

WHO IS WHO W TEMACIE ZANIECZYSZCZENIA ŚWIATŁEM SZTUCZNYM NA ŚWIECIE I W POLSCE

DOI 10.34658/9788366741461.14

Karolina M. Zielińska-Dąbkowska

Wydział Architektury, Politechnika Gdańska
ILLUME, Centrum EkoTech, Politechnika Gdańska
k.zielinska-dabkowska@pg.edu.pl

Streszczenie: Jak dowodzą liczne badania na temat zanieczyszczenia światłem sztucznym i jego wpływem na obserwacje astronomiczne, środowisko naturalne, w tym florę i faunę oraz ludzi, ów problem stał się istotny i od pewnego czasu angażujący naukowców oraz opinię publiczną. W niniejszej pracy, na podstawie metody wywiadu, analizy i krytyki piśmiennictwa, a także doświadczeń własnych, przebadano, jakie są najbardziej aktywne stowarzyszenia, organizacje oraz ośrodki badawcze działające w zakresie zanieczyszczenia światłem sztucznym na świecie i w Polsce, które przyczyniają się do redukcji tego szkodliwego zjawiska.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie światłem sztucznym, światło sztuczne w nocy, zewnętrzne oświetlenie sztuczne, badania naukowe, ochrona środowiska nocnego

1. Wstęp

We współczesnym świecie oświetlenie sztuczne przynosi wiele wymiernych korzyści, takich jak możliwość wydłużenia czasu pracy, a więc zwiększanie produkcji, szeroka oferta rekreacyjno-kulturalna, z jakiej można skorzystać po zmroku, czy też odbywanie podróży niezależnie od pory dnia. Jednak ta zwiększona elastyczność ma swoją cenę i negatywnie odbija się na środowisku naturalnym i jego użytkownikach.

Uniemożliwienie obserwacji astronomicznych (miejska łuna świetlna), wzrost chorób cywilizacyjnych (przenikanie światła do wnętrza budynków mieszkalnych), wzrost wypadków komunikacyjnych (zjawisko olśnienia) czy zakłócanie naturalnych cykli życia flory i fauny to kilka istotnych konsekwencji zanieczyszczenia światłem sztucznym [1, 2, 3, 4]. Jak dowodzą badania w obszarze tej tematyki z ostatnich dwóch dekad, ten problem stał się istotny i od pewnego czasu angażujący również opinię publiczną [5, 6]. Pomimo rozwijającej się wiedzy w tym zakresie, zanieczyszczenie

światłem sztucznym dalej wzrasta średnio rocznie o więcej niż 2% [7] i obecnie aż 83% populacji ludzkiej na świecie w aglomeracjach miejskich mieszka w przestrzeniach dotkniętych tym zjawiskiem [8]. Celem pracy jest zbadanie, jakie są najbardziej aktywne stowarzyszenia, organizacje i ośrodki badawcze, których działalność związana jest z problematyką zanieczyszczenia światłem sztucznym, a szczególnie redukcji tego szkodliwego zjawiska na świecie i w Polsce, określenia metod ich pracy i zidentyfikowania potencjalnych środków naprawczych tego groźnego zjawiska.

2. Badania

2.1. Metody badawcze

Szeroko zakrojone badania podstawowe w okresie trzech miesięcy obejmowały dogłębną analizę i krytykę opublikowanego piśmiennictwa na temat zanieczyszczenia światłem sztucznym, takiego jak: monografie naukowe, artykuły naukowe, normy oświetleniowe, przepisy i raporty środowiskowe, dokumenty istniejących studiów przypadku czy doniesienia medialne znalezione w Internecie. Dodatkowo uwzględniono wywiady w języku angielskim z ekspertami, projektantami, naukowcami i działaczami zajmującymi się wymienionymi wcześniej zagadnieniami.

Ponadto autorka uwzględniła spostrzeżenia związane z jej wcześniejszymi badaniami aplikacyjnymi i doświadczeniami zawodowymi w dziedzinie iluminacji zewnętrznych czy też doświadczeniami zdobytymi w trakcie pełnienia roli członka komitetów technicznych międzynarodowych organizacji, takich jak: International Dark-Sky Association (IDA), Illuminating Engineering Society (IES) oraz trzech nowo powstałych komitetów w ramach działalności Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (fr. *Commission Internationale de l'Eclairage* – CIE).

2.2. Wyniki badań na świecie

2.2.1. Stowarzyszenia

Przeprowadzone badania wykazały, że tylko w nielicznych krajach na świecie istnieje kilkanaście prężnie działających stowarzyszeń, które łączą w swoich gremiach badaczy i praktyków z wielu dziedzin i są traktowane jako rzetelne źródło wiedzy i partnerzy w dyskursie naukowym, społecznym oraz politycznym (tabela 1). Najprawdopodobniej ma to związek z istnieniem ośrodków badawczych czy polityką ochrony środowiska w danym państwie. W tym prawie 60% tych stowarzyszeń istnieje w państwach angielskojęzycznych. Najstarsze z nich powstało w Wielkiej Brytanii w 1926 roku.

Tabela 1. Przegląd stowarzyszeń zajmujących się tematyką zanieczyszczenia światłem sztucznym na świecie według roku ich założenia

Kraj	Stowarzyszenia	Rok utworzenia
Wielka Brytania	The Campaign to Protect Rural England (CPRE)	1926
Francja	The National Association for the Protection of the Night Sky and Environment (L'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes – ANPCEN)	1989
Wielka Brytania	The Commission for Dark Skies (CfDS), wcześniej znany jako The Campaign for Dark Skies	1989
Kanada	The Light–Pollution Abatement Committee (LPA Committee)	1991
Stany Zjednoczone	The New England Light Pollution Advisory Group (NELPAG)	1993
Włochy	CieloBuio – koordynowanie ochrony nocnego nieba	1997
Stany Zjednoczone	The International Dark-Sky Association (IDA)	1998
Słowenia	Dark-Sky Slovenia	2008
Szwajcaria	Dark Skies Advisory Group (DSAG)	2009
Australia	The Australasian Dark Sky Alliance (ADSA)	2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8].

2.2.2. Organizacje wraz z komitetami technicznymi

Istnieją organizacje międzynarodowe, które również tworzą pisemne rekomendacje dla projektantów iluminacji zewnętrznych, przedstawicieli władz miast, zwykłych obywateli czy też agencji środowiskowych w stawianiu czoła obecnym wyzwaniom środowiskowym i aby zminimalizować zjawisko zanieczyszczenia światłem sztucznym (tabela 2). Wiele z tych rekomendacji opiera się na wynikach badań laboratoryjnych, a także na pomiarach w terenie.

Tabela 2. Przegląd organizacji wraz z ich komitetami technicznymi zajmującymi się tematyką zanieczyszczenia światłem sztucznym na świecie według kraju ich siedziby

Siedziba	Organizacja	Komitety Techniczny
Austria	International Commission on Illumination (CIE)	CIE TC4–58: Obtrusive Light from Colourful and Dynamic Lighting and its Limitation
		CIE TC4–61: Artificial Lighting and its Impact on the Natural Environment
		CIE TC2–9: Measurement of Obtrusive Light and Sky Glow

Tabela 2. (cd.)

	United Nations Office for Outer Space Affairs	The Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS), praca w Grupie Roboczej ds. Sztucznego Światła w Nocy (ALAN WG) nad raportem technicznym
Wielka Brytania	Society of Light and Lighting (SLL)	Brak specyficznego komitetu technicznego, praca w grupach tematycznych nad konkretną publikacją
	Institute of Lighting Professionals (ILP)	Brak specyficznego komitetu technicznego, praca w grupach tematycznych nad konkretną publikacją
Stany Zjednoczone	International Dark-Sky Association (IDA)	IDA Technical Committee
	Illuminating Engineering Society (IES)	Outdoor Environment Lighting Committee Outdoor Nighttime Environment Committee

Źródło: opracowanie własne.

1) Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa CIE (fr. *Commission Internationale de l'Eclairage* – CIE) jest pozarządową organizacją z siedzibą w Austrii, powstałą w 1913 roku, mającą na celu współpracę i wymianę informacji w sprawach związanych z barwą, percepcją, fotobiologią i technologią światła naturalnego i sztucznego [10]. Członkami tej organizacji są komitety narodowe z czterdziestu krajów oraz ponad piętnastu członków indywidualnych z krajów lub regionów, w których nie zawiązały się komitety narodowe. Podstawowymi celami działalności CIE jest stworzenie forum do dyskusji międzynarodowej i wymiany informacji w sprawach dotyczących nauki, techniki i praktyki w zakresie światła i oświetlenia. Organizacja tworzy podstawowe wzorce i procedury pomiarów wielkości świetlnych, wydaje odpowiednie zalecenia, raporty i inne publikacje z zakresu światła i oświetlenia. CIE prowadzi prace merytoryczne w zakresie ośmiu wydziałów i w ponad stu pięćdziesięciu komitetach technicznych. Trzy komitety techniczne zajmują się zagadnieniami związanymi z zanieczyszczeniem światłem sztucznym:

1a) CIE TC4–58: *Obtrusive Light from Colourful and Dynamic Lighting and its Limitation* [11] zajmuje się stworzeniem wytycznych dotyczących wdrażania i poprawnego stosowania oświetlenia barwnego i dynamicznego w oświetleniu zewnętrznym, mających na celu ograniczenie światła niepożądanego w odniesieniu do obserwacji astronomicznych, ludzi i środowiska nocnego. Dodatkowo komitet ten opracowuje metryki światła niepożądanego (ang. *Obtrusive Light*) z barwnych i dynamicznych systemów oświetleniowych oraz proponuje odpowiednie metody ograniczania lub zapobiegania takiemu światłu;

- 1b) CIE TC4–61: Artificial Lighting and its Impact on the Natural Environment zajmuje się stworzeniem wytycznych dotyczących sposobów zminimalizowania wpływu światła sztucznego na środowisko naturalne, w tym wpływu na florę i faunę, za pomocą sformułowania zaleceń dotyczących poziomów natężenia oświetlenia, rozkładów spektralnych i innych szczególnych zagadnień dotyczących organizmów żywych, a także ich określonych siedlisk [12];
- 1c) CIE TC2–9: Measurement of Obtrusive Light and Sky Glow zajmuje się pomiarami światła niepożądanego (ang. *Obtrusive Light*) i miejskiej łuny świetlnej (ang. *Sky glow*). Głównym celem jest dostarczenie wytycznych i dobrych praktyk dotyczących metod pomiaru niepożądanego sztucznego światła i łuny świetlnej oraz odpowiedniej specyfikacji przyrządów pomiarowych niezbędnych do walidacji kryteriów oceny jego wpływu na środowisko, w tym oszacowania błędu pomiaru. Zaproponowane wytyczne i przykłady wraz z wiarygodnymi i identyfikowalnymi technikami będzie można wykorzystywać jako wspólną podstawę różnych dyscyplin, które zajmują się pomiarami światła sztucznego w środowisku naturalnym i zurbanizowanym, oraz oceną jego oddziaływania na ekosystem [13].

Również opublikowane w 1987 oraz 2017 roku wytyczne CIE 126:1987 i CIE 150:2017 wymagają rewizji ze względu zarówno na brak łatwo aplikowanej metodologii pomiarów i narzędzi związanych z pojawieniem się nowych technologii LED, jak i na prace badawcze wskazujące, że dotychczas zaproponowane dopuszczalne poziomy zewnętrzne oświetlenia sztucznego są zbyt wysokie, nie uwzględniają rekomendacji w kwestii spektrum światła i przez to również powodują wzrost zanieczyszczenia światłem sztucznym. The CIE 126:1987 *Guidelines for Minimizing Sky Glow* (CIE 126:1987 Wytyczne minimalizacji miejskiej łuny świetlnej) zawierają ogólne wskazówki dla projektantów oświetlenia i decydentów dotyczące redukcji miejskiej łuny świetlnej, w tym omawiają teoretyczne aspekty oraz zalecenia dotyczące zalecanych wartości granicznych dla instalacji oświetleniowych w pobliżu obserwatoriów astronomicznych, niezbędnych do prowadzenia obserwacji astronomicznych [14]. CIE 150:2017 *Guide on the Limitation of the Effects of Obstructive Light from Outdoor Lighting Installations* (CIE 150:2017 Wytyczne do ograniczania wpływu światła natrętnego z zewnętrznych instalacji oświetleniowych) [15] dotyczą zaleceń do przeprowadzenia oceny wpływu oświetlenia zewnętrznego na środowisko oraz zawierają zalecane wartości graniczne dla odpowiednich parametrów oświetlenia, aby ograniczyć jego niepożądane efekty.

Celem tego opracowania jest pomoc w sformułowaniu wytycznych dotyczących oceny wpływu oświetlenia zewnętrznego na środowisko oraz podanie zalecanych wartości granicznych dla odpowiednich parametrów oświetlenia, aby przyhamować niepożądane efekty oświetlenia zewnętrznego w dopuszczalnych granicach. Zaproponowano pięć oświetleniowych stref środowiskowych (E0–E4) określonych przez ich lokalizację i użytkowanie, a także uwzględniających różne

parametry oświetleniowe. Ten dokument określa również dopuszczalne poziomy penetrowania światłem sztucznym przez okna na fasadzie budynku, dopuszczalną maksymalną średnią luminancję fasady, a także ustala poziomy miejskiej tony świetlnej.

CIE w roku 2020 zorganizowało również dwudniowe warsztaty dotyczące metod obliczeniowych i pomiarów światła niepożądanego (ang. *CIE workshop on the calculation and measurement of obtrusive lighting* [16]). Warsztaty poruszały aspekty takie, jak: metody i narzędzia do modelowania i obliczeń, oprzyrządowanie, metody pomiaru i jego oceny, aspekty czasowe i spektralne, wpływ światła sztucznego na środowisko, w tym ludzi, florę, faunę, a także metody projektowania oświetlenia zewnętrznego i najlepsze praktyki projektowe.

2) Society of Light and Lighting (SLL) działa jako profesjonalny organ ds. oświetlenia w Wielkiej Brytanii, reprezentuje interesy osób zaangażowanych w sztukę, naukę i inżynierię światła oraz oświetlenia w ich najszerzej definicji; ma ponad 2000 członków w Wielkiej Brytanii i na całym świecie [17]. Stowarzyszenie zostało pierwotnie założone jako Illuminating Engineering Society w 1909 roku, później stając się oddziałem Chartered Institute of Building Services Engineering (CIB-SE). Dopiero od niedawna stowarzyszenie to zajmuje się tematyką zanieczyszczania światłem sztucznym, tworząc wytyczne dla swoich członków, mające pomóc zminimalizować to zjawisko:

– Lighting Guide (LG) 21: *Protecting the Nighttime Environment* – to opublikowane w 2021 roku wytyczne, mające na celu ochronę środowiska nocnego oraz określenie konsekwencji zanieczyszczenia światłem sztucznym przez postawienie właściwych pytań, które należy zadać podczas projektowania systemów oświetlenia zewnętrznego. Dodatkowo dokument uwzględnia powszechne zastosowania, w tym oświetlenie elewacji, budynków zabytkowych, oświetlenie obiektów sportowych i oświetlenie bezpieczeństwa publicznego. Przedstawia również potencjalne środki potrzebne do redukcji tego zjawiska [18], jednak są one niekompletne i zbyt mało szczegółowe.

