

Wykorzystanie metod teledetekcyjnych do wyznaczania powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła, na przykładzie wybranych miast Górnośląsko - Zagłębiowskiej Metropolii



Prezentuje: dr Joachim Bronder

Zespół autorski: Janina Fudała, Ádám Nádudvari, Joachim Bronder i Marta Fudała

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych

Miejsce i data: Warszawa, 22 listopada 2018 r.

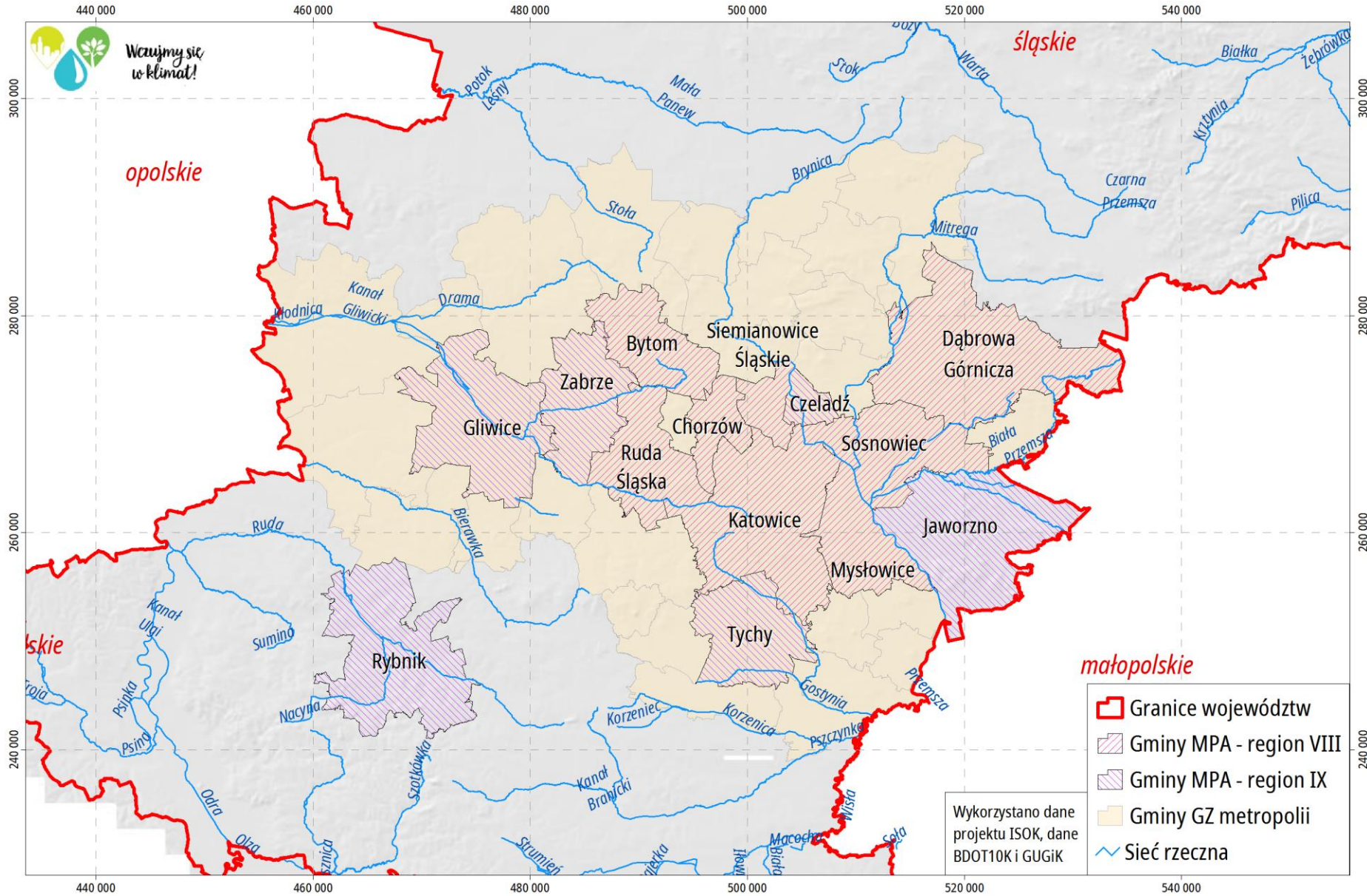
Plan prezentacji

- Wprowadzenie
- Definicja miejskiej wyspy ciepła (MWC)
- Metody wyznaczania MWC
- Metoda wyznaczania zasięgu powierzchniowej wyspy ciepła dla miast > 100 tys. mieszkańców
- Przykłady opracowania PMWC dla miast > 100 tys. mieszkańców
- Wnioski

Prezentację opracowano na podstawie wyników badań własnych (opublikowanych w *E3S Web of Conferences, Volume 28, 2018, X-th Scientific Conference Air Protection in Theory and Practice*) oraz prac prowadzonych w ramach projektu „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców” koordynowanego przez Ministerstwo Środowiska, a realizowanego przez konsorcjum w składzie: IOŚ PIB, IMGW PIB, IETU i Arcadis.

