

KRZYSZTOF SALA¹

Zanieczyszczenie świetlne. Zagrożenia i sposoby jego ograniczania

1. Wstęp

Współczesne środowisko naturalne jest podatne na wiele rodzajów zanieczyszczeń. Do najmniej zbadanych i najrzadziej wymienianych należy zanieczyszczenie świetlne.

Literatura zwarta, jak również liczba publikacji dotyczących zanieczyszczenia światłem, nie należy do bogatych. Motywem podjęcia przez autora niniejszej tematyki jest chęć przybliżenia zjawiska zanieczyszczenia świetlnego, zagrożeń jakie generuje oraz sposobów jego eliminowania z życia codziennego.

Celem artykułu jest wykazanie, że zanieczyszczenie świetlne stanowi istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego, w tym szczególnie dla zwierząt i ludzi. Jednak odpowiednie działania umożliwiają skuteczne zmniejszenie skali tego zjawiska.

Artykuł powstał przy wykorzystaniu dostępnych materiałów zwartych, czasopism, jak również informacji netograficznych. Metodę badawczą zastosowaną w publikacji stanowi analiza danych wtórnych i krytyka piśmiennicza. Wyniki badań pozytywnie weryfikują postawioną tezę.

2. Pojęcie i źródła zanieczyszczenia świetlnego

Światło jest powszechnie utożsamiane z życiem. To dzięki niemu możliwe jest życie na całej Ziemi i przeprowadzanie ważnych procesów fotosyntezy. Dla człowieka bodźce świetlne odgrywają kolosalną rolę w dostarczaniu informacji dotyczących otaczającego środowiska. Światło posiada także istotne znaczenie gospodarcze (np. fotowoltaika)².

¹ Dr Krzysztof Sala, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, Instytut Prawa i Ekonomii.

² E. Klugmann-Radziemska, *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, Legionowo 2014.

Jednak, w niektórych przypadkach światło może stanowić istotny problem. Zanieczyszczenie świetlne lub zanieczyszczenie światłem (ang. light-pollution) jest pojęciem, które stosunkowo rzadko pojawia się w literaturze, jak również we współczesnych mediach. Niska jest również świadomość zagrożeń, jakie ze sobą niesie wśród opinii publicznej³.

Zanieczyszczenie świetlne można najprościej zdefiniować jako nadmiar nocnego oświetlenia, wygenerowanego przez jego sztuczne źródła. Zanieczyszczenie świetlne jest często efektem nieprawidłowo zaprojektowanej lub wykonanej sieci oświetlenia zewnętrznego. Wynika również z niedoskonałości stosowanej techniki świetlnej⁴.

Najczęstszą przyczyną tych nieprawidłowości jest nadmierne zagęszczenie punktowych źródeł światła na jednostkę powierzchni, bądź ich nadmierna moc. Istotny wpływ na poziom tego zjawiska na danym obszarze mają również rozwiązania techniczne, w tym szczególnie rodzaj zastosowanych opraw lamp oraz kąt ich nachylenia w stosunku do oświetlanej powierzchni⁵.

Głównymi źródłami zanieczyszczenia światłem są:

- oświetlenie obiektów komunikacyjnych (np. lampy uliczne, latarnie morskie, lotniska, porty morskie, parkingi, mosty),
- oświetlenie i iluminacje budowli i terenów rekreacyjnych (oświetlenie budynków mieszkalnych, sakralnych, użyteczności publicznej, zabytków, kominów, wież, obiektów przemysłowych, parków miejskich, obiektów sportowych),
- oświetlenie reklamowe (instalacje reklamowe, videoboardy, podświetlane billboardy)⁶.

Zjawisko zanieczyszczenia świetlnego nie występuje na kuli ziemskiej w sposób równomierny. Najbardziej dotyczy obszarów półkuli północnej, a więc tam, gdzie są zlokalizowane najbardziej rozwinięte gospodarczo kraje świata o największej konsumpcji energii. W większym stopniu dotyczy mieszkańców dużych miast, niż obszarów wiejskich. Efekt ten jest najbardziej widoczny w rozwiniętych i gęsto zaludnionych miastach w USA, Japonii oraz Unii Europejskiej. Szacuje się, że w Stanach Zjednoczonych 80% populacji, a w Unii Europejskiej 67%, mieszka na obszarach, w których nocne niebo nigdy nie jest ciemniejsze niż przy księżycu świecącym w pełni. W takich obszarach nie można np. dokonywać obserwacji gwiazd⁷.

3 T. Longcore, C. Rich, *Ecological light pollution*. „Frontiers in Ecology and the Environment” 2 (4): s. 191–198.

4 J. Bąk, *Technika oświetlenia*, PWN, Warszawa 1981, s. 160.

5 <https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-przyczyny-rodzaje.html> (30.04.2020).

