

Zanieczyszczenie światłem

Czy jest jeszcze za ciemno,
by dostrzec ten problem w Polsce?

dr hab. Andrzej Z. Kotarba

Centrum Badań Kosmicznych PAN (CBK PAN)
Light Pollution Think Tank (LPTT)





Ziemia. Apollo 13, kwiecień 1970

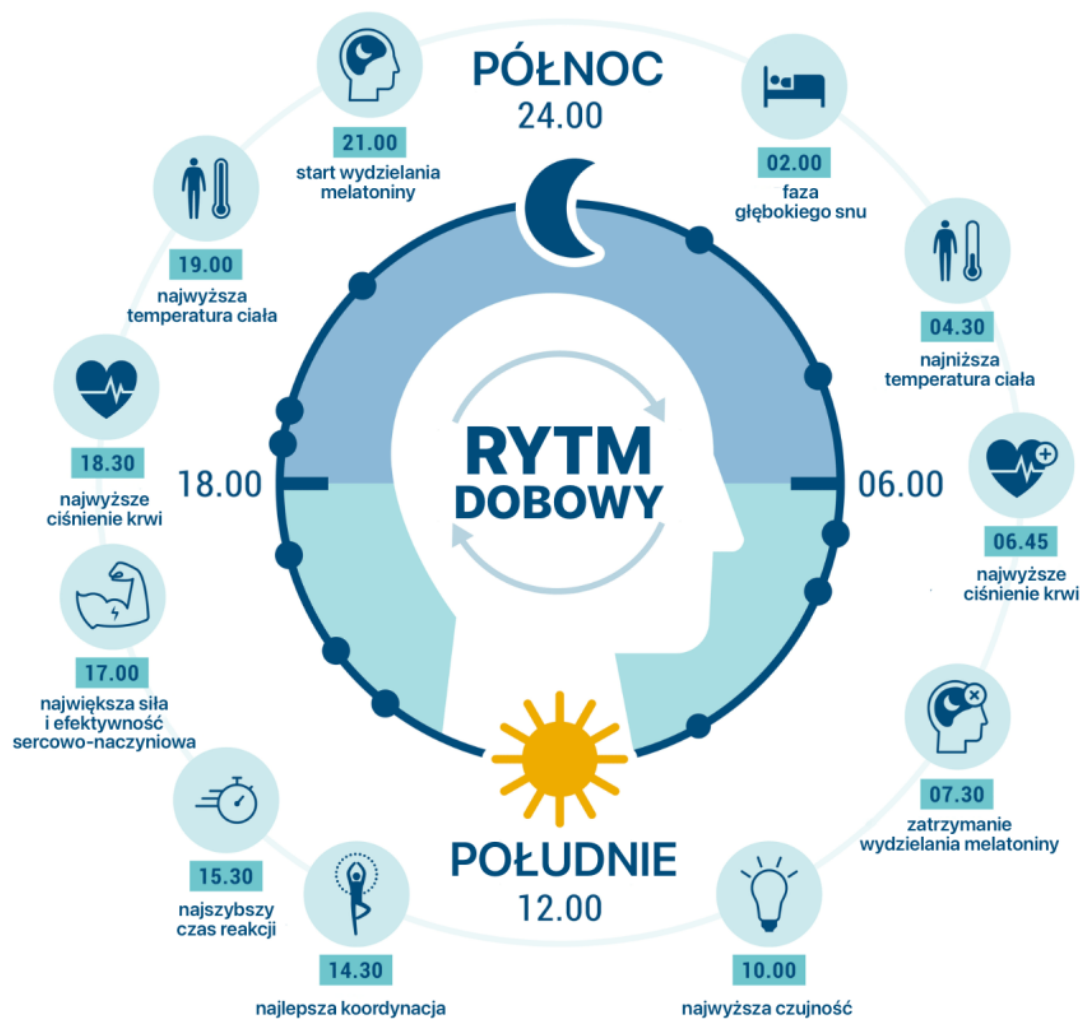
Źródło: NASA



Źródło: Pixbay



Źródło: Pixbay / EvgeniT



Skąd organizm wie, jakie funkcje i kiedy ma realizować?

- **Wewnętrzny zegar biologiczny** (chronobiologia), endogeniczny
Masa zegarów! Centralny, obwodowe, komórkowe
Kontrolują dynamikę procesów w organach, tkankach, komórkach
- **Dawcy czasu:** nieustanne dostrajanie wewnętrznego zegara
Głównym dawcą jest **światło**
- Receptory **ipRGC** w oku (obok czopków i pręcików) →
→ włókna nerwowe (aksony) przekazują sygnał elektryczny do mózgu →
→ sygnał trafia do **jądra nadskrzyżowaniowego (SCN)** →
→ SCN koordynuje pracę zegarów obwodowych i każe **szyszynce**
produkować **melatoninę** („hormon snu”)
- Bodźce świetlne hamują produkcję melatoniny. Sygnał: „**nie śpij, czuwaj**”.

Gdy zaburzymy cykl światło-ciemność...

- zaburzenia snu
- zaburzenia koncentracji
- depresja
- otyłość
- cukrzyca
- choroby serca
- nowotwory



Fot. Pexel

Gdy zaburzymy cykl światło-ciemność...

- zaburzenie nawigacji (ptaki, żółwie)
 - pułapki świetlne (ptaki, owady)
 - mała efektywność zapylania nocą
 - przyspieszenie lęgu (ptaki)
-
- wcześniejszy rozwój pąków
 - zaburzenia w kwitnieniu
 - późniejsze przebarwianie liści
 - aparaty szparkowe otwarte nocą



Fot. Wikipedia

Jak zaburzamy równowagę? ALAN

ALAN = artificial light at night



An aerial night photograph of the Dubai skyline. The Burj Khalifa is the central focus, illuminated with warm yellow lights. Surrounding it are other skyscrapers and a dense network of highways with light trails from traffic. The city extends into the distance under a dark sky.

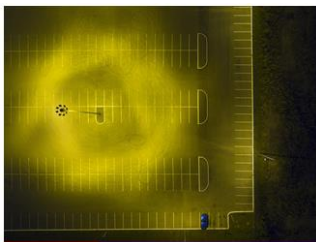
Symfonia świateł – czy kakofonia świateł?

Oświetlenie
dróg



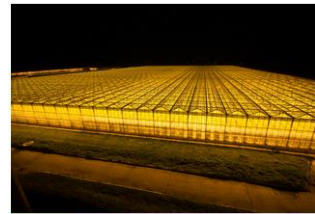
Oświetlenie
przedomowe

Oświetlenie
parkingów



Oświetlenie
sportowe

Oświetlenie
reklam



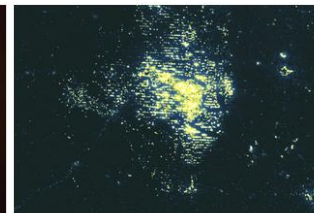
Oświetlenie
szklarni

Oświetlenie
parków



Oświetlenie
terenów
przemysłowych

Oświetlenie
ozdobne



Oświetlenie
rafinerii i pól
naftowych

Light polluted sky

Visible night sky



UNACCEPTABLE

Unshielded

VERY BAD

BAD

BETTER

Fully shielded

BEST



Fully shielded + timer
or motion sensor





Sytuacja, gdy emitujemy światło ...

- w niewłaściwym czasie (gdy nikomu nie służy; zbyteczne)
- w niewłaściwym kierunku
- z niewłaściwym natężeniem
- w niewłaściwej temperaturze barwowej

Zanieczyszczenie światłem (światłne, smog świetlny)

Sytuacja, gdy emitujemy światło ...

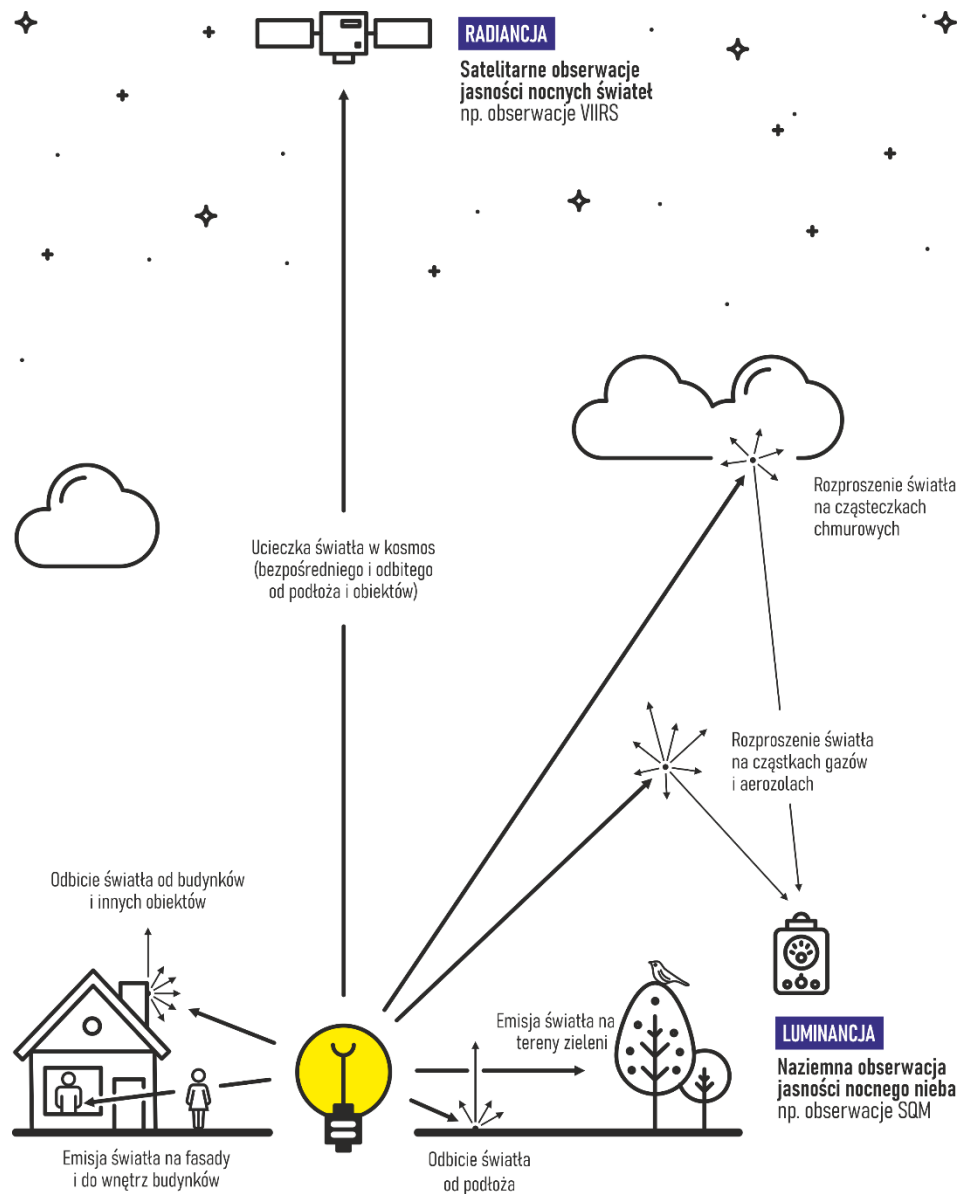
- w niewłaściwym czasie (gdy nikomu nie służy; zbyteczne)
- w niewłaściwym kierunku
- z niewłaściwym natężeniem
- w niewłaściwej temperaturze barwowej

Źródłami zanieczyszczenia światłem są zaprojektowane w sposób nieprzemyślany, wadliwie wykonane, niepoprawnie eksploatowane instalacje oświetleniowe.

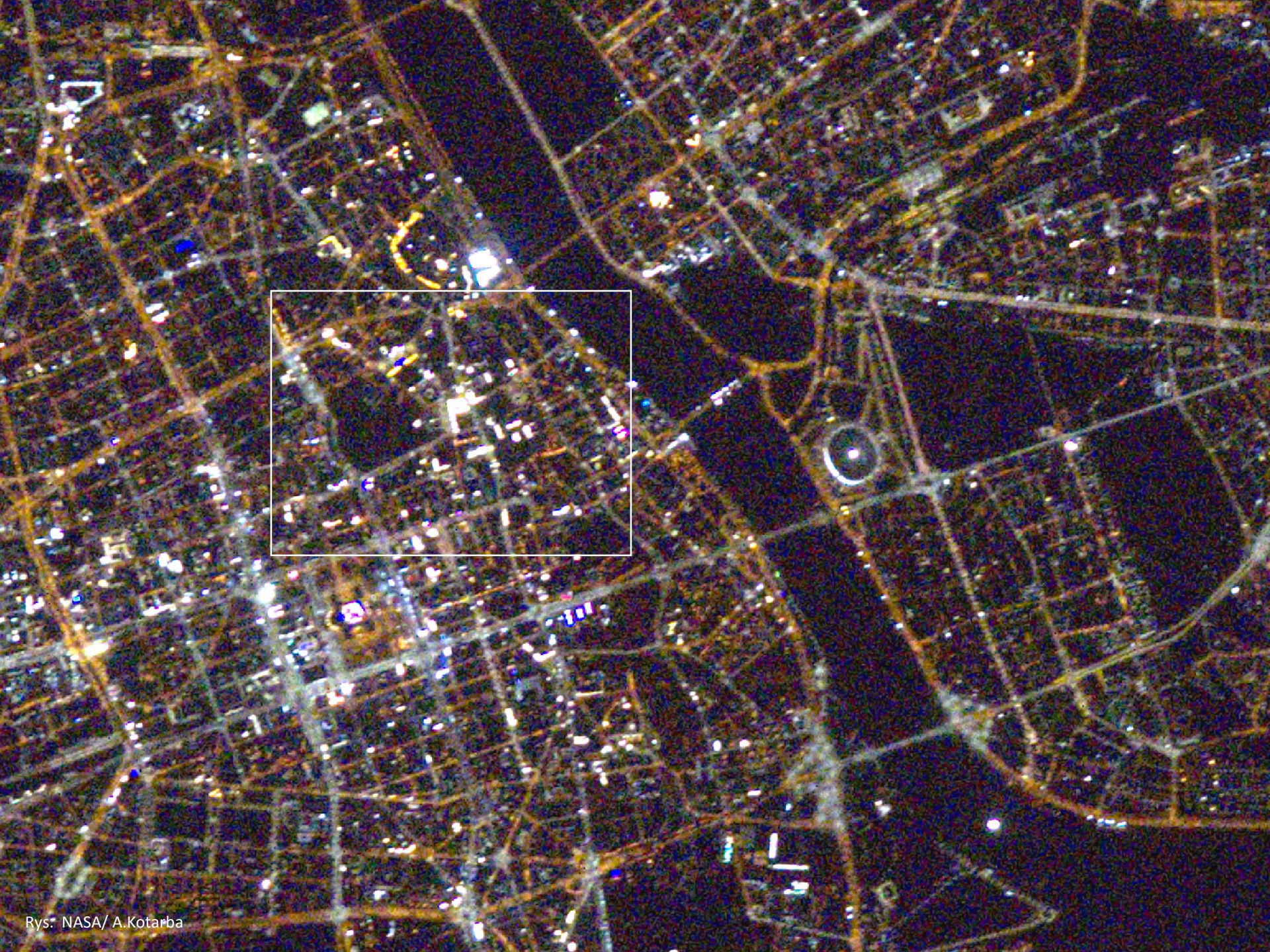
To działa też wewnątrz budynków!



