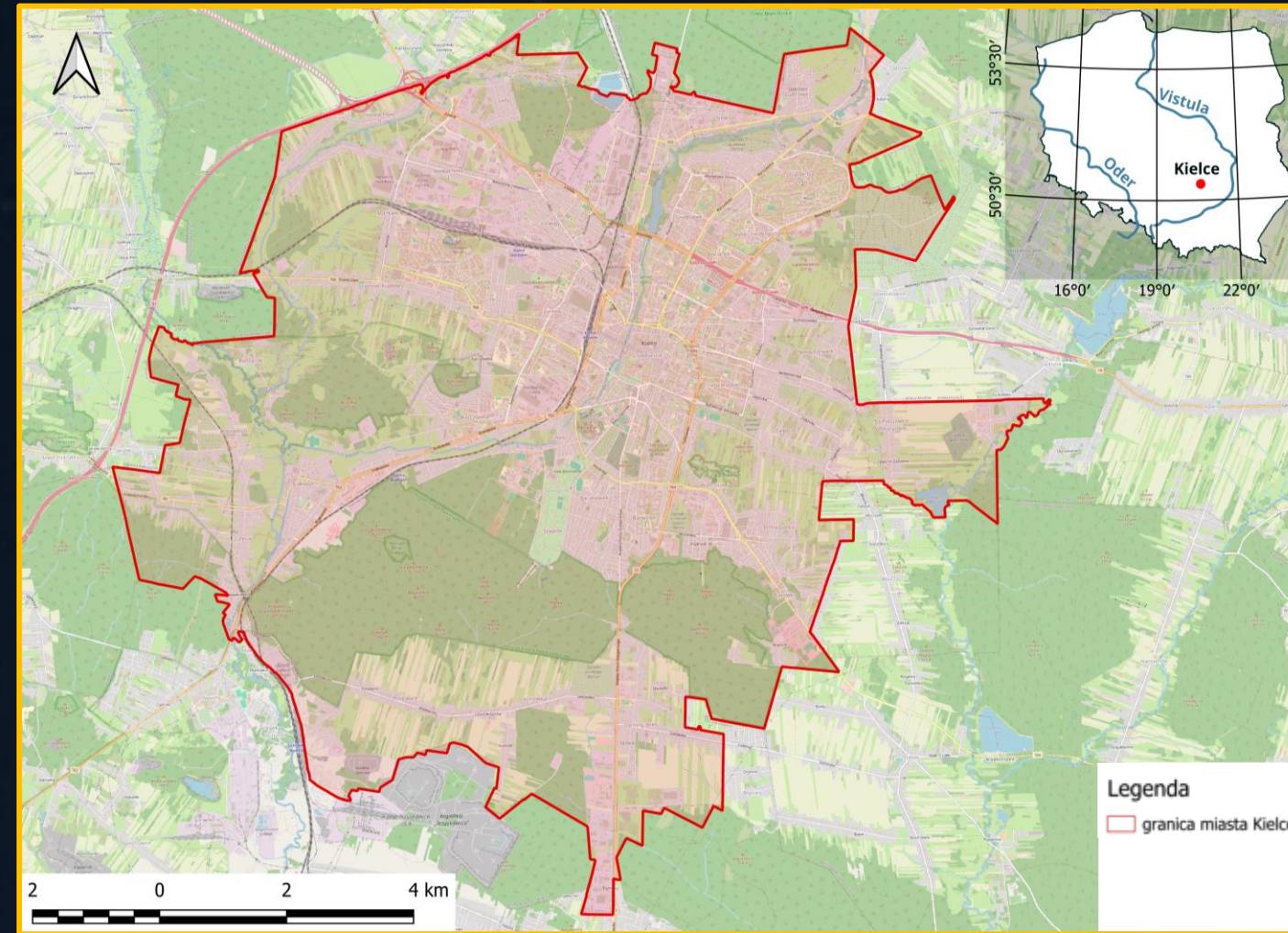


# Zanieczyszczenie światłem w Kielcach – analiza teledetekcyjna

Zuzanna Śliwa

## Wstęp

Zanieczyszczenie światłem jest narastającym, lecz często niedostrzeganym problemem środowiskowym miast, którego oddziaływanie pozostaje „niewidoczne” dla mieszkańców – zgodnie z zasadą *najciemniej pod latarnią* (Tabaka, 2022). Nadmierna emisja sztucznego światła nocą zakłóca funkcjonowanie ekosystemów, rytm dobowy człowieka oraz degraduje jakość nocnego krajobrazu (Cyunel i in., 2015; Karpińska i Kunz, 2023). Skala tego zjawiska może być obiektywnie oceniana z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych, w szczególności nocnych obserwacji satelitarnych VIIRS (Łachowski i Łęczek, 2021)



Ryc. 1 Obszar badań – Miasto Kielce



Fot. 1 Galeria ECHO na tle miasta

Klasa	Zakres radiancji [W/cm <sup>2</sup> ·sr·10 <sup>-9</sup> ]	Poziom zanieczyszczenia	Charakterystyka
1	0 – 1,50	bardzo niski (tto)	Izolowane, rozproszone piksele o niskiej intensywności. Mogą obejmować szumy danych, obszary niezurbanizowane lub punktowe źródła światła o niewielkim znaczeniu przestrzennym.