6 W. Żagan, R. Krupiński, *Teoria i praktyka iluminacji obiektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016.

7 https://wiadomosci.rii.pl/index.php?menu_2=5&art=17836 (23.04.2020)

Oprócz nierównomierności, należy również zwrócić uwagę na sezonowość zanieczyszczenia świetlnego. W okresie Świąt Bożego Narodzenia wiele miast, miasteczek, a nawet wsi na świecie instaluje imponujące iluminacje świetlne, co w połączeniu z dłuższymi nocami powoduje zwiększenie zanieczyszczenia światłem. Niektóre miasta na kuli ziemskiej ze względu na swój rozrywkowy charakter wyróżniają się intensywnym, kolorowym, całorocznym oświetleniem (np. Las Vegas, Atlantic City). Niekiedy dotyczy to tylko poszczególnych dzielnic (np. Amsterdam, Hamburg)⁸. W niektórych przypadkach nocne oświetlenie wpływa znacząco na poziom ruchu turystycznego.

Jednym z najwcześniejszych źródeł zanieczyszczenia świetlnego były latarnie uliczne. Pierwsze stałe latarnie uliczne pojawiły się już w 1417 roku na ulicach Londynu. Od końca XIX wieku latarnie olejowe i gazowe były wypierane przez elektryczne. Rozwój cywilizacyjny w II połowie XX wieku wpłynął na znaczące zwiększenie zapotrzebowania na jasno oświetlone jezdnie, chodniki, place i skwery⁹. To spowodowało powstanie problemu zanieczyszczenia świetlnego.

Już na przełomie XIX i XX w. prowadzono badania nad wpływem latarni morskich na śmiertelność niektórych gatunków ptaków wędrujących nocą, takich jak bekasy, brodzie, dzikie gęsi, kaczki, kormorany, kulony, łyski, nury, perkozy i warzęchy. Również w XIX w. opublikowano artykuł *Electricity and english song birds*, w którym udowodniano, że oświetlenie uliczne angielskich miast powoduje ogromne straty wśród populacji tamtejszych owadów. Następne dekady przynosiły kolejne wyniki badań z zakresu szkodliwości oddziaływania nadmiernego oświetlenia ulicznego i oświetlonych budynków na inne organizmy prowadzące nocny tryb życia (m.in.: nietoperze i wykluwające się z jaj młode żółwie morskie)¹⁰.

Wraz z globalnym postępowaniem technologicznym, problem zanieczyszczenia światłem rośnie nieustannie. Szacuje się, że wzrasta w tempie około 6% na rok. Już na początku XXI wieku dla 80% mieszkańców Stanów Zjednoczonych i 2/3 mieszkańców Unii Europejskiej noc była jaśniejsza niż przy świecącym w pełni Księżycu¹¹.

Zanieczyszczenie świetlne można podzielić na:

- rozświetlenie nocnego nieba poprzez światło rozproszone w atmosferze,
- oświetlenie poza miejscami do tego przeznaczonymi,

8 B. Mikkelson, *Red Light District*, 2007. <https://www.snopes.com/fact-check/red-light-district/> (12.02.2020).

9 I. Lobsey, *City of light : a history of the Tamworth Electricity Undertaking and Peel-Cunningham County Council 1888–1988*, s. 40–41.

10 W. van Bommel, *Road Lighting Fundamentals, Technology and Application*, Cham 2015, s. 15.

11 https://edroga.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=14988:swiatlo-tez-zanieczyszcza-srodowisko&catid=127:ochrona.srodowiska&Itemid=668&utm_source=newsletter_600&utm_medium=email&utm_campaign=biuletyn-drogowy-06-02-2018-13-00 (21.03.2020).

- oświetlenie miejsc, w których oświetlenie jest zbędne,
- olśnienie powodowane przez nieosłonięte źródła światła o dużej luminacji.

Specyficzny przykład generowania zanieczyszczenia świetlnego stanowi m.in. całonocne podświetlanie autostrad w niektórych krajach (kraje Beneluxu). Belgijskie czy holenderskie autostrady należą do najbardziej doświetlonych na świecie¹². Ich jasność jest także wyraźnie widzialna z kosmosu. W Luksemburgu występuje prawie stuprocentowe oświetlenie całości (ok. 150 kilometrów) autostrad. Obszary wymienionych krajów należą do najbardziej zanieczyszczonych światłem w Europie.

