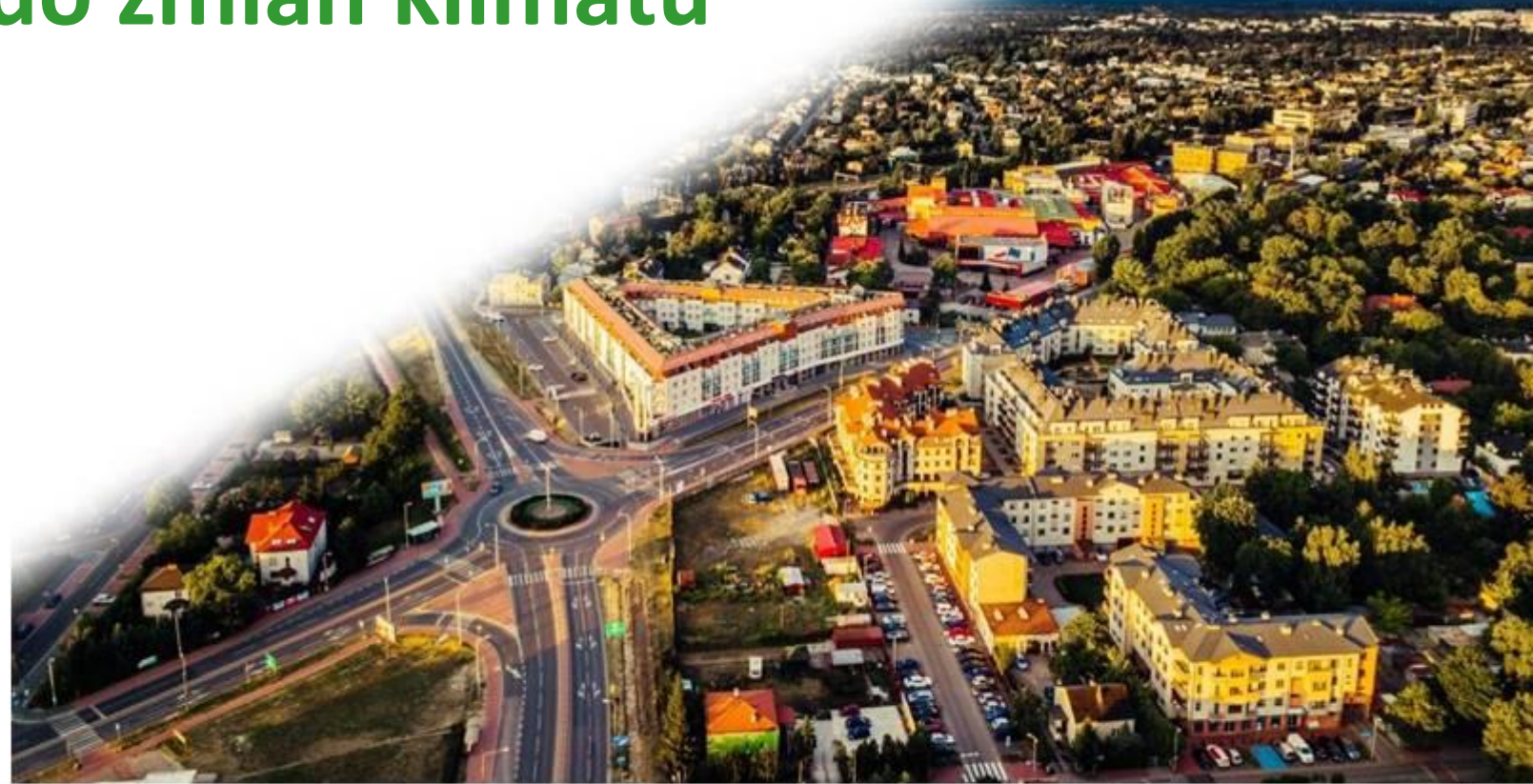


# Zielone dachy jako narzędzie mitygacji i adaptacji do zmian klimatu

dr inż. arch. Justyna Rubaszek

dr inż. Marta Weber-Siwirska

POLSKIE STOWARZYSZENIE „DACHY ZIELONE”



**Globalne zmiany klimatu według najnowszego szóstego raportu IPCC  
(Intergovernmental Panel on Climate Change -- Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu)  
„Zmiana klimatu 2022: Konsekwencje, adaptacja i podatność”**

- fale upałów, długotrwałe susze, deszcze ekstremalne, powodzie i podtopienia, niedobór wody pitnej

**Zmiany klimatu negatywnie wpływają na strukturę ekosystemów, gospodarkę, zdrowie człowieka**

**Dalsze opóźnianie globalnie skoordynowanych działań na rzecz adaptacji i zmniejszenia emisji może być katastrofalne w skutkach !**

