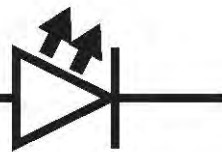


KONFERENCJA „OŚWIETLENIE PRZESTRZENI PUBLICZNEJ”

Oddziaływanie środowiskowe oświetlenia drogowego

dr inż. Urszula Błaszczak, Politechnika Białostocka

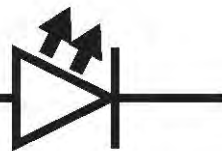


Oddziaływanie środowiskowe oświetlenia drogowego

Plan ramowy wystąpienia

- ✓ Oświetlenie drogowe jako jedno ze źródeł zanieczyszczenia światłem
- ✓ Skutki środowiskowe oświetlenia
- ✓ Czynniki wpływające na poziom oddziaływania środowiskowego oświetlenia
- ✓ Miary stosowane do oceny oddziaływania środowiskowego oświetlenia





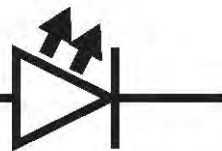
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Earth_from_Space_Night_lights



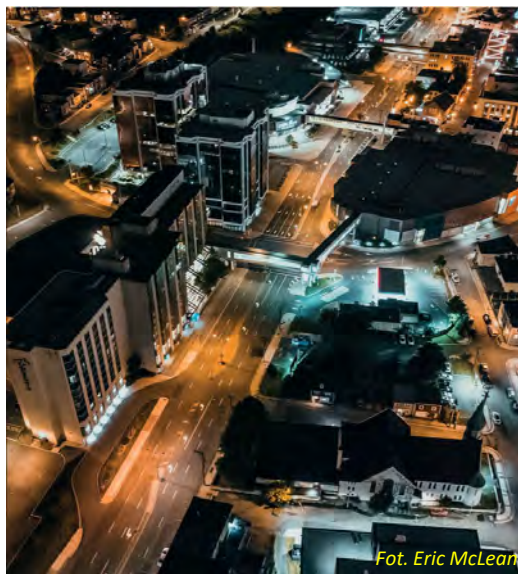
Zmiany technologiczne

Cele oświetlenia elektrycznego wg strategii CIE:

efektywne, bezpieczne i przyjazne człowiekowi i środowisku, energooszczędne oświetlenie, projektowane i realizowane zgodnie z aktualną wiedzą naukową na temat funkcjonowania organizmu człowieka i innych organizmów żywych na Ziemi

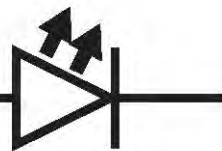


Oświetlenie drogowe jako jedno ze źródeł zanieczyszczenia światłem

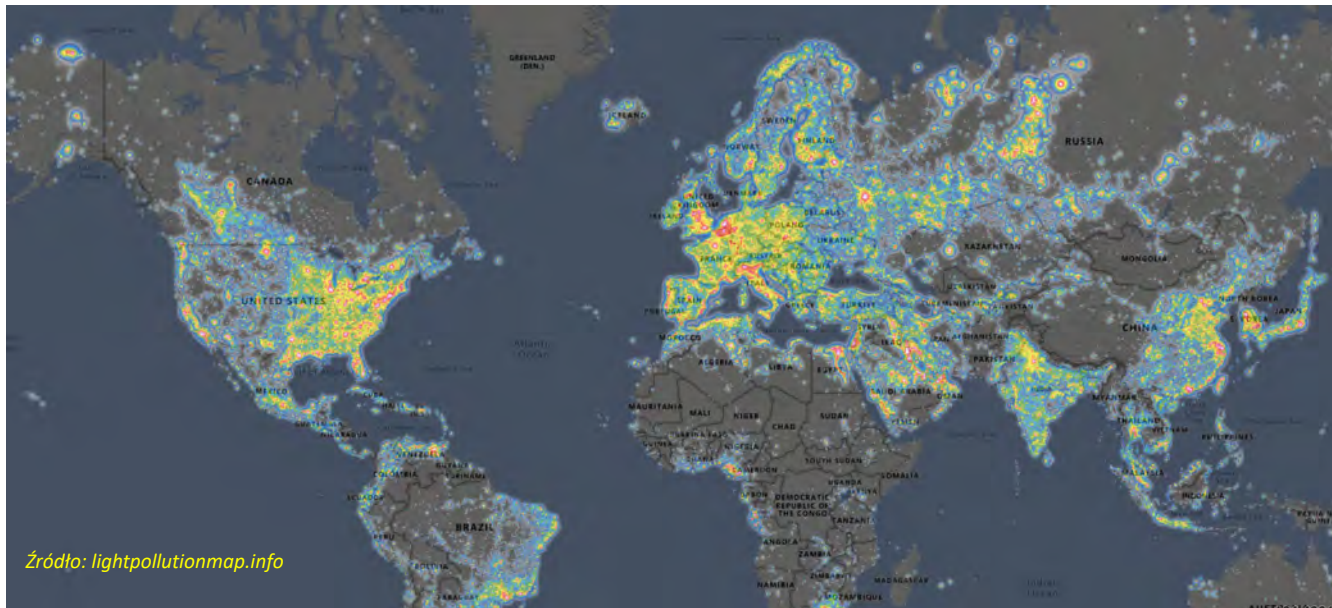


- ✓ Szlaki komunikacyjne
- ✓ Iluminacje
- ✓ Oświetlenie przestrzeni zewnętrznych publicznych i prywatnych
- ✓ Ucieczka światła z budynków