Taki stan rzeczy jest argumentowany w różnorodny sposób. Zdaniem władz Belgii oświetlanie ulic w technologii LED jest oszczędnością dla całej gospodarki. Z wyników przeprowadzonych badań jasno wynikało, że na takich drogach zdarza się zdecydowanie mniej wypadków i kolizji. Niska jest również przestępczość drogowa. Natomiast dla towarzystw ubezpieczeniowych były to oszczędności w wypłacaniu odszkodowań. W Holandii okresowo ograniczono, a następnie powrócono do nocnego oświetlania autostrad¹³. W debacie publicznej jednak coraz częściej zwraca się uwagę na rosnące koszty takiego zjawiska¹⁴.

Do najbardziej rozświetlonych sztucznym światłem miejsc w Europie należą ponadto duże ośrodki miejskie, szczególnie te bogate w zabytki czy monumentalne budowle (Londyn, Paryż, Berlin). Omawiany problem dotyczy też większych, silnie zurbanizowanych obszarów wielu państw (np. Zagłębie Ruhry, okręgi przemysłowe północnej Anglii, Lombardia). Do zanieczyszczenia świetlnego może również przyczyniać się praca do późnych godzin nocnych i towarzyszące temu oświetlenie powierzchni biurowych w dzielnicach biznesowych wielu miast.

W Polsce problem zanieczyszczenia świetlnego dotyczy najbardziej największych miast, a więc: Warszawy, Krakowa, Łodzi, Trójmiasta, a także obszaru Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego¹⁵.

3. Zanieczyszczenie świetlne jako zagrożenie dla środowiska naturalnego i człowieka

Zanieczyszczenie świetlne może przybierać różnorodne postaci i przynosić ze sobą zróżnicowane pod względem następstw skutki. Do najważniejszych zagrożeń związanych z nocnym oświetleniem zaliczyć możemy:

12 <https://trans.info/pl/jasnziej-byc-juz-nie-moze-belgia-oswietli-autostrady-takze-w-dzien-68166#> (03.05.2020).

13 <https://www.fakty.nl/wiadomoci-z-holandii/26916-autostrady-ponownie-oswietlone> (15.02.2020).

14 <https://ciemnieniebo.pl/pl/news/22-artykuly-i-publicacje/199-belgia-widzi-ana-z-kosmosu> (28.02.2020).

15 <http://www.astro.uni.wroc.pl/ciemna-strona-swiatla/css3/css3.html> (12.02.2020).

- olśnienie,
- zaświecanie,
- poświatę niebieską.

Olśnienie (ang. glare) polega na bezpośrednim oddziaływaniu zbyt mocnego źródła światła na narząd wzroku. W przypadku skierowania wzroku w stronę takiego źródła światła następuje istotne pogorszenie widzenia lub nawet chwilowe osłepienie. Jest to szczególnie groźne w przypadku kierowców. Wjeżdżając z nieoświetlonej ulicy w drogę, przy której stoją źle zaprojektowane słupy oświetleniowe lub inne źródła oświetlenia, prowadzący pojazd może doświadczyć pogorszenia widzenia. Dotyczy to również sytuacji, gdy z naprzeciwka nadjeżdża pojazd jadący z włączonymi tzw. długimi (drogowymi) światłami. Omawiane zjawisko oddziałuje negatywnie także na zwierzęta wędrujące nocą. Zgodnie z szacunkami naukowymi jest przyczyną śmierci milionów ptaków rocznie. Zwierzęta te giną osłepione w locie wpadając na wysokie budynki lub inne budowle zlokalizowane blisko silnych źródeł światła¹⁶.

Zaświecanie (ang. trespass) polega na oświetlaniu terenów sąsiadujących z obszarami, w stosunku do których zastosowano oświetlenie zewnętrzne. Dotyczy w szczególności budynków mieszkalnych zlokalizowanych w pobliżu parkingów, chodników, ulic i innych oświetlanych obiektów. W jego rezultacie mieszkańcy są zmuszeni do zasłaniania okien w nocy w swoich mieszkaniach. Zbyt intensywne oświetlenie na zewnątrz utrudnia nie tylko zaśnięcie, ale powoduje również problemy ze snem, związane z zaburzeniami wywołanymi nieprawidłowościami w wydzielaniu hormonów. Melatonina, somatotropina oraz wazoaktywny peptyd jelitowy (VIP) to hormony produkowane tylko nocą. Melatonina odpowiada za rytm okołodobowy organizmu, zwłaszcza sen i okresy czuwania. Somatotropina to hormon wzrostu. Natomiast hormon VIP odpowiada za poprawną pracę takich narządów jak: żołądek czy trzustka oraz rozszerza naczynia krwionośne (obniża ciśnienie krwi). Nadmierna ekspozycja organizmu na sztuczne światło w nocy, w skrajnych przypadkach może prowadzić do zwiększonej podatności na niektóre typy nowotworów¹⁷.

