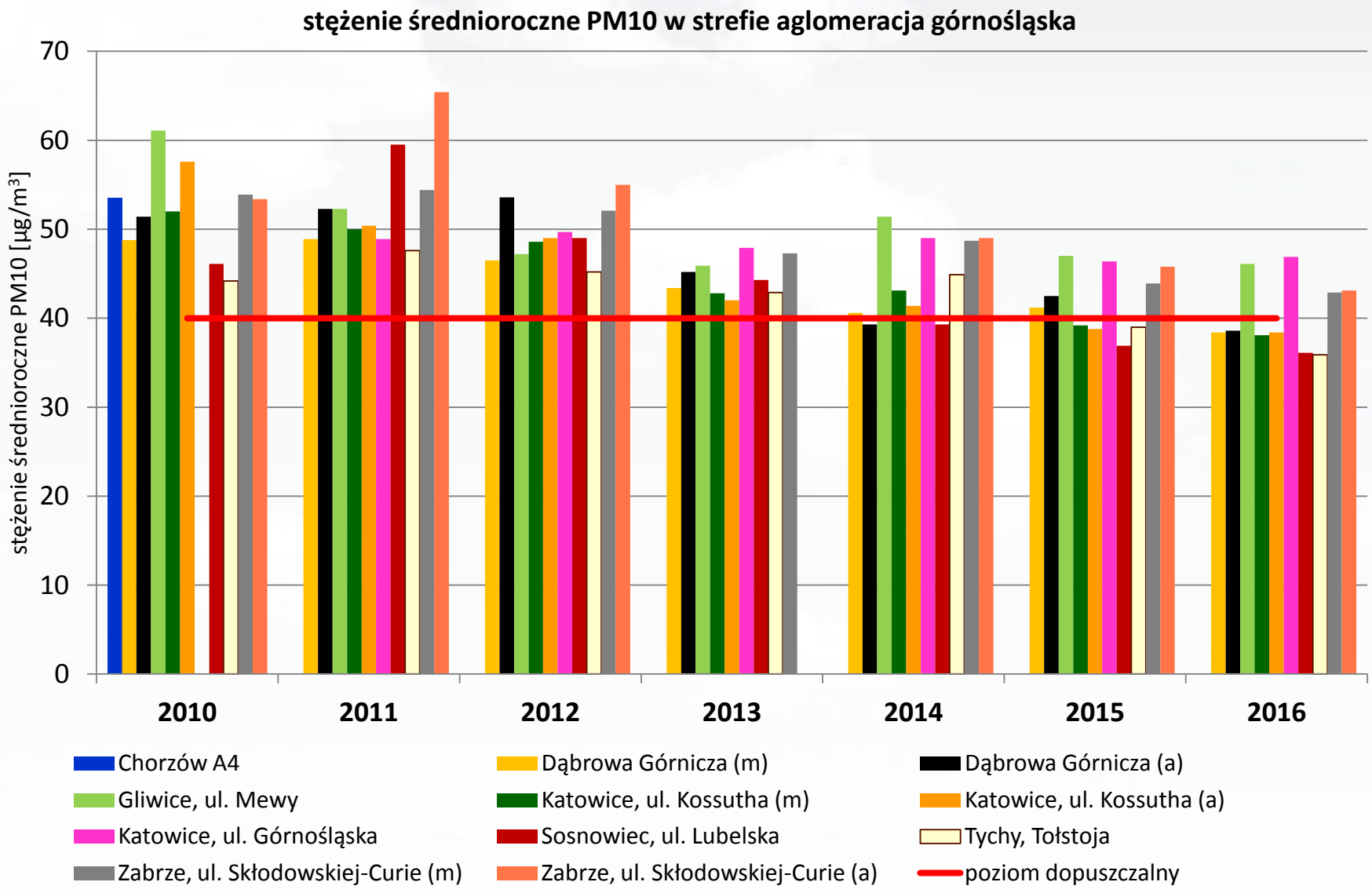
Roczny indeks jakości powietrza, warunki komfortu aerosanitarnego – wskazania dla kierunków rozwoju tkanki miejskiej w planowaniu

