie natężenie światła będzie odpowiednie? Do-

3 Zdolność do wiernego odwzorowania kolorów opisywana jest za pomocą wskaźnika oddawania barw. Oznaczany jest za pomocą skrótu Ra lub CRI (Color Rendering Index). Miara ta określa zdolność ukazania rzeczywistego koloru oświetlanego obiektu przez źródło światła. Za barwę rzeczywistą uznaje się tę uzyskiwaną przy oświetleniu słonecznym. CRI jest liczbą niemianowaną, w skali od 0 do 100 (Bartnicka, 2015).

piero po tym można wybrać i dopasować odpowiednie modele opraw oświetleniowych i określić ich rozmieszczenie. Przykładem nieodpowiednich latarni są m.in. kuliste lampy, które emitują światło w każdym kierunku (Ryc. 1A) oraz oprawy z półokrągłą szybą ochronną, która dodatkowo rozprasza światło (Ryc. 1B). Ponadto dla lepszej koncentracji światła oprawy powinny być skierowane równoległe do podłoża (Ryc. 1C). Montaż przemysłowych opraw pozwoliłoby na znaczne ograniczenie zbędnego rozsyłu bocznego, aby oświetleniu podlegał tylko obszar, na którym nam zależy.

### **Podsumowanie i wnioski**

Powyższa analiza ukazuje, że dla ochrony środowiska i nas samych niezbędne jest stworzenie egzekwowanych regulacji prawnych zapobiegających zanieczyszczeniu światłem. Przede wszystkim należy uregulować te formy światła, które niepodważalnie mają największy wpływ na środowisko. Zakazem (lub specjalnymi tymczasowymi pozwoleniami) powinny być objęte źródła światła emitowanego bezpośrednio w górę, które w pochmurne i mgliste noce znacząco przyczyniają się do powstania miejskiej łuny światła. Dodatkowo całkowitemu zakazowi powinno zostać objęte światło stroboskopowe, które w największym stopniu wpływa na zachowania organizmów żywych.

Należałoby prawnie wyznaczyć strefy ciemnego nieba w celu ochrony ważnych, z punktu widzenia ochrony środowiska, ekosystemów o szczególnych wartościach przyrodniczych lub ważnych tras migracyjnych zwierząt (np. parki narodowe, rezerваты przyrody, korytarze ekologiczne). Przykładem takich działań może być ograniczenie funkcjonowania oświetlenia stoków narciarskich w pobliżu parków narodowych.

Niestety aktualnie w Polsce nie toczą się prace nad wyżej zaproponowanymi regulacjami. Jednakże optymizmem na-

pawa fakt, iż z biegiem czasu częściowo ograniczymy naszą emisję sztucznego światła. Nie stanie się tak z uwagi na troskę ludzkości o środowisko. Dokona się to z uwagi na oszczędności energetyczne, które niesie za sobą popularyzacja opraw LED oraz inteligentnych systemów sterowania oświetleniem. Z czasem nowoczesne technologie wyprą nierentowne instalacje, a skutkiem ubocznym będzie zmniejszenie zanieczyszczenia światłem.

Niemniej istotne jest, aby w dalszym ciągu prowadzone były szczegółowe badania wpływu sztucznego światła na środowisko. Przede wszystkim należy zbadać, w jaki sposób światło o różnych parametrach (natężenie, kolor, jasność etc.) wpływa na poszczególne gatunki. Zdobyta wiedza pomoże nam zrozumieć jakie zmiany wywołuje sztuczne światło w funkcjonowaniu całych ekosystemów. Dzięki temu będziemy mogli przedstawić argumenty nakłaniające do ograniczenia zanieczyszczenia i lepiej nagłaśniać problem wśród władz i opinii publicznej, a tym samym będziemy w stanie lepiej chronić naszą planetę.

Jeśli w przyszłości okaże się, że długofalowe oddziaływanie sztucznego światła ma destrukcyjny wpływ na organizmy żywe, to my jako gatunek ludzki odczujemy to jako pierwsi. I to właśnie człowiek, którego życie stało się nierozdzielnie ze sztucznym oświetleniem, poniesie największe konsekwencje.

### **Literatura:**

- Administration de la nature et des forêts, 2021. *Pollution lumineuse préserver l'environnement nocturne pour la biodiversité*. Luxembourg.
- Bartnicka, M., 2015. Podwójne zanieczyszczenie. *Kosmos*, 64(4), 525–536.
- Belczewska, W., Frankowski, J., 2016. Administrowanie czy zarządzanie światłem? O polityce miejskiej względem oświetlenia na przykładzie