W maju 2022 roku SLL wraz z grupą badawczą ILLUME z Politechniki Gdańskiej zorganizowała inauguracyjną międzynarodową konferencję pt. „Responsible Outdoor Lighting at Night” (ROLAN 2022) [19].

ROLAN 2022 to dwudniowa konferencja online oraz panel dyskusyjny na żywo na temat odpowiedniego oświetlenia zewnętrznego, który łączy badania naukowe z praktyką. Trzydziestu jeden renomowanych prelegentów z krajów, takich jak: Australia, Belgia, Francja, Niemcy, Wielka Brytania, Finlandia, Francja, Włochy, Polska, Słowenia, Hiszpania, Szwecja i Stany Zjednoczone Ameryki (USA), z uwzględnieniem swojej dziedziny (projektowanie oświetlenia, nauki o środowisku, biologia, astronomia, nauki medyczne i aspekty prawne) przedstawiło wykłady związane z badaniami i praktyką w czterech następujących sekcjach:

- (1) Utrata ciemnej nocy,
- (2) Najlepsze praktyki oświetleniowe przyczyniające się do zmniejszenia zanieczyszczenia światłem sztucznym,

- (3) Aspekty prawne dotyczące zanieczyszczenia światłem,
- (4) Wpływ światła sztucznego na środowisko i człowieka.

Wydarzenie było wyjątkową okazją dla praktyków, specjalistów w dziedzinie oświetlenia (projektantów i inżynierów), architektów, urbanistów, projektantów krajobrazu, przemysłu oświetleniowego (producentów), władz lokalnych, aktywistów, ekologów i badaczy, aby być na bieżąco z najnowszymi badaniami naukowymi i praktykami zawodowymi związanymi z odpowiednim oświetleniem i minimalizacją zanieczyszczenia światłem sztucznym w środowisku naturalnym i zurbanizowanym.

- 3) The Institution of Lighting Professionals (ILP) to brytyjskie i irlandzkie profesjonalne stowarzyszenie inżynierów oświetlenia założone w 1924 roku jako Association of Public Lighting Engineers, później znane jako Institution of Lighting Engineers, które w 2010 roku przyjęło swoją obecną nazwę. Jest licencjonowanym zespołem Rady Inżynierów w Wielkiej Brytanii do oceny kandydatów do wpisu do jej rejestru zawodowych inżynierów [20]. Jako wpływowa organizacja zawodowa konsultuje dla rządu w szerokim zakresie kwestie ustawodawstwa i przepisów w środowisku zbudowanym (struktura i infrastruktura tworzona przez człowieka) [21]. Organ ten dąży do tego, aby proponowane działania były zarówno skuteczne, jak i wykonalne, poprzez zasiadanie w komisjach oraz komentowanie projektów aktów prawnych, raportów i udział w konsultacjach. Liczy on około 2000 indywidualnych członków i 120 członków firm lub organizacji. Jego głównym celem jest bycie stowarzyszeniem dla inżynierów w przemyśle oświetleniowym i pokrewnych dziedzinach, ale i jednostką techniczną czy edukacyjną do publicznego rozpowszechniania informacji technicznych i ustanawiania standardów kwalifikacji zawodowych.

ILP opracowało kilka profesjonalnych wytycznych dotyczących zanieczyszczenia światłem sztucznym:

- GN01–21 *Guidance Note 1 for the Reduction of Obtrusive Light 2021* – wytyczne dotyczą międzynarodowych zasad odnoszących się do światła niepożądanego w dokumencie CIE 150:2017. Dostarczają one również przydatnej wiedzy na temat wpływu źródła światła na zdolność widzenia nocnego nieba, z uwzględnieniem różnych kątów emitowanego światła oraz jego bezpośredniego wpływu na miejską łunę świetlną i olśnienie [22].
- PLG04 *Guidance on Undertaking Environmental Lighting Impact Assessments* (Wytyczne Dotyczące Przeprowadzania Oceny Oddziaływania Oświetlenia na Środowisko) – dokument przedstawia dobre praktyki w projektowaniu oświetlenia i dostarcza praktycznych wskazówek dotyczących produkcji i oceny wpływu oświetlenia w nowych rozwiązaniach [23].
- PLG05 *The Brightness of Illuminated Advertisements* (Jasność reklam świetlnych) zapewnia wskazówki dla wszystkich osób zajmujących się reklamami świetlnymi na zewnątrz z uwzględnieniem zmian zarówno w technologii, jak i w ramach prawnych oraz praktyce oświetleniowej. W szczególności

dokument omawia zastosowanie ekranów multimedialnych i fasad, zapewniając jasne wskazówki dotyczące planowania, oceny i obsługi wszelkich form reklamy świetlnej [24].

- GN08–18 *Guidance Note 8 Bats and Artificial Lighting* (Wytyczna nr 8 Nietoperze i sztuczne oświetlenie) porusza temat negatywnego wpływu oświetlenia sztucznego na nietoperze, ale także dotyczy potencjalnych rozwiązań pozwalających uniknąć i ograniczyć ewentualne szkody [25].

4) International Dark-Sky Association (IDA) – organizacja założona w USA w 1988 roku, jest jedną z najbardziej rozpoznawalnych instytucji tego typu na świecie, działającą na rzecz zachowania i ochrony nocnego środowiska i dziedzictwa ciemnego nieba poprzez podnoszenie świadomości na temat znaczenia ciemności w nocy oraz edukacji i wytycznych na temat wysokiej jakości oświetlenia zewnętrznego [26].

Obecnie na całym świecie istnieje 59 oficjalnych oddziałów IDA, w tym ponad 20 oddziałów międzynarodowych reprezentujących pięć kontynentów. W Polsce jak do tej pory nie ma jej oficjalnego oddziału. Globalna sieć IDA z ponad 20 tysiącami członków i sympatyków opowiada się za edukacją decydentów w gminach i społecznościach lokalnych w zakresie korzyści płynących z ochrony nocnego nieba. Pomaga również w opracowywaniu i tworzeniu propozycji rozporządzeń oświetleniowych potrzebnych do zminimalizowania zanieczyszczenia światłem. W ramach organizacji IDA powstał Komitet Techniczny IDA, który doradza zarządowi w pojawiających się kwestiach praktyk oświetlenia zewnętrznego, które mają wpływ na zdrowie ludzi oraz przetrwanie flory i fauny, a także pracuje nad stworzeniem odpowiednich polityk i rekomendacji w celu złagodzenia tych problemów. Rekomendacje powstałe w ramach komitetu technicznego to:

- *Criteria for Community Friendly Outdoor Sports Lighting v1.0* (Kryteria przyjaznego dla społeczności oświetlenia sportowego na świeżym powietrzu), opublikowane w 2018 roku, pomagają ulepszyć projektowanie oświetlenia obiektów sportowych na świeżym powietrzu w celu zminimalizowania jego poświaty, przenikania światła i olśnienia okolicznych obszarów mieszkalnych, a także miejsca, w których lokalna ekologia musi być chroniona [27].
- *Guidance for Electronic Message Centers – EMCs* (Wytyczne dotyczące centrów wiadomości elektronicznych – EMC) – zalecenia opublikowane w 2019 roku określają minimalne wymagania i zestaw najlepszych praktyk zarządzania w celu zmniejszenia negatywnego wpływu oświetlonych szyldów i reklam w środowisku zabudowanym [28].