Mapy emisji światła **w kierunku nieba** na podstawie obserwacji satelitarnych



Oświetlenie drogowe jako jedno ze źródeł zanieczyszczenia światłem



- ✓ Light Pollution
- ✓ Artificial Light At Night
- ✓ Antropogenic light
-

- ✓ Zanieczyszczenie nocnego nieba

Tereny silnie zurbanizowane



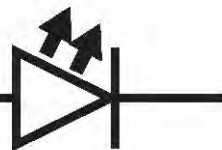
Wpływ głównie na człowieka

Tereny słabo zurbanizowane

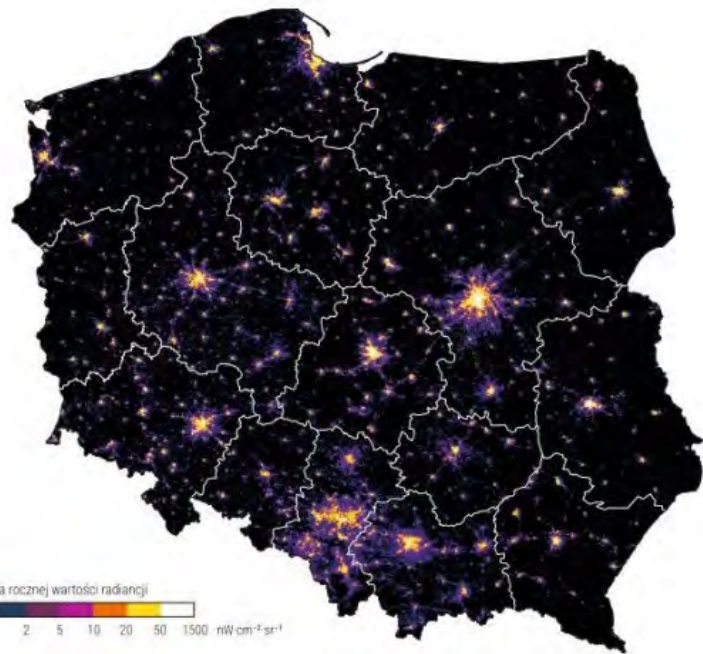


Wpływ na ekosystemy

Czy uzyskujemy wiarygodną informację o lokalnej ilości światła?

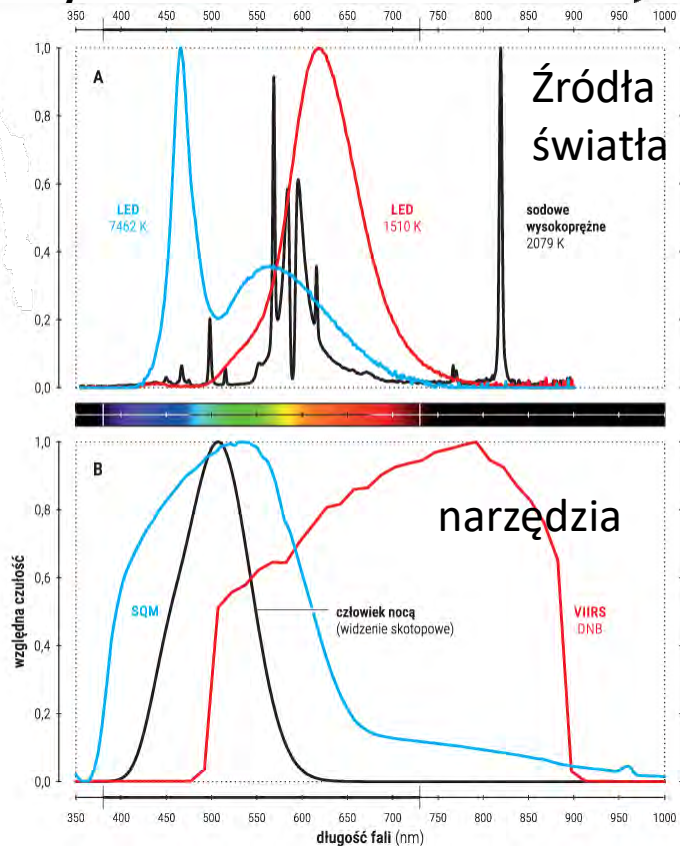


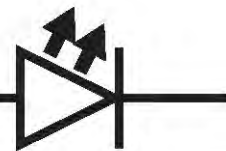
Oświetlenie drogowe jako jedno ze źródeł zanieczyszczenia światłem