Magdalena Załupka

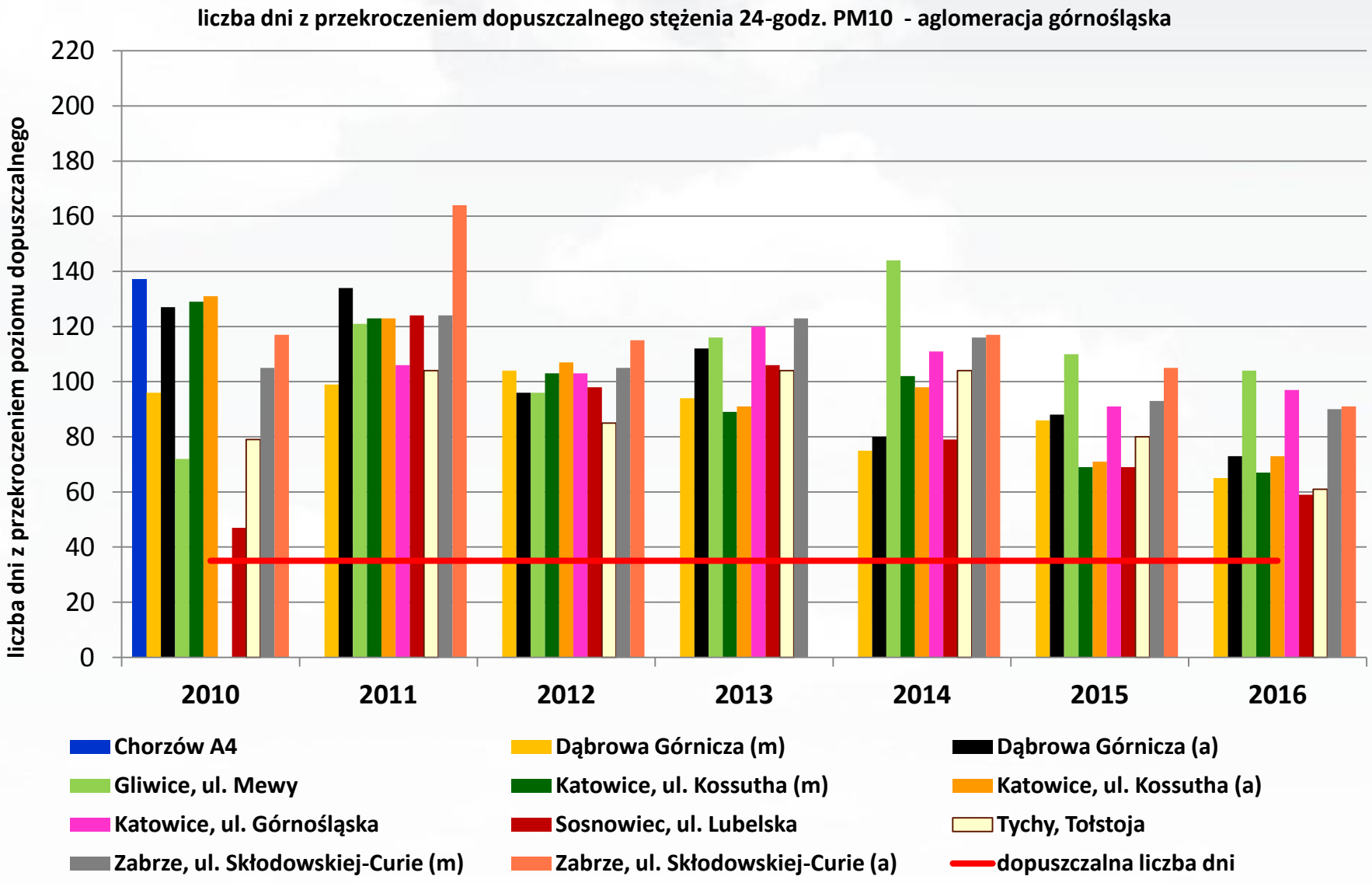
na podstawie prac nad „Potencjałem do kształtowania warunków klimatycznych – w tym wymiany i regeneracji powietrza w Warszawie”

pomiary jakości powietrza – lata 2010-2016



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

pomiary jakości powietrza – lata 2010-2016



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

badanie jakości powietrza

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

jakość powietrza – prowadzone badania

- jakość powietrza na przestrzeni lat 2000-2016 – wyniki pomiarów PMŚ
- roczne oceny jakości powietrza połączone z modelowaniem dyspersji zanieczyszczeń
- prognozy jakości powietrza
- indeks jakości powietrza

jakość powietrza – dodatkowe badania

- wyniki modelowania jakości powietrza, w roku bazowym (w gęstej siatce)
- szczegółowa analiza epizodów wysokich stężeń pyłu PM10 i ozonu w korelacji z parametrami meteo (pomiary i modelowanie)
- wyznaczenie przestrzenne zróżnicowanego ROCZNEGO INDEKSU JAKOŚCI POWIETRZA w mieście (RIJP, AAQI)