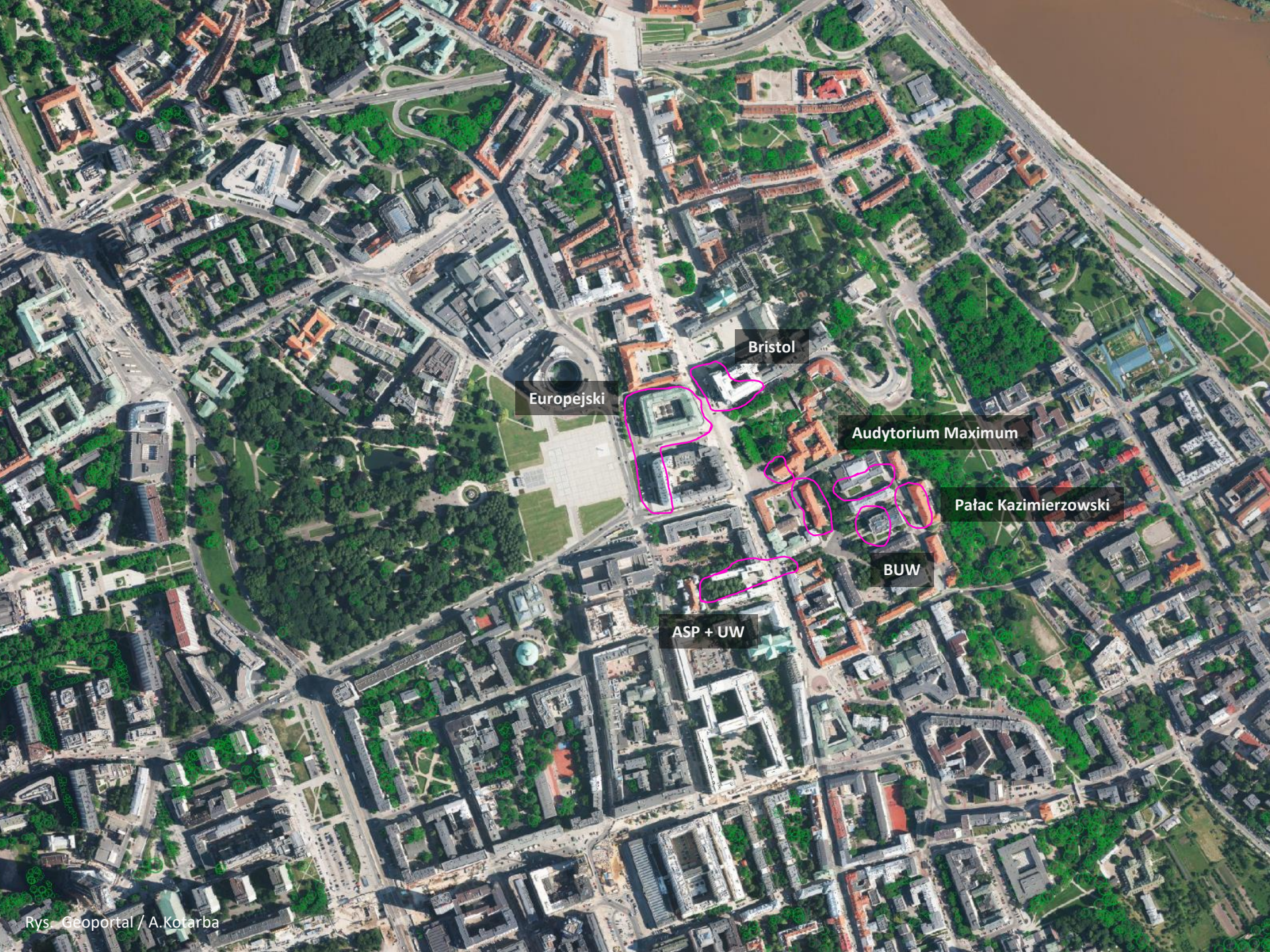
Jest problem. Ale czy duży?



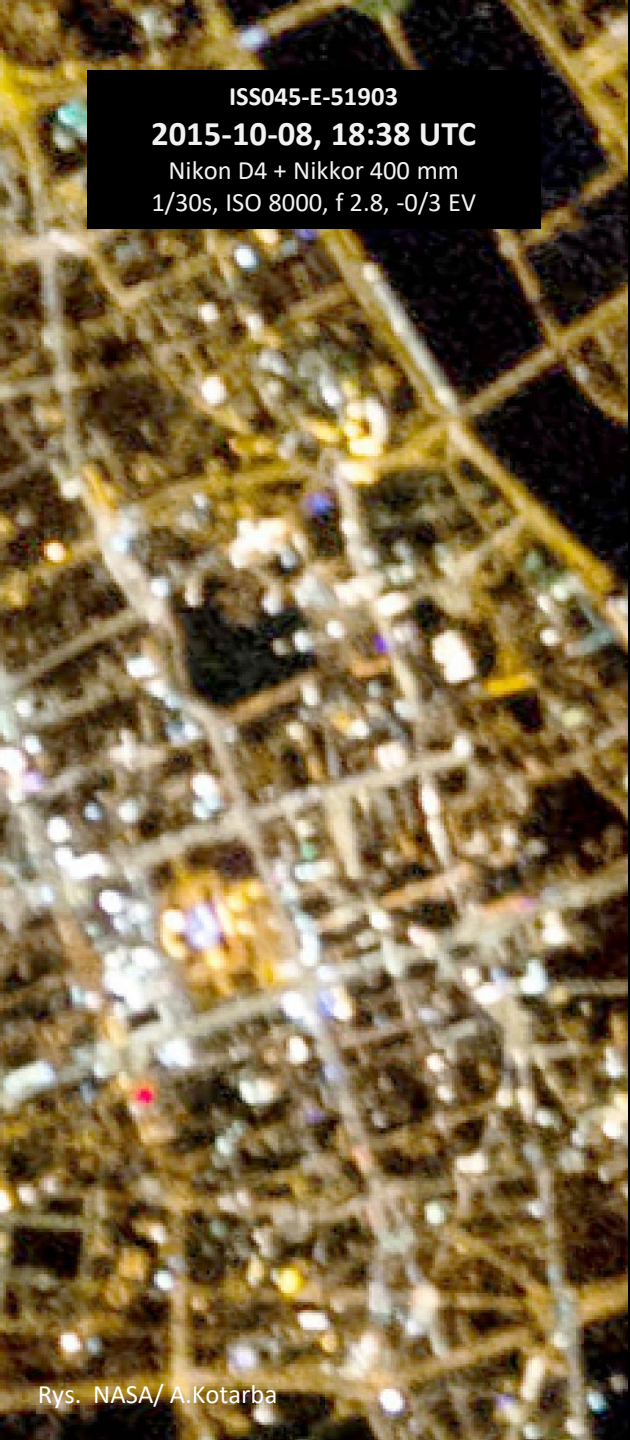








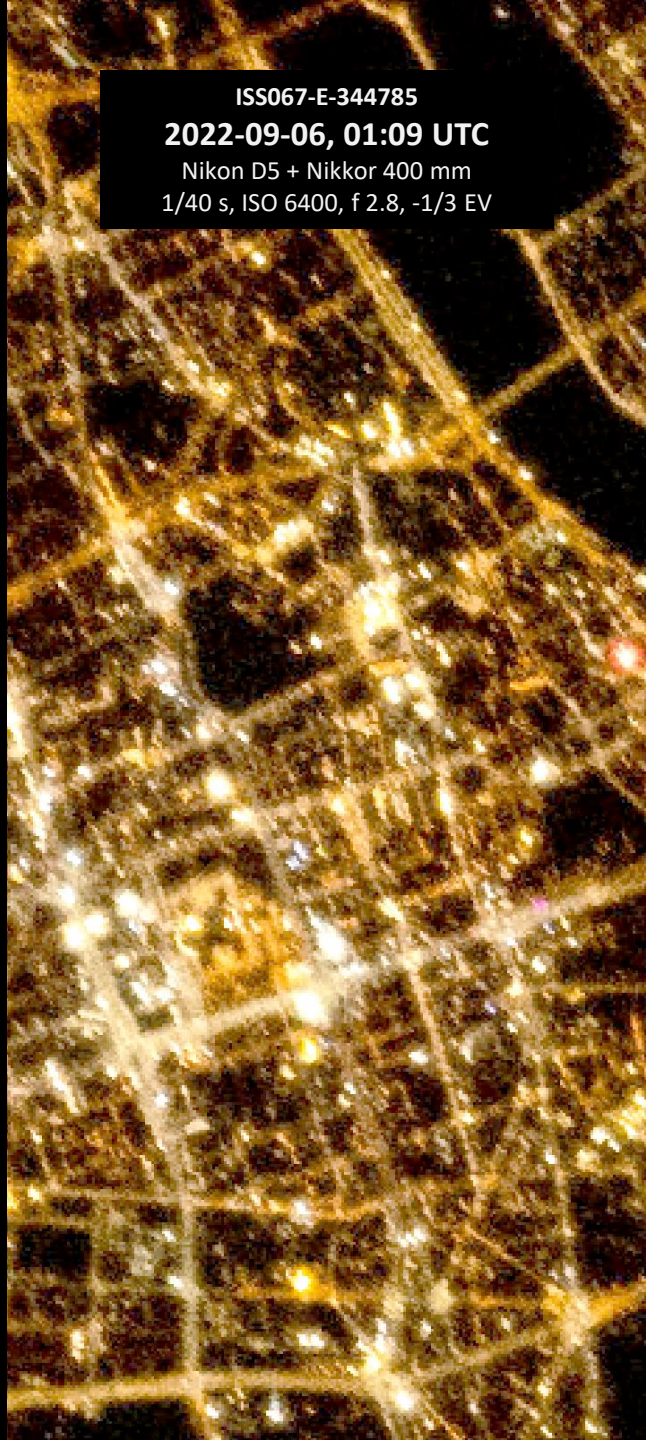




ISS045-E-51903

2015-10-08, 18:38 UTC

Nikon D4 + Nikkor 400 mm
1/30s, ISO 8000, f 2.8, -0/3 EV



ISS067-E-344785

2022-09-06, 01:09 UTC

Nikon D5 + Nikkor 400 mm
1/40 s, ISO 6400, f 2.8, -1/3 EV

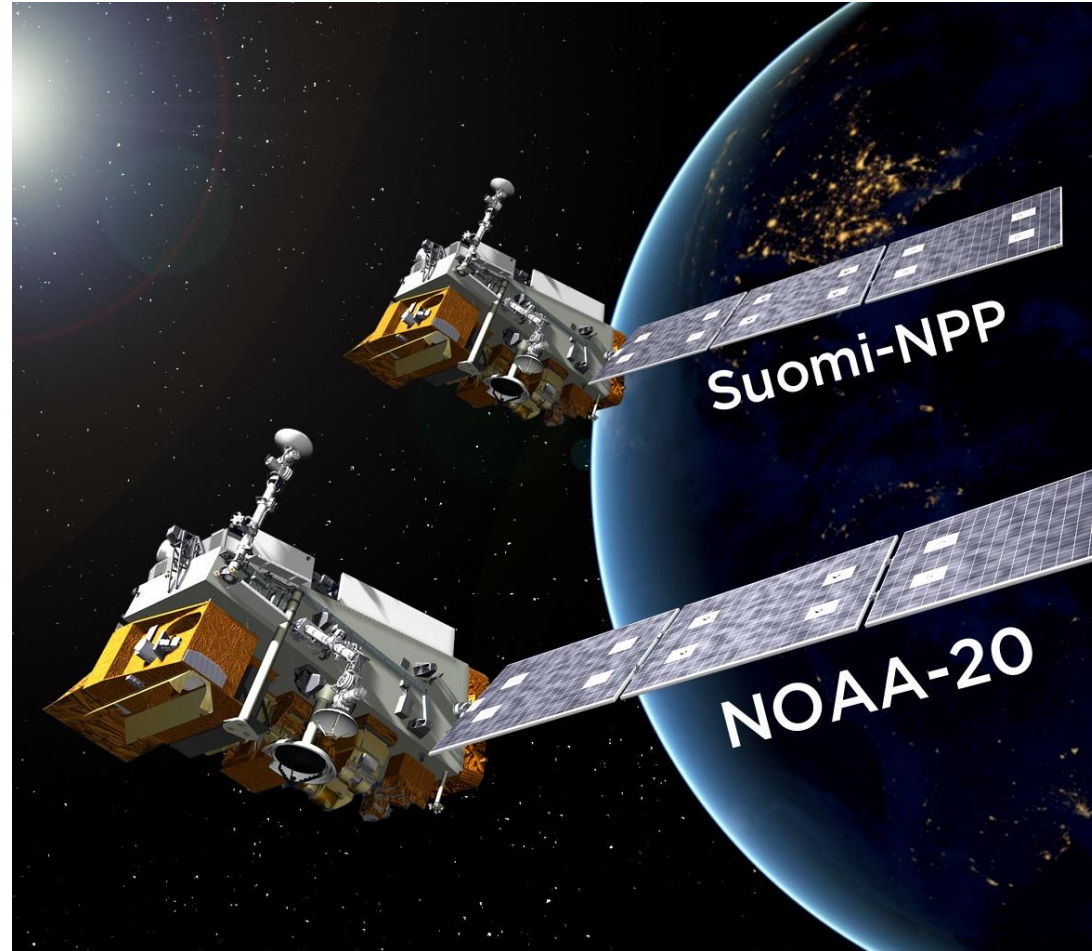
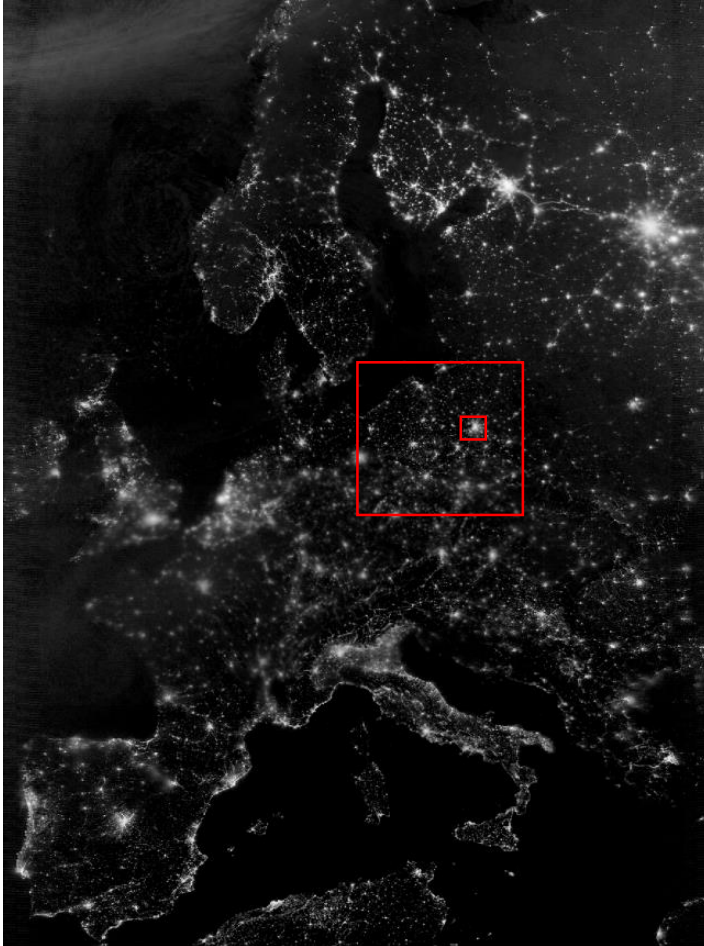


ISS066-E-172754

2022-03-17, 21:27 UTC

Nikon D5 + Nikkor 400 mm
1/125s, ISO 40000, f 3.5, -5/3 EV

VIIRS, 4 stycznia 2022 roku



- jeden kanał: 0,5-0,9 μm vs 0,38-0,78 μm
- tylko jedna pora doby: godz. 1:30
- skalibrowana radiometria, 740 m/piksel

Ryc.: NOAA

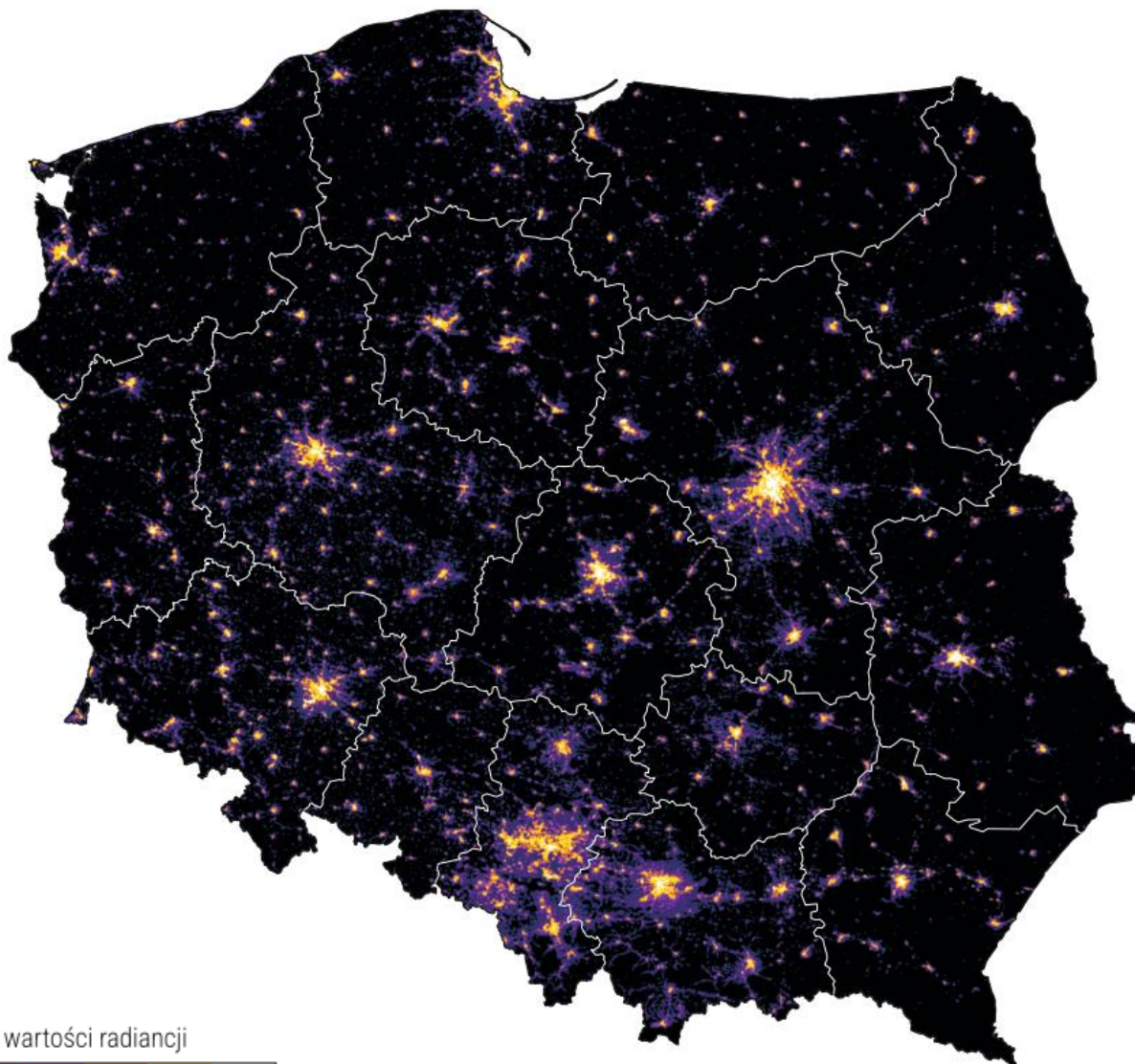
TERYT	Gmina	Suma światel
1465011	Warszawa	131 074,65
1061011	Łódź	58 775,00
1261011	Kraków	51 623,70
2261011	Gdańsk	48 431,60
3064011	Poznań	45 195,90
0264011	Wrocław	45 180,10
0663011	Lublin	32 570,75
3262011	Szczecin	28 193,70
2469011	Katowice	24 655,50
0461011	Bydgoszcz	22 028,70