2	1,50 – 10	niski	Obszary o niewielkim natężeniu sztucznego oświetlenia, typowe dla terenów peryferyjnych, zabudowy rozproszonej oraz słabo oświetlonych dróg lokalnych.
3	10 – 25	umiarkowany	Strefy o średnim natężeniu emisji światła, charakterystyczne dla zabudowy mieszkaniowej o większej gęstości oraz obszarów usługowych o lokalnym znaczeniu.
4	25 – 50	wysoki	Obszary intensywnej urbanizacji, obejmujące zwarte struktury miejskie oraz główne ciągi komunikacyjne o dużym natężeniu ruchu i oświetlenia.
5	50 – 75	bardzo wysoki	Strefy o wysokiej koncentracji źródeł światła, w tym centra handlowe, węzły transportowe oraz śródmieścia o rozwiniętej infrastrukturze miejskiej.
6	≥ 75	ekstremalny	Obszary o najwyższej intensywności emisji światła, związane z centralnymi częściami miast lub obiektami o silnej iluminacji. Mogą wskazywać na istotną presję środowiskową oraz potencjalne oddziaływanie na zdrowie i ekosystemy.

Tab. 1 Klasy zanieczyszczenia światłem na podstawie radiancji (własne na podstawie Falchi et al., 2016; Bortle, 2001; Łachowski i Łęczek, 2021)