Ponadto w roku 2001 IDA stworzyła Program Ochrony Miejsc Ciemnego Nieba (ang. *The International Dark-Sky Association's Dark-Sky Places*) w celu zachęcania społeczności do zachowania i ochrony ciemnych miejsc w parkach i obszarach chronionych na całym świecie przez prowadzenie odpowiedzialnej polityki oświetleniowej i edukacji [29]. W uznaniu wysiłków związanych z zapewnieniem ciemnego nieba IDA przyznaje wyróżnienia w pięciu kategoriach:

- (1) Międzynarodowe Społeczności Ciemnego Nieba – ang. *International Dark-Sky Communities*;
 - (2) Międzynarodowe Parki Ciemnego Nieba – ang. *International Dark-Sky Parks*;
 - (3) Międzynarodowe Rezerwaty Ciemnego Nieba – ang. *International Dark-Sky Reserves*;
 - (4) Międzynarodowe Azyle Ciemnego Nieba – ang. *International Dark-Sky Sanctuaries*;
 - (5) Miejskie Obszary Nocnego Nieba – ang. *Urban Night-Sky Places*.
- 5) Illuminating Engineering Society (IES) założona w 1906 roku w Stanach Zjednoczonych to najbardziej znana i najstarsza organizacja związana z oświetleniem – przypisuje się jej szereg znaczących publikacji na temat oświetlenia, organizacje odczytów, konferencji i szkoleń. Misją IES jest poprawa oświetlenia środowiska poprzez zgromadzenie osób mających wiedzę o oświetleniu i przełożenie tej wiedzy na działania przynoszące korzyści społeczeństwu [30]. Złożona jest z 46 komitetów technicznych, w tym dwóch zajmujących się zagadnieniem zanieczyszczenia światłem sztucznym:
- 5a) Outdoor Environmental Lighting Committee (OELC) opracowuje najlepsze praktyki dotyczące oświetlenia zewnętrznego i minimalizowania negatywnego wpływu światła elektrycznego w nocy na środowisko nocne. Zakres działalności obejmuje zagadnienia oświetleniowe, które są przede wszystkim związane z oświetleniem zewnętrznym i mogą mieć negatywny wpływ na środowisko. Ten komitet działa w połączeniu z innymi komitetami IES, które również tworzą zalecenia dotyczące oświetlenia dla środowiska zewnętrznego, takiego jak jezdnia, ulica, chodniki czy pasaż, lotniska i przestrzeń publiczną, aby zapewnić jednolitość zaleceń oświetleniowych [31].
 - 5b) Outdoor Nighttime Environment Committee (ONEC) – komitet, powstały w 2020 roku, zajmuje się opracowaniem i utrzymaniem standardów IES obejmujących wizualne aspekty oświetlenia zewnętrznego, takie jak widzenie w nocy i olśnienie, ciągów pieszych, w tym elementów środowiska niebędących drogami (np. chodniki, architektura krajobrazu, sztuka, pomniki i elewacje budynków) oraz ustalaniem wytycznych oświetleniowych dla nocnych czynników środowiskowych, takich jak miejska łuna świetlna i ochrona przyrody [32].

IES jest współodpowiedzialna za stworzenie dwóch standardów amerykańskich wraz z American National Standard Institut (ANSI), które poruszają tematykę zanieczyszczenia światłem sztucznym:

- ANSI/IES LP-11-20 Environmental Considerations for Outdoor Lighting) (ANSI/IES LP-11-20 Względy środowiskowe dotyczące oświetlenia zewnętrznego) [33] – w tym dokumencie przedstawiono kwestie środowiskowe oświetlenia zewnętrznego, zwłaszcza w odniesieniu do olśnienia, miejskiej łuny świetlnej i światła penetrującego oraz wpływu światła elektrycznego w nocy na florę i faunę. Ponadto, zawarto informacje o tym, jak stosować

- w praktyce środowiskowe strefy oświetleniowe i jak korzystać z dokumentu Joint IDA–IES Model Lighting Ordinance (MLO) jako podstawy do rozporządzenia w sprawie oświetlenia zewnętrznego. Na koniec w tym dokumencie omówiono projektowanie społecznościowe i przedstawiono konkretne zalecenia dotyczące oświetlenia obszarów zewnętrznych.
- ANSI/IES RP–39–19 *Off–Roadway Sign Luminance* (ANSI/IES RP–39–19 Jasność terenowych znaków drogowych) zawiera zalecenia obejmujące ograniczenia dotyczące maksymalnej luminancji znaku; zalecenia te zawierają jedynie wskazówki dotyczące oświetlenia znaków, które znajdują się poza pasem jezdni – innymi słowy, wszystkich znaków niepodlegających jurysdykcji federalnej, stanowej, prowincjonalnej lub lokalnej – i obejmują zarówno lokalizacje, jak i tereny oświetlone wewnątrz i zewnątrz oraz znaki elektroniczne [34].

2.2.3. Ośrodki, badania i publikacje naukowe na świecie

Poza wymienioną działalnością stowarzyszeń, organizacji i komitetów technicznych na świecie prowadzone są badania naukowe w tematyce zanieczyszczenia światłem sztucznym w kilkunastu ośrodkach naukowych: w Australii, Austrii, Belgii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Kanadzie, Niemczech, Polsce, Słowenii, Szwecji, na Węgrzech, we Włoszech i w Stanach Zjednoczonych (tabela 3). Dotyczą one takich zagadnień, jak: pomiary i modelowanie tego zjawiska, zagadnienia prawne i regulacje, wpływ na biologię, ekologię i zdrowie organizmów żywych czy wpływ zastosowanych technologii świetlnych i designu. Przedstawiciele tych ośrodków spotykają się na międzynarodowej konferencji „Artificial Light at Night (ALAN)”, która odbywa się w różnych miejscach na świecie, aby podzielić się swoją najnowszą wiedzą zdobytą podczas badań. Do tej pory odbyło się siedem edycji tego wydarzenia. W Niemczech (2013), Wielkiej Brytanii (2014), Kanadzie (2015), Rumunii (2016), Stanach Zjednoczonych (2017, 2018), Hiszpanii w formie online (2020).

Potrzebę wspólnego działania w zakresie zanieczyszczenia światłem sztucznym dostrzegły również Biuro Narodów Zjednoczonych ds. Przestrzeni Kosmicznej (ang. *United Nations Office for Outer Space Affairs* (UNOOSA) [35], Międzynarodowa Unia Astronomiczna (ang. *International Astronomical Union*) [36] oraz rząd Hiszpanii, czego efektem były zorganizowane w roku 2020 międzynarodowe warsztaty specjalistów w tej dziedzinie po tytule „Ciemne i Ciche Niebo”, a w roku 2021 konferencja naukowa pt. „Konferencja Ciemne i Ciche Niebo II” (ang. „*Dark and Quiet Skies II Conference*”).

Konferencja i jej raporty skupiły się na trzech kategoriach sztucznych zakłóceń, które negatywnie wpływają na obserwacje astronomiczne: (1) oświetlenie miejskie lub sztuczne światło w nocy; (2) optyczne ślady satelitów na niskich orbitach okołozemskich; (3) transmisja radiowa przez nadajniki naziemne i kosmiczne, która wpływa na radioastronomię [37].

Na świecie, badania i publikacje naukowe z zagadnień zanieczyszczenia światłem sztucznym skupiają się na bardzo specjalistycznych, często wąskich tematach badawczych w danej dziedzinie lub też rozpatrują dany temat tylko z jednej perspektywy badawczej. Znanych jest kilka interdyscyplinarnych prac biologów czy epidemiologów wraz ze specjalistami z zakresu teledetekcji [38, 39], czy też biologów i prawników [40], jednak brak jest wśród tej grupy współpracy badaczy z dziedziny oświetlenia zewnętrznego. Dlatego na uwagę zasługują niedawno opublikowane dwie prace naukowe, powstałe w ramach interdyscyplinarnej współpracy badawczej między biologami i badaczami oświetlenia zewnętrznego.