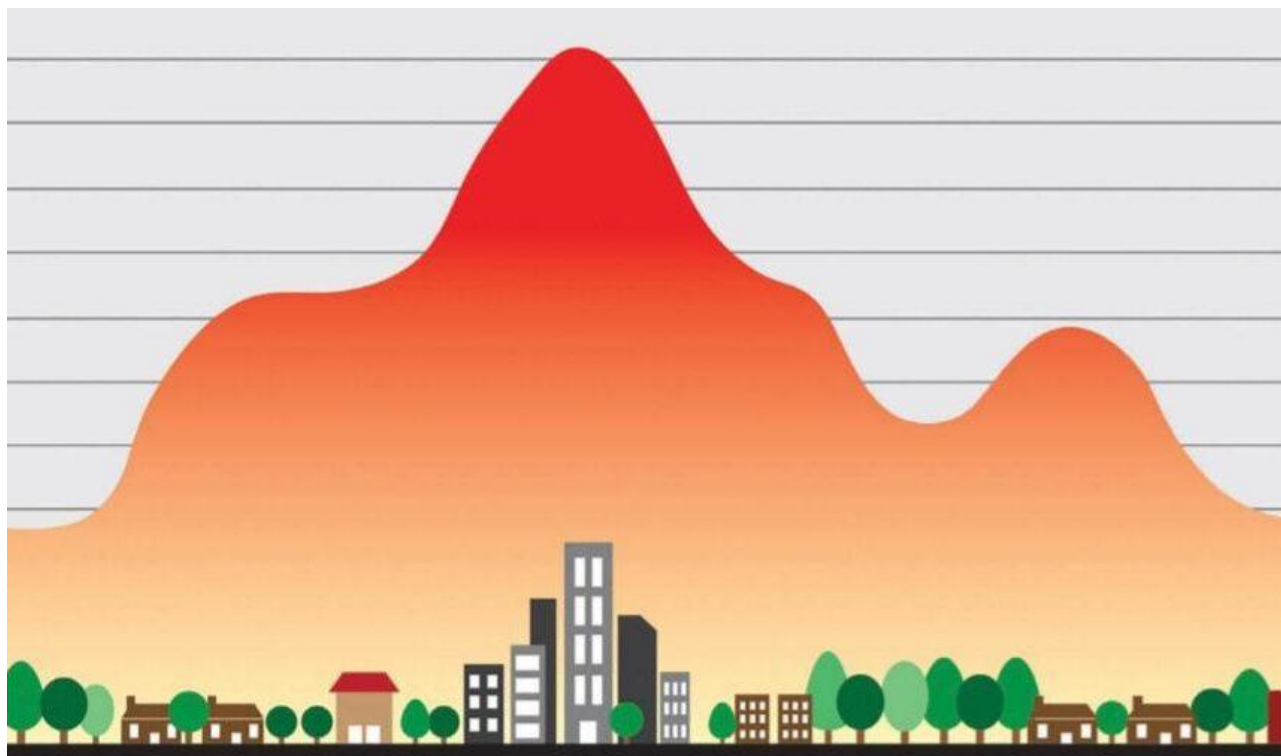
Skutki zmian klimatycznych stają się szczególnie dotkliwe na terenach zurbanizowanych



Fot. J. Rubaszek

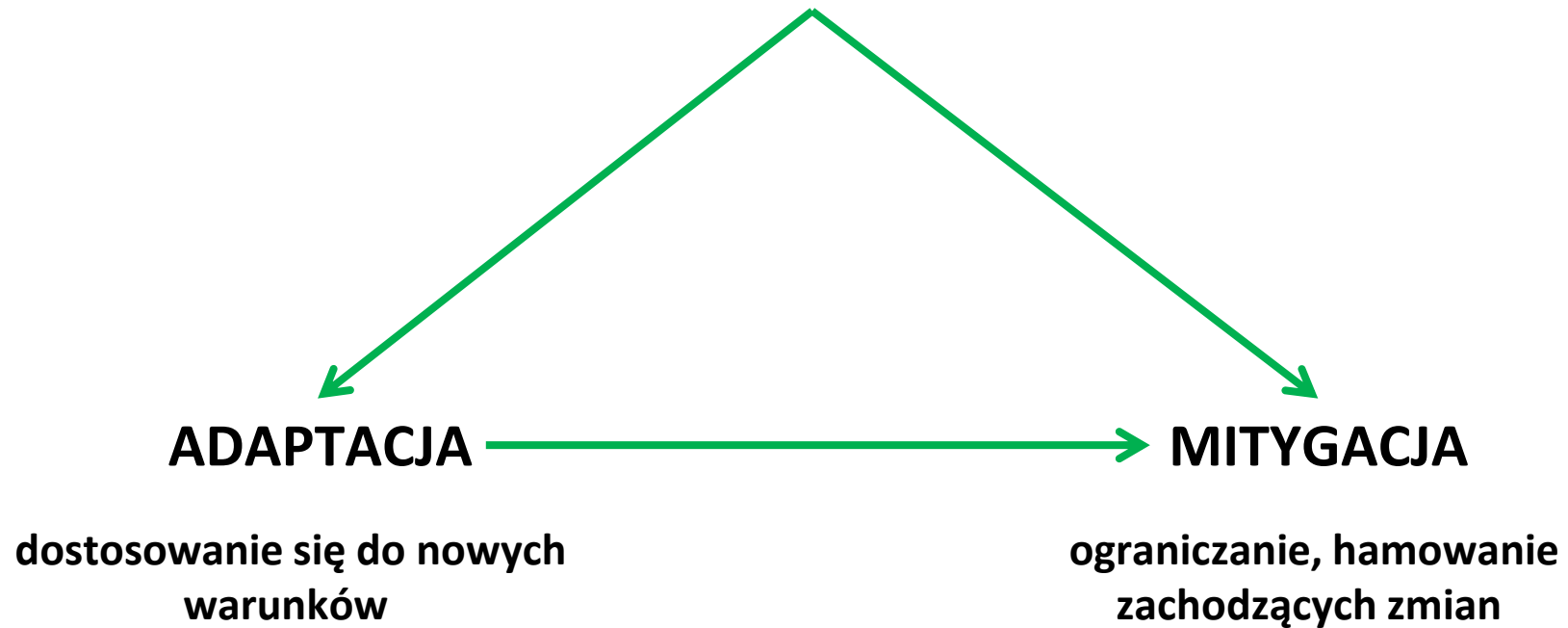
Duża gęstość zabudowy i dominacja powierzchni utwardzonych wpływają na podwyższenie temperatury powietrza, zaburzają naturalną cyrkulację wody - zwiększają spływ powierzchniowy i ograniczają jej ilość w glebie...