TERYT	Gmina	Suma światel
1426012	Domanice	117,40
2417052	Koszarawa	114,70
0618022	Bełżec	114,30
3024011	Obrzycko	110,50
1204012	Bolesław	109,65
1817022	Besko	108,80
1814032	Gać	108,00
0603011	Rejowiec Fabryczny	98,95
1016032	Budziszewice	94,50
0401031	Nieszawa	85,65

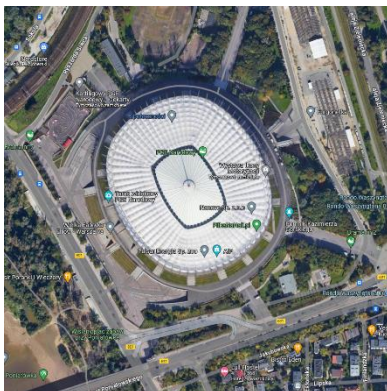
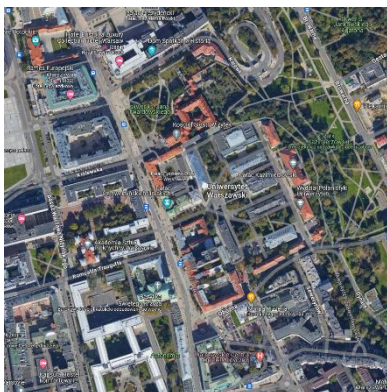
Mediana rocznej wartości radiancji



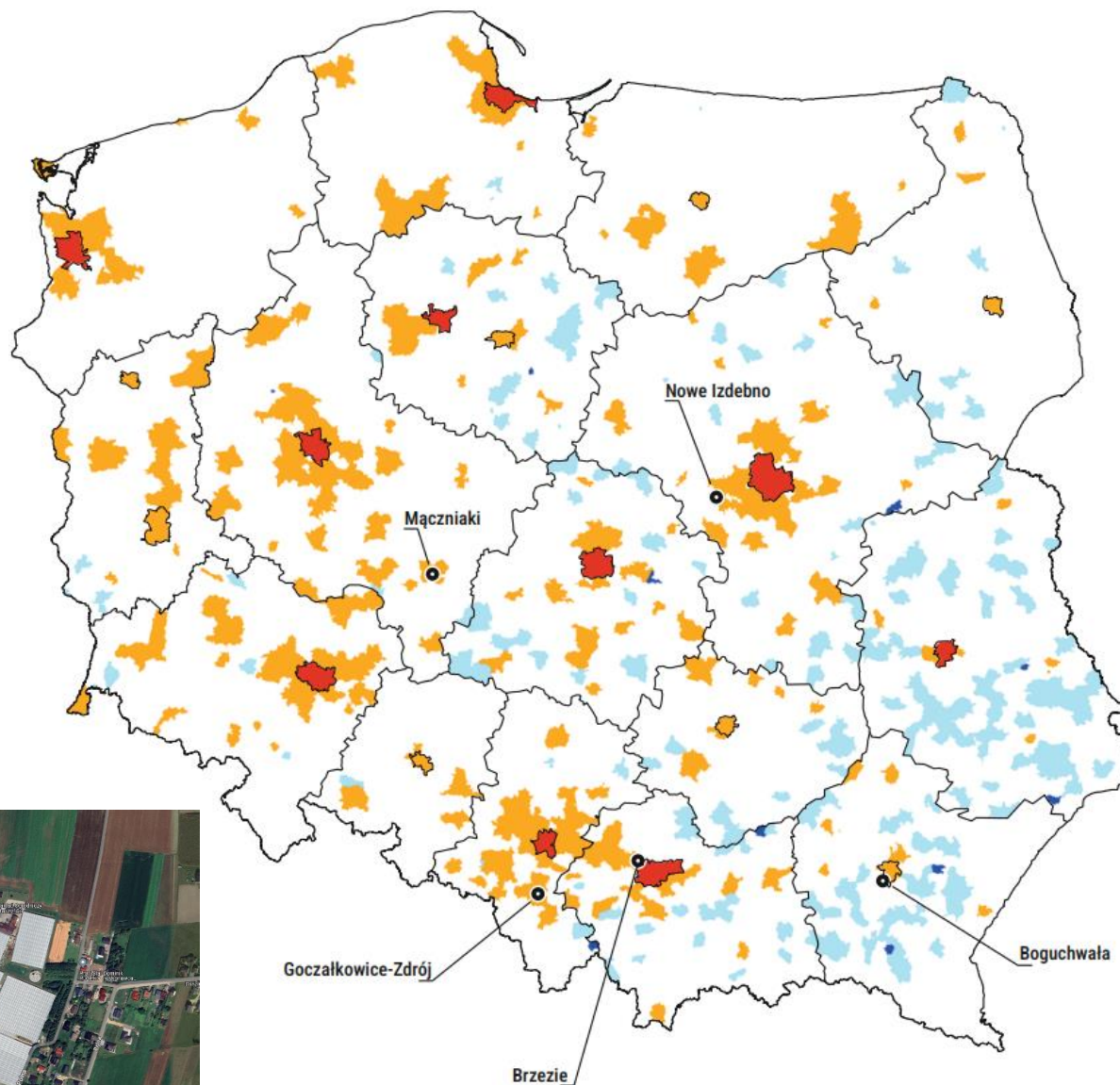
0 1 2 5 10 20 50 1500 nW·cm⁻²·sr⁻¹



Najjaśniejsze miejsca w Polsce w 2022 roku?



Rys. maps.google.com



Rys. LPTT.org.pl

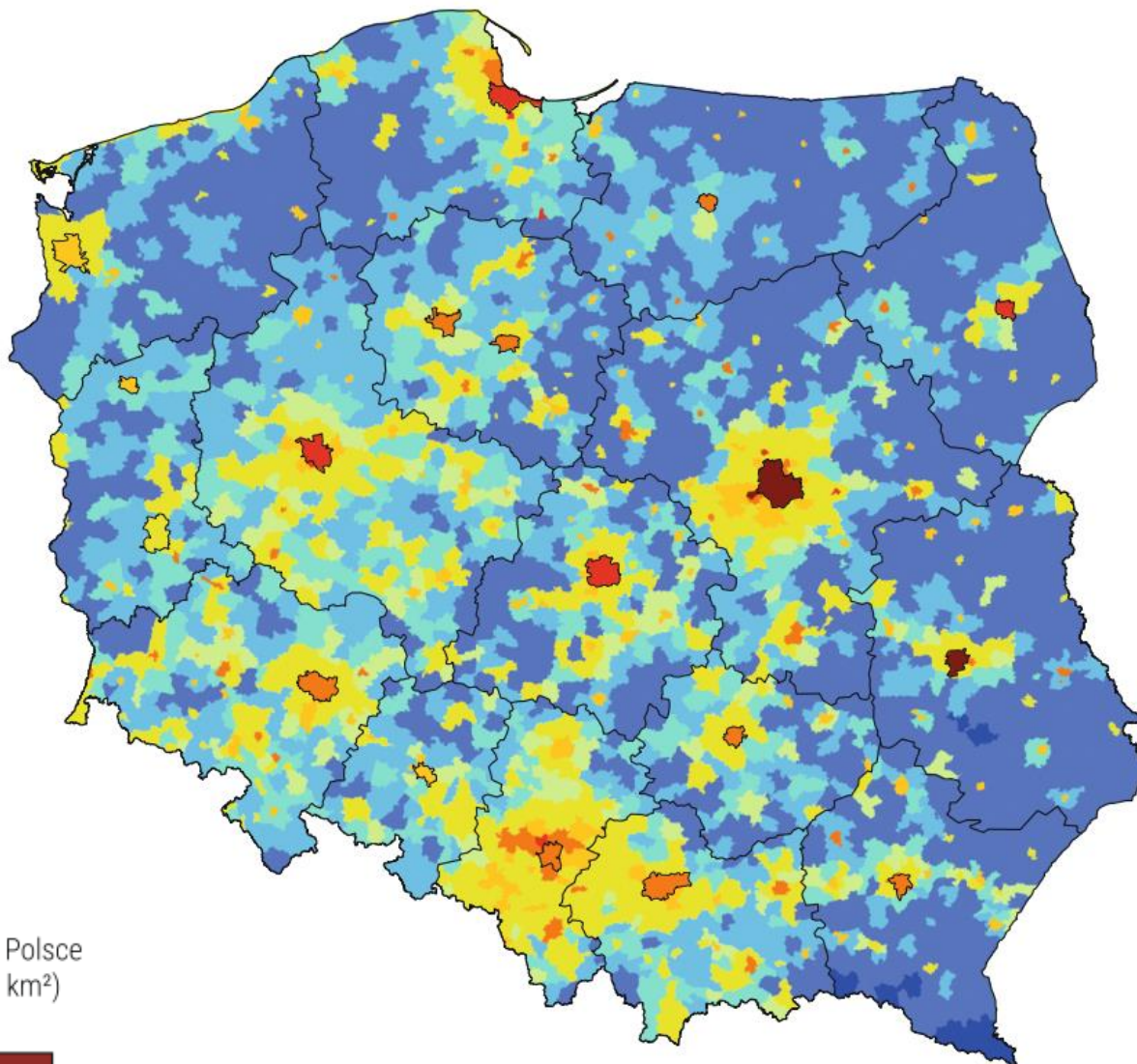




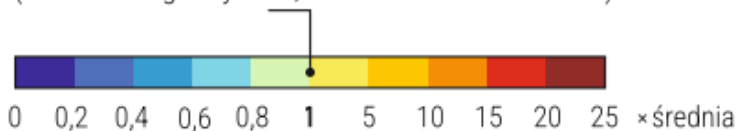
Fot. Vladimir Zapletin / Alamy

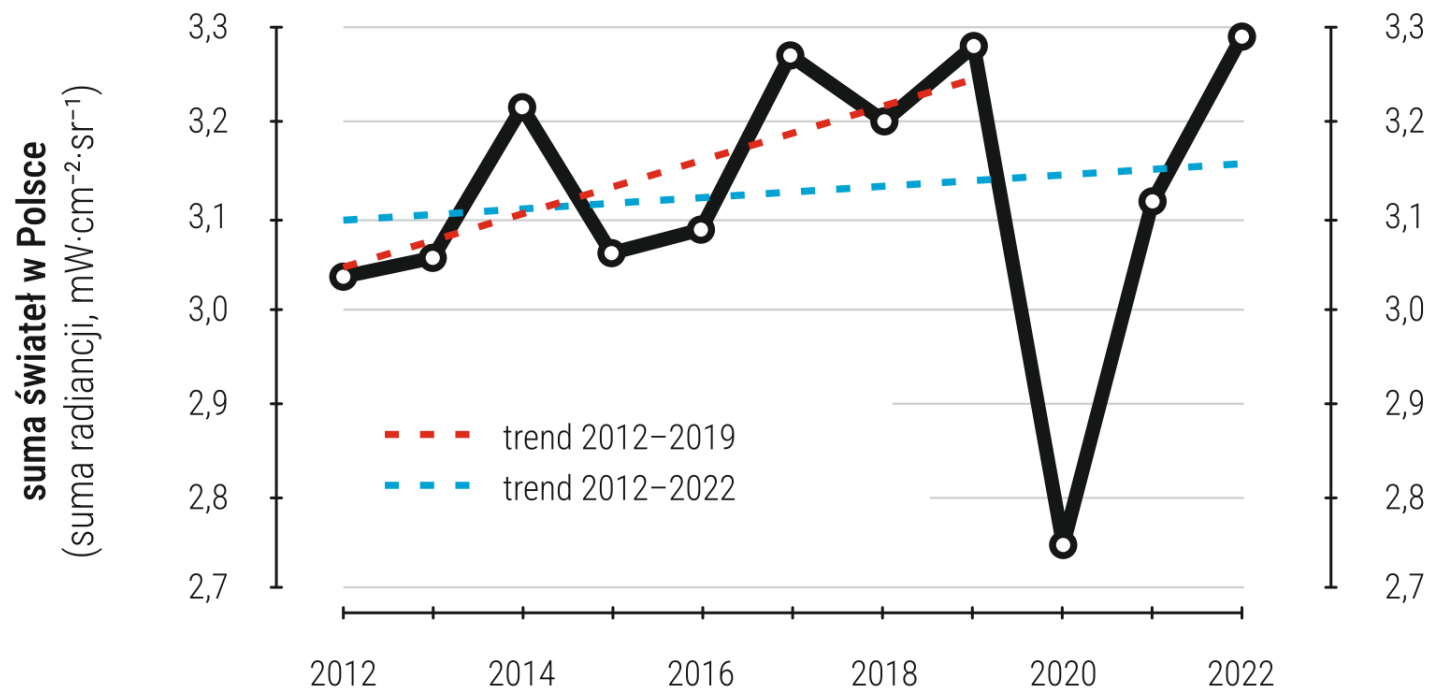
TERYT	Gmina	n (%)
1465011	Warszawa	2 402,6
1421021	Pruszków	2 176,6
1421011	Piastów	2 142,0
0663011	Lublin	2 094,0
2061011	Białystok	1 963,3
2463011	Chorzów	1 944,1
1061011	Łódź	1 900,1
1412011	Mińsk Mazowiecki	1 834,3
2204011	Pruszcz Gdański	1 771,6
2476011	Świętochłowice	1 762,5

TERYT	Gmina	n (%)
1801052	Lutowiska	19,3
1807102	Jaślicka	19,3
1805062	Krempna	19,4
0602142	Turobin	19,5
1817032	Bukowsko	19,7
0609162	Zakrzew	19,8
1821022	Cisna	19,8
1817042	Komańcza	20,3
0618132	Ulhówek	20,3
1821012	Baligród	20,3

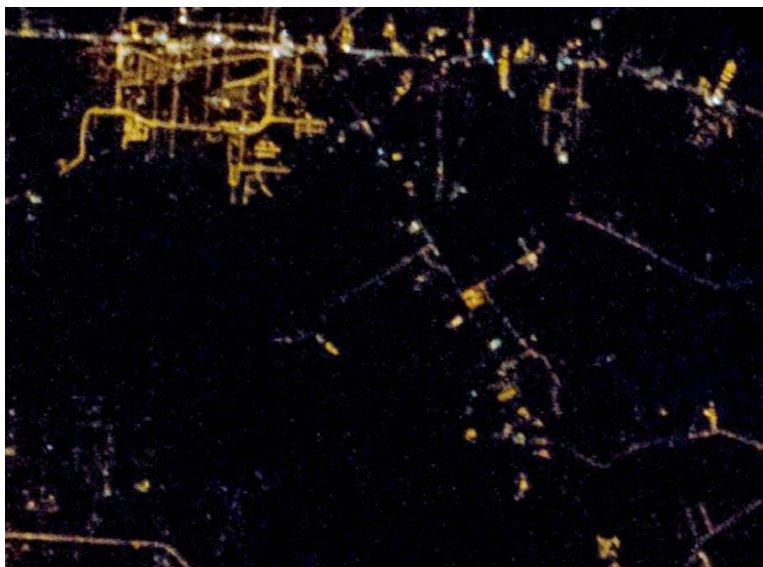


Wielokrotność wartości średniej dla gminy w Polsce
(średnia dla gminy = $10,55 \text{ nW}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ na 1 km^2)