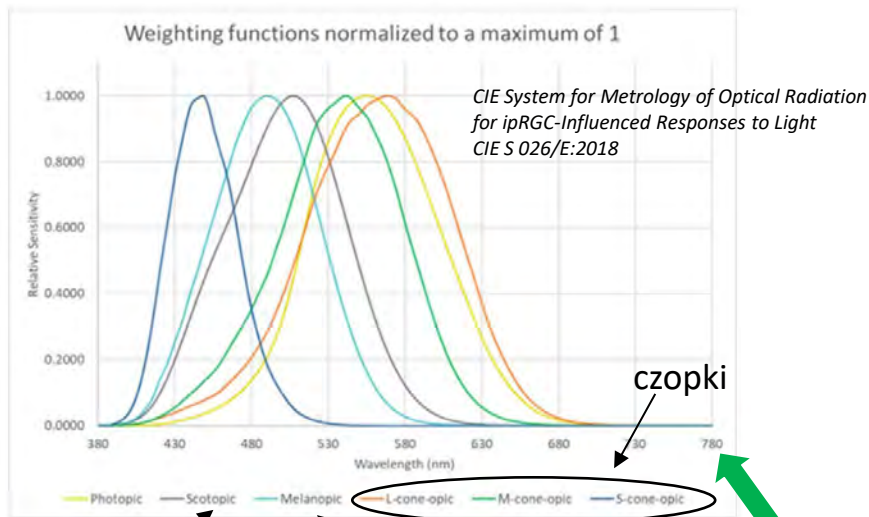
Jasność nieba nad Polską

Dane **CBK PAN** na podstawie danych satelitarnych z 2022 roku





Oświetlenie drogowe jako jedno ze źródeł zanieczyszczenia światłem



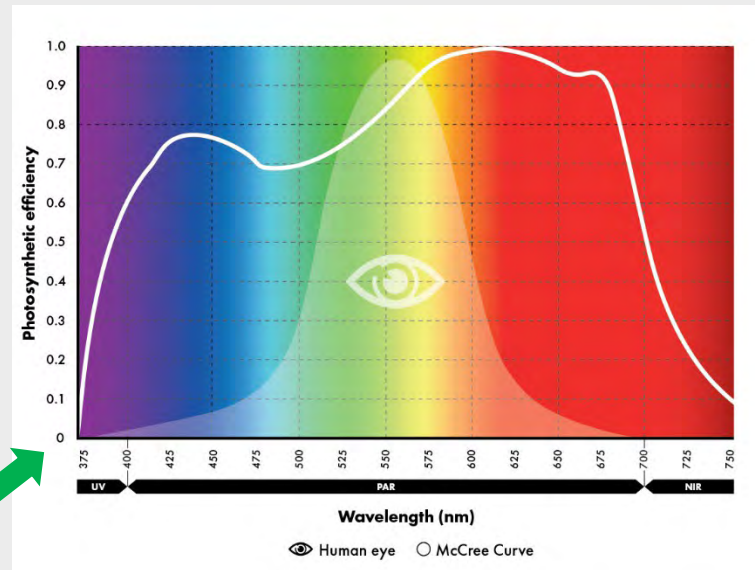
Bez względu na skuteczność oddziaływania światła na poszczególne typy fotoreceptorów oka ludzkiego

$$K_{\alpha, V} = \frac{\Phi_{\alpha}}{\Phi_V} = \frac{\int \Phi_{e, \lambda}(\lambda) s_{\alpha}(\lambda) d\lambda}{K_m \int \Phi_{e, \lambda}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}$$

Nadanie wag i wyfiltrowanie

Gęstość spektralna energii promienistej

Człowiek vs rośliny



Zwierzęta?



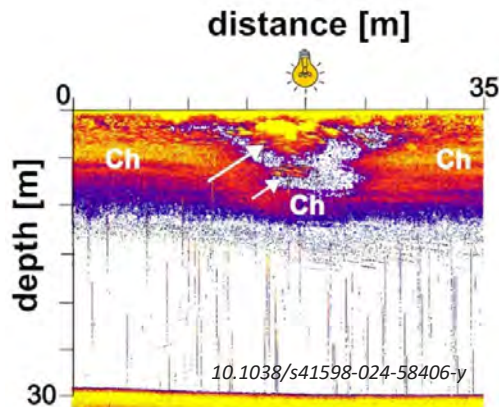
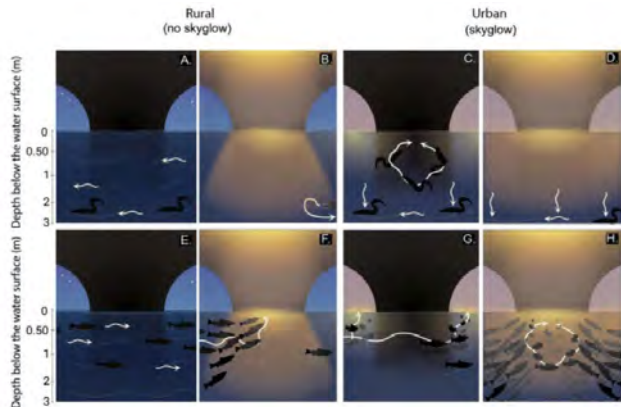
Skutki środowiskowe oświetlenia