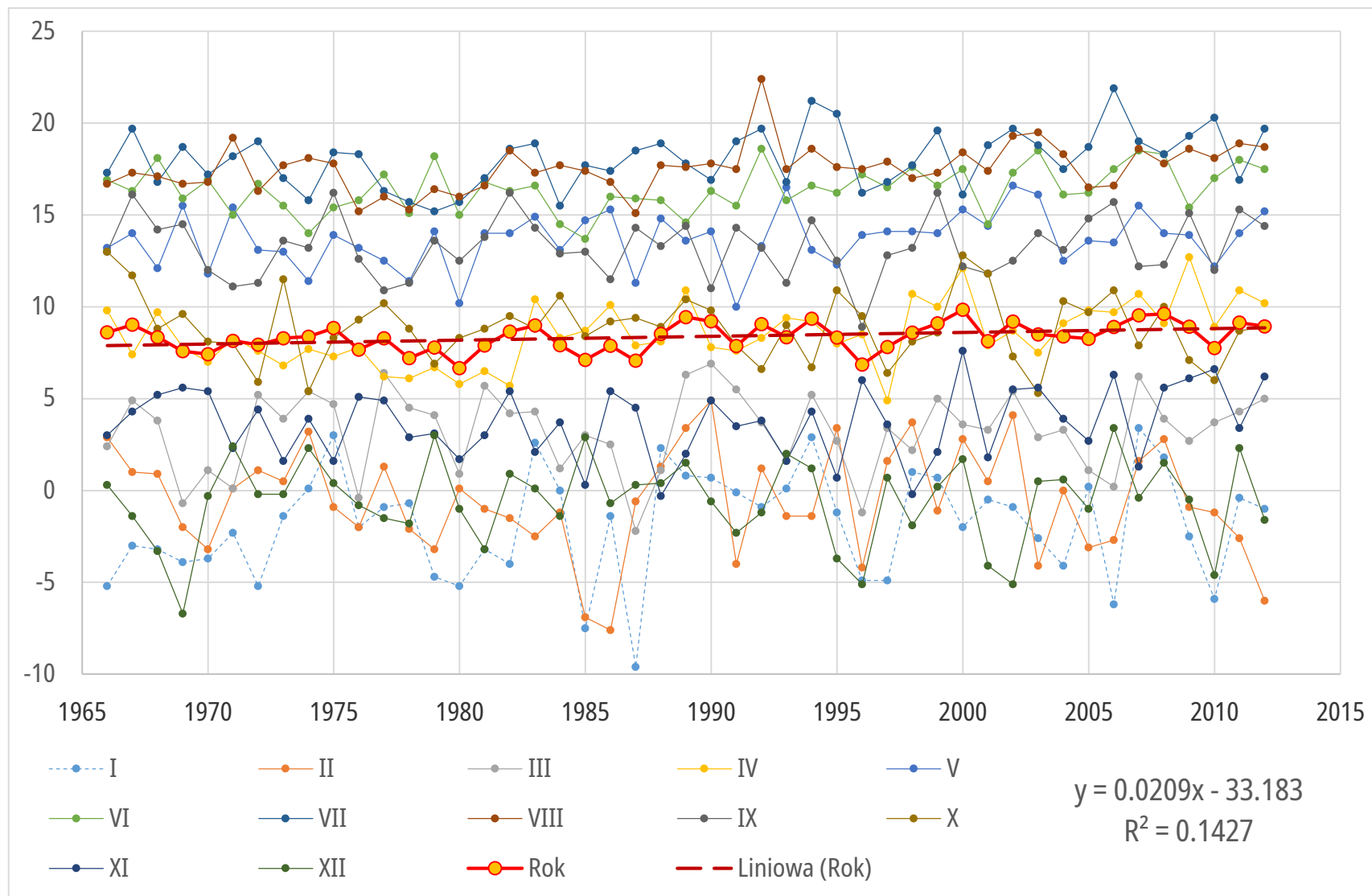
TŁO PREZENTACJI

Gminy Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii oraz miasta Regionów VIII oraz IX projektu MPA



Zmiany średnich miesięcznych temperatur powietrza w wieloleciu 1966 – 2012 w Chorzowie

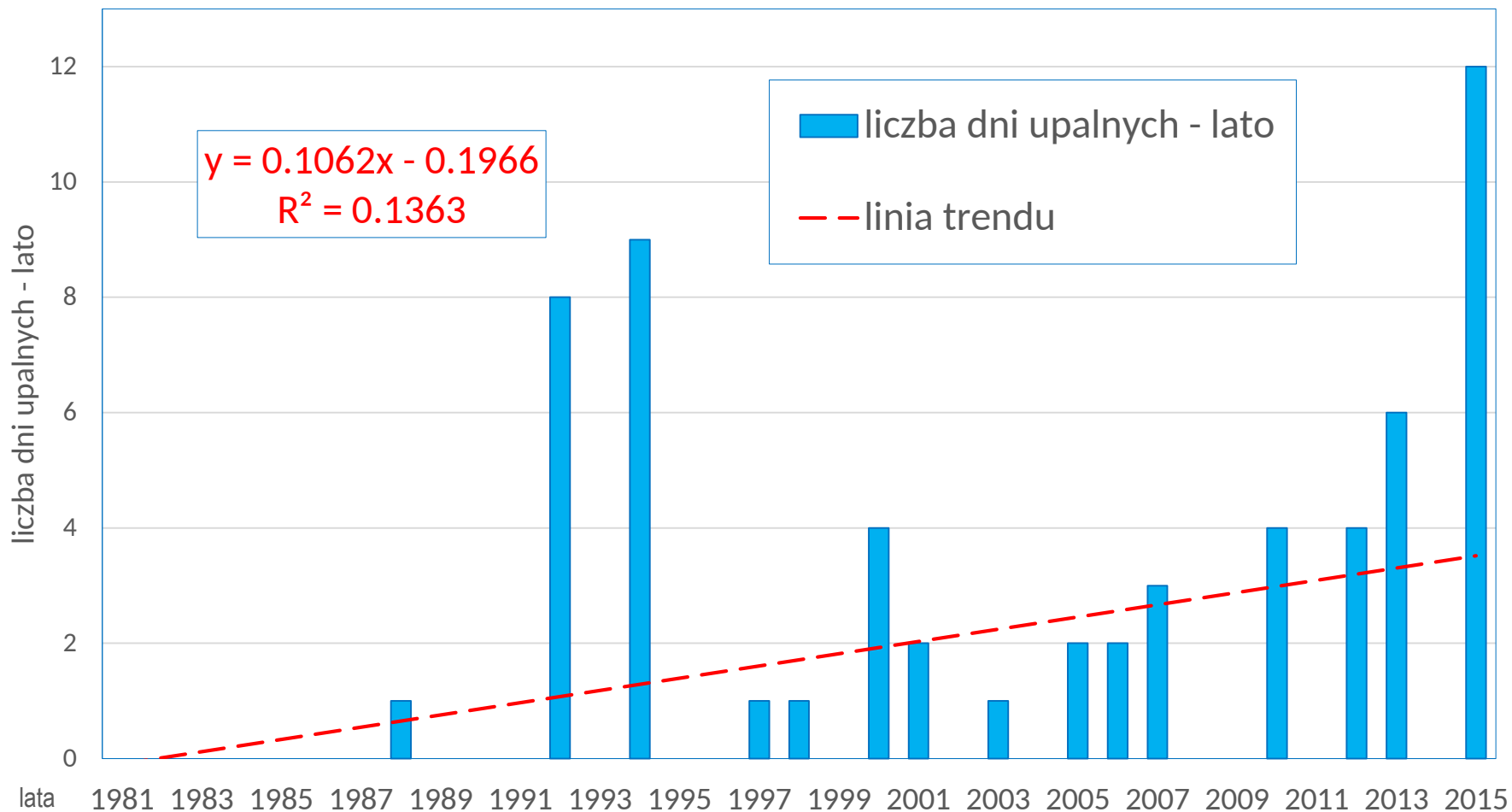
Źródło: Planetarium Śląskie



Trendy zmian parametrów temperatury powietrza w latach 1981 - 2015

Źródło: Opracowanie IETU w oparciu o dane IMGW PIB, Stacja Muchowiec w Katowicach