## Zmiany klimatu zaostwiają zjawisko Miejskiej Wyspy Ciepła



Schemat ideowy rozkładu temperatur nad miastem  
– najgorętsze obszary to te najintensywniej zabudowane o najmniejszym udziale zieleni  
(<https://www.ennomotive.com/urban-heat-islands>)

# Działania podejmowane w obliczu zmian klimatycznych



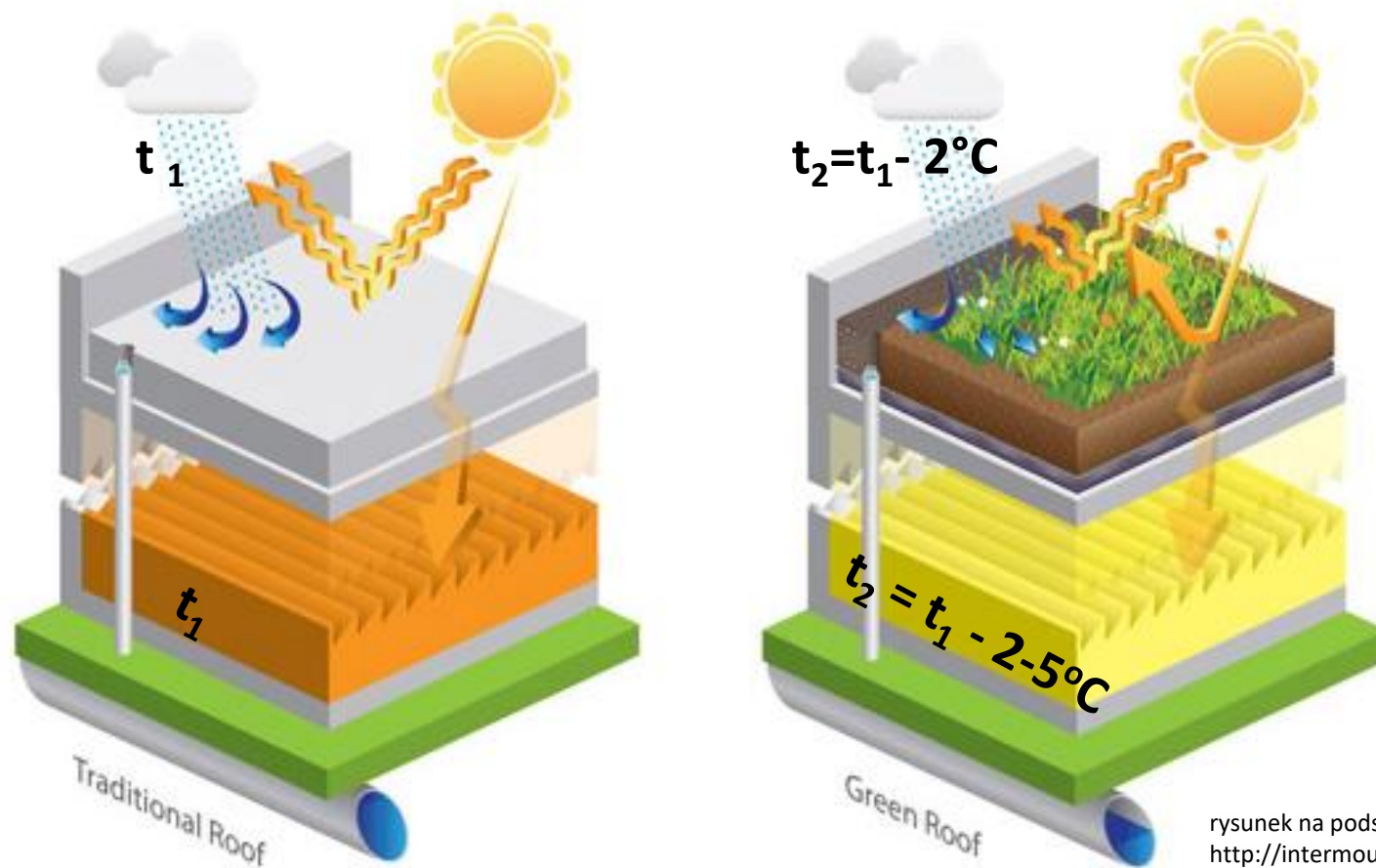
## Zielone dachy - efektywne rozwiązanie wspierające adaptację do zmian klimacycznych i ograniczanie tych zmian



<https://www.construction21.org/articles/h/all-you-need-to-know-about-green-roof-construction.html>

Dachy budynków stanowią aż 27.8% wszystkich powierzchni nieprzepuszczanych na terenach zurbanizowanych w skali globu. Należą przy tym do najgorętszych powierzchni miast w ciągu dnia; odpowiadają zarówno za pochłanianie ciepła jak i jego oddawanie do atmosfery (Jacobson & Ten Hove 2012)

## Zmniejszenie temperatury powierzchni dachu i powietrza oraz termoizolacja budynku



rysunek na podstawie:  
<http://intermountainroofscapes.com/benefits>

20 cm warstwa substratu i 20-40 cm warstwa roślin ma te same właściwości izolacyjne co 15 cm warstwa wełny mineralnej  
Maksymalna temperatura dachów z pokryciem bitumicznym: 80-100°C, maksymalna temperatura dachów zielonych: 25-40°C