Pierwszy artykuł dotyczy ram dla transdyscyplinarnych badań nad oświetleniem miejskim i procesem współpracy z profesjonalistami z branży oświetleniowej [41]. Drugi artykuł natomiast jest opracowaniem przeglądowym obejmującym 1417 badań w celu zdefiniowania istotnych parametrów środowiskowych dla oświetlenia miejskiego w kontekście skutków ekspozycji na różne właściwości fizyczne sztucznych źródeł światła na różne grupy organizmów, w tym rośliny, stawonogi, ryby, płazy, gady, ptaki i ssaki inne niż człowiek (w tym nietoperze, naczelnice, gryznie i torbacze) [42]. Jak dotąd są to pierwsze prace naukowe na świecie opublikowane z takiej perspektywy.

Tabela 3. Znaczące ośrodki naukowe zajmujące się tematyką zanieczyszczenia światłem sztucznym na świecie i ich przedstawiciele*

Kraj	Ośrodek naukowy	Osoba odpowiedzialna
Australia	Pendoley Environmental	dr Kellie Pendoley
Austria	University of Vienna	dr Stefan Wallner
Belgia	University of Ghent	Yana Yakushina
Francja	National Metrology and Testing Laboratory Paris	dr Romain Chasseigne
Grecja	National Technical University of Athens, Lighting Laboratory	dr Constantinos A. Bouroussis
	School of Applied Arts, Hellenic Open University	prof. dr. Lambros T. Doulos
Hiszpania	Parc Astronomic Montsec	dr Salvador J. Ribas
	Complutense University of Madrid	dr Alejandro Sanchez de Miguel
Irlandia	Trinity College Dublin	dr Brian Espey
Kanada	Cégep de Sherbrooke	prof. Martin Aubé
Korea	Kyung Hee University,	dr Gon Kim
Niemcy	Fachgruppe Dark Sky der Vereinigung der Sternfreunde	dr Andreas Hänel
	Technical University Berlin	dr Dietrich Henckel

Tabela 3. (cd.)

	Leibniz–Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries	dr hab. Franz Hölker dr Andreas Jechow
	GFZ German Research Centre for Geosciences	dr Christopher Kyba dr Nona Schulte–Römer
	University Heidelberg	Dominik Huggins
Portugalia	Polytechnic Institut of Porto	dr Raul Cerveira Lima
Słowacja	Slovak Academy of Sciences / Comenius University	dr Miroslav Kocifaj
Węgry	Eszterházy Károly University	prof. dr hab. Zoltán Kolláth
Włochy	Light Pollution Science and Technology Institute	dr Pierantonio Cinzano Fabio Falchi
Wielka Brytania	Leicester DeMontfort Law School	dr Martin Morgan–Taylor
	University of Exeter	prof. dr Kevin J. Gaston
Szwecja	Halmstad University	dr Annika Jägerbrand
Stany Zjednoczone	Smith College	dr James Lowenthal
	Adlers Planetarium	dr Ken Walczak
	University of Arizona	dr Richard Green
	University of Hawai	dr Richard Wainscoat
	University of California Los Angeles	dr Travis Longcore
	Colorado School of Mines	dr Christopher D. Elvidge

* Dane dotyczące Polski zaprezentowano w tabeli nr 4.

Źródło: opracowanie własne.

Sieć naukowa ES1204 – *Loss of the Night Network* (LoNNe) [43, 44] powstała w latach 2012–2016 jako pierwsza międzynarodowa sieć naukowa finansowana ze środków European Cooperation in Science and Technology (COST) z udziałem 18 partnerów z Europy i poza niej, miała na celu poszerzenie wiedzy na temat wielorakich skutków wzrostu zanieczyszczenia światłem sztucznym atmosfery ziemskiej na świecie. Ze względu na fakt, że potencjał tworzenia sieci w celu zwiększenia mobilności między różnymi podmiotami z dziedziny nauki, opieki zdrowotnej, władz publicznych i przemysłu był ograniczony, dodatkowym celem LoNNe była współpraca tych podmiotów, wymiana wiedzy oraz umiejętności. Po zakończeniu programu członkowie tej sieci w dalszym ciągu są w stałym kontakcie i wymieniają się w zamkniętej grupie na forum internetowym swoimi badaniami oraz wspólnie odpowiadają na zadawane pytania jej członków.

Grant Horizon 2020: STARS4ALL [45] A Collective Awareness Platform for Promoting Dark Skies in Europe – to kolejna inicjatywa sponsorowana przez Unię w ramach programu Horyzont 2020, w okresie od 2016 do 2018 roku, mająca na celu wspieranie badań w Europie i stworzenie wspólnej platformy świadomości promującej ciemne niebo. Niektóre z osiągnięć obejmowały stworzenie aplikacji Dark Sky Meter, która mierzy jasność nieba i udostępnia ją naukowcom na całym świecie, a także fotometru TESS–W przeznaczonego do pomiaru i ciągłego monitorowania jasności nocnego nieba pod kątem zanieczyszczenia światłem atmosfery ziemskiej.

Globe at Night to międzynarodowa sieć pomiaru jasności nieba GaN–MN. (ang. *Globe at Night – Sky Brightness Monitoring Network*) [46].

Pomiary wykonywane są za pomocą specjalistycznego czujnika SQM–LE firmy Unihedron, przeznaczonego do długoterminowego monitorowania w czasie rzeczywistym. Cała sieć liczy 64 czujniki zlokalizowane w 19 krajach na świecie. Politechnika Gdańska jest, jak dotąd, pierwszym zarejestrowanym członkiem tego programu z Polski [47].

2.3. Wyniki badań w Polsce

2.3.1. Stowarzyszenia

Na uwagę zasługuje fakt, że w Polsce już od roku 1994 aktywnie działa Stowarzyszenie POLARIS – OPP – instytucja pozarządowa o statusie organizacji pożytku publicznego [48], która zajmuje się działalnością edukacyjno-popularyzatorską w zakresie astronomii, pokrewnych nauk ścisłych oraz zanieczyszczenia światłem sztucznym. Z inicjatywy tego stowarzyszenia powstał Program Ciemne Niebo, który przyznaje cztery kategorie związane z ochroną naturalnej ciemności nocy i gwieździstego nieba w Polsce, a są to: (1) Rezerwaty Ciemnego Nieba; (2) Parki Ciemnego Nieba (3) Obszary Ciemnego Nieba, (4) Inne Miejsca [49].

2.3.2. Ośrodki, badania i publikacje naukowe

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że badania dotyczące zanieczyszczenia światłem sztucznym są tematem w Polsce stosunkowo nowym. Działalność naukowa dotycząca tej problematyki skupiona jest głównie wokół kilkunastu ośrodków naukowych w Białymstoku, Gdańsku, Krakowie, Łodzi, Warszawie, Wrocławiu i Toruniu oraz ich badaczy (tabela 4). Warto nadmienić, że w ramach Centrum Badawczego EcoTech na Politechnice Gdańskiej utworzono prężnie działającą interdyscyplinarną grupę badawczą ILLUME, która zajmuje się tą wąską specjalnością. Członkami grupy są projektanci oświetlenia sztucznego, architekci, urbaniści, biolodzy, prawnicy, geodeci, specjaliści z zakresu fotogrametrii i tele-detekcji, którzy posiadają umiejętności praktyczne i wiedzę badawczą w zakresie tych interdyscyplinarnych zagadnień [50].