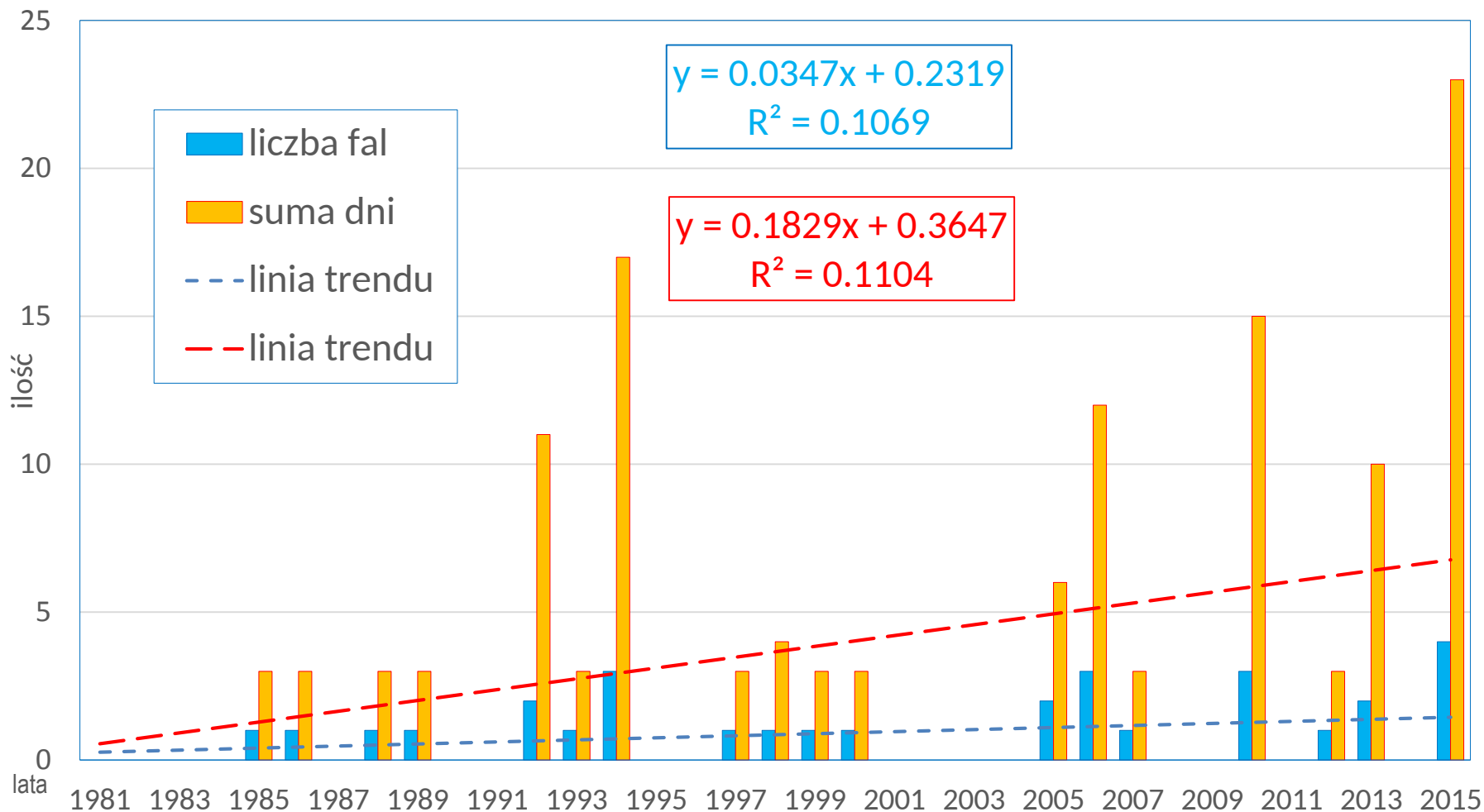
Stacja Katowice - liczba dni upalnych > 98 percentyla (32,5°C)



Trendy zmian parametrów temperatury powietrza w latach 1981 - 2015

Źródło: Opracowanie IETU w oparciu o dane IMGW PIB, Stacja Muchowiec w Katowicach

Stacja Katowice - fale upałów ($T_{MAX} > 30^{\circ}C$)

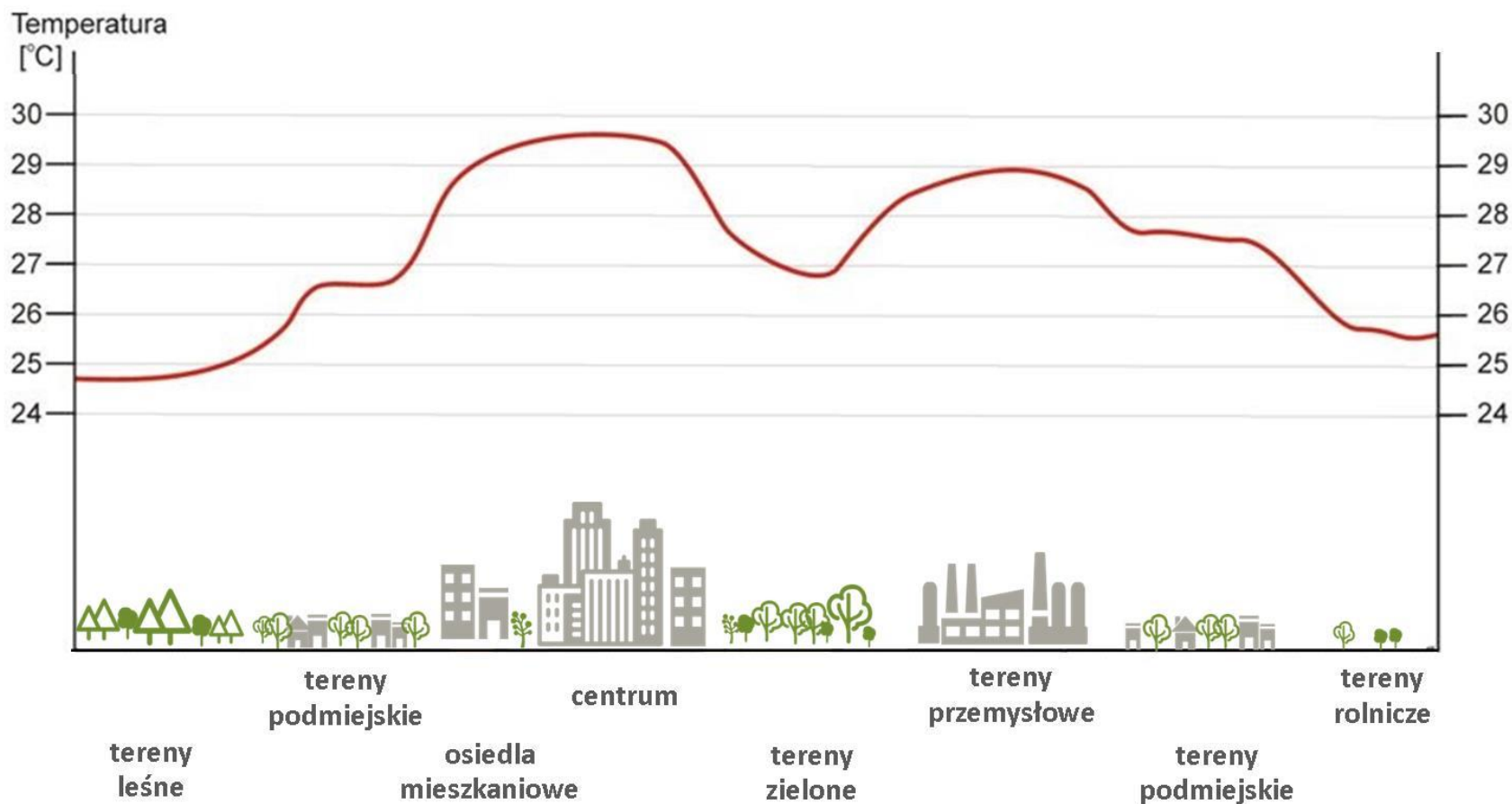


Obserwowane trendy zmian czynników klimatycznych na obszarze Metropolii Górnośląsko-Zagłębiowskiej

- Wzrost średniej rocznej temperatury powietrza
- Wzrost liczby dni z temperaturami maksymalnymi (dni upalnych) w ciągu miesięcy letnich (32,5°C dla stacji Katowice Muchowiec)
- Wzrost liczby dni w falach upałów ($T_{MAX} > 30^{\circ}C$)

- ✓ Istnienie wyraźnej miejskiej wyspy ciepła, szczególnie w obrębie zwartej zabudowy wielorodzinnej

Schemat przekroju przestrzennego miejskiej wyspy ciepła (MWC)



Źródło: IETU

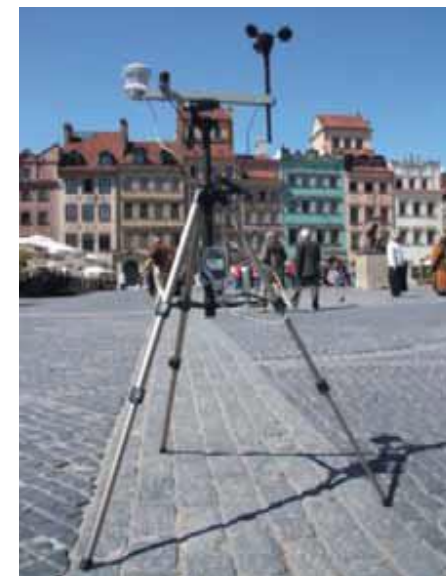
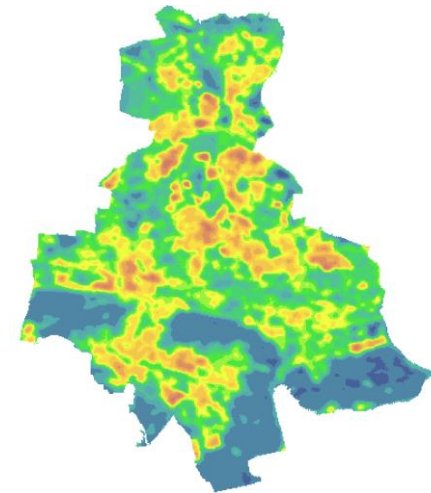
Definicja miejskiej wyspy ciepła (MWC)