## Redukcja śladu węglowego

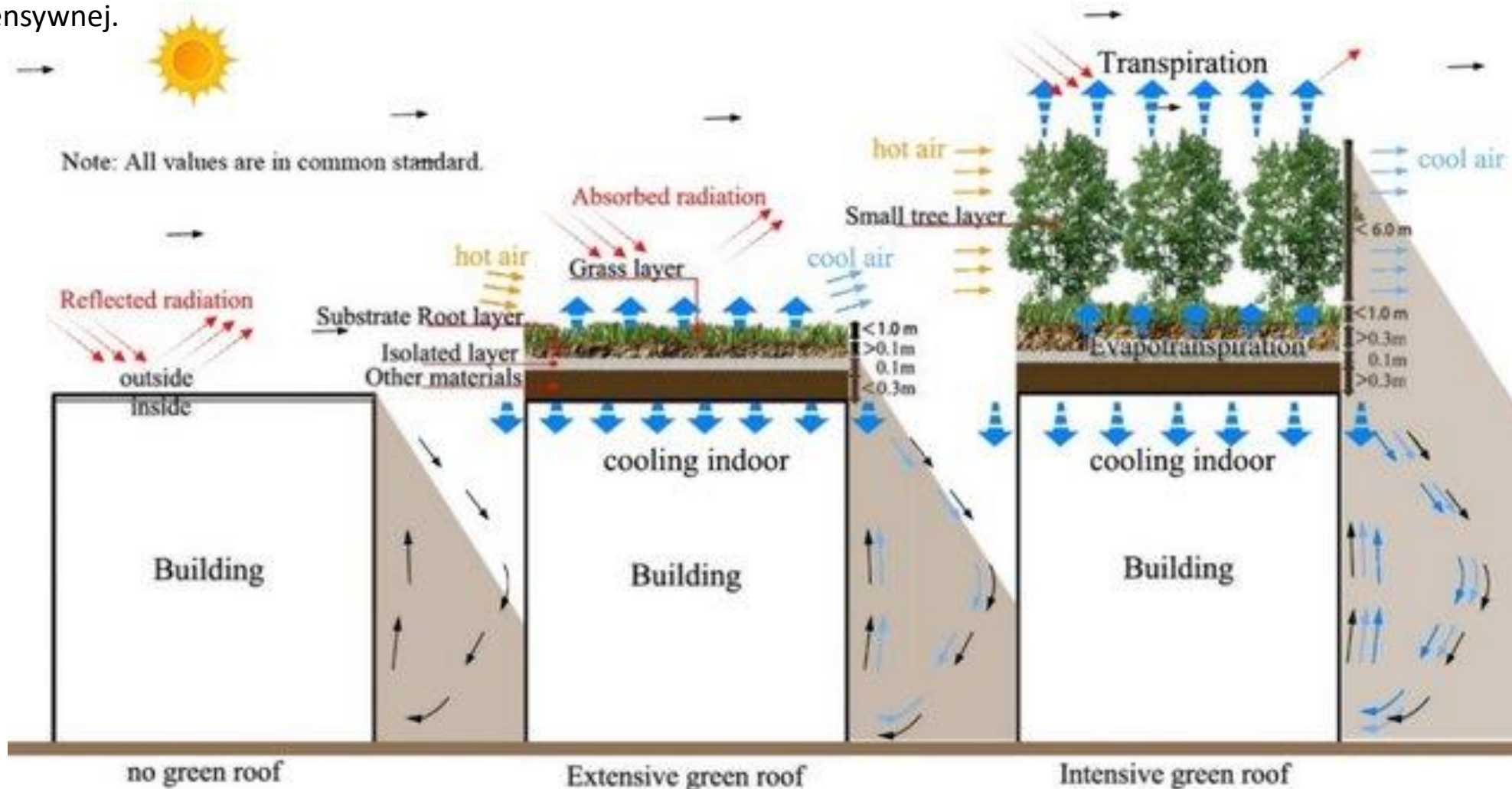


Fot. M. Weber-Siwirska

Zagospodarowanie zielenią dachów i elewacji budynków pozwala na obniżenie kosztów klimatyzacji w zakresie 17–79% w skali roku i 0,6–19,5% w całościowym rozliczeniu zużycia energii w budynku



Poziom redukcji temperatury otoczenia zależy od zastosowanych roślin: gęstości ulistnienia, wielkości roślin, nawadniania. Oddziaływanie termiczne dachów w uprawie intensywnej lub półintensywnej jest w związku z tym wyższe niż w uprawie ekstensywnej.



(Zhang i in. 2019)



<https://urbanstrong.com/blog/green-roofs-trickledown-benefits>

Oddziaływanie termiczne zielonych dachów zależy również od wielkości pokrytej zielenią powierzchni jej lokalizacji; im większa jest gęstość dachów na danym obszarze, tym ich oddziaływanie termiczne jest korzystniejsze (Aleksandri & Jones 2008)



Przy 5% zwiększeniu powierzchni biologicznie czynnej w dużych aglomeracjach miejskich średnia letnia temperatura spadła nawet o 2,2°C. Spowodowało to zmniejszenie smogu o 10%.