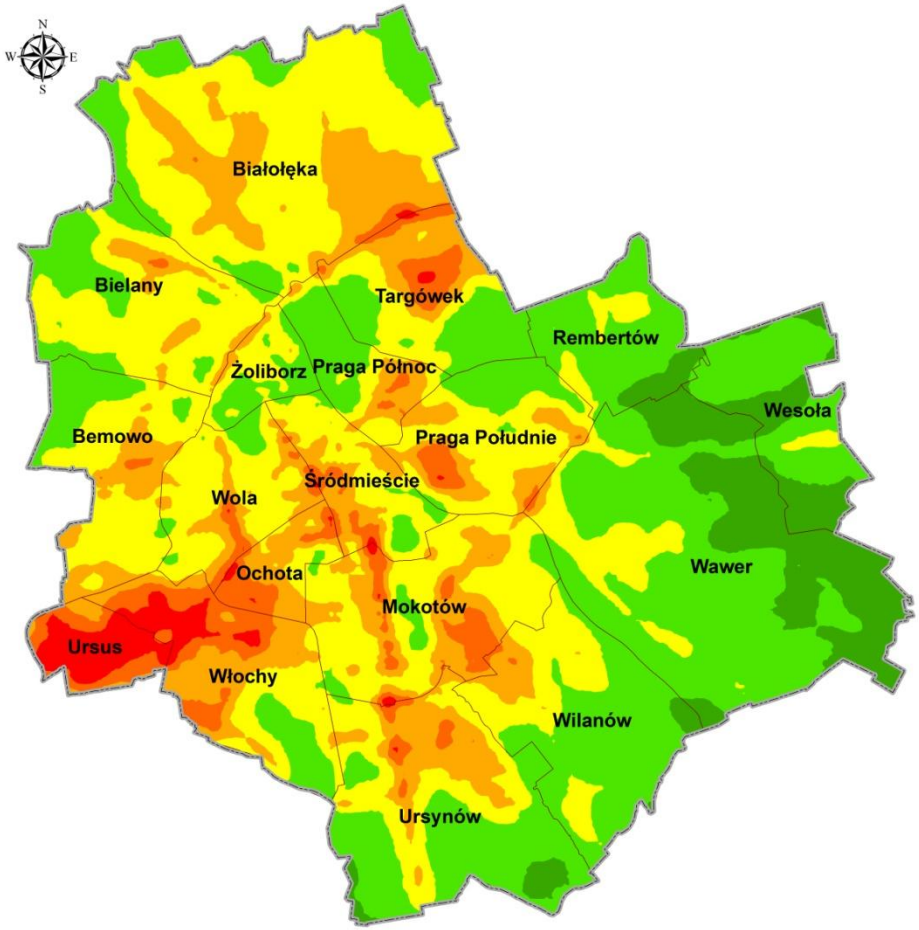
przestrzenne badanie jakości powietrza modelowanie matematyczne

CAMx	
określenia warunków brzegowych	modelowanie ozonu w skali kraju

CALPUFF	
modelowanie w skali województwa (rozdzielczość 1 km × 1 km)	**zagęszczone w skali miasta – rozdzielczość 250 m × 250 m**

Wyniki modelowania rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w roku bazowym