- Jest zjawiskiem **mikroklimatycznym** powszechnie występującym w obszarach miejskich
- Zjawisko MWC polega na **znacznym podwyższeniu temperatury w mieście w stosunku do otaczających je terenów peryferyjnych**, co można porównać do wyspy ciepła (lub niekiedy archipelagu wysp) otoczonej „oceanem” względnego chłodu
- Powstanie MWC jest wynikiem:
 - ✓ *zmniejszonego albedo różnorodnych sztucznych powierzchni w mieście oraz samej geometrii miasta*
 - ✓ *zmienionej struktury promieniowania długofalowego (cieplnego) na obszarach zabudowanych*
 - ✓ *małego udziału naturalnych powierzchni roślinnych*
 - ✓ *aktywności człowieka*
 - ✓ *efektu cieplarnianego towarzyszącego miastu*

Cechy powierzchniowej i atmosferycznej MWC

Miejska wyspa ciepła	Powierzchniowa	Atmosferyczna
Czas występowania	<ul style="list-style-type: none"> występuje w dzień i w nocy najbardziej intensywna w ciągu dnia 	<ul style="list-style-type: none"> w dzień może być niewielka lub nie występować wcale najbardziej intensywna w nocy i o świcie
Intensywność	<ul style="list-style-type: none"> w dzień: 10-15°C w nocy: 5-10°C 	<ul style="list-style-type: none"> w dzień: 1-3°C w nocy: 5-12°C
Metoda identyfikacji	pomiary pośrednie: <ul style="list-style-type: none"> teledetekcja 	pomiary bezpośrednie: <ul style="list-style-type: none"> stacje meteorologiczne pomiary mobilne
Sposób przedstawiania	<ul style="list-style-type: none"> zdjęcia termalne mapy izoterm 	<ul style="list-style-type: none"> mapy izoterm

- Stosowane obecnie metody badania MWC pozwalają na określenie zróżnicowania temperatury powietrza (pomiarzy naziemne) lub temperatury powierzchni (termalne obrazy lotnicze lub satelitarne)
- W tym celu wykorzystywane są dane zarówno ze standardowych stacji meteorologicznych, jak również dane ze specjalnych sieci obserwacyjnych, pomiarów mobilnych lub termicznych obrazów lotniczych czy satelitarnych.



Zdjęcie: K. Lindner -Cendrowska

Metoda wyznaczania intensywności miejskiej wyspy ciepła MWC w zależności od liczby mieszkańców (POP) i sposobu użytkowania ziemi¹

L.p.	Użytkowanie ziemi	Formuła
1	Zabudowa zwarta wysoka	$MWC = 0,0012 \cdot POP + 0,3695$
2	Zabudowa zwarta niska	$MWC = 0,0011 \cdot POP + 0,1314$
3	Zabudowa luźna wysoka	$MWC = 0,4456 \cdot \ln(POP) - 1,8737$
4	Zabudowa luźna niska	$MWC = 0,0954 \cdot \ln(POP) - 0,4286$
5	Zabudowa śródleśna	$MWC = 0,0451 \cdot \ln(POP) + 0,0601$
6	Zabudowa przemysłowa	$MWC = 0,0432 \cdot \ln(POP) + 2,0003$
7	Parki miejskie	$MWC = 0,3201 \cdot \ln(POP) + 0,8732$

¹Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B., Pałczyński C. 2014. Miejska wyspa ciepła w Warszawie. Uwarunkowania klimatyczne i urbanistyczne. Wydaw. Akademickie Sedno. Warszawa. pp. 171

Metoda wyznaczania zasięgu powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w danym mieście¹

- Na obszarach miast z reguły nie są dostępne szczegółowe dane meteorologiczne. Najczęściej pomiary są wykonywane na reprezentatywnych stacjach synoptycznych, zlokalizowanych na terenach otwartych w pewnym oddaleniu od centrum miasta
- Na potrzeby opracowania Miejskich Planów Adaptacji do zmian klimatu wykorzystano tzw. powierzchniową miejską wyspę ciepła (PMWC). PMWC identyfikowana jest na podstawie pomiarów temperatury powierzchni (Błażejczyk i inni, 2014)
- Informacja o temperaturze powierzchni pozyskana została na podstawie serii termalnych zobrazowań satelitarnych pochodzących z satelity LANDSAT i ASTER. Podstawę analiz stanowiły zobrazowania zarejestrowane w czasie bezchmurnych dni sezonu letniego, z godziny **9:30-9:40** (czas przelotu satelity nad obszarem Polski).
- Pierwszym krokiem w wyznaczeniu przestrzennego zasięgu miejskiej wyspy ciepła danego miasta jest opracowanie **mapy termiki podłoża na podstawie serii kilkudziesięciu zdjęć satelitarnych**. Na tej podstawie tworzy się **mapę średniej temperatury kinetycznej powierzchni**. W przypadku tworzenia map PMWC wykorzystano kilkadziesiąt obrazów satelitarnych z okresu 1986-2016.

¹ Autorska metoda wyznaczania zasięgi powierzchniowej MWC opracowana przez zespół IETU [ref.: Fudała, J., Nádudvari, A., Bronder, J., Fudała, M., 2018, Application of satellite images analysis to assess the variability of the surface thermal heat island distribution in urban areas, E3S Web of Conferences, Volume 28, 2018, X-th Scientific Conference Air Protection in Theory and Practice]

Metoda wyznaczania zasięgu powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w danym mieście

- Drugim krokiem jest wyznaczenie izotermy granicznej, czyli minimalnej temperatury kinetycznej definiującej zasięg przestrzenny PMWC w danym mieście. Temperaturę graniczną wyznacza się według poniższego wzoru:

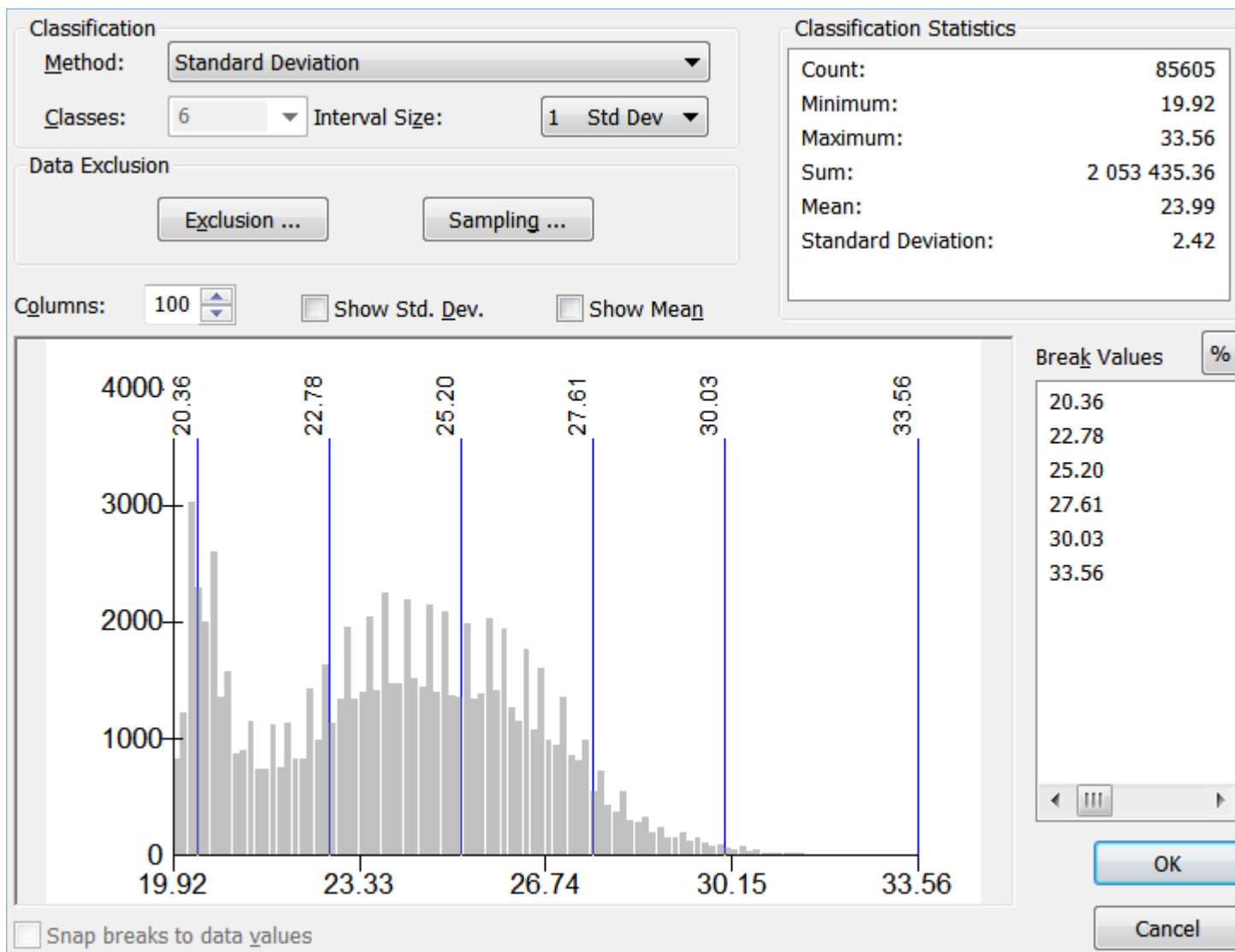
$$T_{MWC} = \left(\frac{T_{MAXi} + T_{MINi}}{2} \right) - (k \cdot STD_i)$$

gdzie:

- T_{MAXi} - maksymalna temperatura kinetyczna powierzchni w mieście i
- T_{MINi} - minimalna temperatura kinetyczna powierzchni w mieście i
- STD_i - odchylenie standardowe średniej temperatury kinetycznej miasta i
- k - współczynnik równy $\frac{1}{2}$ powierzchni sztucznej do powierzchni miasta

- Parametry powyższego równania wyznacza się w oparciu o statystykę mapy rastrowej średniej kinetycznej temperatury powierzchni. Pierwszy człon reprezentuje środkową temperaturę w danym mieście, człon drugi określa zróżnicowanie temperatury oraz pokrycie powierzchni ziemi w danym mieście. To drugie ustala się w oparciu o mapę pokrycia terenu, np. BDOT10K.

Metoda wyznaczania zasięgu powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła – histogram temperatury



Zastosowanie BDOT10K w wyznaczeniu współczynnika *k*

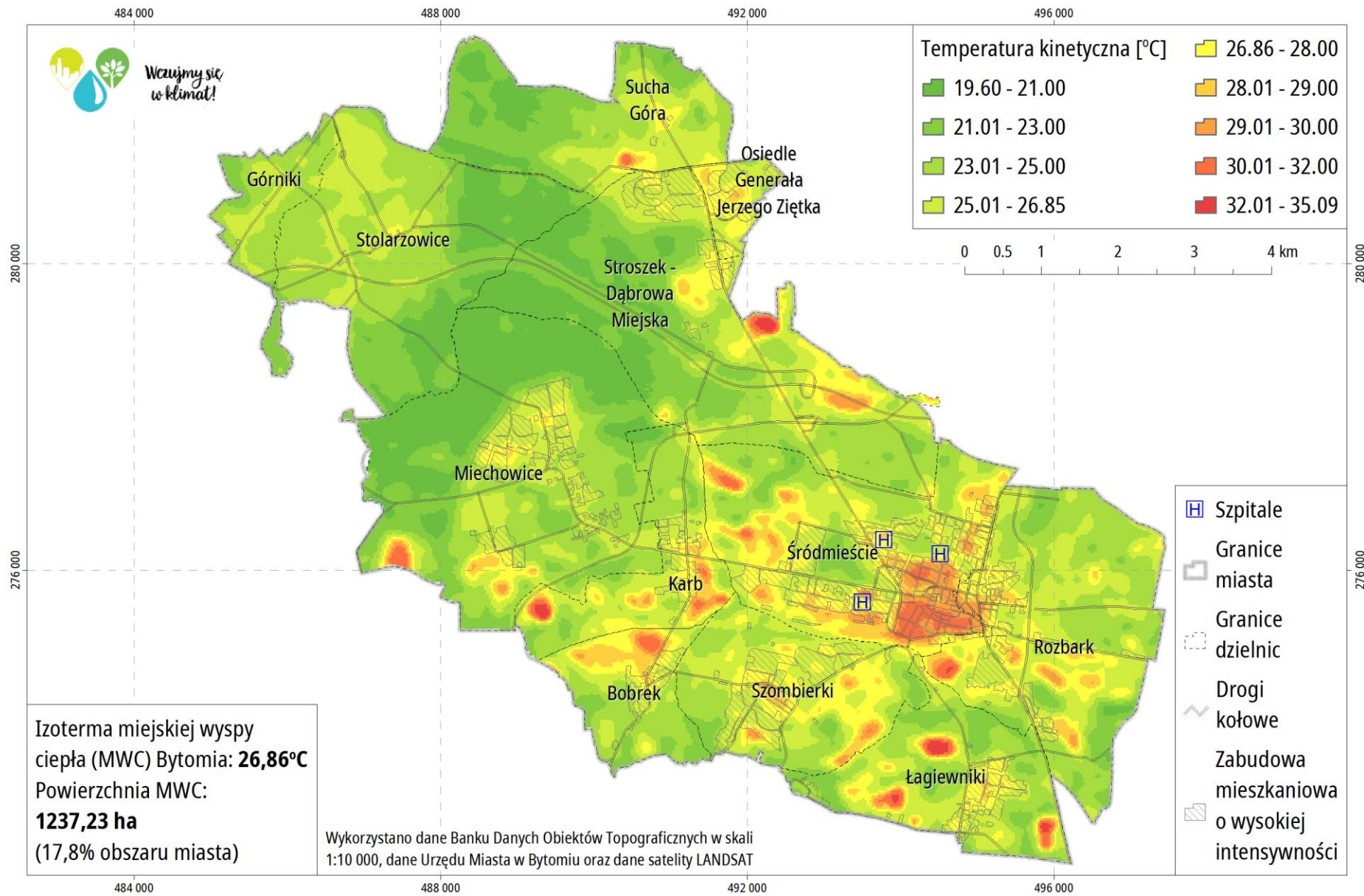
L.p.	Nazwa obiektu BDOT10k	Kod	Obszar [ha]
1	zabudowa	PTZB	3 998
2	teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	PTKM	831
3	grunt nieużytkowany	PTGN	35
4	plac	PTPL	289
5	składowisko odpadów	PTSO	31
6	wyrobisko i zwałowisko	PTWZ	88
7	pozostały teren niezabudowany	PTNZ	319
	Tereny antropogeniczne (sztuczne) SUMA:	TA	5 591
8	roślinność krzewiasta	PTRK	104
9	roślinność trawiasta i uprawa rolna	PTTR	2 210
10	uprawa trwała	PTUT	313
11	teren leśny i zadrzewiony	PTLZ	8 017
12	woda powierzchniowa	PTWP	207
	Tereny półnaturalne i naturalne SUMA:	TN	10 850
Współczynnik $k = (\frac{1}{2} TA) / (TA+TN)$			0,17