Poświata niebieska (ang. skyglow) powstaje wskutek rozpraszania się sztucznego światła w atmosferze. Z tego powodu nocne niebo w dużych miastach ma często barwę od jasnożółtej do pomarańczowej. Na obszarach wiejskich najbardziej jaskrawym przykładem poświaty niebieskiej jest luna świetlna widoczna nad miastami. Ten typ zanieczyszczenia świetlnego utożsamiany jest najczęściej z astronomicznym zanieczyszczeniem świetlnym. Z jego powodu prowadzenie obserwacji nocnego nieba, zwłaszcza jego subtelniejszych struktur (m.in. galaktyki, mgławice, gromady gwiazd)

16 <https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-przyczyny-rodzaje.html> (30.03.2020).

17 <https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-przyczyny-rodzaje.html> (30.03.2020).

w miastach i strefach podmiejskich stało się znacznie utrudnione lub wręcz niemożliwe¹⁸.

Do innych negatywnych konsekwencji nocnego oświetlenia dla ludzi, zaliczyć możemy: zmęczenie, stres, odczucie niepokoju, bezsenność. Może to prowadzić do ogólnego osłabienia pracy układu odpornościowego. Naukowo zostało udowodnione, że przedłużona ekspozycja na światło, zarówno dzienne, jak i sztuczne, zwiększa liczbę zachorowań na depresję. Badania prowadzone za kołem podbiegunowym w Finlandii, gdzie latem słońce świeci przez 24 godziny, a zimą ciągle panuje ciemność, potwierdziły powyższą hipotezę. Wyniki badań pokazały jasno, że największą ilość samobójstw odnotowuje się tam właśnie podczas dnia polarnego¹⁹.

Oprócz wymienionych konsekwencji, zanieczyszczenie światłem może wywoływać szereg innych negatywnych konsekwencji dla przyzwyczajonej do życia w naturalnej ciemności flory i fauny.

Oświetlenie lub jego brak u roślin stanowi sygnał aktywizujący kwitnienie bądź stan spoczynku zimowego. Informacja o długości dnia i nocy jest szczególnie ważna na dużych szerokościach geograficznych i dalej na północ. Rośliny działają według systemu: kwitną kiedy jest długi dzień i krótka noc albo odwrotnie. Antropogeniczne światło może przyczyniać się do upośledzenia tego mechanizmu. U roślin powoduje ono najczęściej przyspieszenie wzrostu. Rośliny dnia krótkiego wymagają określonej długości nieprzerwanej nocy, aby móc wydać kwiaty i rozmnażać się. Zakłócenie ich cyklu spowoduje zaburzenia rozmnażania i rozwoju tych roślin. Do tych roślin należą między innymi cenne gospodarczo: tytoń, kukurydza, proso, ryż i chryzantemy²⁰.

W świecie zwierząt światło kontroluje czynności fizjologiczne (np. sen, rozród), orientację w przestrzeni, ale także wywiera wpływ na psychologię, relacje z innymi zwierzętami, osobnikami własnego lub innych gatunków. Jasne oświetlenie w nocy powoduje, że ofiary drapieżników zmniejszają swoją aktywność – kryją się lub uciekają w inne miejsca, żeby zmniejszyć ryzyko ataku. Mogą też w dużym stopniu ograniczyć zachowania rozrodcze. Drapieżniki albo wykorzystują lepsze światło i wydłużają aktywność lub przeciwnie, zmniejszają ją, ponieważ czują, że będą łatwiej wykrywane przez ofiary. W przypadku ptaków jasne światło w nocy może działać dezorientująco, zwiększać wykrywalność ofiar lub utrudniać ukrycie przed drapieżnikami.

Ekologowie zwracają szczególną uwagę na negatywny wpływ światła na zwierzęta ciemnolubne, w tym zwłaszcza na nietoperze. Co ciekawe,

18 <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/miasto-swiatla/zanieczyszczenie-swiatlem> (14.12.2019).

19 <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/miasto-swiatla/zanieczyszczenie-swiatlem> (11.02.2020).

20 <https://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/jasna-strona-nocy-o-zanieczyszczeniu-swiatlem,20692.html> (30.11.2019).

dotyczy to nie tylko negatywnego wpływu światła na ich aktywność nocną, w tym odżywanie. W rejonach tropikalnych roznoszenie nasion przez nietoperze jest niezbędne dla naturalnej sukcesji roślinności na obszarach poddanych procesom wylesiania. Wyniki badań wpływu sztucznego światła na działalność nietoperzy udowodniły znaczne ograniczenie skuteczności roznoszenia przez nich nasion²¹. Stwarza to więc duże zagrożenie dla gospodarki leśnej.