Natomiast prace badawcze w formie artykułów naukowych czy przeglądowych, informujących o stanie wiedzy w Polsce również z zakresu zanieczyszczenia światłem sztucznym publikowane są w kwartalniku „Kosmos”, najstarszym polskim czasopiśmie naukowych wydawanym przez Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika [51] czy w miesięczniku „Aura – Ochrona Środowiska” [52]. Na uwagę zasługuje również wydanie specjalne „Light Pollution”, międzynarodowego czasopisma naukowego “The International Journal of Environmental Research and Public Health” (IJERPH), w którym redaktorami gościnnymi byli badacze z dwóch ośrodków w Polsce [53].

Od roku 2013 cyklicznie odbywa się również Ogólnopolska Konferencja nt. Zanieczyszczenia Światłem (OKZŚ) jako interdyscyplinarny zjazd naukowy. Do tej pory odbyło się sześć edycji tego wydarzenia: w Warszawie (2013) [54], Wrocławiu (2014) [55], Krakowie (2015) [56], Rzeszowie (2016) [57], Warszawie (2017) [58], Łodzi (2021) [59]. Jej celem jest przybliżenie problemu zanieczyszczenia światłem sztucznym, który w Polsce jest jeszcze mało znany. Podczas konferencji poruszane są tematy związane z problemami środowiskowymi, astronomicznymi i ekonomicznymi zanieczyszczenia światłem oraz zagadnieniami dotyczącymi łagodzenia tych skutków przez odpowiednie rozwiązania w technice oświetleniowej, architekturze i urbanistyce. Do uczestnictwa w tych sympozjach zapraszane są osoby związane z ochroną środowiska, astronomią, medycyną, techniką oświetleniową, architekturą, urbanistyką, kwestiami prawnymi, a także przedstawiciele samorządów terytorialnych czy organizacji pozarządowych, działających na rzecz ochrony nocnego środowiska.

Tabela 4. Ośrodki naukowe zajmujące się tematyką zanieczyszczenia światłem sztucznym w Polsce*

Miasto	Ośrodek naukowy
Białystok	Politechnika Białostocka
Gdańsk	Politechnika Gdańska – grupa ILLUME w ramach Centrum Badawczego „EkoTech”
	Uniwersytet Gdański – Wydział Prawa i Administracji
Łódź	Politechnika Łódzka
Toruń	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wrocław	Uniwersytet Wrocławski
Warszawa	Ogród Botaniczny, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski
	Politechnika Warszawska
Kraków	Politechnika Krakowska
	Uniwersytet Rolniczy

* Na wniosek jednego z recenzentów pracy nazwiska osób zajmujących się zanieczyszczeniem światłem sztucznym w Polsce zostały usunięte.

Źródło: opracowanie własne.

3. Podsumowanie

Pierwszymi, którzy zauważyli potrzebę ochrony nocnego nieba i negatywny wpływ, jaki może wyrządzić zewnętrzne oświetlenie sztuczne, byli astronomowie, nieco później ekolodzy, biolodzy czy epidemiolodzy, a niedawno dopiero projektanci iluminacji zewnętrznych i nieliczni producenci opraw oświetleniowych, którzy zrozumieli, że najważniejsza nie jest kwestia estetyki czy wydajności energetycznej i świetlnej, a raczej komu ma ono służyć, kiedy i gdzie ma być stosowana.

Antropogeniczne zanieczyszczenie światłem sztucznym to problem złożony ze względu na fakt, że zewnętrzne oświetlenie ma wpływ na środowisko naturalne, bioróżnorodność, ekosystemy, zdrowie ludzkie i społeczeństwo. Wielokrotnie brak

jest stosownych stowarzyszeń, organizacji czy ośrodków badawczych, a istniejące metody przeciwdziałania temu zagrożeniu są często fragmentaryczne na poziomie lokalnym lub krajowym. Natomiast zanieczyszczenie światłem sztucznym może być sprawą regionalną lub wręcz globalną, ponieważ może się ono przemieszczać nawet do kilkuset kilometrów od swojego źródła i tam wyrządzać szkody.

Pomimo postulatów o potrzebie współpracy głoszonych przez różnych badaczy [60], zarówno na świecie, jak i w Polsce, zauważalny jest brak interdyscyplinarnej współpracy badawczej, która nie tylko konsekwentnie pozwoliłaby zidentyfikować istotne problemy i tematy badawcze, ale także wskazałaby praktyczne rozwiązania. Takie działania w zakresie iluminacji oraz jej aspektów prawnych poprawiłyby istniejącą i przyszłą sytuację, tworząc skuteczne programy minimalizujące wpływ zanieczyszczenia światłem sztucznym na ludzi, florę i faunę. Problematyka ta jest szczególnie aktualna obecnie, kiedy uwarunkowania wynikające z ochrony środowiska i potrzeb zrównoważonego rozwoju są szeroko dyskutowane w kontekście zmian klimatycznych oraz rozwoju polityki środowiskowej i zdrowotnej, gdzie zaangażowanie badaczy, a także ekspertów z różnych dziedzin oraz transfer wiedzy stały się koniecznością. Ponadto na podstawie przeprowadzonych analiz widoczna jest bardzo duża dysproporcja w liczbie badań wykonanych na świecie w stosunku do badań w Polsce, co może być spowodowane wysokością dotacji przeznaczonych na naukę. Aby tworzyć innowacyjne badania na poziomie światowym i potem je opublikować, potrzebne są odpowiednie środki finansowe, których w Polsce, jak dotąd, jest zbyt mało.

Niestety wciąż tylko niewielka liczba polskich badaczy, zajmujących się tematem zanieczyszczenie światłem sztucznym, udostępnia wyniki swoich badań naukowych w języku angielskim w publikacjach w czasopismach naukowych z listy JCR [61, 62, 63, 64]. Z tego powodu wyniki innych, ciekawych polskich badań nie mogą być twórczo wykorzystywane w obiegu informacji międzynarodowej przez badaczy na świecie.

Odnośnie obecności rodzimych naukowców w międzynarodowych komitetach technicznych, wymienionych w tabeli 2, należy odnotować, że ich członkami są głównie badacze z Politechniki Gdańskiej [65, 66, 67, 68].

Aby wesprzeć starania Stowarzyszenia POLARIS – OPP przeciwdziałające zanieczyszczeniu światłem sztucznym, ciekawym rozwiązaniem mogłoby być powołanie polskiego oddziału International Dark-Sky Association (IDA), jako kolejnego narzędzia partycypacji obywatelskiej i skorzystanie z wieloletniej wiedzy i zasobów tej międzynarodowej organizacji. Oddział IDA reprezentowałoby interesy osób związanych z omawianą problematyką w tym nie tylko aktywistów czy badaczy z różnych dziedzin, ale także praktyków, promujących interdyscyplinarną współpracę w kwestiach takich jak: ochrona środowiska i przyrody, planowanie przestrzenne, polityka miejska, zdrowie czy prawo budowlane itp. Oddziały IDA działają już na świecie w wielu krajach i prężnie współpracują z innymi lokalnymi organizacjami pozarządowymi zajmującymi się również tym istotnym zagadnieniem [69]. Takie podejście stworzyłaby szanse zminimalizowania tego cywilizacyjnego zagrożenia w sposób kompleksowy.