Statystyki PMWC dla wybranych miast Metropolii Górnośląsko - Zagłębiowskiej

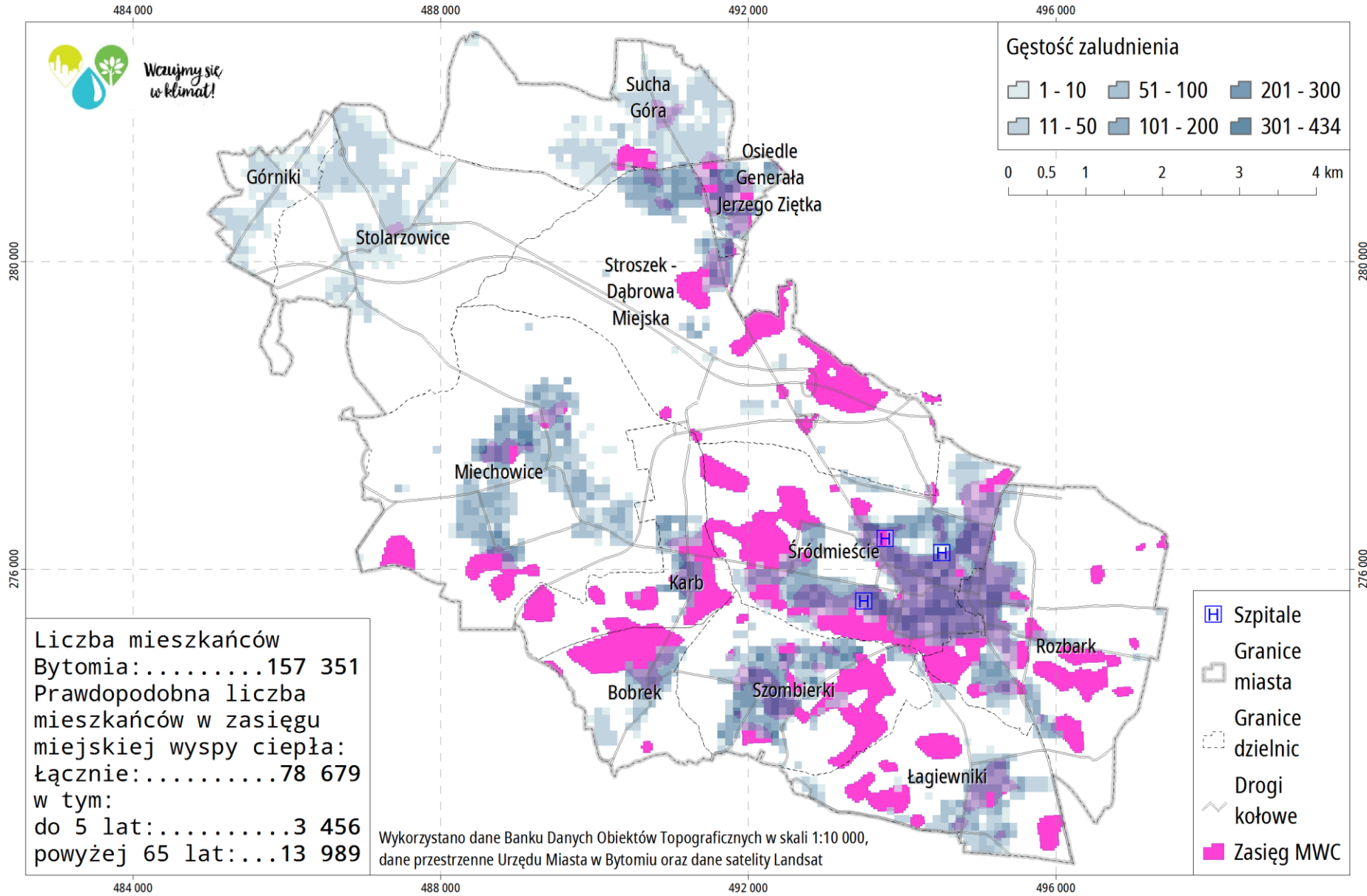
L.p.	Nazwa miasta	T _{PMWC} °C	Obszar [ha]	Odsetek ¹ [%]
1	Bytom	26,85	1237,23	17,8
2	Chorzów	28,00	617,90	18,6
3	Dąbrowa Górnicza	28,22	954,79	5,1
4	Katowice	28,06	1800,03	10,9
5	Mysłowice	27,65	615,42	9,4
6	Ruda Śląska	26,35	1897,20	24,4
7	Siemianowice Śląskie	27,67	368,10	14,5
8	Sosnowiec	28,95	603,29	6,8
Średnia / suma / średnia ważona		27,72	8094	11,36

¹Pocentowy udział powierzchni miejskiej wyspy ciepła w stosunku do całkowitej powierzchni danego miasta

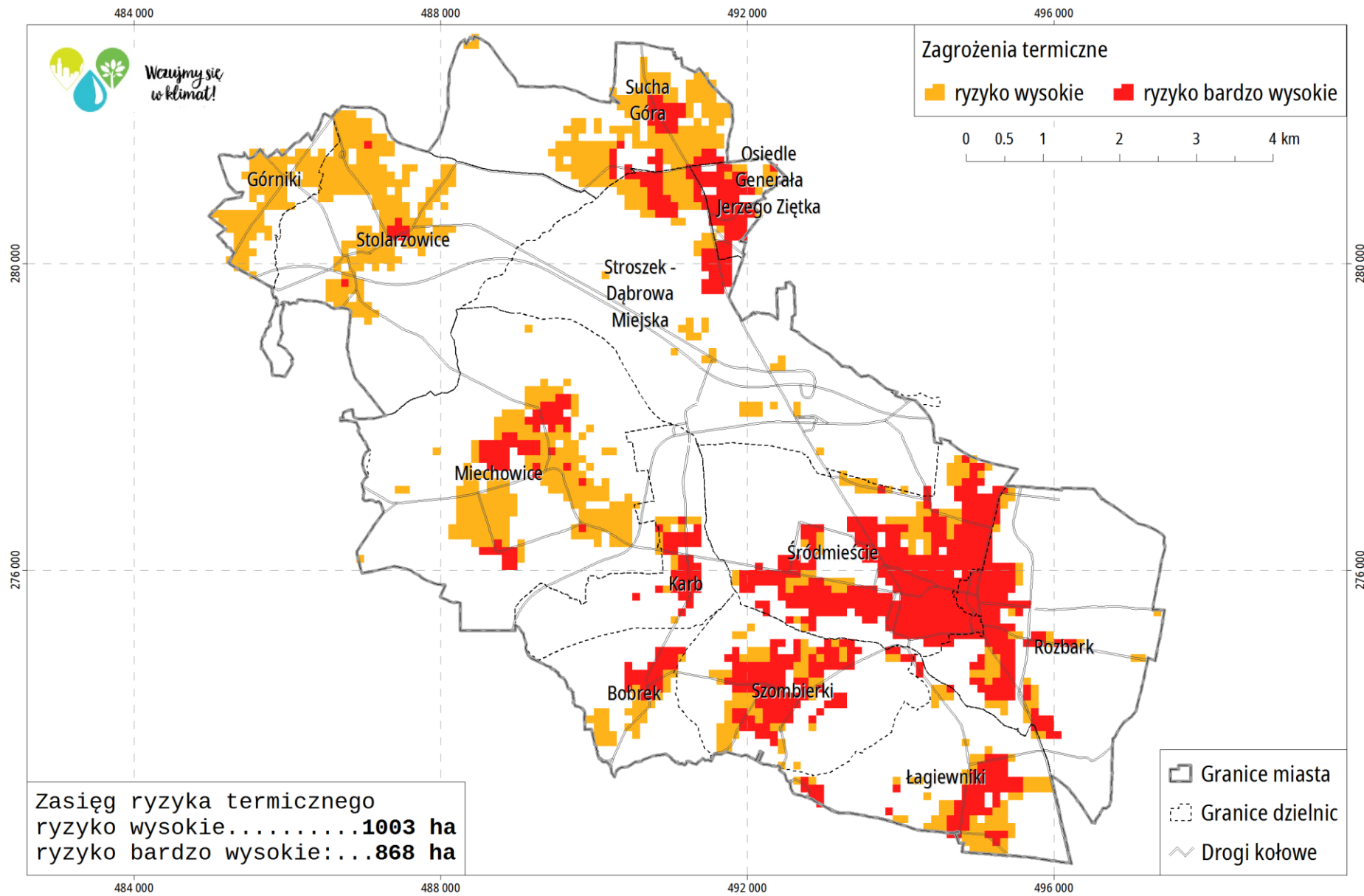
Rozkład przestrzenny powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (PMWC) na przykładzie Bytomia