Ciekawy i zarazem niepokojący przykład stanowi wpływ zanieczyszczenia światłem na żółwie morskie. Młode osobniki wylęgają się nocą na plaży. Po wydostaniu ze skorupki, instynktownie kierują się w kierunku światła, bo dawniej jego jedynym źródłem na plaży był księżyc lub gwiazdy odbijające się w morzu. Współcześnie, gdy nadmorskie promenady oświetlone są sztucznym oświetleniem, zamiast do morza, kierują się w zupełnie odwrotną stronę, stając się łatwym łupem dla nadmorskich drapieżników lub padając z wycieńczenia²².

Sposoby ograniczania zanieczyszczenia świetlnego na świecie i w Polsce

Zanieczyszczenie światłem należy do tych zjawisk, które podobnie jak inne rodzaje zanieczyszczeń trudno w pełni usunąć z otoczenia. Przy współczesnym stylu życia społeczeństw, panującej modzie na nocne rozrywki, podziwiania iluminowanych nocą obiektów, a także ze względów bezpieczeństwa (przestępczość) nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie nocnego oświetlenia. Niemniej jednak, pomimo trudności warto podejmować próby ograniczania jego szkodliwego wpływu²³.

Naturalnym sprzymierzeńcem w walce z omawianym zjawiskiem może być ustawodawstwo w zakresie ochrony środowiska oraz świadomość kosztów, jakie niesie ze sobą bezproduktywne zaświecanie mało uczęszczanych przestrzeni publicznych. Należy także wspomnieć o rosnącej świadomości zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem świetlnym, co także wpływa na upowszechnianie nowoczesnych rozwiązań w tym zakresie²⁴.

Właściciele domów, czy też firm, kierując się powyższymi względami powinni zaczynać od samych siebie. Sposobem na to może być likwidowanie zbędnego oświetlenia nocnego posesji, stosowanie odpowiedniej konstrukcji lamp z detektorem ruchu czy też rezygnacja z nocnej iluminacji obiektów.

Ograniczanie zanieczyszczenia świetlnego wpisuje się także w modne współcześnie idee Smart City (miasta inteligentnego). Zasady Smart City

21 <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C399583%2Cnadmciar-swiatla-przeszkadza-nietoperzom-w-roznoszeniu-nasion.html> (22.03.2020).

22 <https://wimieniutychconiemia.wordpress.com/dlaczego-zagrozone-pulapki-czyhajace-na-zolwia-caretta/> (24.11.2019).

23 <http://lednews.pl/article/2601/zanieczyszczenie-wiatem-przyczyny-skutki-i-zapobieganie> (14.10.2019).

24 <http://bazekon.icm.edu.pl/bazekon/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171491442> (23.03.2020).

opierają się na wykorzystywaniu nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu poprawy funkcjonowania infrastruktury miejskiej²⁵. Miasta inteligentne stawiają przy tym na ograniczanie emisji zanieczyszczeń, w tym także zanieczyszczenia światłem.

Jednym z najważniejszych, a także najstarszych źródeł zanieczyszczenia światłem są latarnie uliczne. Oprócz przechodzenia na energooszczędną technologię LED, sposobem na ograniczenie zanieczyszczania świetlnego może być specjalna konstrukcja opraw oświetleniowych, która ukierunkowuje strumień światła. Najkorzystniejsze są oprawy nie emitujące światła w niepotrzebnych kierunkach, zwłaszcza w górę. Odpowiednie ukierunkowanie może pozwolić na zmniejszenie mocy źródła światła, co może przyczynić się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla. Obecnie coraz częściej oprawy przeznaczone do oświetlenia ulicznego posiadają płaskie klosze, dzięki czemu zmniejszają się straty światła. Niekiedy stosuje się również systemy zmniejszające moc oświetlenia w godzinach, kiedy jest ono najmniej potrzebne²⁶.

Dobrym rozwiązaniem są inteligentne systemy oświetlenia drogowego w technologii LED, stosowane również w Polsce. W Mieścisku (woj. wielkopolskie) nowoczesny system został zastosowany do sterowania lampami na ścieżce pieszo-rowerowej. W tym rozwiązaniu światło podąża za przechodniem lub rowerzystą. Detektor ruchu wyłącza oświetlenie w przypadku braku obecności osób lub zwierząt²⁷. Podobne rozwiązanie zastosowano w Nysie. Latarnie uliczne zostały wyposażone w sterowniki, umożliwiające ich przyciemnianie i rozjaśnianie, w zależności od intensywności ruchu na drodze. W przypadku braku wykrycia ruchu zanieczyszczenie światłem maleje²⁸. Natomiast wielkopolski Kicin stał się pionierem we wdrażaniu inteligentnych przejść dla pieszych oparte na „kocich oczkach”. System automatycznie wykrywa obecność pieszego po zmroku i zwiększa intensywność jego doświetlania. W przypadku braku obecności pieszych światła ograniczają swoją intensywność, a tym samym zanieczyszczanie światłem²⁹.