## Metodyka

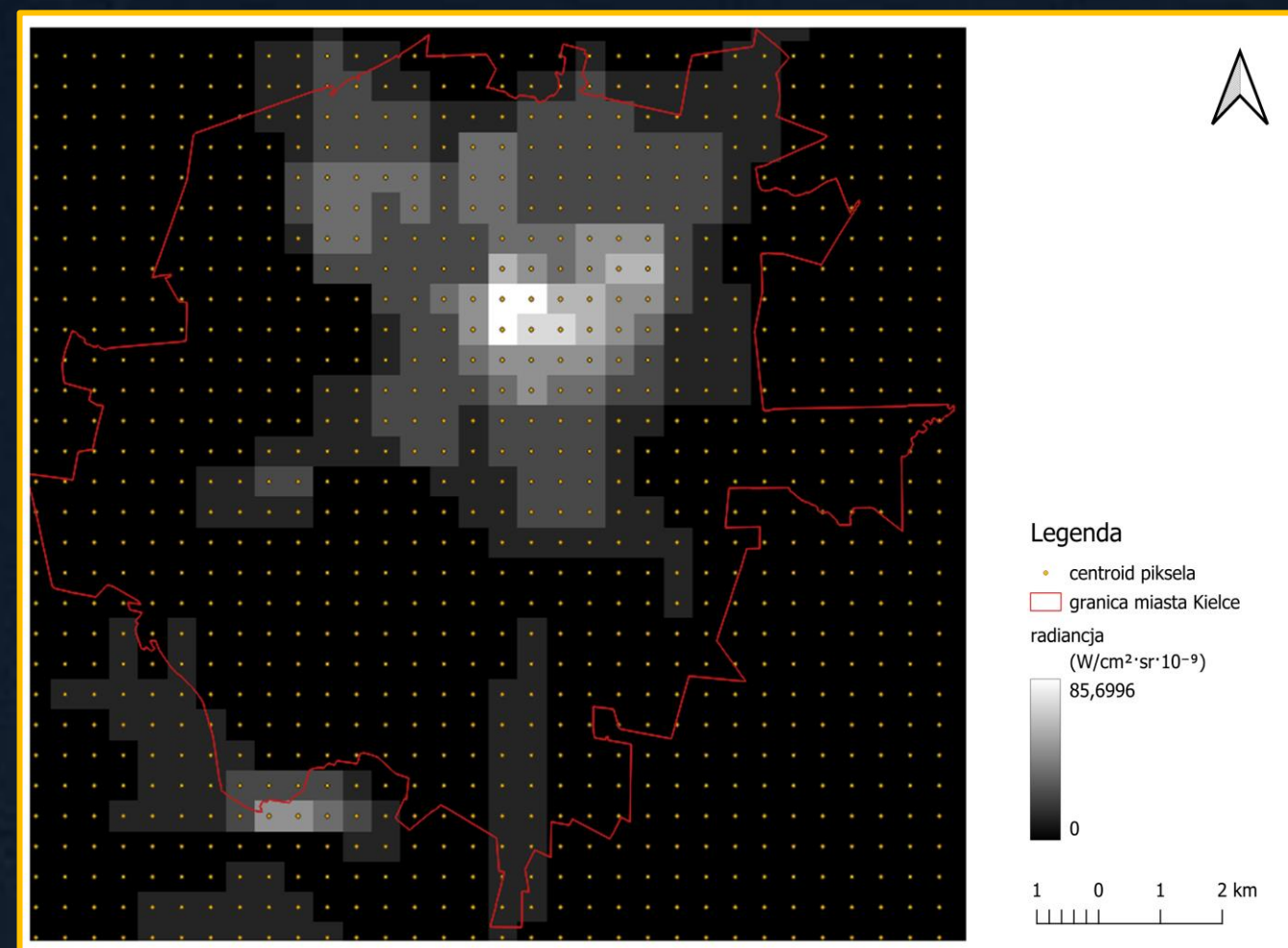
- Wykorzystano nocne dane satelitarne VIIRS z 2024 r. (średnie wartości radiancji dla danych oczyszczonych, rozdzielczość 0,5 × 0,5 km).
- Na podstawie zakresu wartości radiancji opracowano klasyfikację zanieczyszczenia światłem, zmodyfikowaną względem skali zaproponowanej przez Łachowskiego i Łęczek (2021), dostosowaną do warunków miejskich.
- Raster przekształcono do postaci punktowej (centroidy pikseli), a następnie poddano interpolacji metodą triangulacji z najbliższym sąsiadem w środowisku SAGA GIS w celu uzyskania ciągłej powierzchni (Ryc.2).
- Uzyskany raster reklasyfikowano do sześciu klas natężenia zanieczyszczenia światłem oraz zestawiono z warstwą zabudowy miasta Kielce, umożliwiając identyfikację obszarów o najwyższej ekspozycji (Ryc.3)