Narażenie fauny na nadmiar światła w porze nocnej

- ✓ Ptaki
- ✓ Płazy
- ✓ Owady
- ✓ Gatunki wodne



[10.1016/j.baae.2023.11.001](https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.11.001)



- ✓ Zaburzenie aktywności
- ✓ Zaburzenie metabolizmu
- ✓ Zaburzenie cykli rozrodczych
- ✓ Zaburzenia migracji



Skutki środowiskowe oświetlenia

Narażenie flory na nadmiar światła w porze nocnej – zaburzenie fotoperiodu i nadwyżka dawki światła

- ✓ flora w miastach
- ✓ uprawy rolne

zaburzenie

skutek

wcześniejszy rozwój pąków na wiosnę

uszkodzenia przez późne przymrozki, brak koordynacji z zapylaczami, mniejsza produkcja biomasy

późniejsze wchodzenie roślin w spoczynek zimowy

łamliwość, uszkodzenia, mniejsza produkcja biomasy

rozregulowany proces przebarwiania i zrzućcia liści

mniejsza zimotrwałość, przemarzanie, uszkodzenia

zaburzenia w kwitnieniu

brak koordynacji z zapylaczami, mniejsza dekoracyjność, mniejsza produkcja biomasy

otwieranie aparatów szparkowych także nocą

utrata wody nocą, wnikanie zanieczyszczeń i patogenów do wnętrza liścia

hamowanie kielkowania niektórych roślin

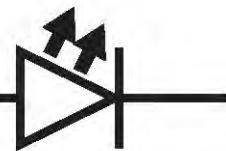
brak równowagi w ekosystemie

10.1007/978-3-030-77127-0_3



<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2025.106203>





Skutki środowiskowe oświetlenia

Aspekty socioekonomiczne

Bezpieczeństwo
Efektywność energetyczna
Środowisko pracy
Zdrowie publiczne
Estetyka
Wypoczynek



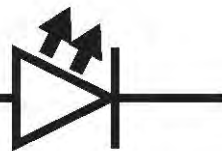
zanieczyszczenie światłem

Aspekty ekologiczne

Komunikacja
Migracje i orientacja przestrzenna
Cykl okołodobowy
Zwiększona lub obniżona aktywność
łańcuch pokarmowy
Ewolucja
Bioróżnorodność
Nasilenie zachowań drapieżnych

Aspekty fizjologiczne

Chronobiologia
Zmiany metaboliczne
Zmiany hormonalne
Psychofizjologia
Wzorce zachowań



Skutki środowiskowe oświetlenia

Wpływ na
Usługi związane z ekosystemami
Zdrowie i dobrostan człowieka
Koszt ochrony zdrowia
Wydajność pracy



**zanieczyszczenie
światłem**

Wpływ na:
Sprawność fizyczną
Śmiertelność
Zmianę struktury populacji
Odporność ekosystemu
Ryzyko inwazji obcych gatunków

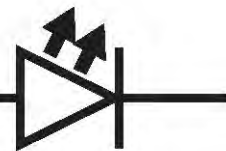
Oddziaływanie na:
Jakość snu
Poziom stresu
Stan zdrowia
Produktywności

✓ W skali lokalnej:
Uciążliwy (przeszkadzający) nadmiar światła w najbliższym otoczeniu człowieka i jego skutki funkcjonalno – zdrowotne

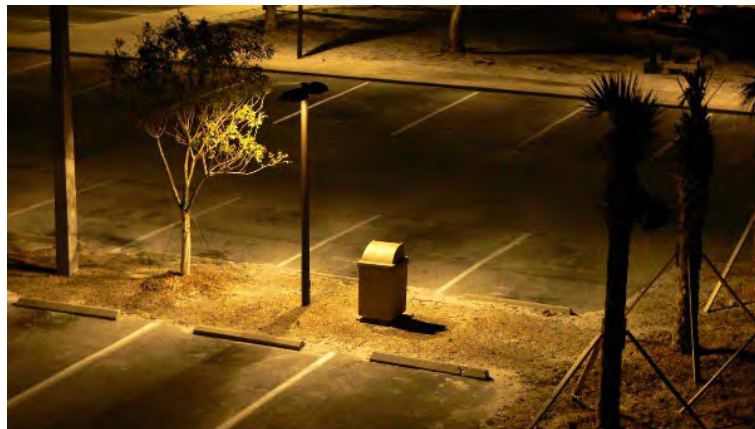
✓ W skali średniej:
Wpływ na ekosystem (np. obszar parku, obszar lasu sąsiadujący z drogą, obszar jeziora w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych)

✓ W skali globalnej:
Napędzanie globalnej produkcji CO2 poprzez zwiększanie metabolizmu wszystkich form życia na Ziemi