Niekiedy specyficzna sytuacja (np. pandemia Covid-19) sprzyja wprowadzaniu nowych pomysłów w zakresie nocnego oświetlania. W Krakowie od 15.04.2020 podjęto decyzję o wyłączeniu oświetlenia ulicznego

25 I. Azkuna (red.), *Smart Cities Study: International Study on the Situation of ICT, Innovation and Knowledge in Cities*, Bilbao: The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, 2012.

26 <https://www.fachowyelektryk.pl/technologie/oswietlenie/88-oswietlenie-uliczne-sprzet-oswietleniowy-i-sposob-oswietlenia.html> (04.03.2020).

27 <https://www.enea.pl/pl/grupaenea/o-grupie/spolki-grupy-enea/oswietlenie/aktualnosci/enea-oswietlenie-zainstalowala-pierwsze-inteligentne-oswietlenie-drogowe-led> (19.04.2020).

28 https://biznes.t-mobile.pl/upload/files/studium_przypadku_pdf/Miasto-Nysa.pdf (30.11.2019).

29 <https://zdp.poznan.pl/w-kicinie-powstalo-inteligentne-przejscie-dla-pieszych/> (25.04.2020).

od północy do czwartej rano. Podyktowane to zostało znacznym ograniczeniem przemieszczania się ludzi w nocy. Jednocześnie nie zanotowano wzrostu przestępczości z powodu ciemności. Pomimo faktu, że taka decyzja była podyktowana praktycznymi kwestiami finansowymi, można ją uznać za wpisującą się w skuteczne sposoby walki z zanieczyszczeniem świetlnym³⁰.

Poszukiwanie energooszczędnych rozwiązań oświetleniowych może przynieść duże oszczędności zużywanej energii elektrycznej i obniżenie kosztów eksploatacji. Jednym z największych inteligentnych systemów sterowania oświetleniem ulicznym w Europie jest układ oświetleniowy dla autostrady A16 w Holandii. W chwili obecnej system jest wciąż rozbudowywany i aktualnie obejmuje 15 km odcinek, na którym znajduje się 1500 opraw oświetlenia ulicznego. Nowoczesny układ oświetlenia autostrady A16 jest oparty na oprawach oświetleniowych (SGS306 i SGS253) i sterownikach LonWorks produkowanych przez firmę Philips³¹. W przyszłości będzie wdrażany na wszystkich odcinkach krajowych autostrad.

Oprócz aktywnych sposobów walki z zanieczyszczeniem świetlnym, warto również wspomnieć o rozwiązaniach pasywnych. Do takich przykładów należą parki ciemnego nieba.

Park ciemnego nieba to obszar terenu, który został przeznaczony do ochrony przed zanieczyszczeniem świetlnym szczególnie środowiska przyrodniczego. Parki ciemnego nieba często określa się mianem „rezerwatów ciemności” w odniesieniu do rezerwatów przyrody.

Pierwszym obszarem na świecie, na którym ustanowiono ochronę nocnego krajobrazu, był Stanowy Obszar Rekreacyjny Lake Hudson w stanie Michigan w Stanach Zjednoczonych. Częściowa ochrona ciemnego nieba została w nim zapoczątkowana w 1993 roku. Od tego czasu utworzono kilkadziesiąt tego typu obszarów (najwięcej w Ameryce Północnej oraz w Europie), przy czym większość z nich powstała dopiero w latach 2009–2014³². Obecnie największym parkiem tego typu w Europie jest BreconBeacons w Wielkiej Brytanii³³.

W Polsce funkcjonują obecnie dwa „rezerваты ciemności”. W 2009 roku powstał Izerski Park Ciemnego Nieba, a w 2013 roku Park Gwiezdnego Nieba Bieszczady. Ten drugi zajmuje drugie miejsce pod względem powierzchni w Europie³⁴.

30 <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,25869797,krakow-w-ciemnosciach-policja-o-pierwszej-nocy-bez-swiatek.html?disableRedirects=true> (16.04.2020).

31 <http://www.swiatlo.tak.pl/1/index.php/inteligentne-oswietlenie-drogo-we-na-autostradzie-a16-w-holandii/> (17.04.2020).

32 <https://www.urania.edu.pl/astroturystyka/parki-ciemnego-nieba.html> (23.04.2020).

33 <http://www.breconbeacons.org/> (19.03.2020).

34 <http://www.gwiezdnebieszczady.pl/> (15.02.2020).

Parki ciemnego nieba w swojej działalności spełniają następujące funkcje:

- turystyczno-rekreacyjną,
- ochrony przyrody.

W przypadku pierwszej funkcji, oprócz możliwości prowadzenia obserwacji pod naturalnie ciemnym niebem, turysta może spotkać elementy infrastruktury związane z astronomią np. zegary słoneczne, gnomony, ścieżki edukacyjne lub pola biwakowe przeznaczone do prowadzenia obserwacji. Niektóre parki posiadają obserwatoria astronomiczne, planetaria, centra multimedialne i inne atrakcje.