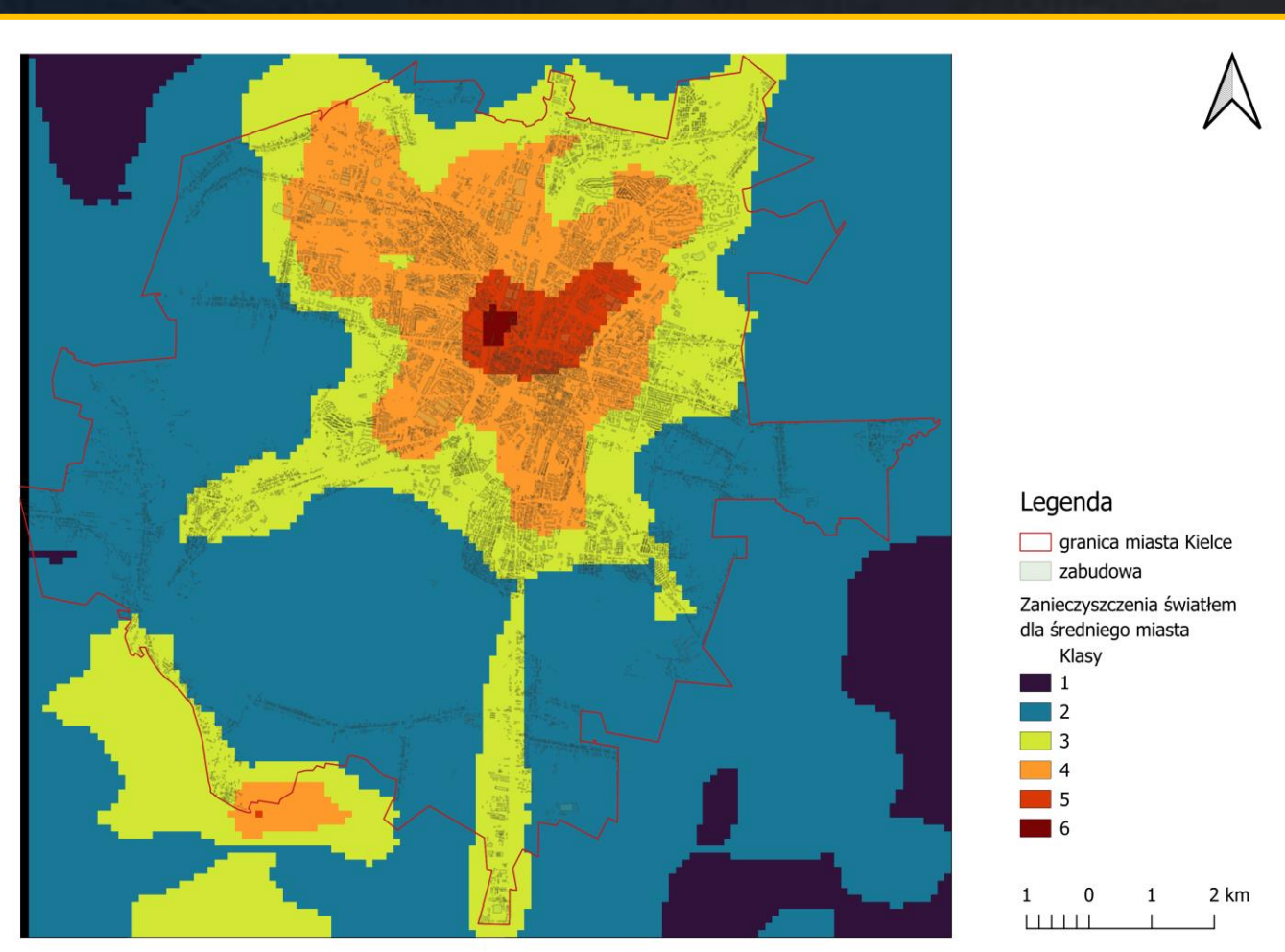
Fot. 2 Osiedle KSM nocą

## Cel

Celem pracy była przestrzenna charakterystyka stref zróżnicowanego natężenia zanieczyszczenia światłem w mieście Kielce (Ryc.1) na podstawie nocnych obserwacji satelitarnych, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów o najwyższej intensywności emisji sztucznego światła mogących powodować długofalowe negatywne skutki dla ludzi narażonych na długotrwałą ekspozycję.