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

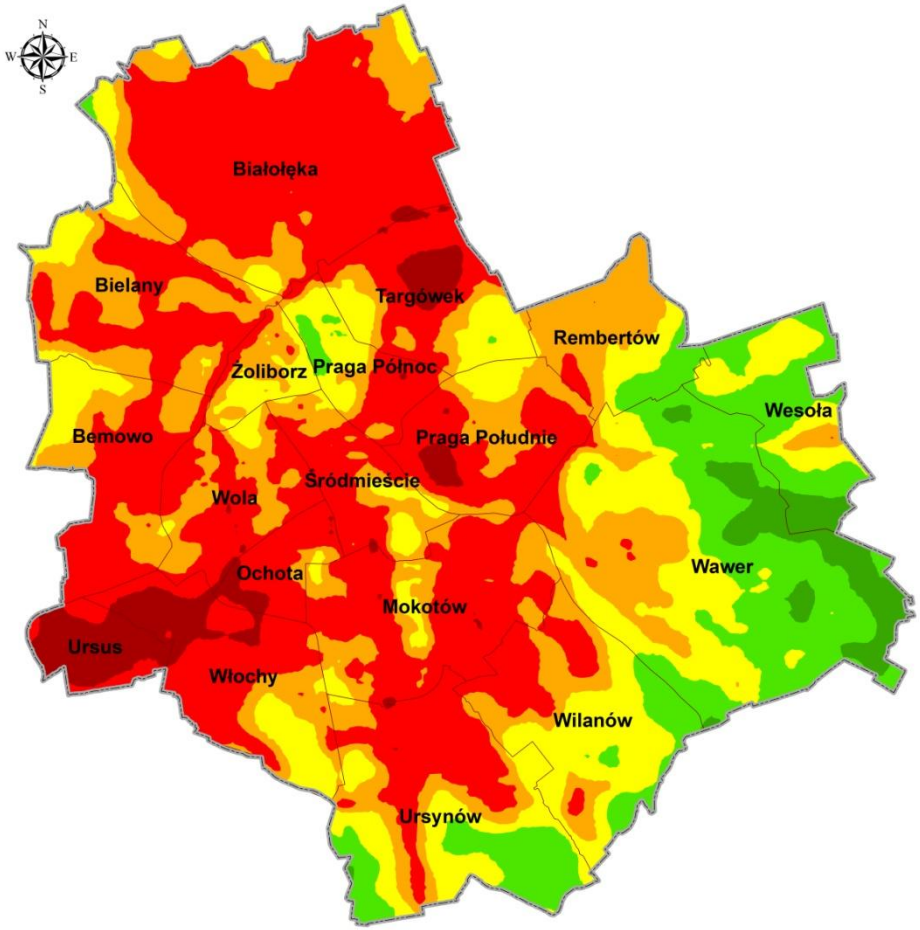


Rozkład stężeń średniorocznych pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]

- ≤ 20
- 20,01 - 25
- 25,01 - 30
- 30,01 - 35
- 35,01 - 40,49
- > 40,5
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

PM10 roczne



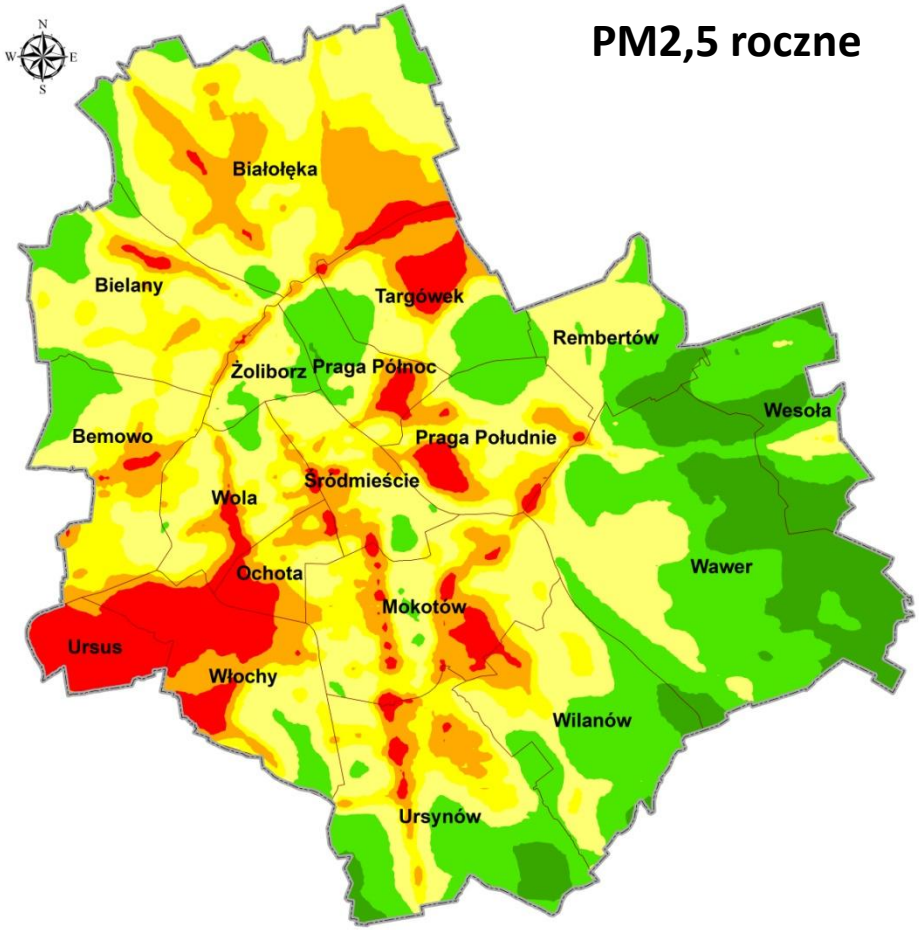
Rozkład 36 - go stężenia dobowego pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]