*Johnston, A.S.A., Kim, J. & Harris, J.A. Widespread influence of artificial light at night on ecosystem metabolism. Nat. Clim. Chang. (2025).
<https://doi.org/10.1038/s41558-025-02481-0>*



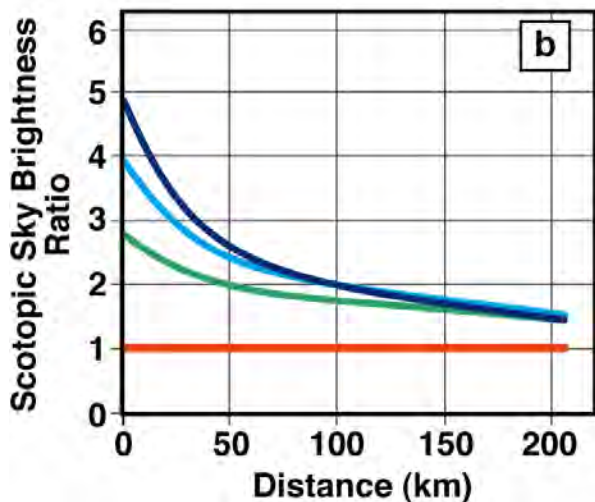
Jak przenosić zaobserwowane zjawiska na praktykę projektową?





Czynniki wpływające na poziom oddziaływania środowiskowego oświetlenia

Zależności spektralne



480nm, 500nm, 520nm względem HPS

International Dark-Sky Association Visibility, Environmental, and Astronomical Issues
Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting May 4, 2010

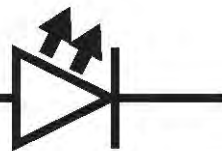
$$\sigma_R \propto \lambda^{-4}$$

większy udział fal krótkich = gorzej

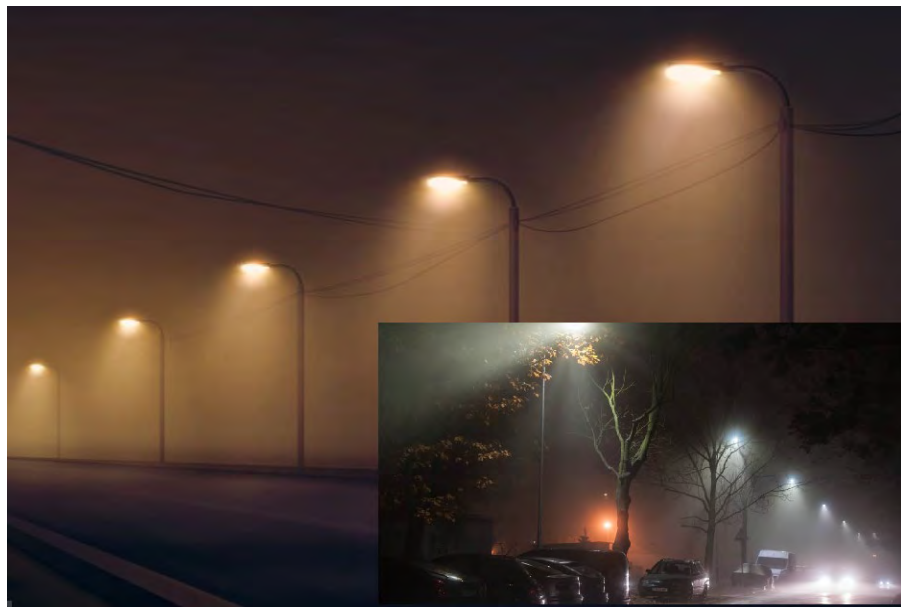
- ✓ Stosowanie niskich temperatur barwowych
- ✓ Powrót do światła żółto-pomarańczowego
- ✓ Ocena na podstawie zawartości krótkich fal w całym widmie źródła światła, np. **wskaźnik A/P** jako miara:

$$A/P = \frac{\int_{380}^{500} S_T(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} S_T(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}$$

Ale niższa efektywność energetyczna



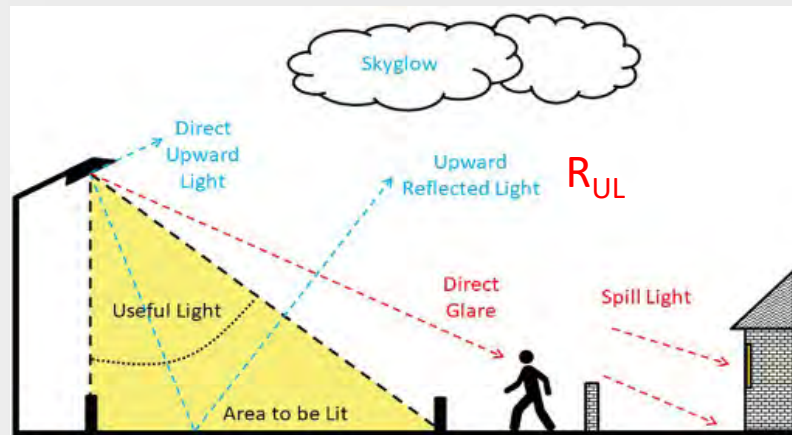
Czynniki wpływające na poziom oddziaływania środowiskowego oświetlenia



Zapisy normatywne, np. w PN-EN 12464-2, PN-EN 13201, CIE 150

Dopuszczalne wartości natężenia oświetlenia E , luminancji L , udziału strumienia emitowanego w górę.