W przypadku drugiej funkcji, parki zapewniają odpowiednią ochronę prawną obszarom, na terenie których istnieje jeszcze naturalnie ciemne niebo. Tego typu ochrona jest konieczna, ponieważ obecnie większa część mieszkańców krajów rozwiniętych mieszka pod niebem zanieczyszczonym sztucznym światłem.

W 1988 roku powstała w USA organizacja non profit The International Dark-Sky Association (IDA). Organizacja została założona przez dwóch astronomów – Davida Crawford’a i Tima Hunter’a. Celem organizacji jest dbałość o ochronę środowiska i dziedzictwa ciemnego nieba poprzez wdrażanie ekologicznego oświetlenia zewnętrznego³⁵. Dzięki staraniom organizacji przez lata powołano szereg nowych rezerwatów ciemności.

4. Zakończenie

Zanieczyszczenie świetlne, ze względu na swoją specyfikę i pozornie niewielką szkodliwość dla otoczenia należy do zjawisk, na które należy zwracać coraz większą uwagę. Wiedza na jego temat jest w dalszym ciągu niewystarczająca. Podejmowanie tej tematyki w publikacjach naukowych czy w mediach, będzie z pewnością przyczyniało się do wzrostu jego świadomości wśród społeczeństw. W celu dostarczania jak najbardziej wiarygodnych informacji, problematyka zanieczyszczenia świetlnego wymaga prowadzenia dalszych badań i analiz wśród naukowców. Należy również dokonywać systematycznych pomiarów skuteczności podejmowanych już działań w zakresie jego zwalczania.

W dalszym ciągu należy podejmować działania służące ograniczeniu jego występowania. Będzie temu służyło popularyzowanie technologii inteligentnego oświetlenia wśród władz samorządowych ale także przedsiębiorstw czy gospodarstw domowych. Do najważniejszych argumentów przemawiających za stosowaniem nowoczesnego oświetlenia są względy ekologiczne, a także ekonomiczne, wynikające z troski o koszty bezproduktywnego oświetlania nocnego. Należy także zadać sobie pytanie: czy ważniejsze są nocne, atrakcyjne dla obserwatora iluminacje świetlne, czy też względy ekologiczne i ekonomiczne?

³⁵ <https://www.darksky.org/> (03.02.2020).

Bibliografia

- Azkuna I. (red.), *Smart Cities Study: International Study on the Situation of ICT, Innovation and Knowledge in Cities*, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao 2012.
- Bąk J., *Technika oświetlania*, wyd. PWN, Warszawa 1981.
- Bommel W. van, *Road Lighting Fundamentals, Technology and Application*, Springer, Cham 2015.
- Klugmann-Radziemska E., *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, wyd. Btc, Legionowo 2014.
- Lobsey I., *City of light: a history of the Tamworth Electricity Undertaking and Peel-Cunningham County Council 1888–1988*, s. 40–41. Longcore T., Rich C. (2004). Ecological light pollution. „Frontiers in Ecology and the Environment”2 (4) 191–198.
- Mikkelsen B., *Red Light District*, 2007, <https://www.snopes.com/fact-check/red-light-district/> (12.02.2020).
- Żagan W., Krupiński R., *Teoria i praktyka iluminacji obiektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016.
- Netografia
- <https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-przyczyny-rodzaje.html> (30.04.2020).
- https://wiadomosci.rii.pl/index.php?menu_2=5&art=17836 (23.04.2020)
- https://edroga.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=14988:swiatlo-tez-zanieczyszczasz-srodowisko&catid=127:ochrona.srodowiska&Itemid=668&utm_source=newsletter_600&utm_medium=email&utm_campaign=biuletyn-drogowy-06-02-2018-13-00 (21.03.2020).
- <https://trans.info/pl/jasnziej-byc-juz-nie-moze-belgia-oswietli-autostrady-takze-w-dzien-68166#> (03.05.2020).
- <https://www.fakty.nl/wiadomoci-z-holandii/26916-autostrady-ponownie-oswietlone> (15.02.2020).
- <https://ciemneniebo.pl/pl/news/22-artykuly-i-publicacje/199-belgia-widziana-z-kosmosu> (28.02.2020).
- <http://www.astro.uni.wroc.pl/ciemna-strona-swiatla/css3/css3.html> (12.02.2020).
- <https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-przyczyny-rodzaje.html> (30.03.2020).
- <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/miasto-swiatla/zanieczyszczenie-swiatlem> (14.12.2019).
- <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/miasto-swiatla/zanieczyszczenie-swiatlem> (11.02.2020).
- <https://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/jasna-strona-nocy-o-zanieczyszczeniu-swiatlem,20692.html> (30.11.2019).
- <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C399583%2Cnadmiar-swiatla-przeszkadza-nietoperzom-w-roznoszeniu-nasion.html> (22.03.2020).
- <https://wimieniutychconiemowia.wordpress.com/dlaczego-zagrozone-pulapki-czyhajace-na-zolwia-caretta/> (24.11.2019).