Literatura

- [1] Bará S., *Anthropogenic disruption of the night sky darkness in urban and rural areas*, Royal Society Open Science, 2016, 3, art. 160541.
- [2] Longcore T., Rich C., *Ecological light pollution*, Frontiers in Ecology and The Environment, 2004, 2, s. 191–198.
- [3] Kyba C.C.M., Kuester T., de Miguel A.J, Baugh K., Jechow A., Franz Hölker F., Bennie J., Elvidge C.D., Gaston K.J., Guanter L., *Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent*, Science Advances, 2017, 3, s. 11.
- [4] Szlachetko K., Zielińska-Dąbkowska K.M., *O (bez)skuteczności prawa polskiego wobec antropogenicznych zanieczyszczeń światłem sztucznym (ang. man-made light pollution)*, Przegląd Prawa Publicznego, 2021, 5, s. 22–39.
- [5] Watts, J., *Treat artificial light like other forms of pollution, say scientists*, The Guardian, publ. 2.11.2020, <https://www.theguardian.com/environment/2020/nov/02/treat-artificial-light-form-pollution-environment> (dostęp: 05.02.2022).
- [6] St. Fleur N., *Light Pollution Masks the Milky Way for a Third of the World's Population*, The New York Times, publ. 10.06.2016, <https://www.nytimes.com/2016/06/11/science/milky-way-light-pollution-dark-skies.html> (dostęp: 05.02.2022).
- [7] Kyba C.C.M., Kuester T., de Miguel A.S, Baugh K., Jechow A., Hölker F., Bennie J., Elvidge C.D., Gaston K.J., Guanter L., *Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent*, Science Advances, 2017, 3, e1701528.
- [8] Drake N., *Our nights are getting brighter, and Earth is paying the price*, National Geographic, publ. 3.04.2019, <https://www.nationalgeographic.com/science/article/nights-are-getting-brighter-earth-paying-the-price-light-pollution-dark-skies> (dostęp: 05.02.2022).
- [9] Zielinska-Dabkowska K.M., Xavia K., Bobkowska K., *Assessment of Citizens' Actions against Light Pollution with Guidelines for Future Initiatives*, Sustainability, 2020, 12, 12, s. 4997.
- [10] International Commission on Illumination, About the CIE, <https://cie.co.at/node/2> (dostęp: 05.02.2022).
- [11] International Commission on Illumination, *4-58: Obtrusive light from colourful and dynamic lighting and its limitation*, <https://cie.co.at/technicalcommittees/obtrusive-light-colourful-and-dynamic-lighting-and-its-limitation> (dostęp: 05.02.2022).
- [12] International Commission on Illumination, *4-61: Artificial lighting and its impact on the natural environment*, <https://cie.co.at/technicalcommittees/artificial-lighting-and-its-impact-natural-environment> (dostęp: 05.02.2022).
- [13] International Commission on Illumination, *2-95: Measurement of obtrusive light and sky glow*, <https://cie.co.at/technicalcommittees/measurement-obtrusive-light-and-sky-glow> (dostęp: 05.02.2022).
- [14] International Commission on Illumination, *Guidelines for minimizing sky glow*, <https://cie.co.at/publications/guidelines-minimizing-sky-glow> (dostęp: 05.02.2022).
- [15] International Commission on Illumination, *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations, 2nd edition*, <https://cie.co.at/publications/guide-limitation-effects-obtrusive-light-outdoor-lighting-installations-2nd-edition> (dostęp: 05.02.2022).

- [16] International Commission on Illumination, *CIE Workshop on the calculation and measurement of obtrusive lighting*, <https://cie.co.at/news/cie-workshop-calculation-and-measurement-obtrusive-lighting> (dostęp: 05.02.2022).
- [17] Chartered Institution of Building Services Engineers, Society of Light And Lighting (SLL), <https://www.cibse.org/get-involved/societies/society-of-light-and-lighting-sll/about-sll> (dostęp: 05.02.2022).
- [18] Chartered Institution of Building Services Engineers, Society of Light And Lighting (SLL), *LG21 Protecting the night-time environment (2021)*, <https://www.cibse.org/knowledge-research/knowledge-portal/lg21-protecting-the-night-time-environment> (dostęp: 05.02.2022).
- [19] ROLAN 2022, <https://go.cibse.org/ROLAN22> (dostęp: 15.11.2022).
- [20] Institution of Lighting Professionals, <https://theilp.org.uk/about/> (dostęp: 05.02.2022).
- [21] Schneider-Skalska G., *Środowisko zbudowane*, Architektura dla Edukacji, <https://ade.niaiu.pl/pl/archipedia/srodowisko-zbudowane> (dostęp: 12.04.2022).
- [22] Institution of Lighting Professionals, *Guidance Note 1 for the reduction of obtrusive light 2021*, <https://theilp.org.uk/publication/guidance-note-1-for-the-reduction-of-obtrusive-light-2021/> (dostęp: 05.02.2022).
- [23] Institution of Lighting Professionals, *PLG04 Guidance on undertaking environmental lighting impact assessments*, <https://theilp.org.uk/publication/plg04-guidance-on-undertaking-environmental-lighting-impact-assessments/> (dostęp: 05.02.2022).
- [24] Institution of Lighting Professionals, *PLG05 The brightness of illuminated advertisements*, <https://theilp.org.uk/publication/plg05-the-brightness-of-illuminated-advertisements/> (dostęp: 05.02.2022).
- [25] Institution of Lighting Professionals, *Guidance Note 8 Bats and artificial lighting*, <https://theilp.org.uk/publication/guidance-note-8-bats-and-artificial-lighting/> (dostęp: 05.02.2022).
- [26] International Dark-Sky Association, <https://www.darksky.org/> (dostęp: 05.02.2022).
- [27] International Dark-Sky Association, *IDA-Criteria for Community-Friendly Outdoor Sports Lighting v1.1*, <https://www.darksky.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/07/Final-OSL-v1.1.pdf> (dostęp: 05.02.2022).
- [28] International Dark-Sky Association, *Guidance for Electronic Message Centers (EMCs)*, <https://www.darksky.org/wp-content/uploads/2019/05/EMC-Guidelines-IDA2019-1.pdf> (dostęp: 05.02.2022).
- [29] International Dark-Sky Association, *Our Work*, <https://www.darksky.org/our-work/> (dostęp: 05.02.2022).
- [30] Illuminating Engineering Society, <https://www.ies.org/> (dostęp: 05.02.2022).
- [31] Illuminating Engineering Society, Outdoor Environmental Lighting Committee, https://www.ies.org/about/ies-committees/detail/?committee_id=bd2f321a-0050-c35e-4371-0b3c9269117f (dostęp: 05.02.2022).
- [32] Illuminating Engineering Society, Outdoor Nighttime Environment Committee, https://www.ies.org/about/ies-committees/detail/?committee_id=bd2f321a-0050-c773-d948-925d7caf4445 (dostęp: 05.02.2022).
- [33] ANSI/IES LP-11-20, Environmental Considerations for Outdoor Lighting, <https://store.ies.org/product/lp-11-20-lighting-practice-environmental-considerations-for-outdoor-lighting/> (dostęp: 05.02.2022).
- [34] ANSI/IES RP-39-19, Off-Roadway Sign Luminance, <https://store.ies.org/product/rp-39-19-recommended-practice-off-roadway-sign-luminance/> (dostęp: 05.02.2022).