- 32,84 - 35
- 35,01 - 40
- 40,01 - 45
- 45,01 - 50,49
- 50,5 - 70
- 70,01 - 90
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

PM10 24h

PM2,5 roczne

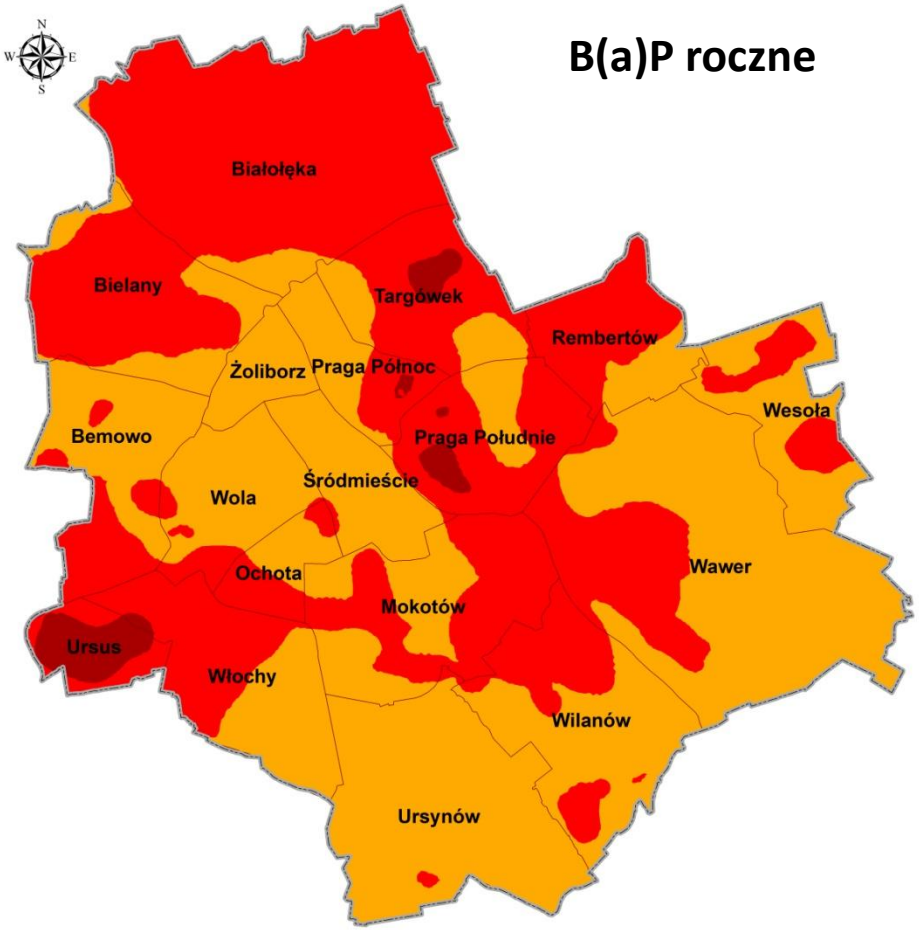


Rozkład stężeń średniorocznych pyłu zawieszonego PM2,5 [µg/m3]