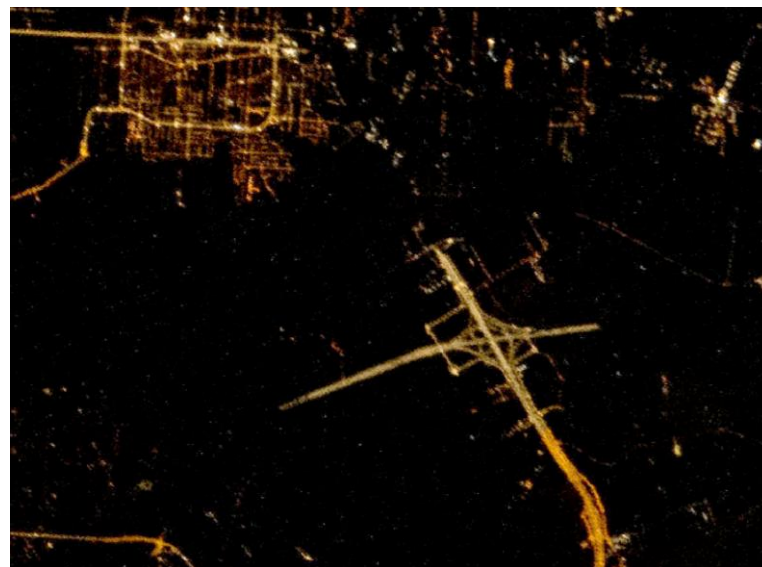




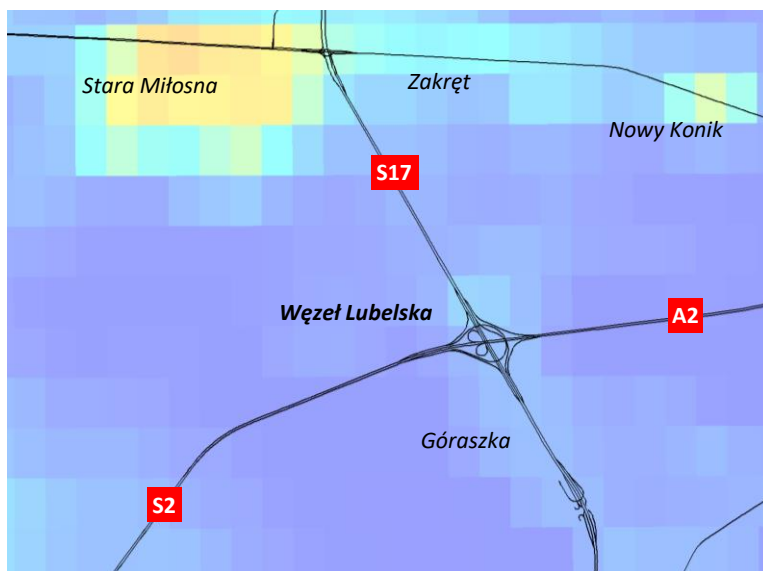
Polska 6,0% jaśniejsza w 2022 roku vs dekady 2012-2021
(+8,5 vs 2012, +19,9% vs 2020)



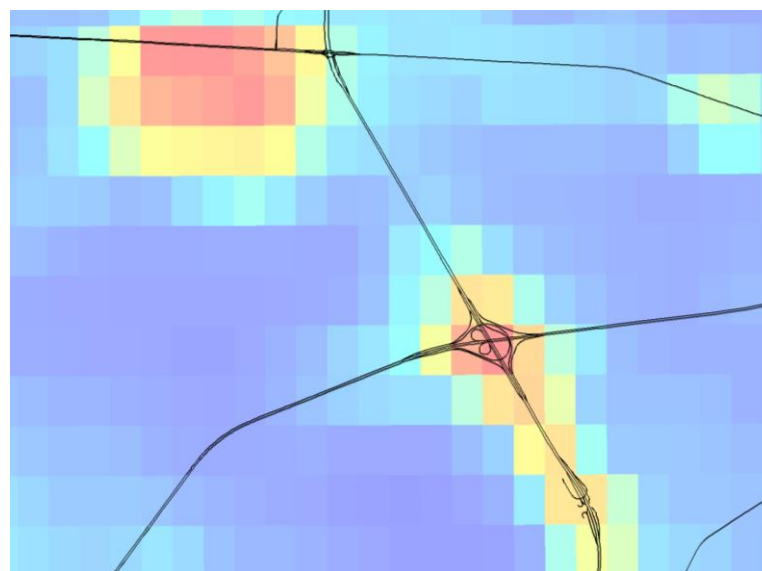
ISS 2015-10-08 (fotografia RGB)



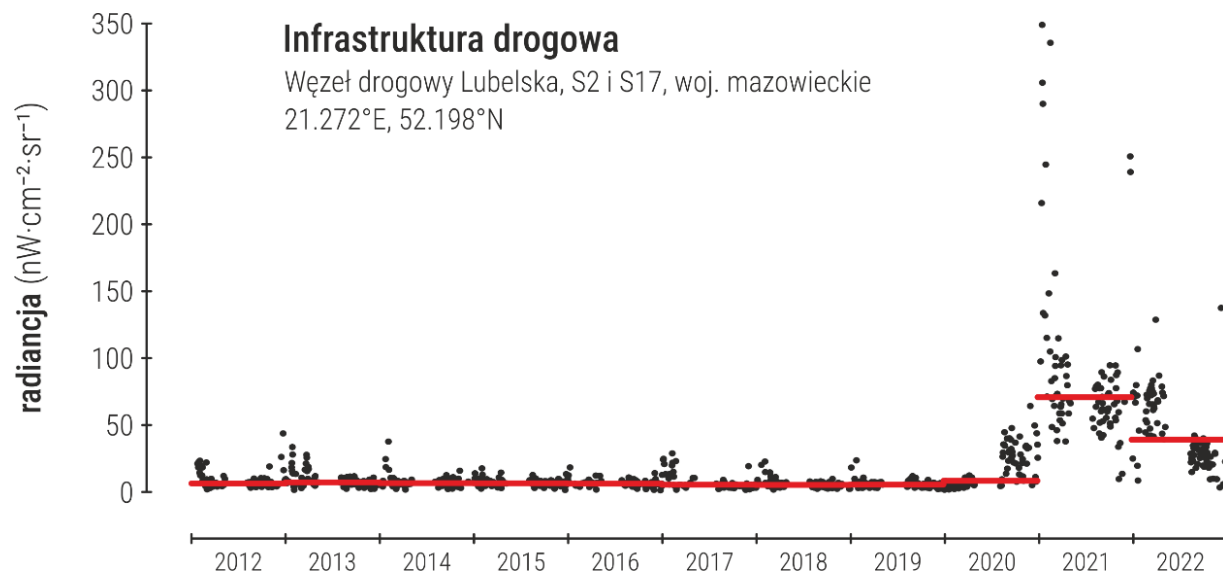
ISS 2022-09-06 (fotografia RGB)



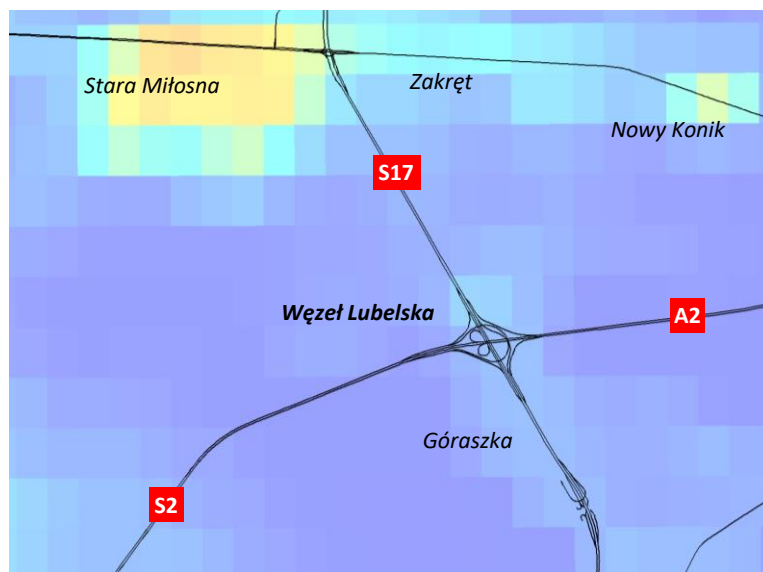
VIIRS 2012 (roczna mediana radiancji)



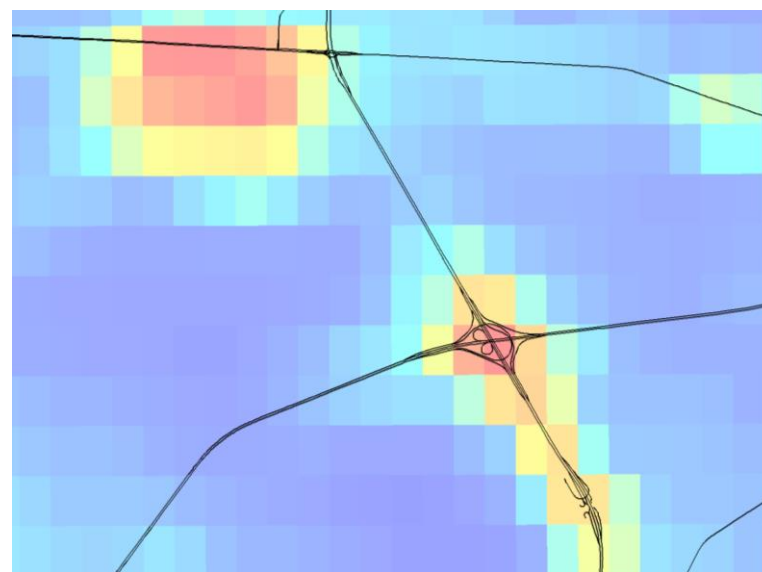
VIIRS 2022 (roczna mediana radiancji)



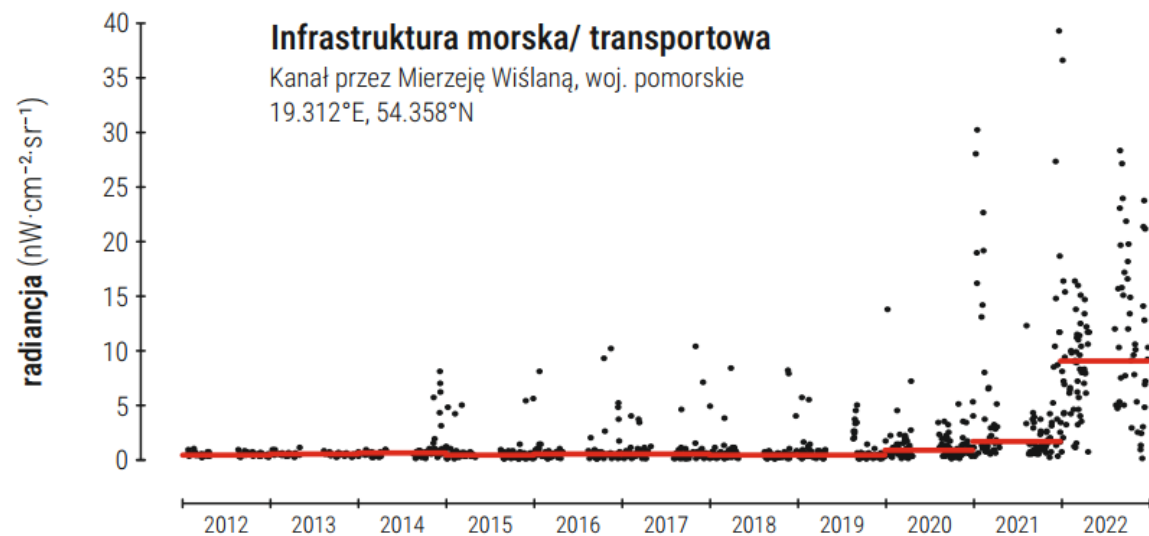
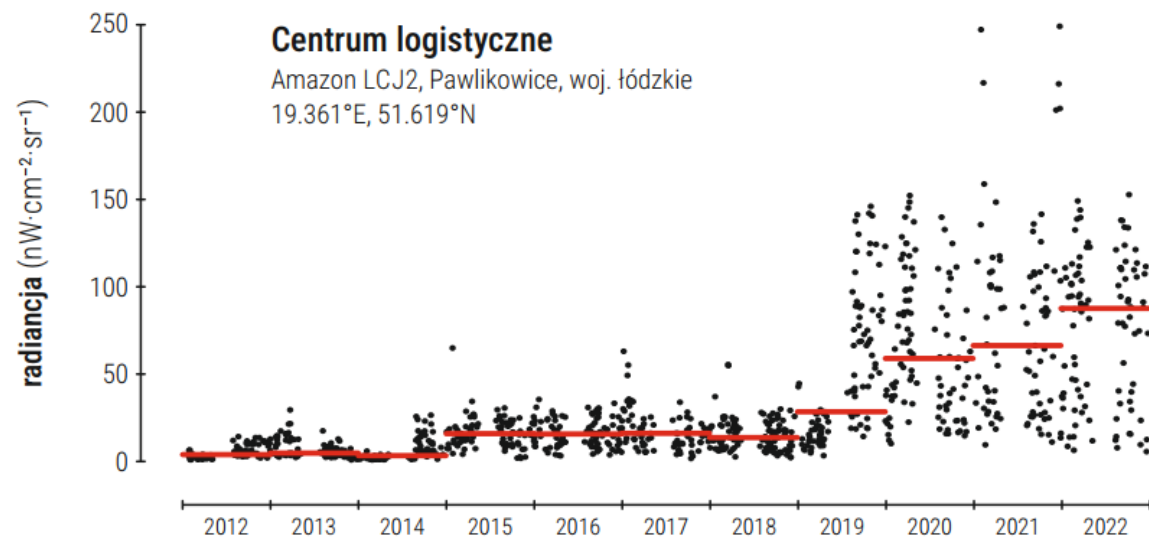
Rys. LPTT.org.pl

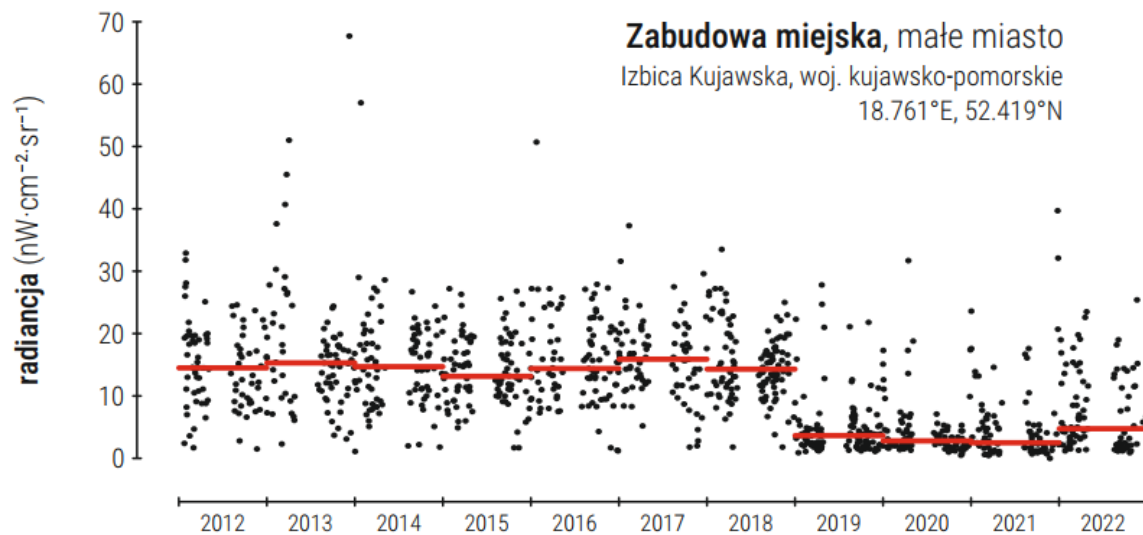
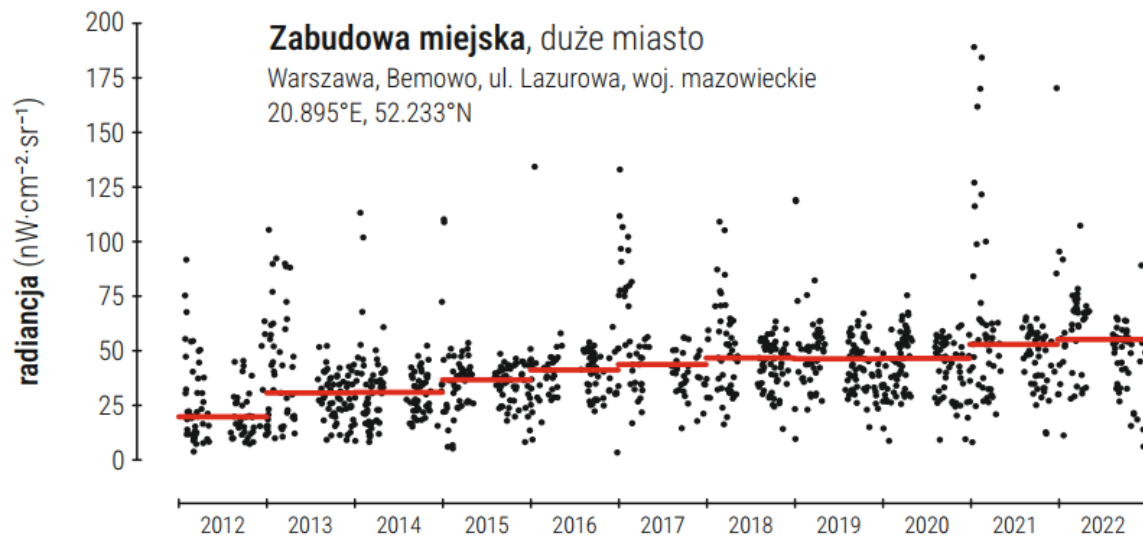


VIIRS 2012 (roczna mediana radiancji)



VIIRS 2022 (roczna mediana radiancji)