Ryc. 2 Transformacja danych VIIRS



Ryc. 3 Mapa zanieczyszczenia światłem dla Kielca

## Wyniki

Analiza danych VIIRS wykazała, że cały obszar miasta Kielce znajduje się w strefie zanieczyszczenia światłem o zróżnicowanym natężeniu, (Ryc. 3). Najwyższe wartości radiancji, odpowiadające ekstremalnemu zanieczyszczeniu światłem (klasa 6), odnotowano w centralnej części miasta, charakteryzującej się najsilniejszą presją świetlną. Bardzo wysokie natężenie sztucznego oświetlenia (klasa 5) występuje m.in. na osiedlach Jagiellońska i Sady, w północnej części Baranówka i Barwinka, w zachodniej części centrum oraz na Bocianku, gdzie dominuje intensywna zabudowa oraz koncentracja funkcji usługowych, w tym sąsiedztwo centrów handlowych Korona i Echo. Zabudowa wielorodzinna osiedli KSM, Herby, Ślichowice, Świętokrzyskie, Na Stoku, Pakosz oraz Pod Karczówką będące „sypialniami miasta” znajdują się w klasie 4, odpowiadającej wysokiemu zanieczyszczeniu światłem. Natomiast obszary zabudowy jednorodzinnej cechują się niższymi wartościami radiancji i dominują w klasie 3, określanej jako podwyższone zanieczyszczenie światłem. Obszary umiarkowane w mieście Kielceto rezerwy oraz tereny zieleni urządzonej.

## Wnioski

- Cały obszar miasta Kielce znajduje się w strefie zanieczyszczenia światłem o zróżnicowanym natężeniu, co potwierdza powszechny problem zjawiska w środowisku miejskim.
- Stała, całoroczna ekspozycja obszarów zamieszkania na sztuczne oświetlenie nocą może negatywnie wpływać na jakość życia mieszkańców poprzez zaburzenie rytmu dobowego oraz procesów regeneracyjnych organizmu (Tabaka, 2022).
- Najwyższe natężenie zanieczyszczenia światłem występuje w strefach centralnych oraz w sąsiedztwie dużych obiektów handlowych, podczas gdy obszary zabudowy jednorodzinnej charakteryzują się relatywnie niższymi wartościami radiancji.
- Zastosowanie analizy nocnych danych satelitarnych VIIRS umożliwia niskokosztową i obiektywną identyfikację obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie światłem, stanowiąc użyteczne narzędzie wspierające planowanie przestrzenne i ograniczanie emisji sztucznego oświetlenia w miastach.

## Bibliografia

- Cyunel, M., Czaplicka, A. i Stocheł-Cyunel, J. (2015) *Oświetlenie miejskie w kontekście zanieczyszczenia światłem*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Karpińska, D. i Kunz, M. (2023) 'Measuring light pollution in the night sky – from technology demonstrator to monitoring system', *Civil and Environmental Engineering Reports*, 33(1), s. 53–70. DOI: 10.59440/ceer-2023-0004.
- Łachowski, W. i Łęczek, A. (2021) 'Zanieczyszczenie światłem w wybranych miastach Polski – analiza pomiarów z wykorzystaniem VIIRS', *Urban Development Issues*, 69, s. 38–49. DOI: 10.51733/udi.2021.69.04.
- LPTT (2023) *Raport o zanieczyszczeniu światłem w Polsce*. Light Pollution Think Tank, Polska.
- Tabaka, P. (red.) (2022) *Sztuczne światło nocą – między zagrożeniem a rozwojem*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. DOI: 10.34658/9788366741461.