- ≤ 15
- 15,01 - 17,5
- 17,51 - 20,49
- 20,5 - 22,5
- 22,51 - 25,49
- > 25,5
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

B(a)P roczne

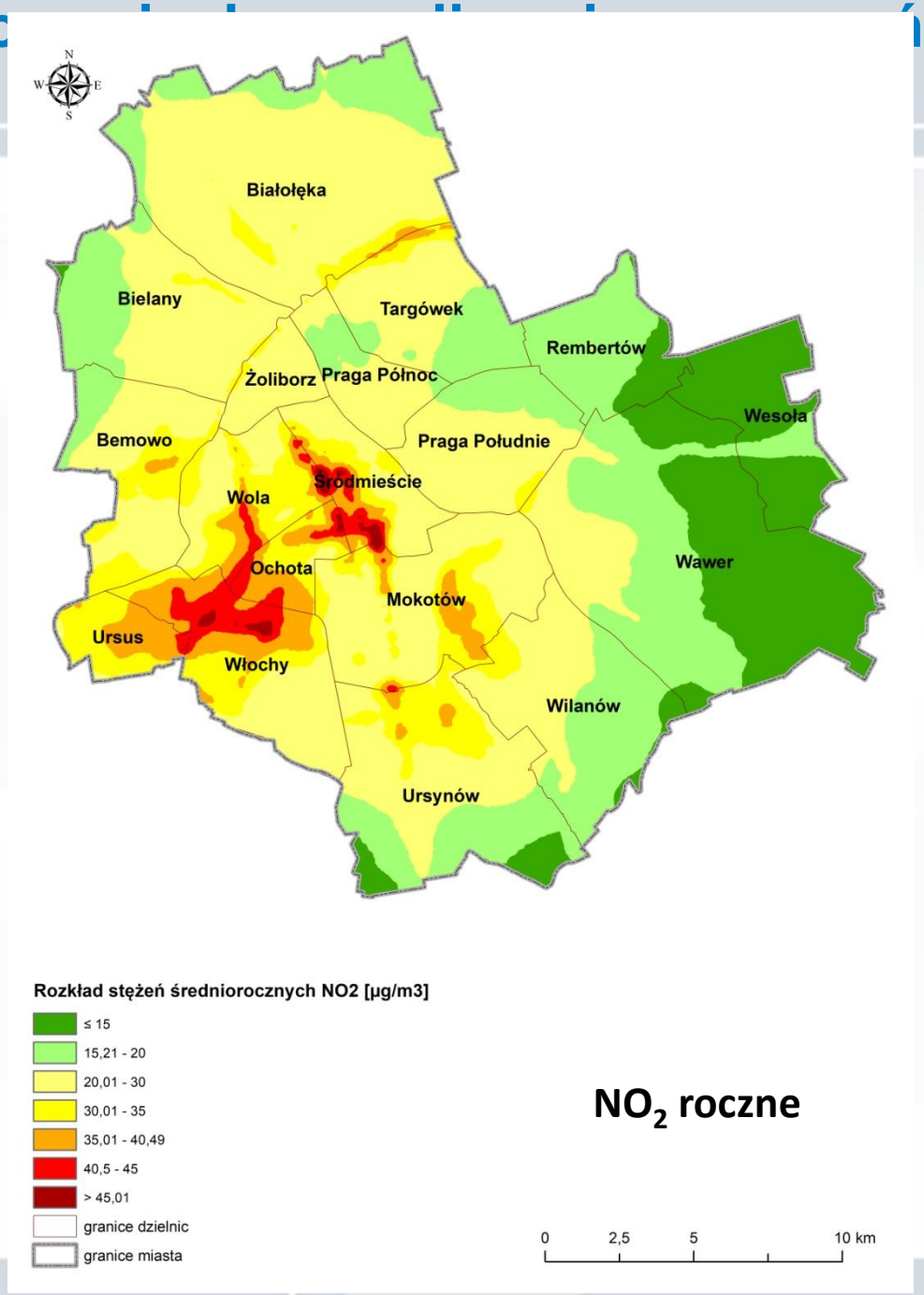


Rozkład stężeń średniorocznych B(a)P [ng/m3]