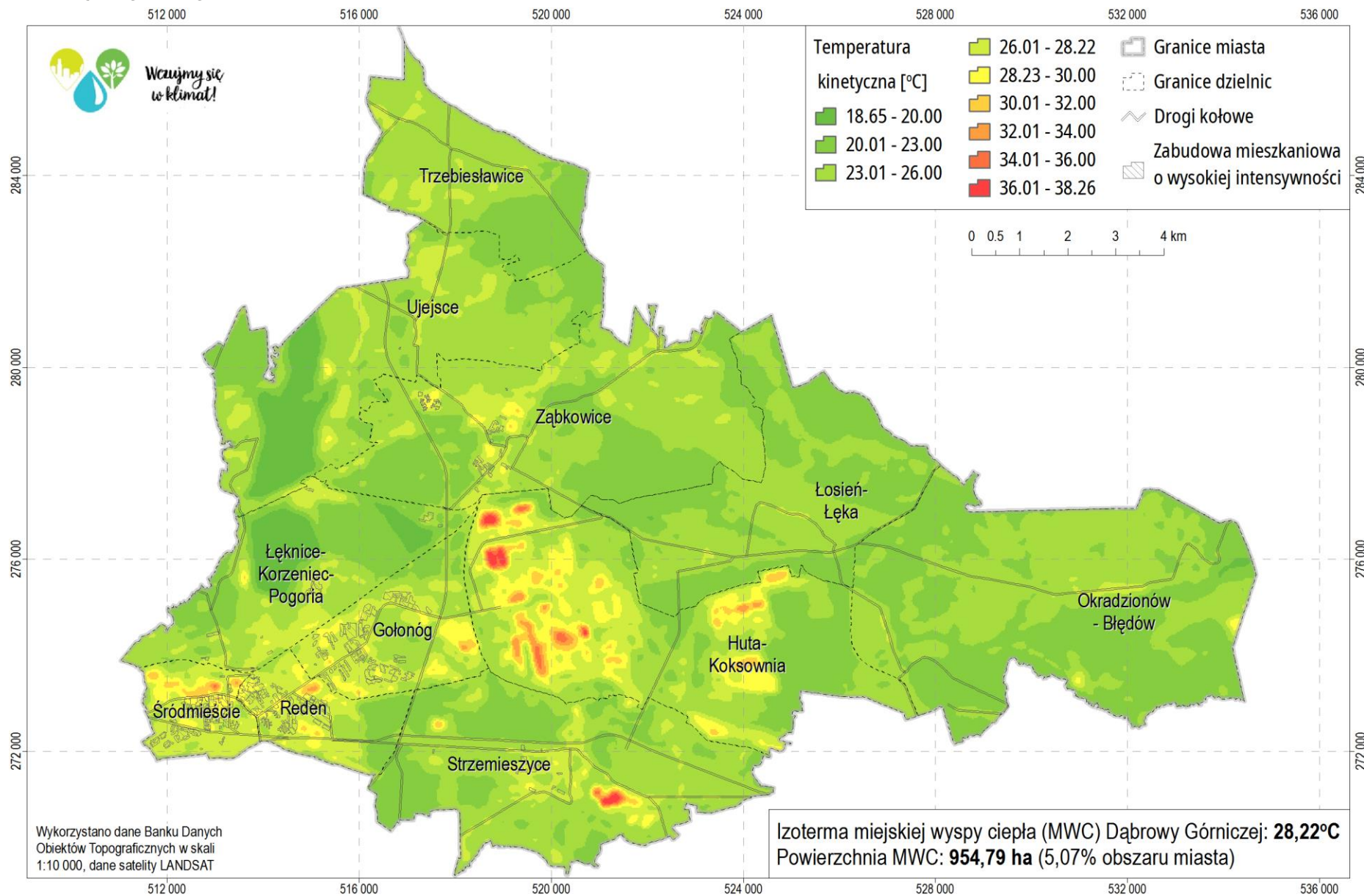
Przestrzenny rozkład wrażliwości mieszkańców Bytomia na oddziaływanie PMWC