- [35] United Nations Office for Outer Space Affairs, <https://www.unoosa.org> (dostęp: 05.02.2022).
- [36] International Astronomical Union, <https://www.iau.org/> (dostęp: 05.02.2022).
- [37] Dark and Quiet Skies II for Science and Society Working Group Reports Published, <https://noirlab.edu/public/announcements/ann22002/> (dostęp: 05.02.2022).
- [38] Borre J.V., Paelinckx D., Mùcher C.A., Kooistra L., Haest B., Blust G.D., Schmidt A.M., *Integrating remote sensing in Natura 2000 habitat monitoring: prospects on the way forward*, *Journal for Nature Conservation*, 2011, 19, s. 116–125.
- [39] García-Saenz A., Sanchez-de-Miguel A., Espinosa A., Valentín L., Costas L., Castaño-Vinyals G., Moreno M., Pollán M., Aubé M., Kogevinas M., *Artificial light at night (ALAN), blue light spectrum exposure and colorectal cancer risk in Spain (MCC-Spain study)*, *Environmental Epidemiology*, 2019, 3, s. 212.
- [40] Schroer S., Huggins B.J., Azam C., Hölker F., *Working with Inadequate Tools: Legislative Shortcomings in Protection against Ecological Effects of Artificial Light at Night*, *Sustainability*, 2020, 12, 6, s. 2551.
- [41] Pérez Vega C., Zielinska-Dabkowska K.M., Hölker F., *Urban Lighting Research Transdisciplinary Framework – A Collaborative Process with Lighting Professionals*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18, 2, s. 624.
- [42] Pérez Vega C., Zielinska–Dabkowska K.M., Schroer S., Jechow A., Hölker F., *A Systematic Review for Establishing Relevant Environmental Parameters for Urban Lighting: Translating Research into Practice*, *Sustainability*, 2022, 14, 3, s. 1107.
- [43] COST Association, *ES1204 - Loss of the Night Network (LoNNe)*, <https://www.cost.eu/actions/ES1204/#tabs+Name:Description> (dostęp: 05.02.2022).
- [44] COST Association, About COST, <http://www.cost-lonne.eu/about/> (dostęp: 05.02.2022).
- [45] CORDIS, *HORIZON 2020: A Collective Awareness Platform for Promoting Dark Skies in Europe*, <https://cordis.europa.eu/project/id/688135> (dostęp: 05.02.2022).
- [46] Globe at Night – Sky Brightness Monitoring Network, Current stations, <http://globeatnight-network.org/global-at-night-monitoring-network.html> (dostęp: 05.02.2022).
- [47] Zdziebłowski S., *Ekspertka: zanieczyszczenie światłem jest problemem globalnym*, <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C88617%2Cpolitechnika-gdanska-w-sieci-pomiarow-jasnosci-nieba-i-zanieczyszczenia> (dostęp: 05.02.2022).
- [48] Stowarzyszenie POLARIS – OPP, Sopotnia Wielka, <https://www.polaris.org.pl/> (dostęp: 05.02.2022).
- [49] DarkSkyPoland, *Obszary ochrony ciemnego nieba w Polsce (CN-000)*, <https://ciemnieniebo.pl/pl/obszary-cn-000> (dostęp: 05.02.2022).
- [50] ILLUME, <https://wilis.pg.edu.pl/kg/nauka-i-badania/illum> (dostęp: 05.02.2022).
- [51] KOSMOS. Problemy Nauk Biologicznych, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, <https://kosmos.ptpk.org/index.php/Kosmos/about> (dostęp: 05.02.2022).
- [52] AURA - Ochrona Środowiska, <http://aura.edu.pl/> (dostęp: 03.04.2022).
- [53] *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Special Issue "Light Pollution", https://www.mdpi.com/journal/ijerph/special_issues/SI_Light_Pollution (dostęp: 05.02.2022).
- [54] DarkSkyPoland, Ogólnopolskie konferencje nt. zanieczyszczenia światłem, I OKZŚ – Warszawa, <https://ciemnieniebo.pl/pl/ogolnopolskie-konferencje-nt-zanieczyszczenia-swiatlem/i-okzs-warszawa> (dostęp: 05.02.2022).

- [55] Uniwersytet Wrocławski, II Ogólnopolska Konferencja na temat Zanieczyszczenia Światłem, <http://okzs.astro.uni.wroc.pl/index.html> (dostęp: 05.02.2022).
- [56] III Ogólnopolska Konferencja na temat Zanieczyszczenia Światłem, Kraków, 25-27 września 2015, <http://lightpollution.pk.edu.pl/konf2015/index.php> (dostęp: 05.02.2022).
- [57] DarkSkyPoland, Ogólnopolskie konferencje nt. zanieczyszczenia światłem, IV OKZŚ – Rzeszów, <https://ciemnieniebo.pl/pl/ogolnopolskie-konferencje-nt-zanieczyszczenia-swiatlem/iv-okzs-rzeszow> (dostęp: 05.02.2022).
- [58] DarkSkyPoland, Ogólnopolskie konferencje nt. zanieczyszczenia światłem, V OKZŚ – Warszawa, <https://ciemnieniebo.pl/pl/ogolnopolskie-konferencje-nt-zanieczyszczenia-swiatlem/v-okzs-warszawa> (dostęp: 05.02.2022).
- [59] Light Pollution Think Tank, <https://noc.edu.pl/> (dostęp: 05.02.2022).
- [60] Hölker F., Moss T., Griefahn B., Kloas W., Voigt C.C., Henckel D., Hänel A., Kappeler P.M., Völker S., Schwöpe A., Franke S., Uhrlandt D., Fischer J., Klenke R., Wolter C., Tockner K., *The dark side of light: a transdisciplinary research agenda for light pollution policy*, Ecology and Society, 2010, 15, 4, s. 13.
- [61] Fryc I., Bará S., Aubé M., Barentine J.C., Zamorano J., *On the Relation between the Astronomical and Visual Photometric Systems in Specifying the Brightness of the Night Sky for Mesopically Adapted Observers*, LEUKOS, 2021.
- [62] Zielinska-Dabkowska K.M., Xavia K., *Global Approaches to Reduce Light Pollution from Media Architecture and Non-Static, Self-Luminous LED Displays for Mixed-Use Urban Developments*, Sustainability, 2019, 11, s. 3446.
- [63] Jechow A., Schreck G., Kyba C.C.M. et al., *Design and implementation of an illumination system to mimic skyglow at ecosystem level in a large-scale lake enclosure facility*, Scientific Reports, 2021, 11, 2, s. 3478.
- [64] Czaja M., Kolton, M., *How light pollution can affect spring development of urban trees and shrubs*, Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 77, 127753.
- [65] Dr inż. arch. Karolina M. Zielińska-Dąbkowska członkiem Technicznego Komitetu Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (CIE), Politechnika Gdańska, https://pg.edu.pl/aktualnosci-nauka/-/asset_publisher/YXEx3Esulqa8/content/dr-inz-arch-karolina-m-zielinska-dabkowska-czlonkiem-technicznego-komitetu-miedzynarodowej-komisji-oswietleniowej-cie- (dostęp: 05.02.2022).
- [66] *Naukowcy z grupy Illume w Komitecie Technicznym Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (CIE)*, Politechnika Gdańska, <https://pg.edu.pl/aktualnosci/2021-07/naukowcy-z-grupy-illume-w-komitecie-technicznym-miedzynarodowej-komisji> (dostęp: 05.02.2022).
- [67] International Dark Sky Association, IDA Dark Sky Places Committee, <https://www.darksky.org/about/board-of-directors/committees/ida-technical-committee/> (dostęp: 05.02.2022).
- [68] Outdoor Environmental Lighting Committee, https://www.ies.org/ies-committees/detail/?committee_id=bd2f321a-0050-c35e-4371-0b3c9269117f (dostęp: 05.02.2022).
- [69] International Dark Sky Association, Find IDA Near You, <https://www.darksky.org/our-work/grassroots-advocacy/chapters/find-a-chapter/> (dostęp: 05.02.2022).

WHO IS WHO IN LIGHT POLLUTION WORLDWIDE AND IN POLAND

Abstract: As evidenced by numerous studies and its impact on astronomical observations, the natural environment, including flora, fauna and humans, artificial light pollution is a significant problem that has involved scientists and the public for some time. In this work, based on the methods of the interview, critical analysis of literature, as well as own experience, the most active organizations, associations and research centers operating in the field of artificial light pollution in the world and in Poland, which contribute to the reduction of this harmful effect, were examined.

Keywords: man-made light pollution, artificial light at night, artificial outdoor lighting, scientific research, protection of the night environment