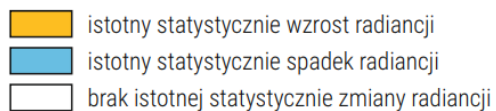
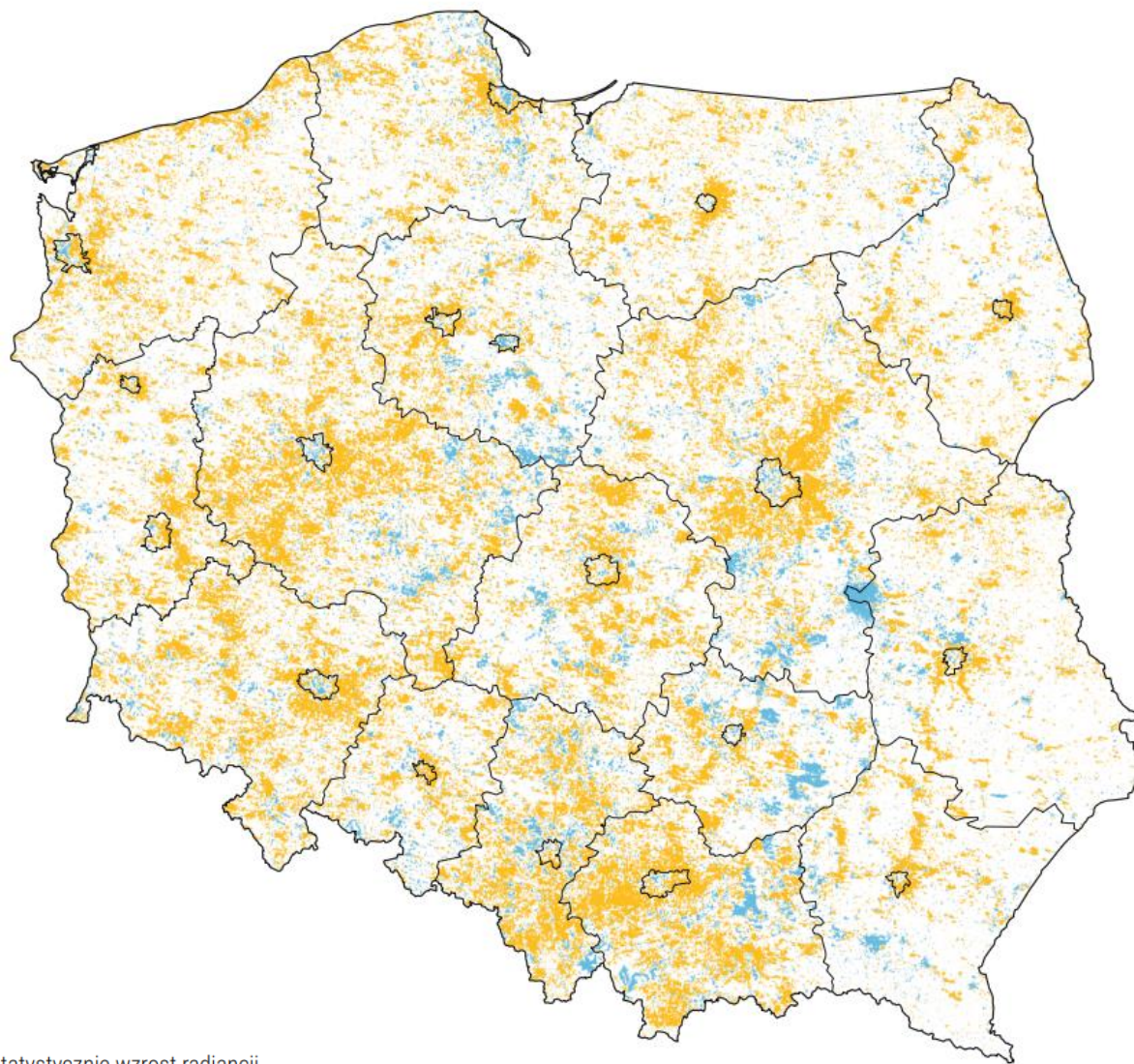


Rok 2022 vs
dekada 2012-2021

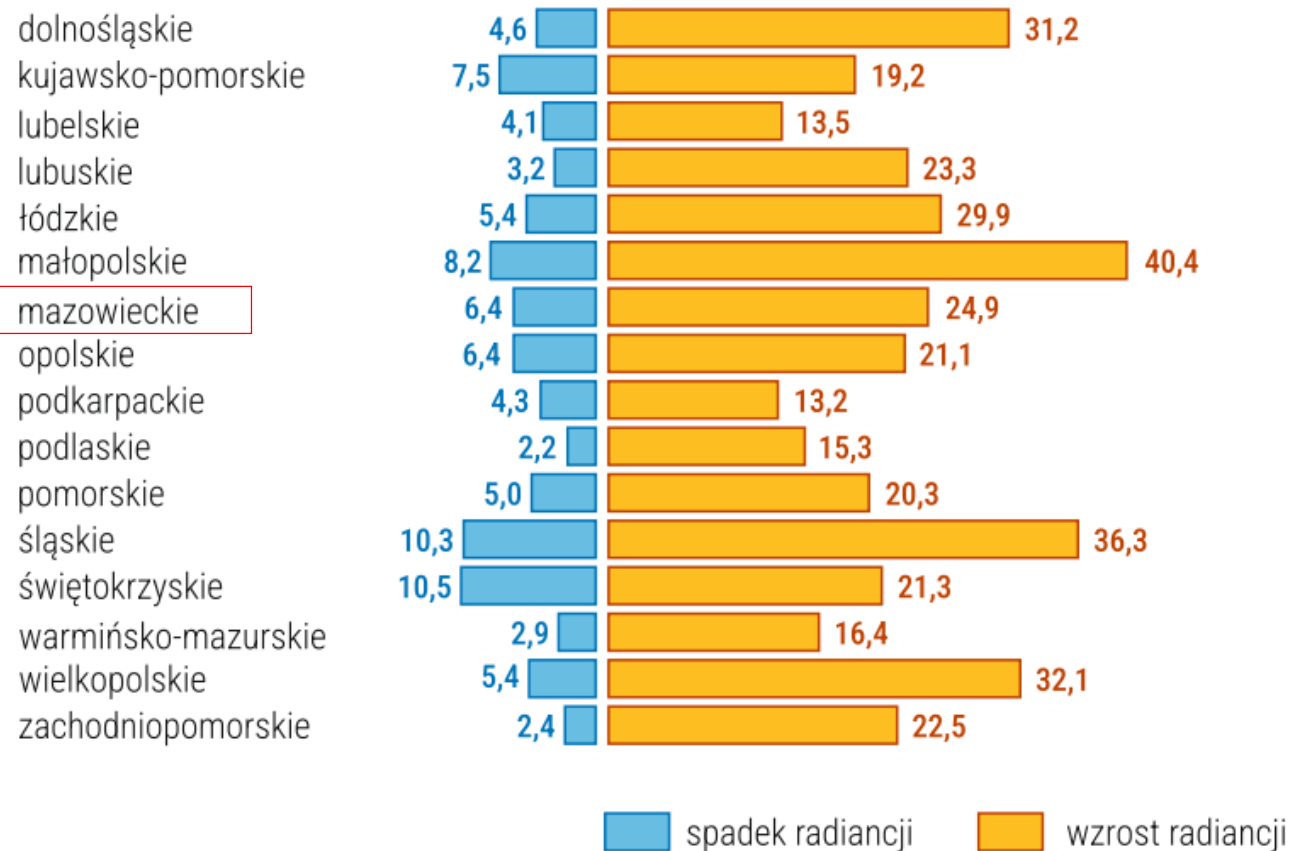
23,3% - wzrost

5,2% - spadek

71,5% - bez zmian?



Polska

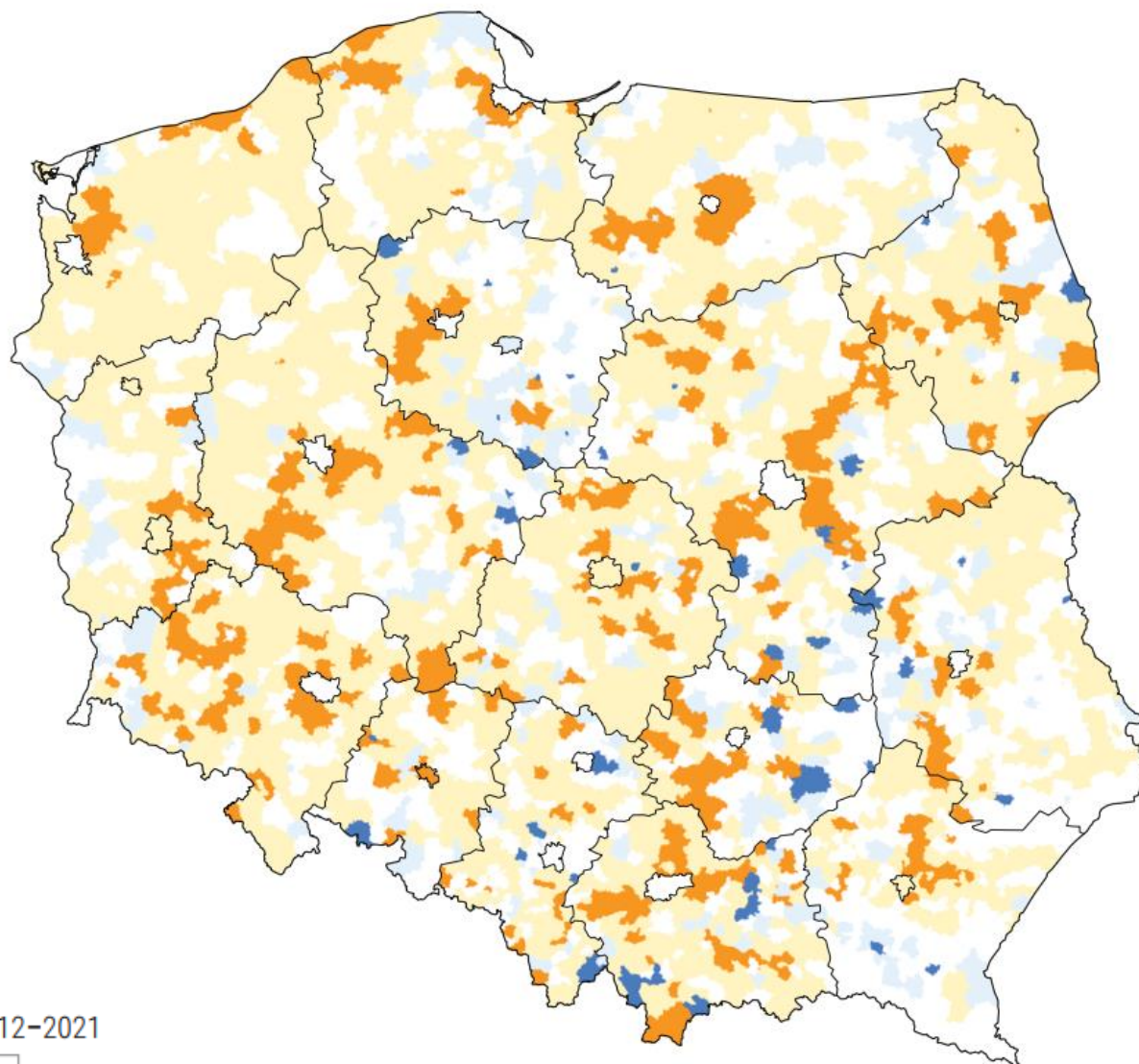


Tab. 3. Zmiana jasności nocnych światel w miastach wojewódzkich w Polsce w 2022 roku względem dekady 2012–2021

Miasto	Wzrost radiancji		Spadek radiancji		Zmiana netto
Opole	74,3	(+3,06)	2,0	(−4,40)	+20,7
Białystok	67,5	(+4,97)	3,9	(−4,21)	+14,5
Zielona Góra	46,6	(+1,36)	5,3	(−3,29)	+8,5
Rzeszów	57,0	(+2,69)	6,3	(−5,83)	+8,1
Gorzów Wlkp.	51,9	(+2,56)	10,1	(−4,25)	+7,0
Łódź	46,2	(+4,66)	7,5	(−6,47)	+6,9
Bydgoszcz	41,9	(+2,61)	10,3	(−4,57)	+3,9
Lublin	38,5	(+5,53)	11,2	(−9,47)	+3,6
Kraków	53,7	(+2,73)	9,3	(−6,85)	+3,6
Katowice	40,2	(+2,14)	13,1	(−3,65)	+1,9
Gdańsk	41,8	(+4,32)	22,2	(−7,53)	+1,1
Olsztyn	28,3	(+2,33)	10,6	(−3,93)	+1,0
Warszawa	38,6	(+3,97)	16,4	(−7,20)	+0,7
Wrocław	39,2	(+3,23)	21,7	(−5,49)	+0,5
Poznań	25,9	(+2,84)	25,0	(−5,43)	−3,1
Szczecin	44,2	(+1,62)	20,0	(−5,30)	−3,2
Kielce	19,8	(+2,76)	23,7	(−4,65)	−3,4
Toruń	15,3	(+3,83)	48,8	(−5,56)	−12,1

1927 gmin - wzrost
550 gmin - spadek

intensywności światła
wyświecanego w niebo
w roku 2022 vs 2012-2021



Gminy w których w 2022 roku radiancja:

była o 5-20% >20% niższa niż w dekadzie 2012-2021



mieściła się w $\pm 5\%$ wartości średniej

była o >20% 5-20% wyższa niż w dekadzie 2012-2021



7
Excellent
Dark Sky
Site

6
Dark Sky
Site

5
Rural
Sky

4
Suburban/Rural
Transition

3
Suburban
Sky

2
Bright
Suburban
Site

1
City/Suburbia
Transition

0
City/Inner
City Sky

Ryc. NOIRLab/NSF/AURA, P. Marenfeld



2007-09-14 23:22
Vienna/Sophienalpe (120s)



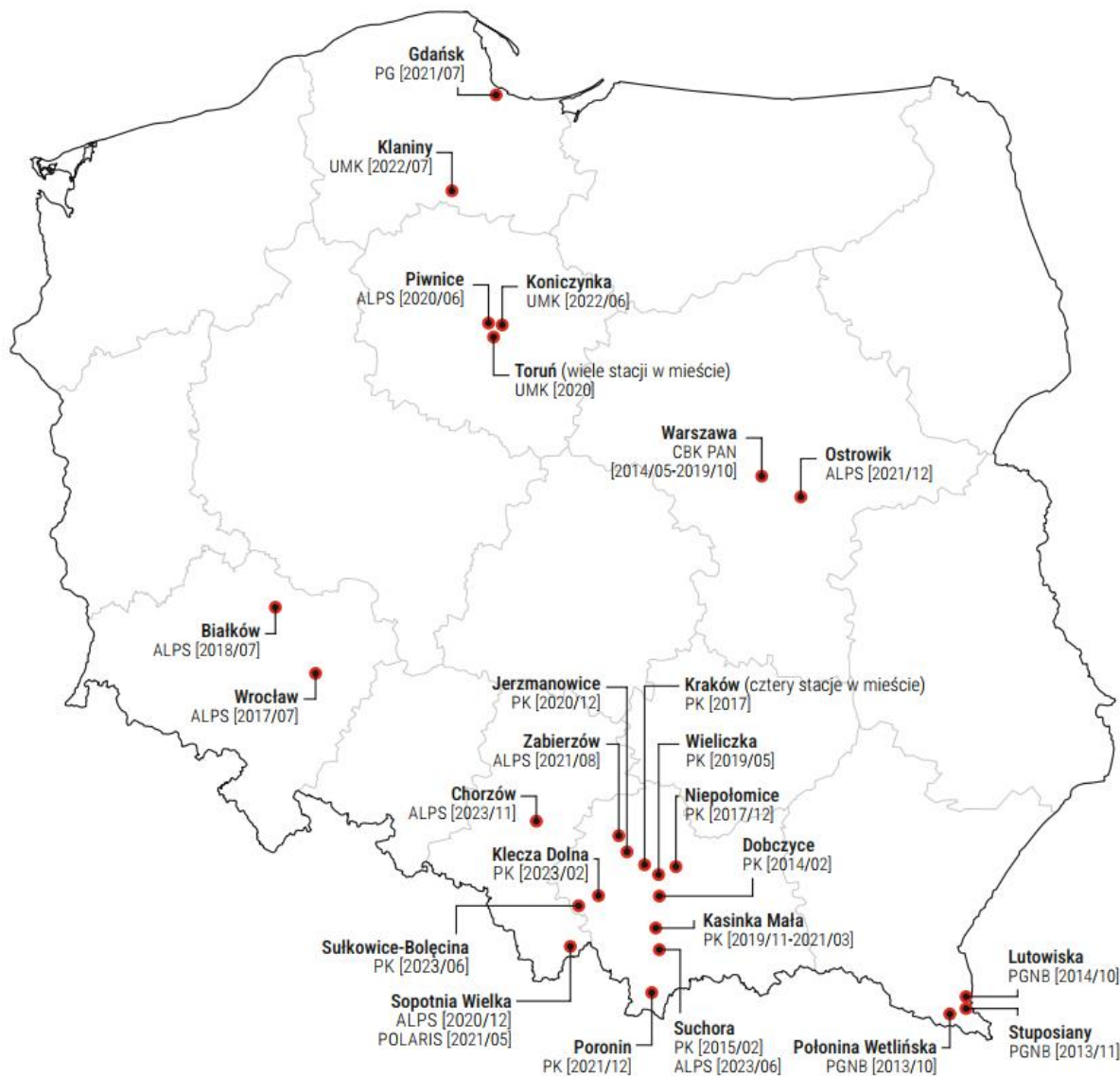
2008-07-30 01:04 Western
Mongolia/Khovd (120s)