- <http://lednews.pl/article/2601/zanieczyszczenie-wiatem-przyczyny-skutki-i-zapobieganie> (14.10.2019).
- <http://bazekon.icm.edu.pl/bazekon/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171491442> (23.03.2020).
- <https://www.fachowelektryk.pl/technologie/oswietlenie/88-oswietlenie-uliczne-sprzet-oswietleniowy-i-sposob-oswietlenia.html> (04.03.2020).
- <https://www.enea.pl/pl/grupaenea/o-grupie/spolki-grupy-enea/oswietlenie/aktualnosci/enea-oswietlenie-zainstalowala-pierwsze-inteligentne-oswietlenie-drogowe-led> (19.04.2020).
- https://biznes.t-mobile.pl/upload/files/studium_przypadku_pdf/Miasto-Nysa.pdf (30.11.2019).
- <https://zdp.poznan.pl/w-kicinie-powstalo-inteligentne-przejscie-dla-piesznych/> (25.04.2020).
- <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,25869797,krakow-w-ciemnoscjach-policja-o-pierwszej-nocy-bez-swiateł.html?disableRedirects=true> (16.04.2020).
- <http://www.swiatlo.tak.pl/1/index.php/inteligentne-oswietlenie-drogowe-na-autostradzie-a16-w-holandii/> (17.04.2020).
- <https://www.urania.edu.pl/astroturystyka/parki-ciemnego-nieba.html> (23.04.2020).
- <http://www.breconbeacons.org/> (19.03.2020).
- <http://www.gwiazdnebieszczady.pl/> (15.02.2020).
- <https://www.darksky.org/> (03.02.2020).

Abstrakt

Środowisko przyrodnicze może być narażone na wiele różnorodnych rodzajów zanieczyszczeń. Najczęściej wymienia się zanieczyszczenie powietrza, wody, gleby czy też skażenie promieniotwórcze. Natomiast znacznie rzadziej wspomina się o kwestiach zanieczyszczenia świetlnego. Zanieczyszczenie świetlne dotyczy wyłącznie światła pochodzącego ze sztucznych źródeł. Okazuje się, że światło oprócz swoich niewątpliwych zalet i kolosalnego znaczenia dla życia, w pewnych przypadkach może wiązać się z istotnymi zagrożeniami. Celem i tezą niniejszej publikacji jest wykazanie, że zanieczyszczenie świetlne niesie ze sobą niebagatelne zagrożenia dla środowiska naturalnego, w tym także dla zwierząt i ludzi. Jednocześnie, istnieją jednak sposoby skutecznego ograniczania tego zjawiska. W pracy dokonano omówienia pojęcia zanieczyszczenia świetlnego, jego źródeł, form oraz podziału. Szczególną uwagę poświęcono scharakteryzowaniu zagrożeń, jakie niesie ze sobą omawiane zjawisko dla środowiska naturalnego, w tym także dla ludzi. W publikacji ujawniono również przykłady działań mających na celu ograniczanie tego szkodliwego zjawiska. Artykuł powstał przy wykorzystaniu materiałów książkowych, czasopism, jak również informacji netograficznych. Metodę badawczą zastosowaną w publikacji stanowi analiza danych zastanych i krytyka piśmiennicza. Wyniki badań pozytywnie weryfikują postawioną tezę.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ekologiczne, inteligentne oświetlenie, polutanty, światło

Threats Related to Light Pollution and Ways to Reduce it

Abstract

The natural environment can be exposed to many different types of pollution. The most frequently mentioned are air, water, soil and radioactive contamination. On the other hand, light pollution is mentioned much less frequently. Light pollution only applies to light from artificial sources. It turns out that light, in addition to its undisputable advantages and colossal significance for life, in some cases can be associated with significant threats. The purpose and premise of this publication is to show that light pollution involves a considerable threat to the natural environment, including animals and humans. However, there are ways to effectively limit this phenomenon. The paper discusses the concept of light pollution, its sources, forms and division. Particular attention has been devoted to the characterisation of the threats that it brings with regard to the natural environment, including humans. The publication also reveals examples of actions to reduce this harmful phenomenon. The article has been created using book materials, magazines, as well as information available online. The research method used in the publication is existing data analysis and literary criticism. The test results verify the premise positively.

Keywords: ecological security, intelligent lighting, pollutants, light