- ≤ 1,00
- 1,01 - 1,49
- 1,5 - 3
- > 3,01
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

wyniki modelo



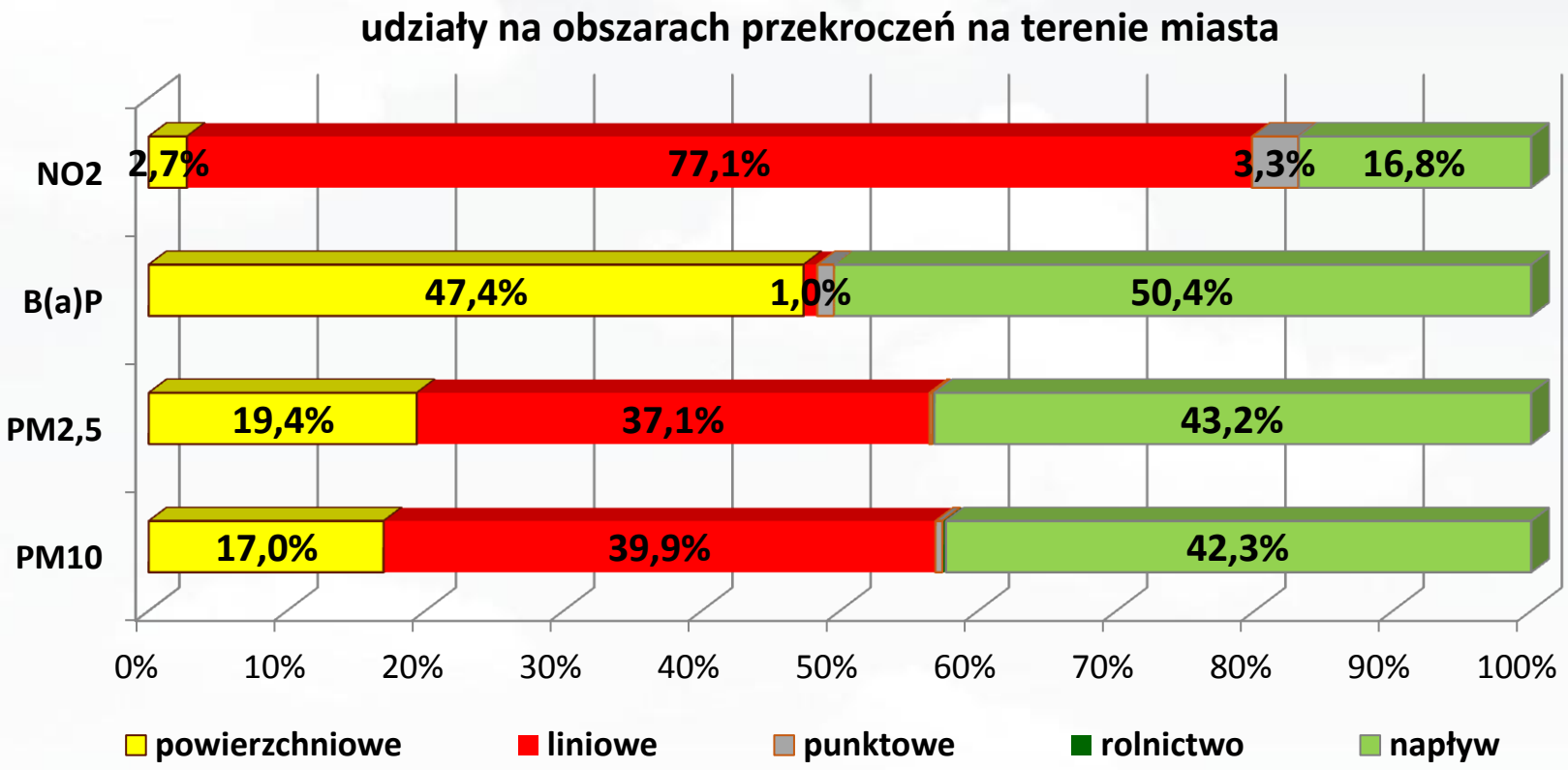
NO_2 roczne

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

sposób wykorzystania modelowania rozprzestrzeniania zanieczyszczeń

- **wyznaczenie obszarów miasta, które są w mniejszym lub w większym stopniu narażone na występowanie wysokich stężeń poszczególnych zanieczyszczeń**
- **wskazanie grup źródeł odpowiedzialnych za przekroczenia poziomów dopuszczalnych lub docelowych, zwykle są to:**
  - napływ,
  - komunikacja samochodowa,
  - indywidualne ogrzewanie budynków
- **zobrazowanie zróżnicowania przestrzennego odpowiedzialności za wysokość stężeń**
- **wskazanie zróżnicowania przestrzennego częstości występowania wysokich stężeń pyłu PM10**