*Badania Laboratorium Lawrence Berkley*

*Fot. M. Weber-Siwirska*

## Poprawa jakości powietrza

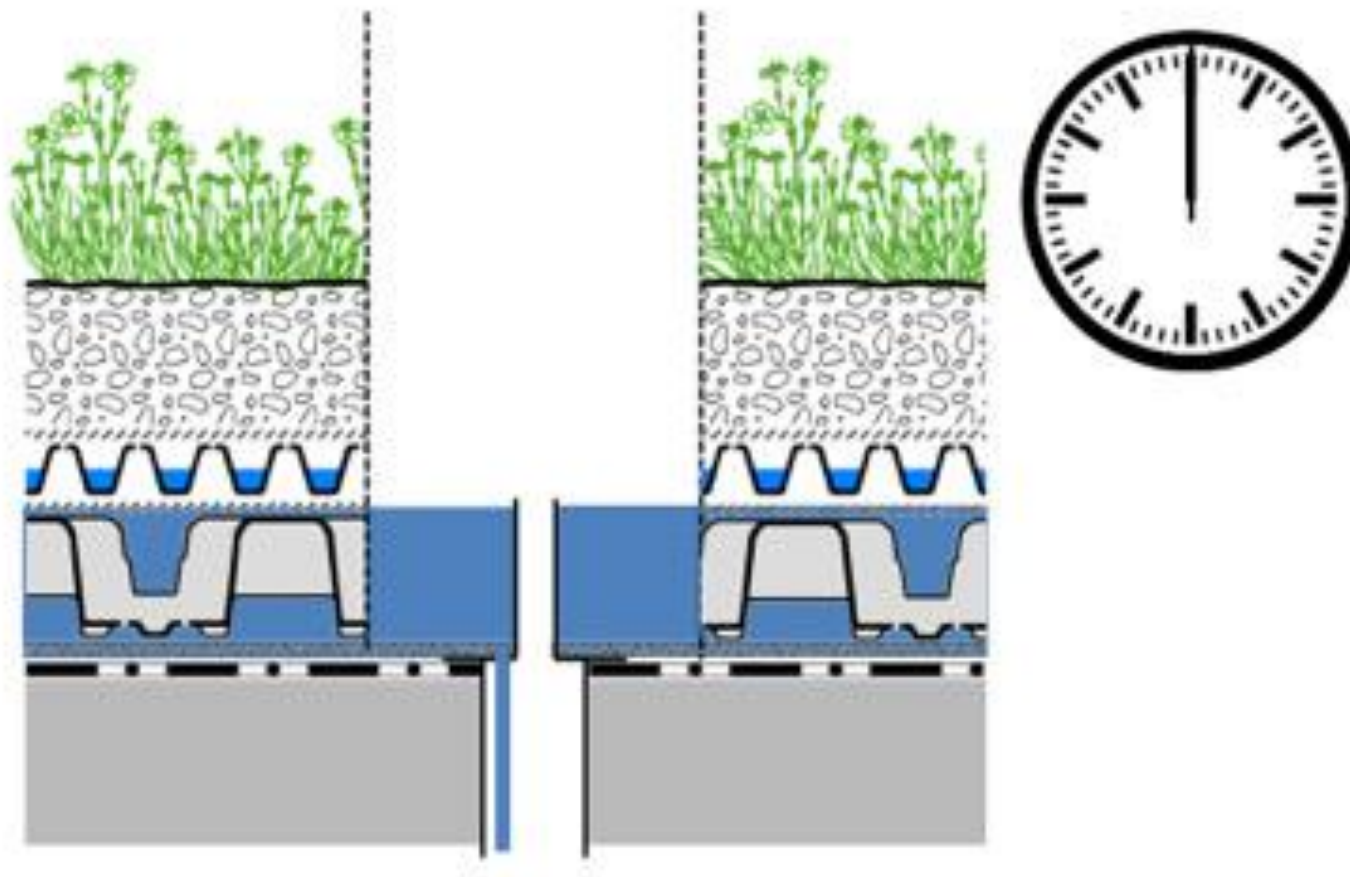
- w procesie fotosyntezy 155 m<sup>2</sup> powierzchni biologicznie czynnej produkuje wystarczającą ilość tlenu dla jednej osoby na dobę
- 1 m<sup>2</sup> powierzchni traw na zielonym dachu pochłania rocznie 0,2 kg cząstek pyłów znajdujących się w powietrzu



Fot. M. Weber-Siwirska

<https://www.optigruen.pl/>

## Retencja wody opadowej i ograniczanie jej spływu (szczególnie istotne w przypadku deszczy nawalnych)





Fot. archiwum Dorken Delta Folie

Dachy balastowane żwirem są mniej skuteczne w zakresie retencji wody niż dachy z zielenią.

## Lokalne przepisy i programy finansowe na rzecz zielonych dachów - przykład Bazylei w Szwajcarii



Dotacje w latach 1996-1997 do 20 CHF/m<sup>2</sup>, w 2005-2007 do 30-40 CHF/m<sup>2</sup> (w tym drugim przypadku tylko na modernizację istniejących budynków). Program był finansowany z Funduszu Oszczędzania Energii, który stanowił 5% wszystkich rachunków za energię od klientów w kantonie Bazylea.

<https://www.greenroofs.com/projects/klinikum-2-cantonal-hospital-of-basel/>  
Fot. dr. Stephan Brenneisen

## Lokalne przepisy i programy finansowe na rzecz zielonych dachów - przykład Bazylei w Szwajcarii

Prawo Budowlane miasta Bazylei (nowelizacja 2002 r.) i rozporządzenie 2010 r.: obowiązek zazieleniania nowych i modernizowanych dachów budynków w sposób sprzyjający bioróżnorodności



<https://www.greenroofs.com/projects/klinikum-2-cantonal-hospital-of-basel/>  
Fot. dr. Stephan Brenneisen



<https://jim-labbe.travellerspoint.com/16/>

W 2019 r. Bazylea miała na świecie największą pow. zielonych dachów – 5.71 m<sup>2</sup>/mieszkańca