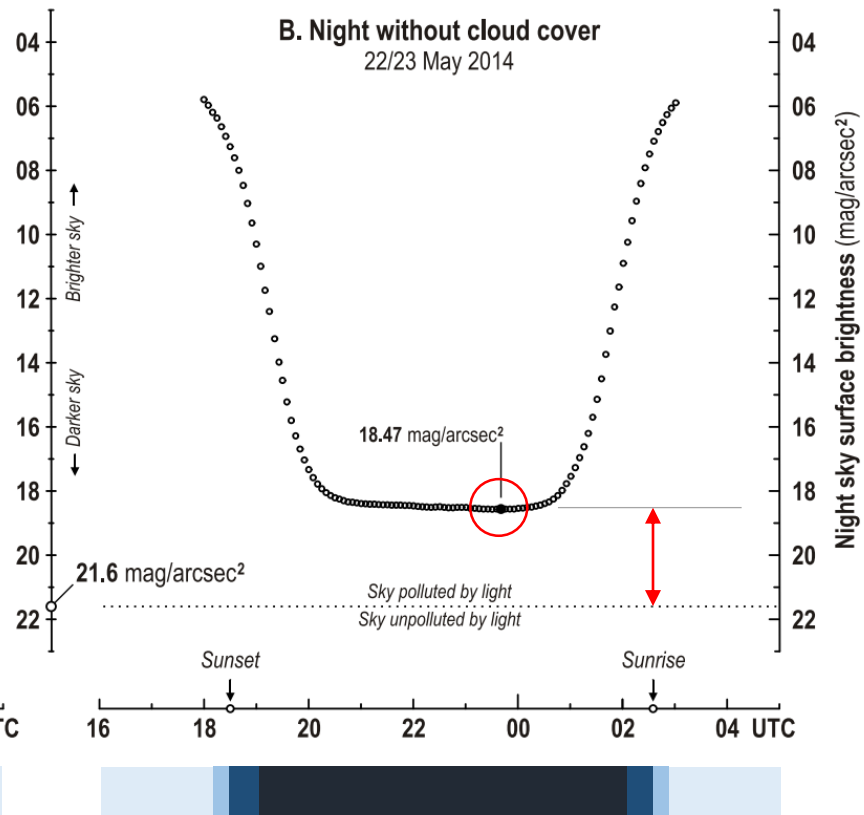
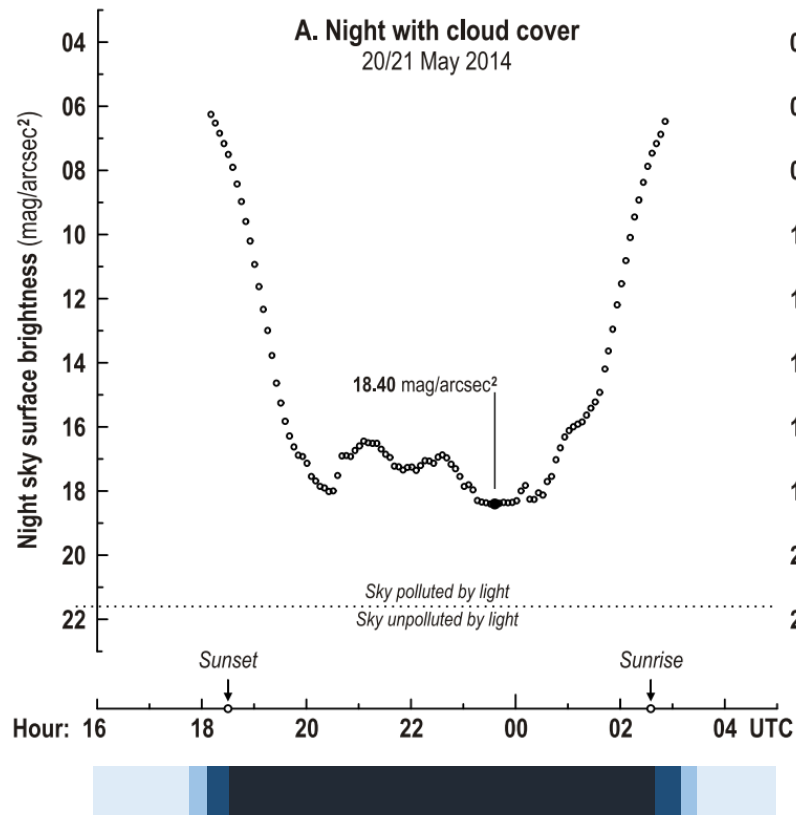


Fot. putmanmountainobservatory.com



Fot. alps.astro.uni.wroc.pl





ENVIRONMENTAL PROTECTION

The new world atlas of artificial night sky brightness

Fabio Falchi,^{1*} Pierantonio Cinzano,¹ Dan Duriscoe,² Christopher C. M. Kyba,^{3,4} Christopher D. Elvidge,⁵ Kimberly Baugh,⁶ Boris A. Portnov,⁷ Nataliya A. Rybnikova,⁷ Riccardo Furgoni^{1,8}

Artificial lights raise night sky luminance, creating the most visible effect of light pollution—artificial skyglow. Despite the increasing interest among scientists in fields such as ecology, astronomy, health care, and land-use planning, light pollution lacks a current quantification of its magnitude on a global scale. To overcome this, we present the world atlas of artificial sky luminance, computed with our light pollution propagation software using new high-resolution satellite data and new precision sky brightness measurements. This atlas shows that more than 80% of the world and more than 99% of the U.S. and European populations live under light-polluted skies. The Milky Way is hidden from more than one-third of humanity, including 60% of Europeans and nearly 80% of North Americans. Moreover, 23% of the world's land surfaces between 75°N and 60°S, 88% of Europe, and almost half of the United States experience light-polluted nights.

INTRODUCTION

Light pollution is the alteration of night natural lighting levels caused by anthropogenic sources of light (1). Natural lighting levels are governed by natural celestial sources, mainly the Moon, natural atmospheric emission (airglow), the stars and the Milky Way, and zodiacal light. During moonless nights, the luminance of the clear sky background far from the Milky Way and zodiacal light is about 22 magnitude per square arcsecond ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$) in the Johnson-Cousins V-band (2), equivalent to $1.7 \times 10^{-4} \text{ cd}/\text{m}^2$. Artificial light scattered in the atmosphere raises night sky luminance, creating the most visible negative effect of light pollution—artificial skyglow. In addition to hindering ground-based optical astronomical observations, the artificial brightening of the night sky represents a profound alteration of a fundamental human experience—the opportunity for each person to view and ponder the night sky. Even small increases in sky brightness degrade this experience. Light pollution is no longer only a matter for professional astronomers (3, 4). Although researchers from disparate fields are now interested in light pollution, its magnitude is poorly known on a global scale because measurements are sporadically distributed across the globe. To overcome this, we present the world atlas of artificial sky luminance, which was obtained with our dedicated light pollution propagation software using the new calibrated, high-dynamic range, high-resolution data from the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band (DNB), new precision charge-coupled device (CCD) brightness measurements, and a new database of Sky Quality Meter (SQM) measurements.

Light pollution is one of the most pervasive forms of environmental alteration (5). It affects even otherwise pristine sites because it is easily

observed during the night hundreds of kilometres from its source in landscapes that seem untouched by humans during the day (6), damaging the nighttime landscapes even in protected areas, such as national parks (for example, the light domes of Las Vegas and Los Angeles as seen from Death Valley National Park). Notwithstanding its global presence, light pollution has received relatively little attention from environmental scientists in the past. This is changing, as attested by the rapidly increasing rate of published works on the subject.

The atlas we present here is intended to help researchers in all fields who may be interested in the levels of light pollution for their studies (for example, in astronomy, ecology, environmental protection, and economics).

RESULTS

Upward function and maps

Using the maximum likelihood fit described in Materials and Methods, we found an average upward emission function that best fits the whole data set (red curve in Fig. 1). This upward function is not meant to be considered a “real” or “best” upward function but is simply the function that produces the best statistical fit to the entire observational data set. Factors other than the actual light intensity distribution may influence its shape (for example, atmospheric transparency that is higher or lower than that assumed by the model). The fit suggests that, in addition to the Lambertian distribution resulting from surface reflections, low-angle upward emissions are an important component of light emission from cities. This component presumably originates from poorly shielded luminaires. The fact that the main component of the upward flux was found to be the Lambertian one does not mean that the reflected light is the origin of the main component of the artificial sky brightness. In fact, as previously demonstrated (7, 8), the sky brightness outside cities is dominated by the component of the light escaping at low angles above the horizon plane, exactly where the fit upward function differs most from the pure Lambertian distribution.

Maps were produced to show the zenith artificial sky brightness in twofold increasing steps as a ratio to the natural sky brightness (Figs.

2 to 8). The maps were calibrated to match the time of satellite overpass, at around 1 a.m. Because of the decrease in artificial illumination during the night, brighter skies should typically be expected for observations made earlier in the night. We chose $22.0 \text{ mag}/\text{arcsec}^2$, corresponding to $174 \mu\text{cd}/\text{m}^2$, as a typical brightness of the night sky background during solar minimum activity, excluding stars brighter than magnitude 7, away from Milky Way and from Gegenschein and zodiacal light. Natural airglow variations, even during the same night, can cause more than half a magnitude variation in the background sky brightness at unpolluted sites. Measurements of the sky brightness made with

wide-field instruments that integrate the light arriving from a substantial portion of the sky (for example, SQM and SQM-1) include the light from naked eye stars, increasing the detected sky brightness. If this were not taken into account, it could bias a comparison with atlas predictions. Table 1 shows the color levels used for the maps.

For the purpose of this atlas, we set the level of artificial brightness under which a sky can be considered “pristine” at 1% of the natural background. Although 1% ($1.7 \mu\text{cd}/\text{m}^2$) is a nearly unmeasurable incremental effect at the zenith (usually the darkest part of the sky hemisphere), it is generally much larger near the horizon in the direction of the source(s). For areas protected for scenic or wilderness character, this horizon glow has a significant impact on the values of solitude and the absence of visual intrusion of human development.

The dark gray level (1 to 2%) sets the point where attention should be given to protect a site from a future increase in light pollution. Blue (8 to 16%) indicates the approximate level where the sky can be considered polluted on an astronomical point of view, as indicated by recommendation 1 of IAU Commission 50 (9). The winter Milky Way (fainter than its summer counterpart) cannot be observed from sites coded in yellow, whereas the orange level sets the point of artificial brightness that masks the summer Milky Way as well. This level corresponds to an approximate total sky brightness of between 20.6 and $20.0 \text{ mag}/\text{arcsec}^2$ (0.6 to $1.1 \text{ mcd}/\text{m}^2$). With this sky brightness, the summer Milky Way in Cygnus may be only faintly detectable as a small increase in the sky background luminosity. The Sagittarius Star Cloud is the only section of the Milky Way that is still visible at this level of pollution when it is overhead, as observed from southern latitudes. Red indicates the approximate threshold where Commission Internationale de l'Éclairage (10) puts the transition between scotopic vision and mesopic vision ($1 \text{ mcd}/\text{m}^2$). Also inside the range of the red level, the sky has the same luminosity as a pristine uncontaminated sky at the end of nautical twilight

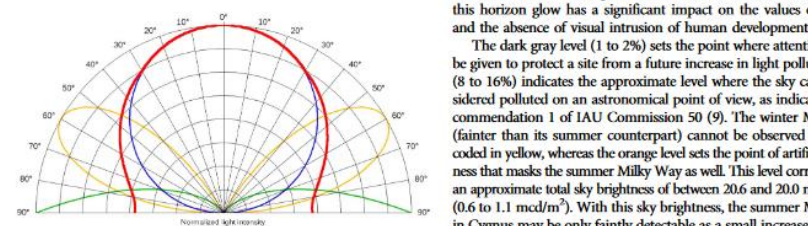


Fig. 1. Upward emission functions used to compute the maps. The polar graph shows the three different light intensity distributions used to compute the three map versions: the Lambertian distribution with a peak toward the zenith (map A; blue); the function with peak intensity at low angles above the horizon plane (map B; green); and the function with peak at intermediate angles, 30° above the horizon plane (map C; yellow). The thick red line shows the overall best-fitting function.

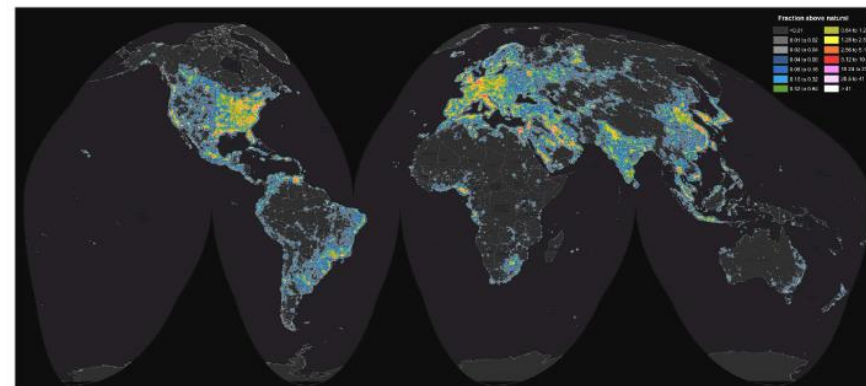


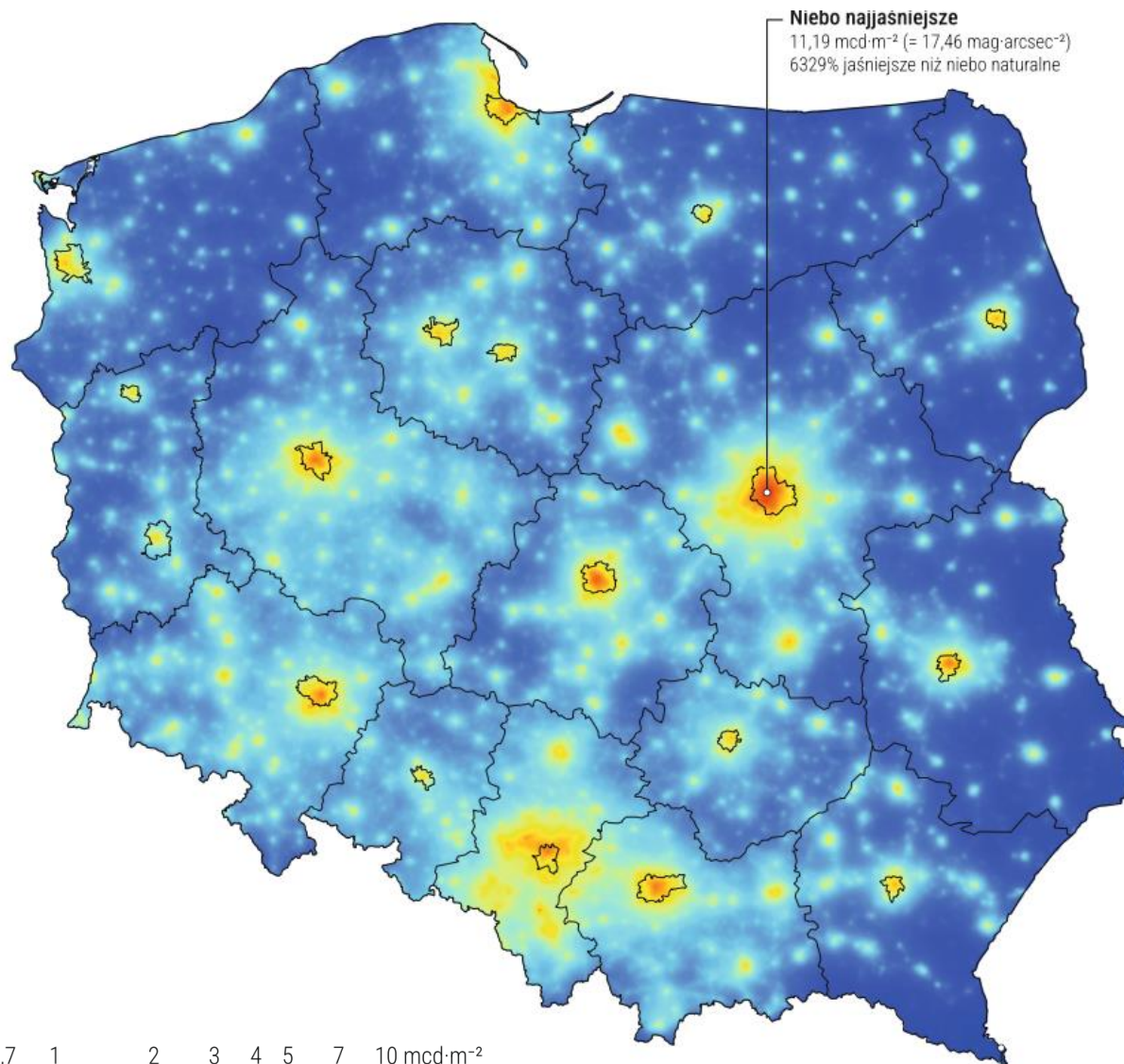
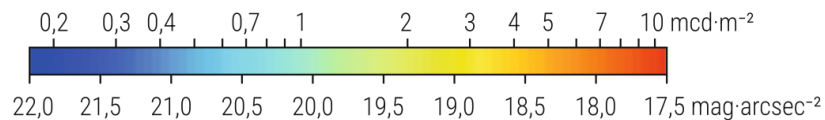
Fig. 2. World map of artificial sky brightness. The map shows, in twofold increasing steps, the artificial sky brightness as a ratio to the natural sky brightness (assumed to be $174 \mu\text{cd}/\text{m}^2$). Table 1 indicates the meaning of each color level.