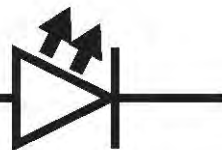
R_{UL} część strumienia świetlnego oprawy emitowana w kierunku powyżej oprawy zamontowanej w swojej nominalnej pozycji



Susan Mander, Fakhurul Alam, Ruggiero Lovreglio, Melanie Ooi, How to measure light pollution—A systematic review of methods and applications, *Sustainable Cities and Society*, Volume 92, 2023, 104465, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104465>

- ✓ Współczynniki odbicia
- ✓ Krzywe rozsyłu opraw
- ✓ Montaż opraw

Zależności przestrzenne



Miary stosowane do oceny oddziaływania środowiskowego oświetlenia

Dopuszczalne wartości wielkości świetlnych definiowane w zależności od strefy ochrony wg PN-EN 12464-2:2024

Environmental zone	Light on properties		Luminous intensity		Upward light ratio	Luminance	
	E_v lx		I cd		R_{UL} %	L_b cd·m ⁻²	L_s cd·m ⁻²
	Pre-curfew ^a	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew		Building facade	Signs
E0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
E1	2	0 ^b	2 500	0	0	0,1	50
E2	5	1	7 500	500	2,5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	5	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	15	25	1 000

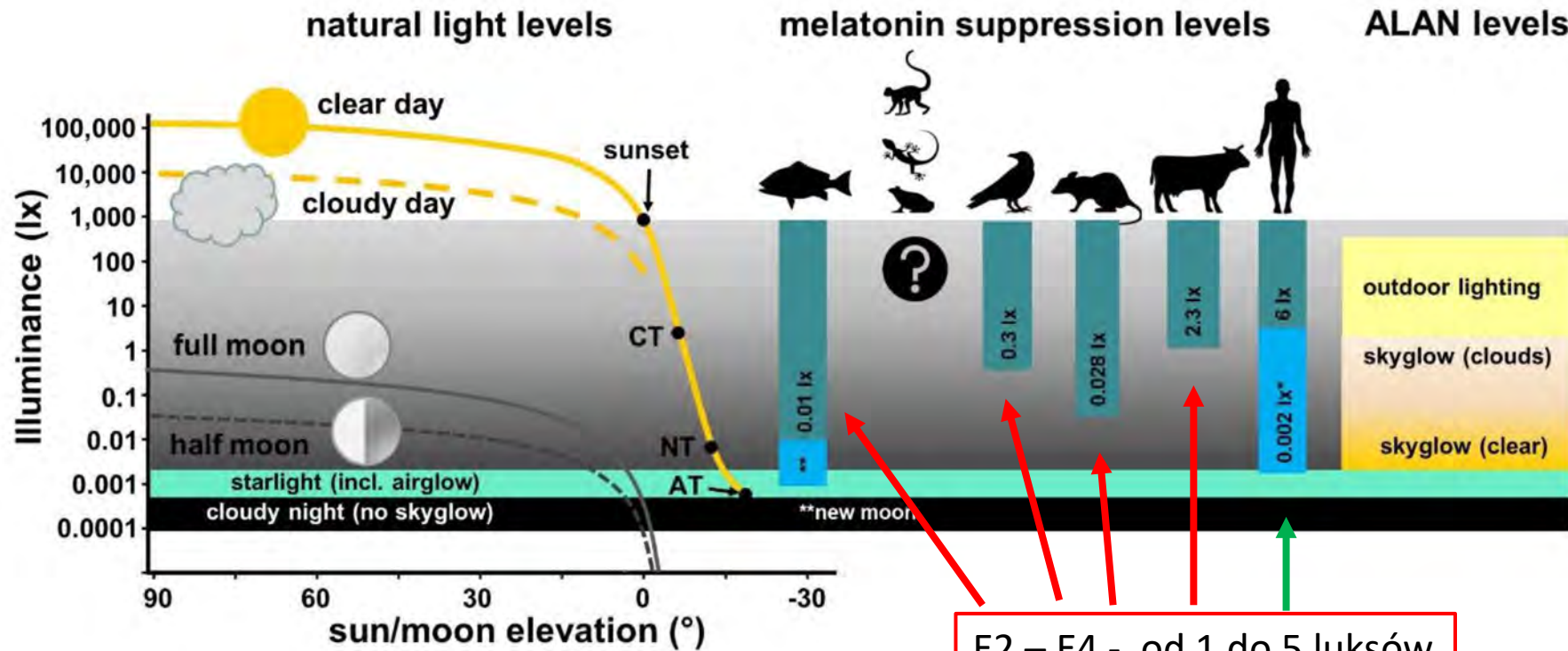
E0 - strefa środowiskowa dla otoczenia chronionego ciemnego (rezerwaty ciemnego nieba i parki ciemnego nieba)