## Dachy biosolarne – zazielenienie powierzchni dachów i instalacja ogniw fotowoltaicznych



Fot. archiwum Optigruen



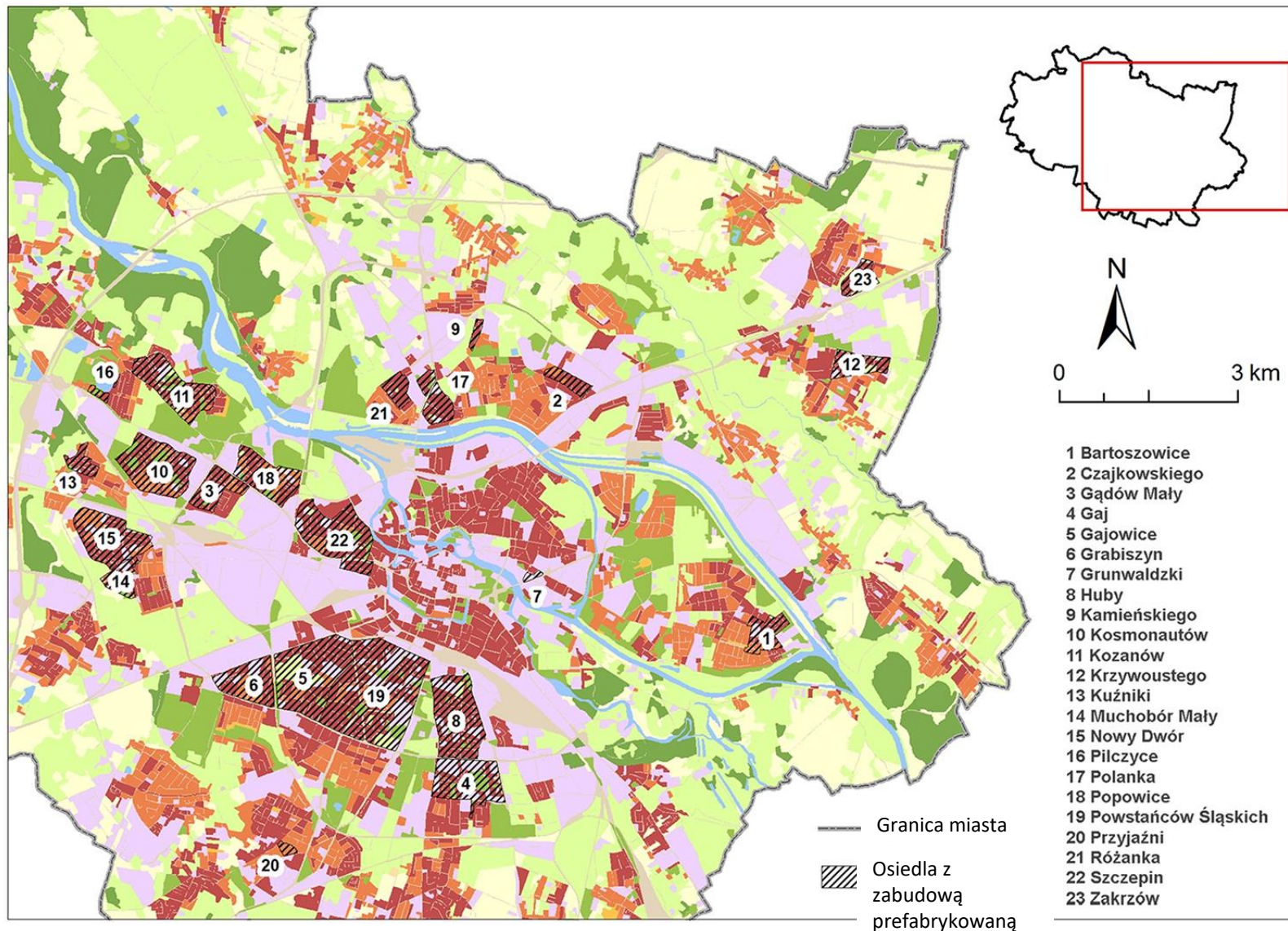
Fot. archiwum Optigruen

## Realizacja zielonych dachów na budynkach istniejących - eko-renowacje budynków

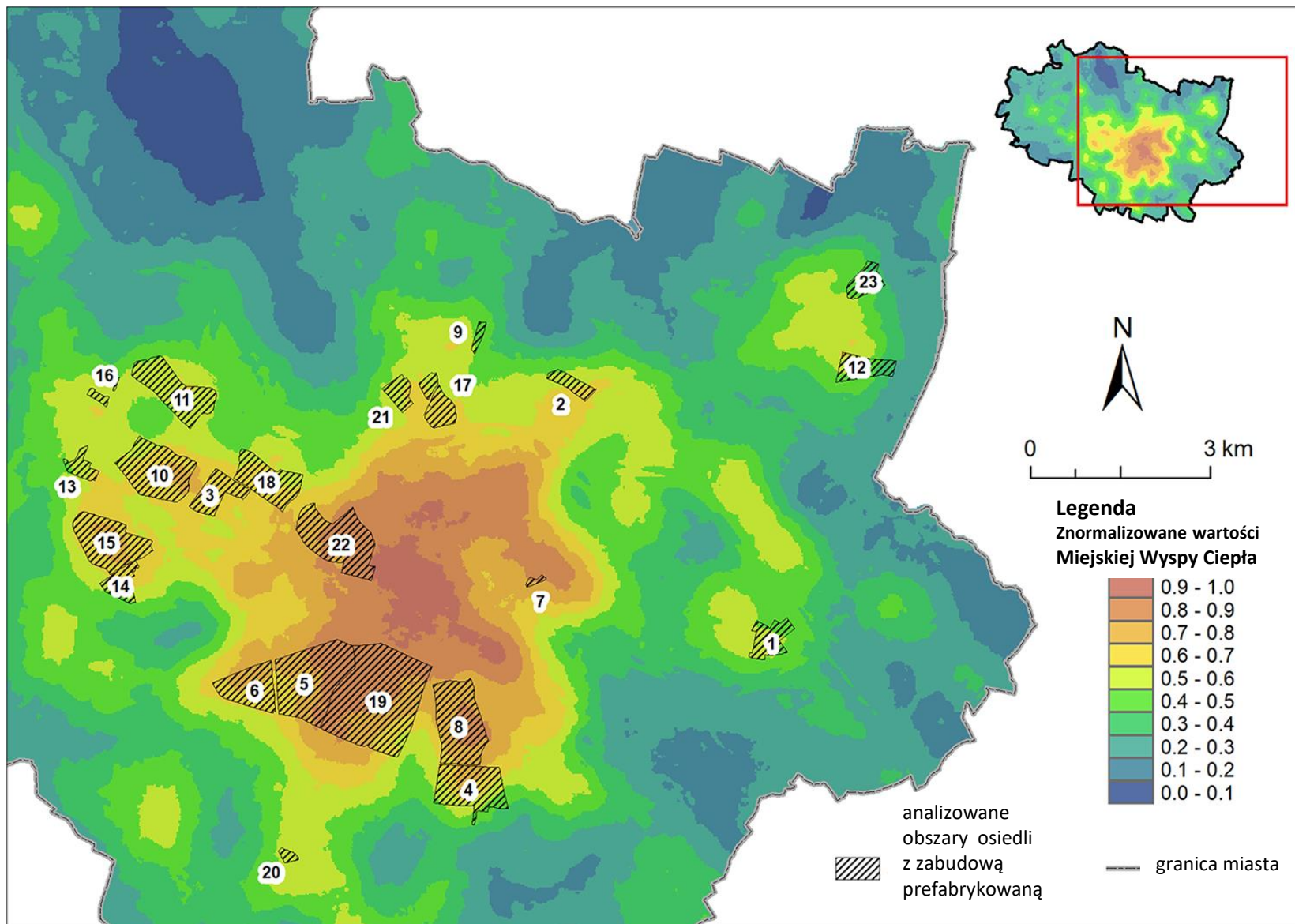


Fot. J. Rubaszek

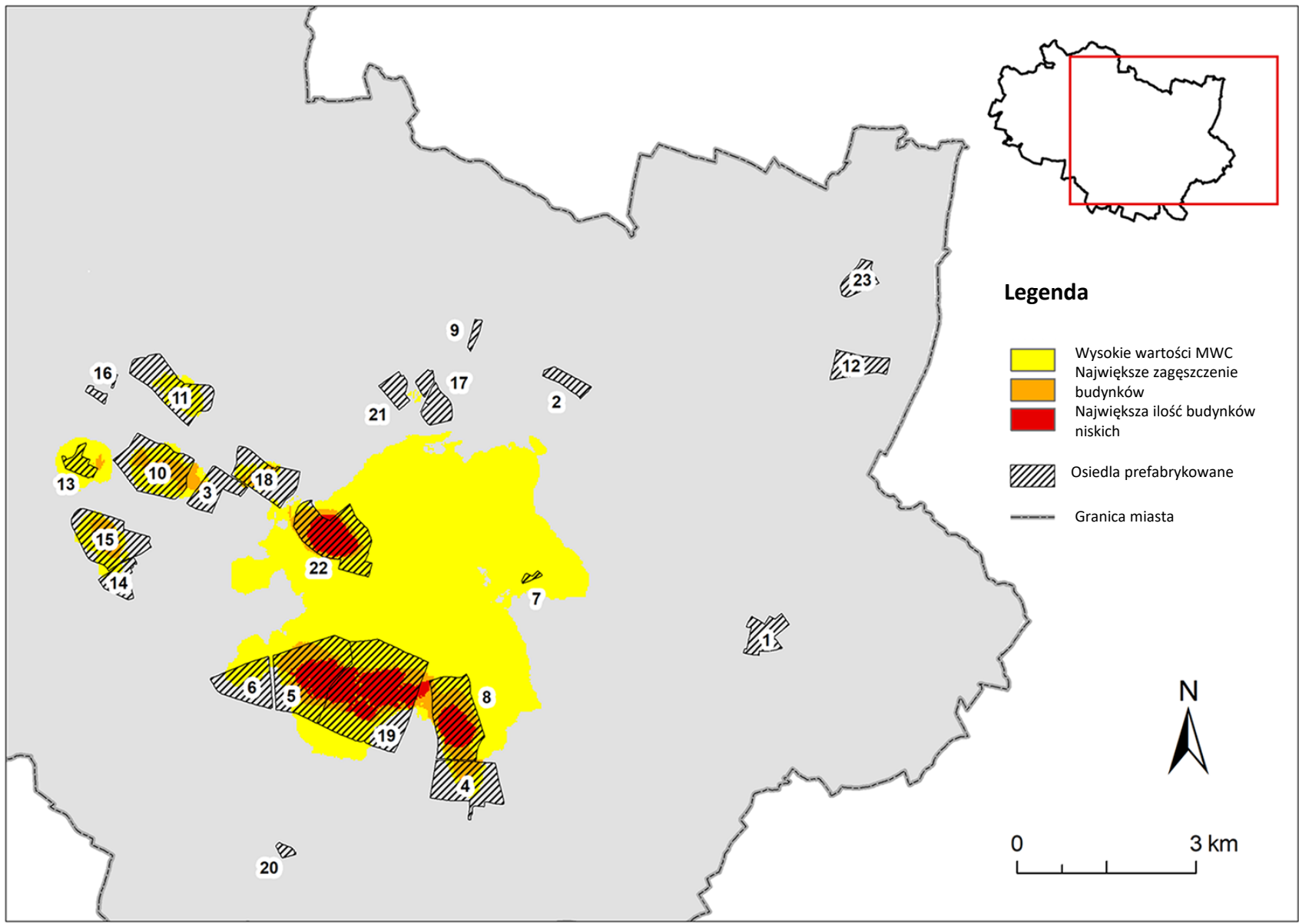
Do dziś osiedla prefabrykowane, budowane w II poł. XX w., zamieszkuje znaczny odsetek ludności – w Europie Zachodniej odsetek ten wynosi poniżej 10%, podczas gdy w krajach postsocjalistycznych ok. 40% [Dekker i in. 2005].  
W Polsce liczba mieszkań wybudowanych w budynkach prefabrykowanych z tego okresu to ok. 5 200 600 [Carmin i in. 2010].