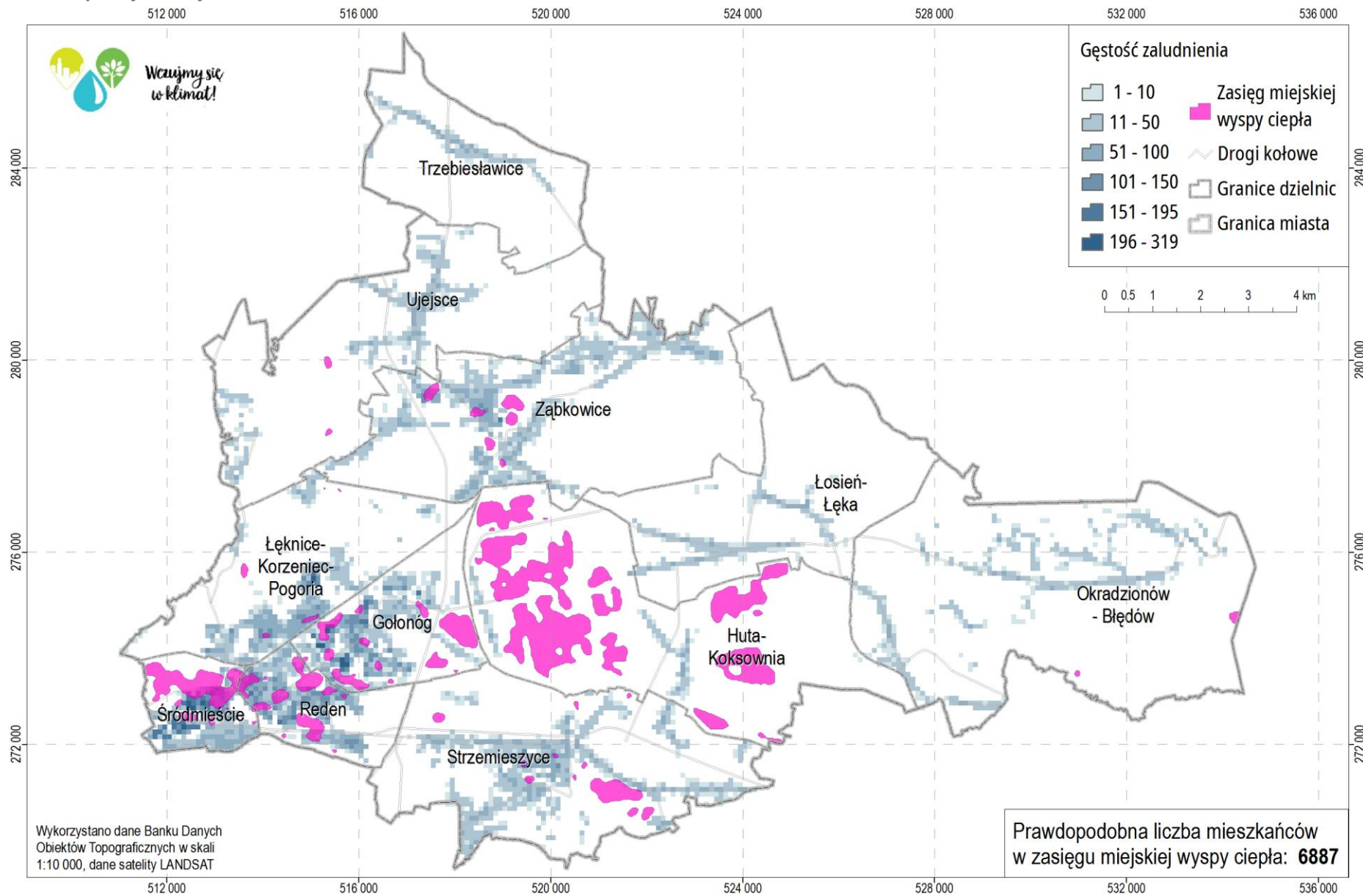
Ryzyko dla sektora zdrowie publiczne na zagrożenia termiczne w Bytomiu



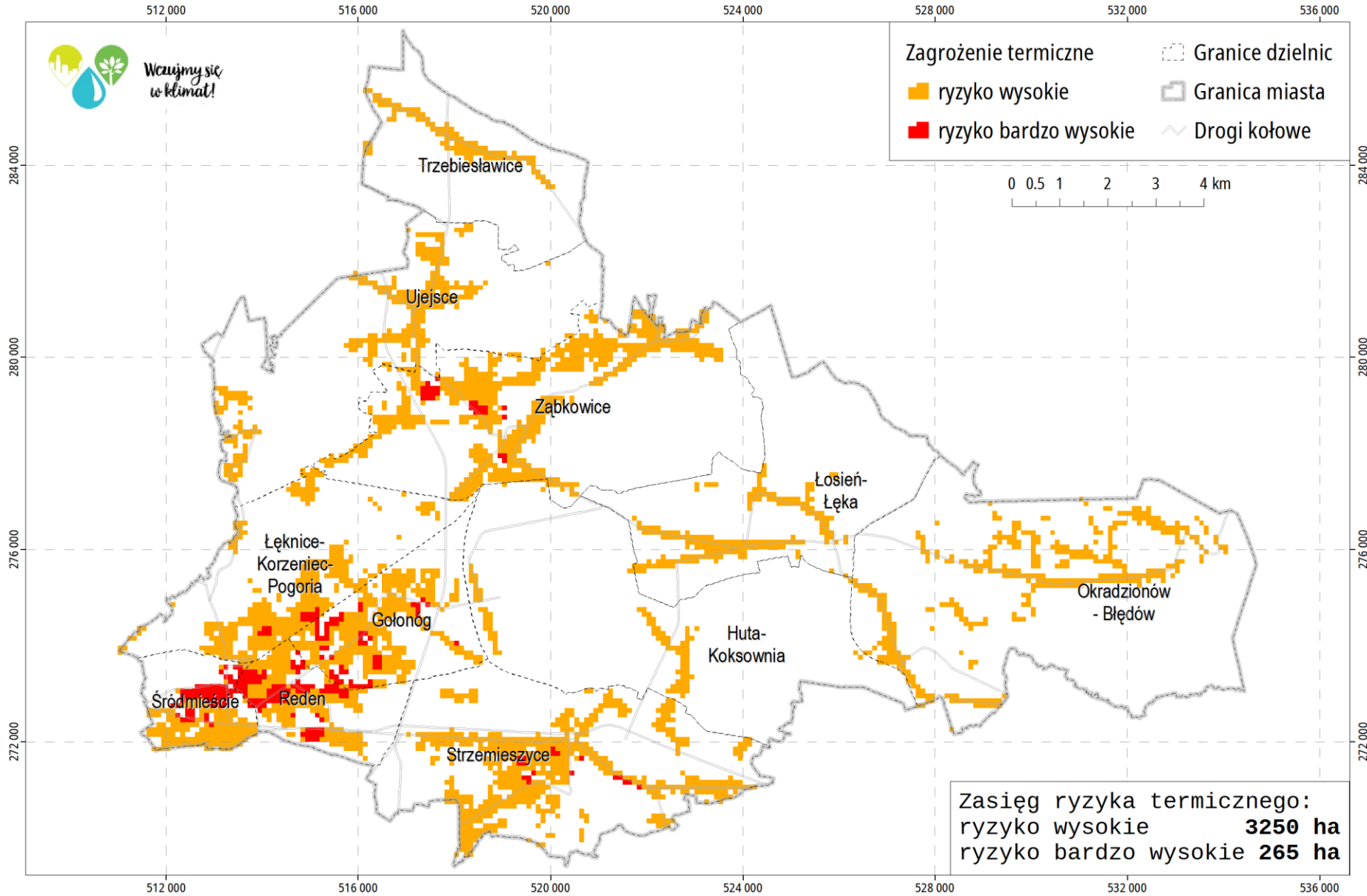
Rozkład przestrzenny powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła na przykładzie Dąbrowy Górniczej



Przestrzenny rozkład wrażliwości mieszkańców Dąbrowy Górniczej na oddziaływanie PMWC



Ryzyko dla sektora zdrowie publiczne na zagrożenia termiczne w Dąbrowie Górniczej



Wnioski

- Zjawisko miejskiej wyspy ciepła występuje wyraźnie na obszarach miast Metropolii Górnośląsko - Zagłębiowskiej. Jej intensywność i zasięg przestrzenny różni się pomiędzy miastami.
- W ustaleniu intensywności PMWC można zastosować zdjęcia satelitarne np. satelity LANDSAT lub ASTER.
- Mapy temperatury kinetycznej oraz znajdujące się na wyposażeniu pakietów GIS narzędzia analizy statystycznej i geostatystycznej pozwalają na precyzyjne wyznaczenie zasięgu PMWC w obrębie miast.
- Połączenie mapy zasięgu PMWC z mapą receptorów wrażliwych (populacja miasta, osoby starsze, dzieci itp.) ułatwia wypracowanie optymalnych działań adaptacyjnych miasta mających na celu przeciwdziałanie skutkom ekstremalnych zjawisk termicznych.

Dziękuję za uwagę

Dr Joachim Bronder

Zakład Badań i Rozwoju

Tel. 32 254 60 31 wew. 117

faks 32 254 17 17

E-mail: j.bronder@ietu.pl