E1 - całkowicie ciemne strefy (parki narodowe, miejsca chronione)

E2 - strefa o niskiej jasności (tereny przemysłowe, wiejskie tereny zamieszkałe)

E3 - strefa o średniej jasności (tereny przemysłowe, podmiejskie tereny zamieszkałe)

E4 - strefa o wysokiej jasności (centra miast, strefy komercyjne)



E2 – E4 - od 1 do 5 luksów

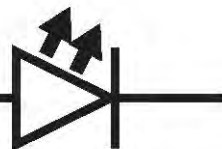
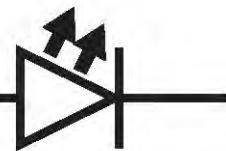


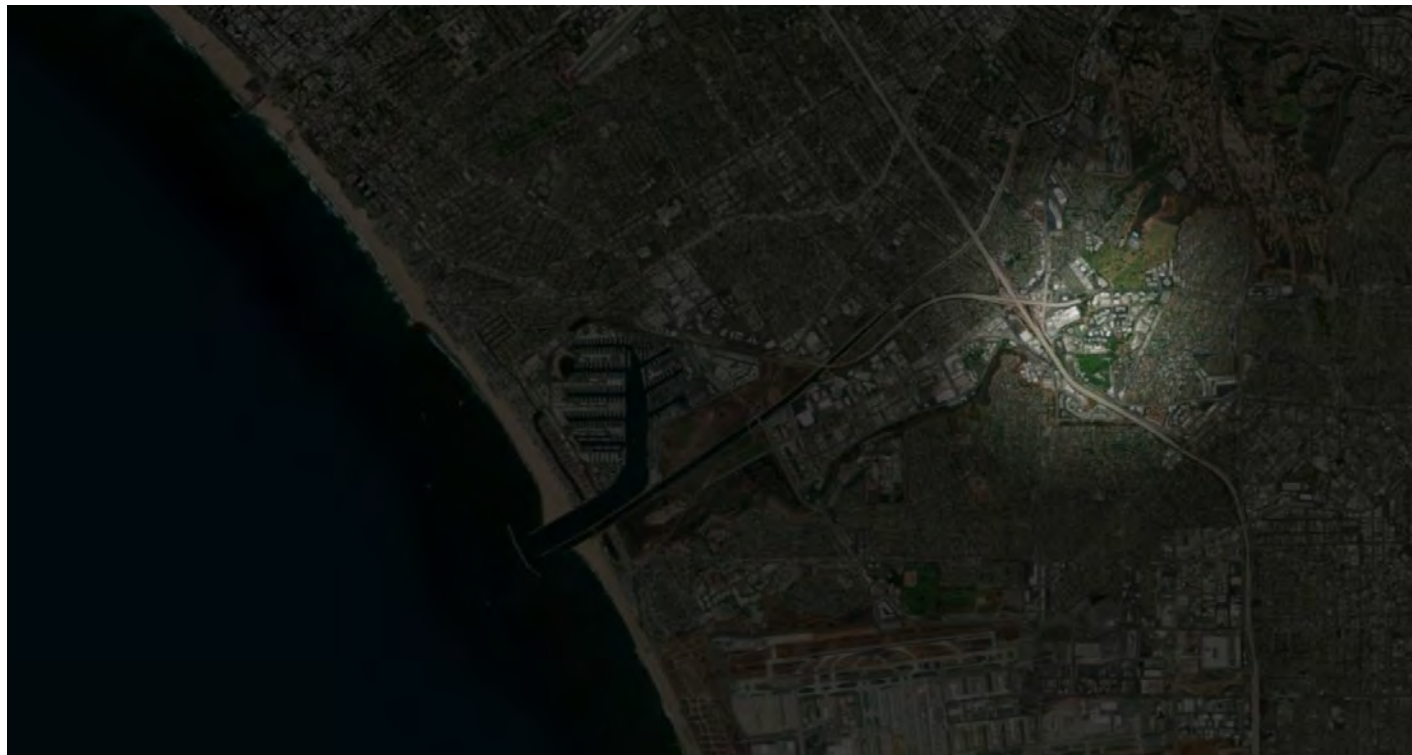
Table 1. Relevant light pollution regulations by country.