¹Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso (Light Pollution Science and Technology Institute), 36016 Thiene, Italy. ²National Park Service, U.S. Department of Interior, Natural Sounds and Night Skies Division, Fort Collins, CO 80525, USA. ³Deutsches Geoforschungszentrum GFZ, Potsdam, Germany. ⁴Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany. ⁵Earth Observation Group, National Oceanic and Atmospheric Administration's National Centers for Environmental Information, Boulder, CO 80305, USA. ⁶Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado, Boulder, CO 80309, USA. ⁷Department of Natural Resources and Environmental Management, Faculty of Management, University of Haifa, 3498838 Haifa, Israel. ⁸American Association of Variable Star Observers, Cambridge, MA, USA. *Corresponding author. Email: falchi@isti.it

TERYT	Gmina	Luminancja	
1465011	Warszawa	5,05	(2802)
1421011	Piastów	4,96	(2748)
2463011	Chorzów	4,37	(2411)
1421042	Michałowice	4,31	(2374)
2476011	Świętochłowice	4,29	(2365)
1421021	Pruszków	4,12	(2270)
1421062	Raszyn	4,11	(2263)
1434031	Ząbki	4,07	(2241)
2474011	Siemianowice	3,74	(2047)
2401021	Czeladź	3,70	(2029)

TERYT	Gmina	Luminancja	
1801052	Lutowiska	0,188	(8)
1821022	Cisna	0,192	(10)
1801032	Czarna	0,196	(12)
0618102	Telatyn	0,202	(16)
0618132	Ułhówek	0,203	(16)
0603052	Dubienka	0,204	(17)
1821012	Baligród	0,205	(18)
1817042	Komańcza	0,205	(18)
0601152	Sosnowka	0,209	(20)
0603022	Białopole	0,209	(20)

Luminancja
(2022 rok)



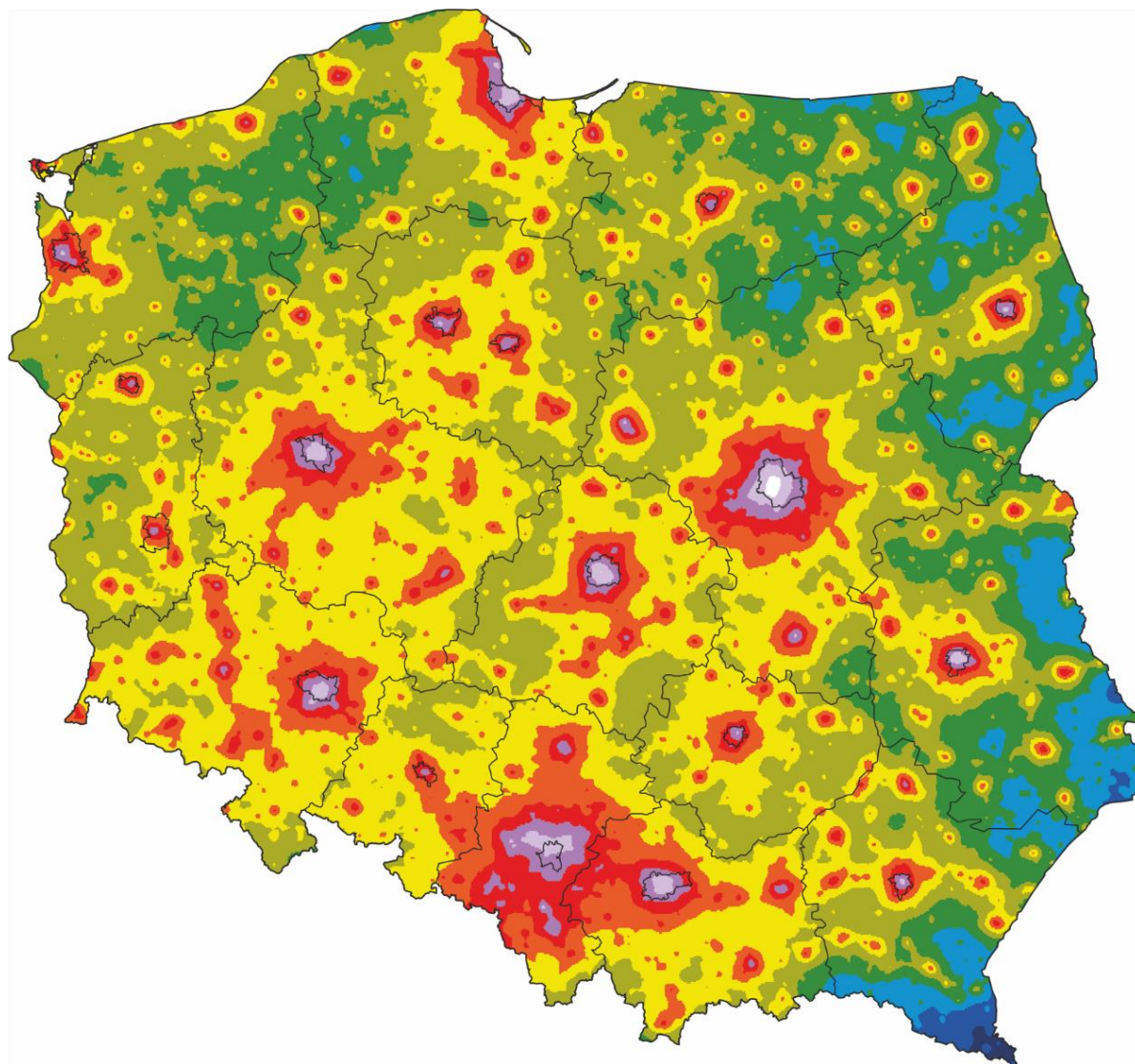
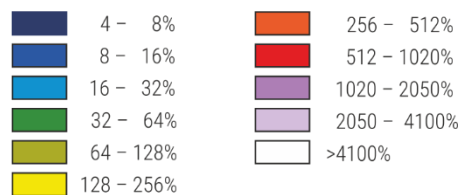
Niebo najjaśniejsze
11,19 mcd·m⁻² (= 17,46 mag·arcsec⁻²)
6329% jaśniejsze niż niebo naturalne

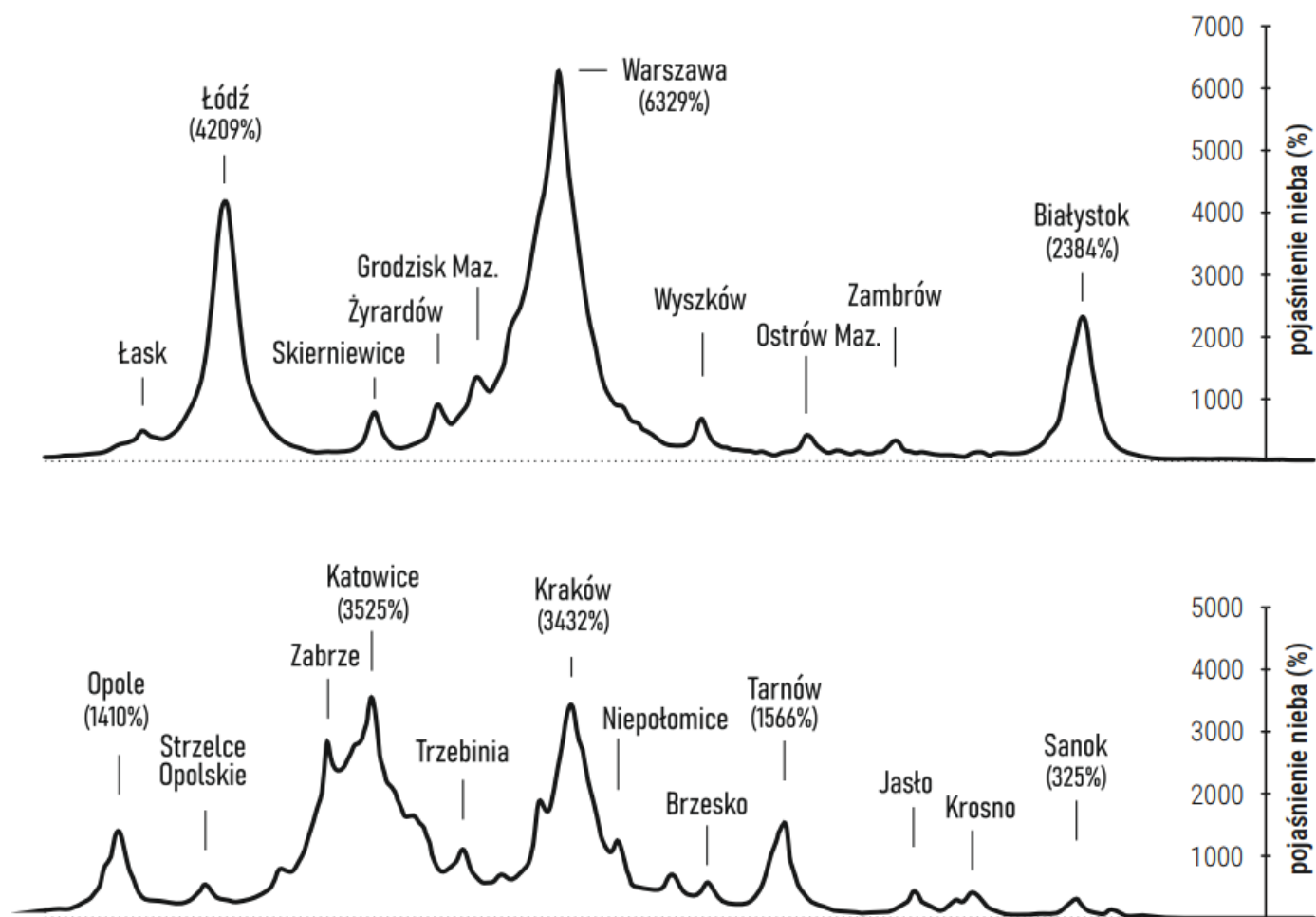
Niebo najciemniejsze
0,184 mcd·m⁻² (= 21,92 mag·arcsec⁻²)
6% jaśniejsze niż niebo naturalne

Sztuczne pojaśnienie nocnego nieba

(o ile % jaśniejsze wzgl.
nieba naturalnego)

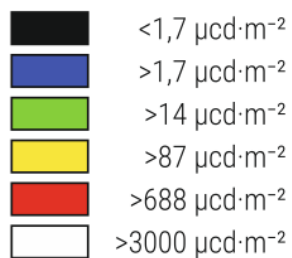
Pojaśnienie nieba





Stopień utraty nocnego nieba

(klasy wg atlasu
Falchi F. *et al.*, 2016)



Niebo naturalne, wolne od zanieczyszczenia światłem

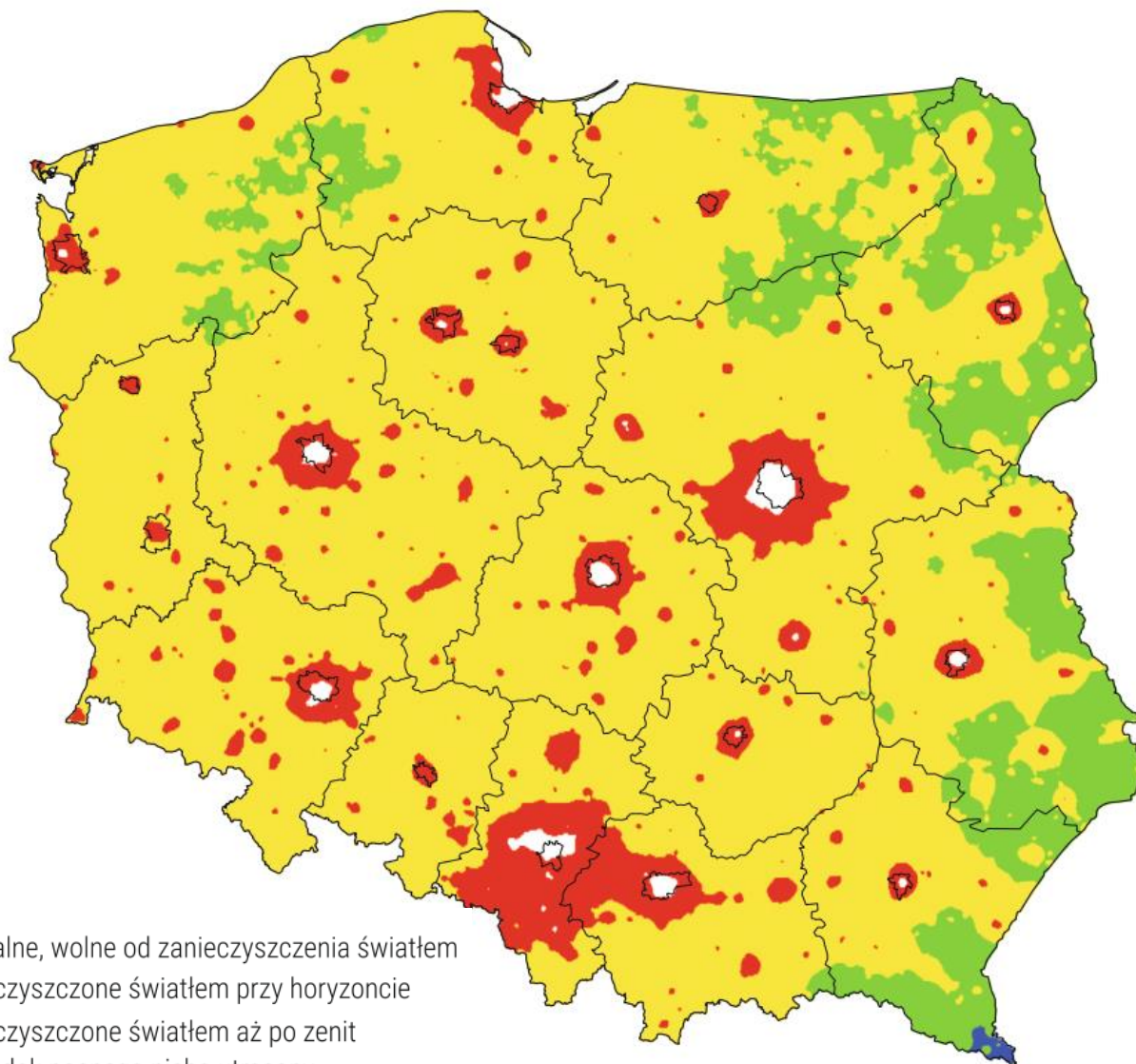
Niebo zanieczyszczone światłem przy horyzoncie