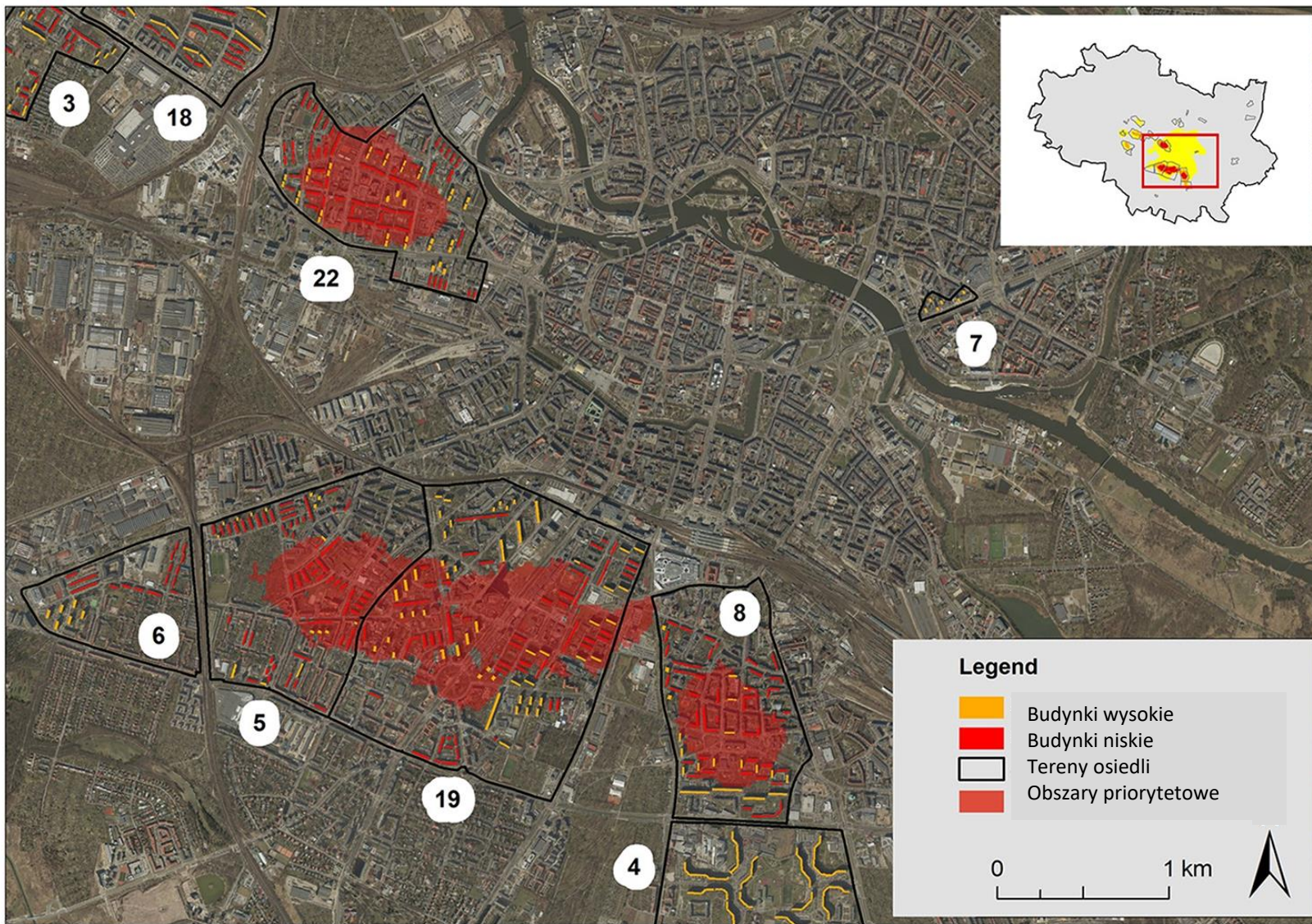
Rubaszek i in. (2021). Procedure for the selection and evaluation of prefabricated housing buildings for the implementation of green roofs in the context of Urban Heat Island mitigation. The example of Wrocław, Poland. PLoS ONE 16(10): e0258641.



Rubaszek i in., 2021



Rubaszek i in., 2021



We Wrocławiu w granicach analizowanych osiedli znajduje się 1962 budynków prefabrykowanych o łącznej powierzchni dachów 722 405 m<sup>2</sup>; 480 budynków o powierzchni dachów 122 749,1 m<sup>2</sup> położonych jest w obszarach priorytetowych (Rubaszek i in. 2021)



**POLSKIE STOWARZYSZENIE  
DACHY ZIELONE**

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

e-mail: [biuro@psdz.pl](mailto:biuro@psdz.pl)

[www.psdz.pl](http://www.psdz.pl)

[justyna.rubaszek@upwr.edu.pl](mailto:justyna.rubaszek@upwr.edu.pl)