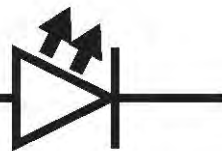
Country	Regulation Name & Year of Implementation	Requirements	Observations
Spain	"Sky Law" (Canary Islands) 1988 (updated 1992 and 2017) + other regional laws	Regulation of outdoor lighting, protection of observatories, limitation of high-intensity lights	Focused on Canary Islands/Astronomical observatories.
Italy	"The Light Pollution Regulation," 2001 + regional laws	Low-consumption lighting, reduction of upward light, restrictions near observatories	Pioneer in sustainable lighting technologies. The Lombardia's law was the forerunner of most other Italian regional laws, the Slovenia one, the Starlight Initiative prescription rules, and the Chilean "norma luminica," among others.
Chile	"Emission Standard for the Regulation of Light Pollution," 1998 (updated in 2013 and 2023)	Regulation of public and private lighting, use of technologies minimizing light dispersion, protecting the astronomical quality of the night sky, the health of people, and biodiversity	Preserving the skies of northern Chile in the regions of Antofagasta, Atacama, and Coquimbo, where all European Southern Observatories are located, among other international centers present in the country.
France	"Decree on the Prevention of Light Pollution," 2018 (valid since January 1, 2020).	Mandatory turning off lights in shops and offices, restrictions on outdoor lighting	Reducing energy consumption and protecting the environment.
United States	"Model Lighting Ordinance," 2011. + specific state laws	Guidelines for outdoor lighting: time, intensity, and direction limitations	Reference model for various cities and states. In 2021, 17 states considered 40 bills with reference to light pollution or dark skies.
Germany	"Federal Nature Conservation Act - BNatSchG," 2021	Strict restrictions on public and private lighting, promotion of efficient lighting technology	Reducing environmental impact. Facade illumination of public buildings must turn off at 23:00. Illuminated advertising outdoor is prohibited (except restaurants), insect friendly initiatives among others.
Japan	"Light Pollution Control Guidelines," 2001	Regulation of urban and rural lighting, protection of astronomical areas	Protecting the night sky quality and biodiversity.
Australia	"National Light Pollution Guidelines for Wildlife," 2023	Regulations on the use of outdoor lights, restrictions in protected natural areas	Protecting biodiversity and astronomical sites.
United Kingdom	"Environmental Protection Act," 1990 (updated in 2006)	Control of glare and unnecessary lighting, regulation of outdoor lighting	Reducing urban light pollution.
Canada	"Standard BNQ 4930-100," 2016 and RASC Dark-Sky Protection Programs (2020)	Efficient use of energy in outdoor lighting, reduction of glare and light trespass	Energy conservation and night sky protection.





Światło słoneczne „na żądanie”





Mirrors in space could boost solar power production on Earth. Here's how.

News By Tereza Pultarova published April 24, 2024

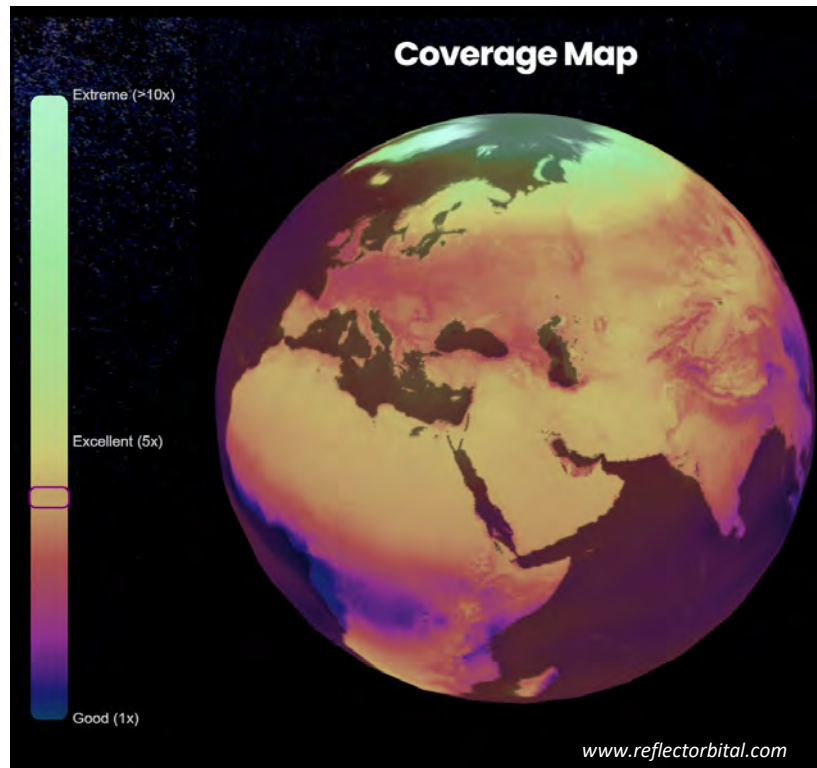
A California startup is readying its prototype orbital mirror for a 2025 launch.



When you purchase through links on our site, we may earn an affiliate commission. [Here's how it works.](#)



The sunlit side of Earth, as seen from 1 million miles away by the DSCOVR spacecraft. The startup Reflect Orbital plans to launch a constellation of orbiting mirrors to beam sunlight to solar power plants on Earth after dark. (Image credit: NASA)



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



LIGHTFLOW 2025

lf2025.ibdim.edu.pl

Warszawa, 20 listopada 2025 r.