Niebo zanieczyszczone światłem aż po zenit

Naturalny widok nocnego nieba utracony

Droga Mleczna niedostrzegalna

Brak adaptacji oka do widzenia nocnego



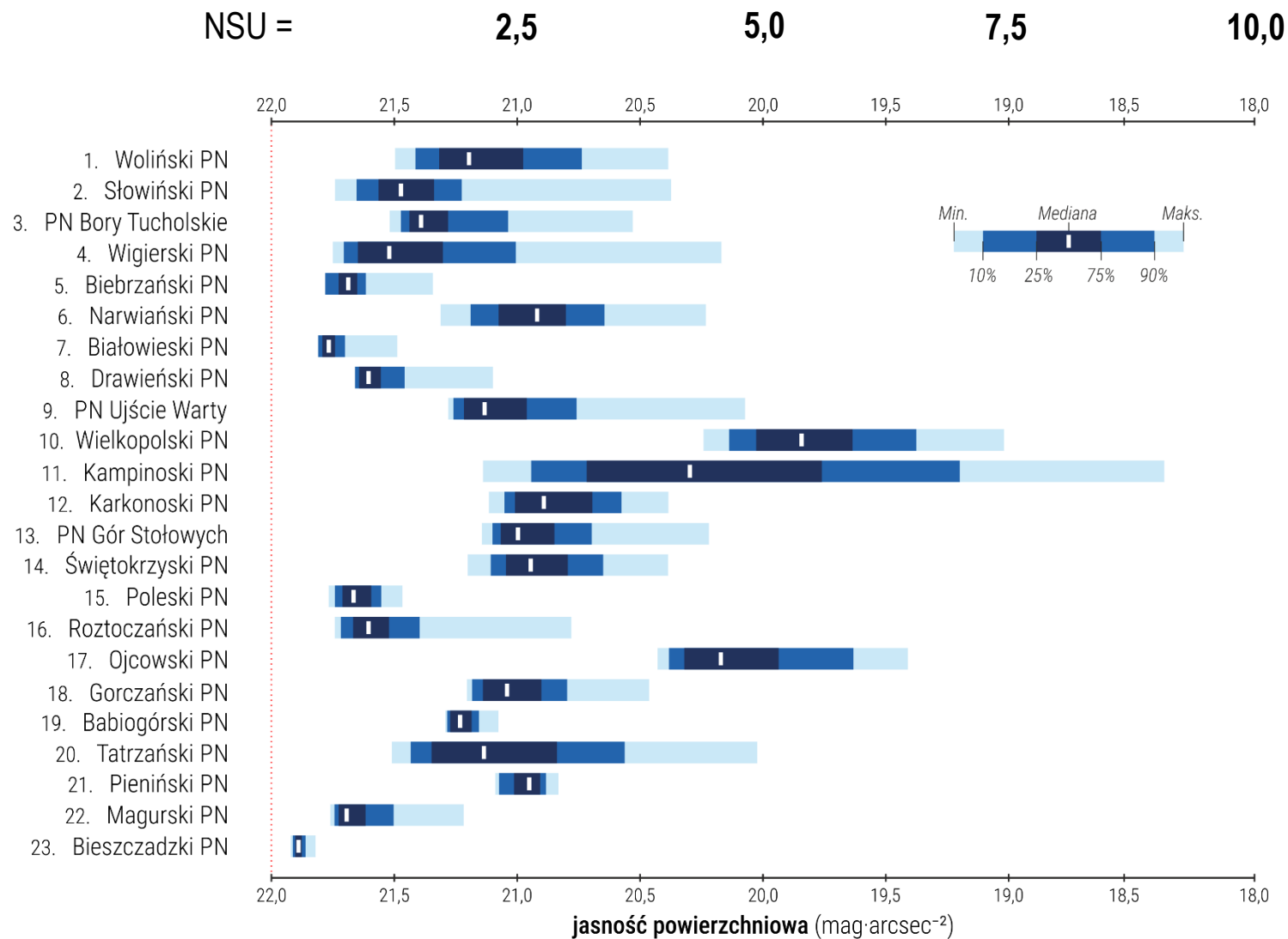
Tab. 7. Procent populacji i powierzchni województwa znajdującej się pod niebem o określonym stopniu antropogenicznego wyjaśnienia (granice klas definiują wartości antropogenicznego wzrostu luminancji, $\mu\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$; por. ryc. 20)

Województwo	Ludność (%)						Powierzchnia (%)					
	≤ 1.7	> 1.7	> 14	> 87	> 688	> 3000	≤ 1.7	> 1.7	> 14	> 87	> 688	> 3000
POLSKA	0,0	100,0	100,0	98,2	58,0	20,0	0,0	100,0	99,9	87,5	9,2	0,7
dolnośląskie	0,0	100,0	100,0	100,0	61,4	19,3	0,0	100,0	100,0	100,0	12,4	0,8
kujawsko-pomorskie	0,0	100,0	100,0	100,0	50,0	8,4	0,0	100,0	100,0	100,0	6,6	0,1
łódzkie	0,0	100,0	100,0	100,0	62,9	26,9	0,0	100,0	100,0	100,0	10,8	1,0
lubelskie	0,0	100,0	100,0	86,6	35,9	14,4	0,0	100,0	100,0	60,9	3,1	0,3
lubuskie	0,0	100,0	100,0	100,0	43,3	0,0	0,0	100,0	100,0	99,2	3,0	0,0
małopolskie	0,0	100,0	100,0	99,9	62,0	21,5	0,0	100,0	100,0	98,6	23,8	1,2
mazowieckie	0,0	100,0	100,0	98,9	71,8	40,5	0,0	100,0	100,0	92,3	14,2	1,9
opolskie	0,0	100,0	100,0	100,0	36,9	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	5,7	0,0
podkarpackie	0,0	100,0	100,0	93,5	28,2	4,6	0,0	100,0	98,4	66,6	3,3	0,1
podlaskie	0,0	100,0	100,0	87,3	45,3	13,6	0,0	100,0	100,0	50,1	2,0	0,1
pomorskie	0,0	100,0	100,0	99,3	63,3	23,4	0,0	100,0	100,0	89,6	8,6	1,0
śląskie	0,0	100,0	100,0	100,0	88,7	30,6	0,0	100,0	100,0	100,0	48,2	4,0
świętokrzyskie	0,0	100,0	100,0	100,0	36,2	5,3	0,0	100,0	100,0	100,0	4,9	0,1
warmińsko-mazurskie	0,0	100,0	100,0	96,1	34,8	0,0	0,0	100,0	100,0	78,3	1,6	0,0
wielkopolskie	0,0	100,0	100,0	100,0	52,9	16,1	0,0	100,0	100,0	99,4	9,1	0,6
zachodniopomorskie	0,0	100,0	100,0	99,0	50,0	9,4	0,0	100,0	100,0	87,8	3,5	0,1





Zakopane wkraczające w Tatry
Źródło: Daniel Mikołajec



Jak rozwiązać problem?

Umówmy się, że stosujemy **zrównoważone oświetlenie**

1 Useful	Use light only if it is needed All light should have a clear purpose. Consider how the use of light will impact the area, including wildlife and their habitats.	
2 Targeted	Direct light so it falls only where it is needed Use shielding and careful aiming to target the direction of the light beam so that it points downward and does not spill beyond where it is needed.	
3 Low Level	Light should be no brighter than necessary Use the lowest light level required. Be mindful of surface conditions, as some surfaces may reflect more light into the night sky than intended.	
4 Controlled	Use light only when it is needed Use controls such as timers or motion detectors to ensure that light is available when it is needed, dimmed when possible, and turned off when not needed.	
5 Warm-colored	Use warmer color lights where possible Limit the amount of shorter wavelength (blue-violet) light to the least amount needed.	

Rev. 08-2023

Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2022 poz. 2556 ze zm.)

Ilekoć w ustawie jest mowa o:

- emisji – rozumie się przez to wprowadzane bezpośrednio lub pośrednio, w wyniku działalności człowieka, do powietrza, wody, gleby lub ziemi:
 - a) substancje,
 - b) energie, takie jak ciepło, hałas, wibracje lub pola elektromagnetyczne;
(*Art. 3., pkt 4*)
- polach elektromagnetycznych – rozumie się przez to pole elektryczne, magnetyczne oraz elektromagnetyczne o częstotliwościach od 0 Hz do 300 GHz (*Art. 3., pkt 18*)

„Światło” nie pada ani razu; wykluczenie częstotliwości (380 THz do 790 THz)

Ustawa o ... oraz o ocenach oddziaływania na środowisko

(Dz.U. 2023 poz. 1094 ze zm.)

- Implementacja dyrektywy Dyrektywa 2011/92/UE Parlamentu Europejskiego
- Tylko duże inwestycje (wg wykazu)
- (Załącznik IV Dyrektywy): pkt 1. Opis przedsięwzięcia obejmujący w szczególności:
 - c) ocena typu i ilości spodziewanych pozostałości i emisji (zanieczyszczeń wody, powietrza i gleby, hałasu, wibracji, światła, ciepła, promieniowania itp.) wynikających z funkcjonowania wnioskowanego przedsięwzięcia.
- Polska implementacja nie wylicza katalogu emisji na wzór dyrektywy, odwołuje się do Prawa o ochronie środowiska

„Światło” nie pada ani razu.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2022.0.1225)

- § 293. Techniczne warunki budynków

6. **Urządzenia oświetleniowe**, w tym reklamy, umieszczone na zewnątrz budynku lub w jego otoczeniu nie mogą powodować uciążliwości dla jego użytkowników ani też przechodniów i kierowców. Jeżeli światło skierowane jest na elewację budynku zawierającą okna, **natężenie oświetlenia na tej elewacji nie może przekraczać 5 luksów w przypadku światła białego i 3 luksów w przypadku światła kolorowego** lub światła o zmieniającym się natężeniu, błyskowego, ewentualnie pulsującego.



"Przeszkadza temu, kogo gryzie sumienie"
Warszawa, Sanktuarium Matki Bożej Ostrobramskiej

<https://www.onet.pl/informacje/onetwarszawa/spor-o-swiecacy-krzyz-na-sanktuarium-przeszkadza-temu-kogo-gryzie-sumienie/mpvp7ck,79cfc278>

Polska Norma PN-EN 12464-2:2014-05

Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy.

Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz

Tab. 8. Maksymalne dopuszczalne światło przeszkadzające, pochodzące od zewnętrznych instalacji oświetleniowych wg Polskiej Normy PN-EN 12464-2 2014

		E1	E2	E3	E4
Pionowe natężenie oświetlenia, E_v [lx]	a)	2	5	10	25
	b)	0	1	2	5
Światłość oprawy, I [cd]	a)	2500	7500	10000	25000
	b)	0	500	1000	2500
Światło wypromieniowane w górę, ULR [%]		0	5	15	25
Luminancja na fasadzie budynku, L_b [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]		0	5	15	25
Luminancja znaków, szyldów, L_s [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]		50	400	800	1000

E1 – strefa całkowicie ciemna (np. parki narodowe lub miejsca chronione), E2 – strefa niskiej jasności (np. zamieszkałe tereny wiejskie), E3 – strefa średniej jasności (np. tereny przemysłowe i tereny podmiejskie), E4 – strefa wysokiej jasności (np. centra miast i strefy komercyjne). (a) – wartości przed czasem przyciemnienia, (b) – wartości po czasie przyciemnienia; w przypadku braku ustaleń czasu przyciemnienia, nie powinny być przekraczane wartości wyższe, a wartości niższe zaleca się jako granice preferowane.

Źródło: Polska Norma PN-EN 12464-2 2014

Rekomendacja ministra infrastruktury WR-D-72

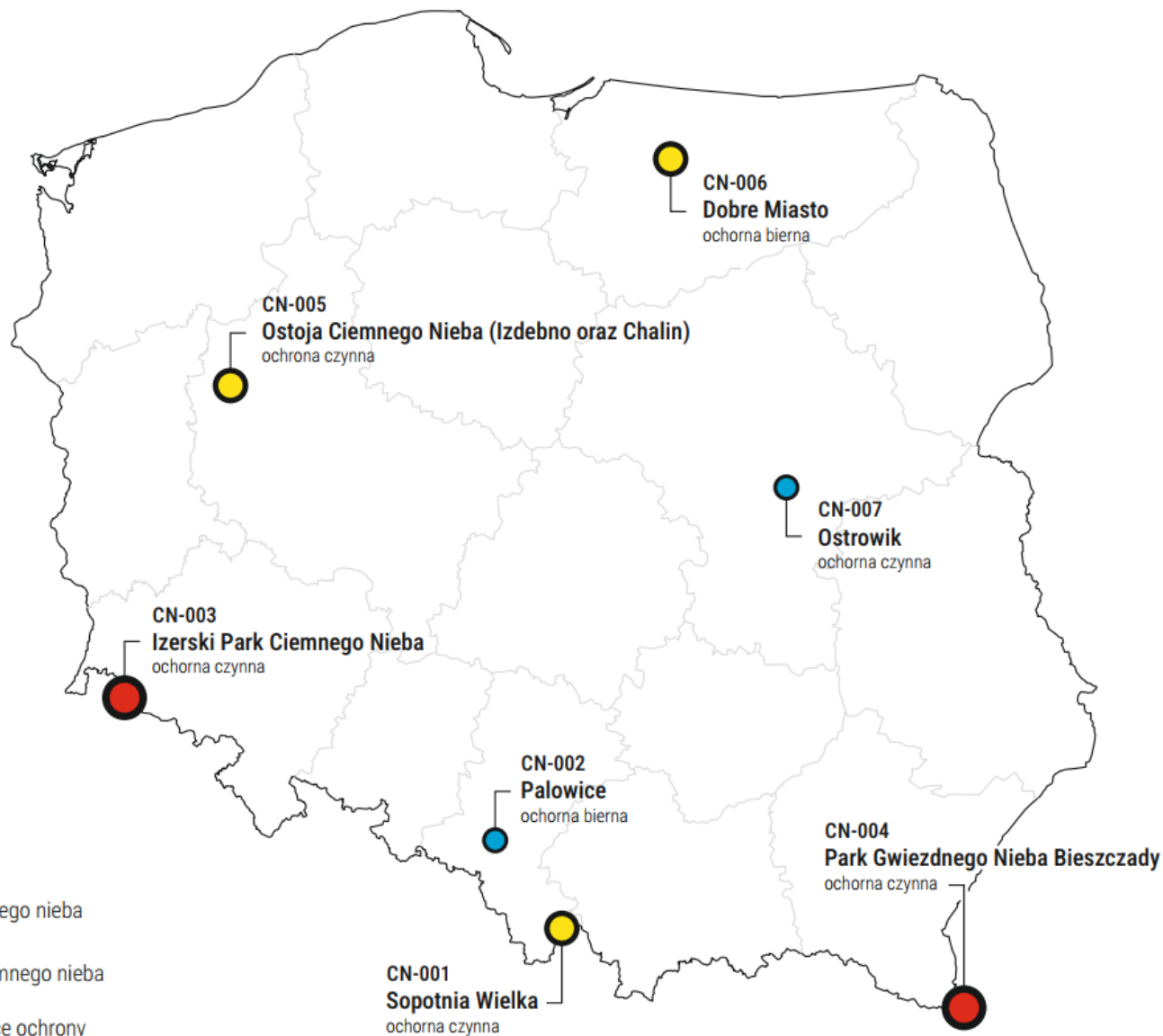
Wytyczne projektowania urządzeń do oświetlenia dróg zamiejskich i ulic

- komfortu, bezpieczeństwa i płynności ruchu, bezpieczeństwa publicznego i właściwych warunków widzenia dla wszystkich uczestników ruchu drogowego
- przyjmuje się strefy oświetleniowe E1-E4, dodając kolejną, bardziej restrykcyjną **E0**: obszarów ochrony ciemnego nieba
- Wzorce i standardy rekomendowane przez ministra właściwego ds. transportu **nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych** (...), zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są **do dobrowolnego** stosowania (WR-D-72)



Program Ciemne Niebo

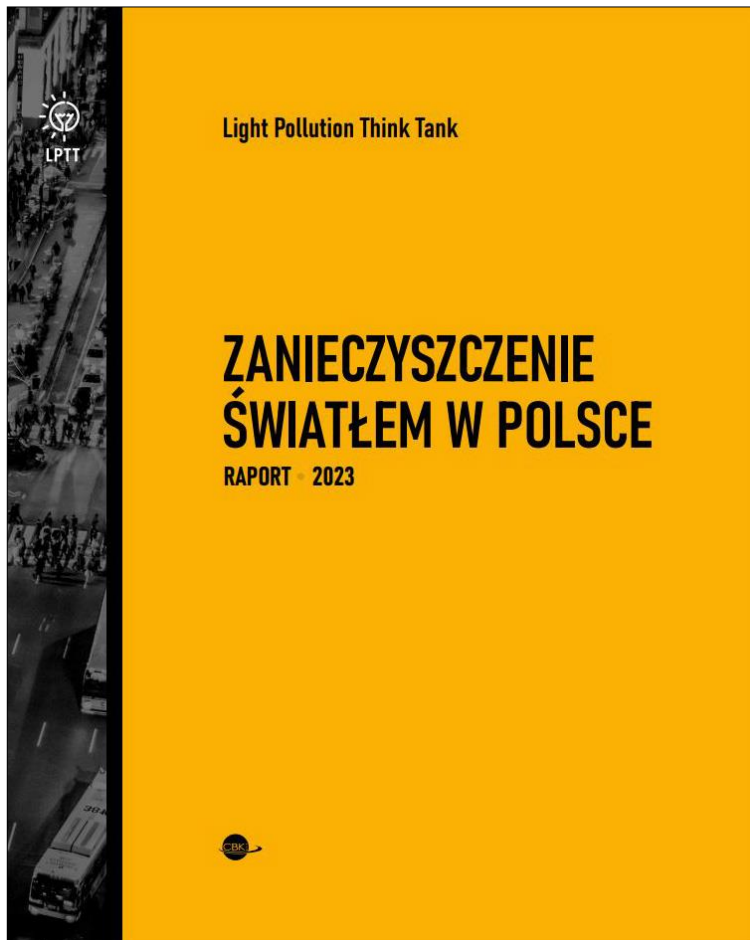
-  park ciemnego nieba
-  obszar ciemnego nieba
-  inne miejsce ochrony



Od 2023 tytuł **Dark Sky Community**
DarkSky International

Antropogeniczne światło nocą

- jest obecne w nadmiarze i zaburza synchronizację zegara biologicznego; najpewniej będzie się nasilać;
- negatywnie odbija się na kondycji psychofizycznej człowieka, ale także jakości środowiska naturalnego;
- nie jest operacyjnie monitorowane w skali kraju (nie jest uznane za problem w świetle obowiązującego prawa); metody *ad hoc*;
- może być emitowane w dowolnej ilości przez każdego (nikt nie reguluje emisji); w zasadzie brak narzędzi do reagowania;
- może być ograniczane bez straty dla funkcjonowania człowieka – polityka zrównoważonego oświetlenia (są *succes stories*).



<http://lptt.org.pl/>

Zanieczyszczenie światłem

Czy jest jeszcze za ciemno,
by dostrzec ten problem w Polsce?

dr hab. Andrzej Z. Kotarba

Centrum Badań Kosmicznych PAN (CBK PAN)
Light Pollution Think Tank (LPTT)