- Trójmiasta. *Problemy Rozwoju Miast*, 13(3).
- Cyuel, M., Czaplicka, A., Stochel-Cyuel, J., 2015. Oświetlenie miejskie w kontekście zanieczyszczenia światłem. *Kosmos*, 64(4), 537–544.
- Czaplicka-Kotas, A., Lodowska, J., 2014. Biomonitoring of surface water by synchronous culture of *Chlorella vulgaris* algae. *Environment Protection Engineering*, 40, 29–40.
- Frank, K. D., 1988. Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 42: 63–93.
- International Energy Agency, 2006. *Light's labour's lost: Policies for Energy-Efficient Lighting*. Energy Efficiency Policy Profiles, OECD Publishing, Paris,
- Jakubowski, P., 2015. Wpływ rozkładu widmowego mocy promienistej ulicznych opraw oświetleniowych typu led na zanieczyszczanie światłem otoczenia. *Kosmos*, 64(4), 643–653.
- Jones, H. S., 1946. The Royal Greenwich Observatory. *Nature*, 158(4003), 80–81.
- Kaleta, T., 2007. Wpływ niektórych antropogenicznych zmian środowiskowych na zachowanie się zwierząt. *Życie Weterynaryjne*, 85, 375–379.
- Keirstead, J., Rutter P., 2012. *A brief history and the possible future of urban energy systems*. Energy Policy, 50, 72–80.
- Koslofsky, C., 2011. *Evening's empire: A history of the night in early modern Europe*. Cambridge University Press, New York.
- Kubiak, J., Tórz, A., 2005. Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. *Słupskie Prace Biologiczne*, 2, 17–36.
- Kurkowski, M., Chlewicka, M., Krawczyk, A., Kurkowska, K., Witkowski, P., 2014. Analiza możliwości aplikacji oświetlenia LED w aspekcie bezpieczeństwa pieszych użytkowników dróg. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90, 237–239.
- Kyba, C. C., Ruhtz, T., Fischer, J., Hölker, F., 2011. Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. *PLoS ONE*, 6(3), e17307.
- Longcore, T., Rich, C., 2004. *Ecological light pollution*. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191–198.
- Marcinkowska, S., Tęgowska, E., 2015. Oddziaływanie światła o różnym spektrum na bezkręgowce zmierzchu i pełnego dnia. *Kosmos*, 64(4), 589–597.
- Martyniuk-Pęczek, J., 2014. *Światła miasta* (pp. 1-211). Wydawnictwo Marina.
- Pérez Vega, C., Zielinska-Dabkowska, K. M., Hölker, F., 2021. Urban lighting research transdisciplinary framework—A collaborative process with lighting professionals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 624.
- Ratajkiewicz, P., Michalak, H., 2020. Minimalizacja ilości parametrów oświetleniowych przyczyną zubożenia nocnego krajobrazu miast. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*.
- Reis, P., Koitz, M., Bohnenberger, W., 2001. *Nacht. Kartographie des öffentlichen Raums*. Städtebau-Institut Universität Stuttgart.
- Rydell, J., 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Functional Ecology*, 744–750.
- Rydell, J., Baagoe, H. J., 1996. Street lamps increase bat predation on moths. *Entomologisk Tidskrift*, 117(4), 129–135.
- Saunders, M., Gustanski, J., Lawton, M., 1974. Effect of ambient illumination on noise levels of groups. *Journal of Applied Psychology*, 59, 527–528.

Suchowiak, J., 2015. Symfonia światel-identyfikacja wizualna i reklama w kontekście wnętrz architektonicznych. *Kosmos*, 4(64), 563–578.

Szczepanek, R., 2015. Blaski i cienie oświetlenia ulicznego led, na przykładzie modernizacji ulicy Bałuckiego w Krakowie. *Kosmos*, 64(4), 663–667.

Ścieżor, T., Kubala, M., 2012. Wpływ chmur niskich i wysokich na bliskie i dalekie zanieczyszczenie świetlne. *Czasopismo Techniczne*, 23, 253–260.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, DzU 1997 nr 54, poz. 348.

Verheijen, F. J., 1985. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Experimental Biology*, 44: 1–18.

Zielińska-Dąbkowska, K. M. 2014. Masterplan świetlny dla projektu Porto Montenegro, jako rozwiązanie minimalizujące negatywne skutki oświetlenia dla środowiska naturalnego. *XXIII Krajowa Konferencja Oświetleniowa*, Technika Świetlna, Politechnika Warszawska, Warszawa.

w biurze planistycznym rozwoju miast i krajobrazu. Prywatnie zapalony kolarz, podróżnik i czytelnik reportaży.

### **Źródła internetowe:**

[1] SOWA – oświetlenie zewnętrzne. <https://www.gov.pl/web/nfosigw/sowa--oswietlenie-zewnetrzne> (dostęp: 17.02.2022)

[2] Świetlna rewolucja. Koronawirus wyłącza niektóre latarnie. <https://regiony.rp.pl/finanse-w-regionach/art17667781-swietlna-rewolucja-koronawirus-wylacza-niektore-latarnie> (dostęp: 17.02.2022)

### **Notka o Autorze**

Student drugiego roku studiów magisterskich na kierunku Geografia fizyczna z geoinformacją na Uniwersytecie Gdańskim. Zawodowo zajmuje się analizą GIS