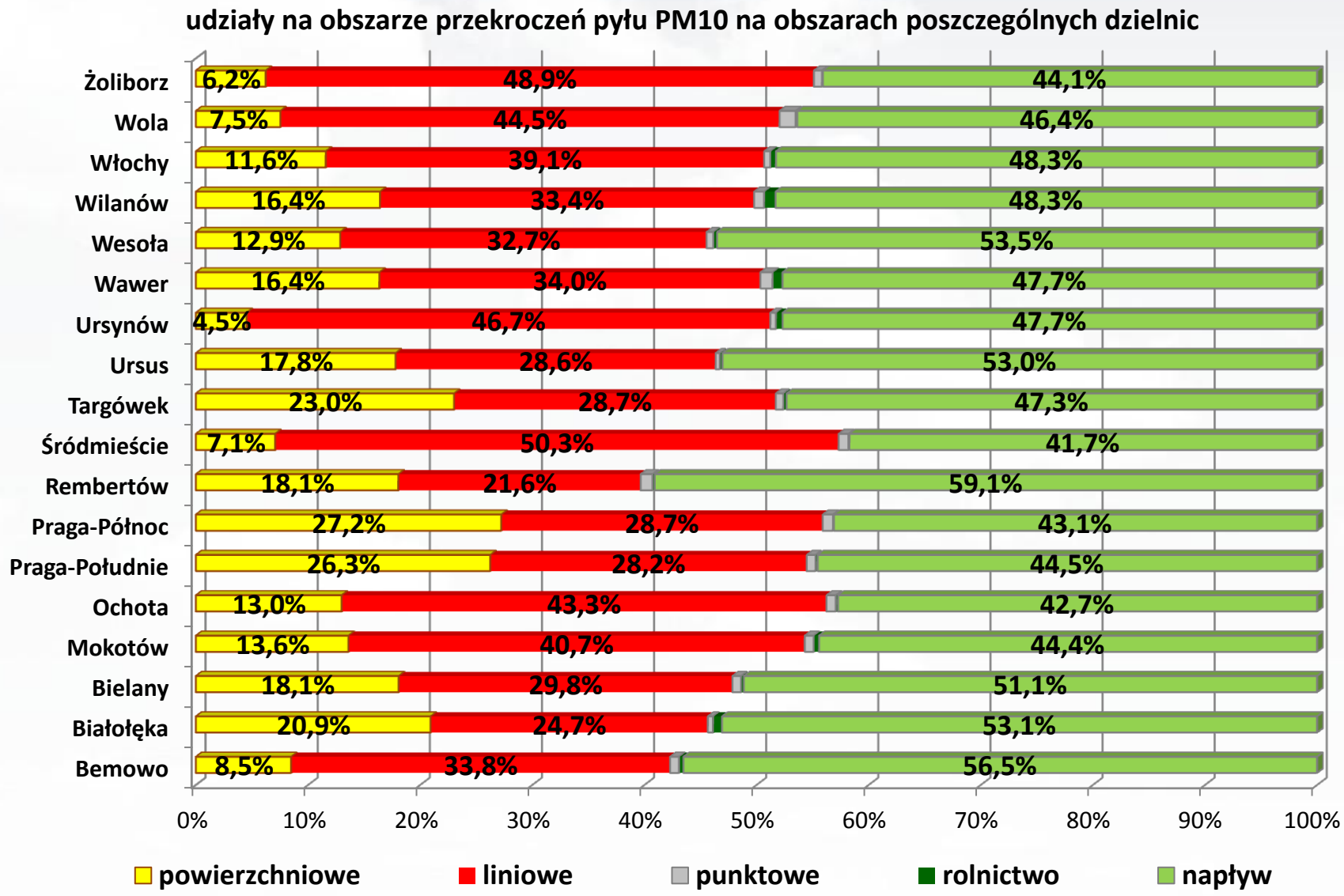
wyniki modelowania dyspersji zanieczyszczeń



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

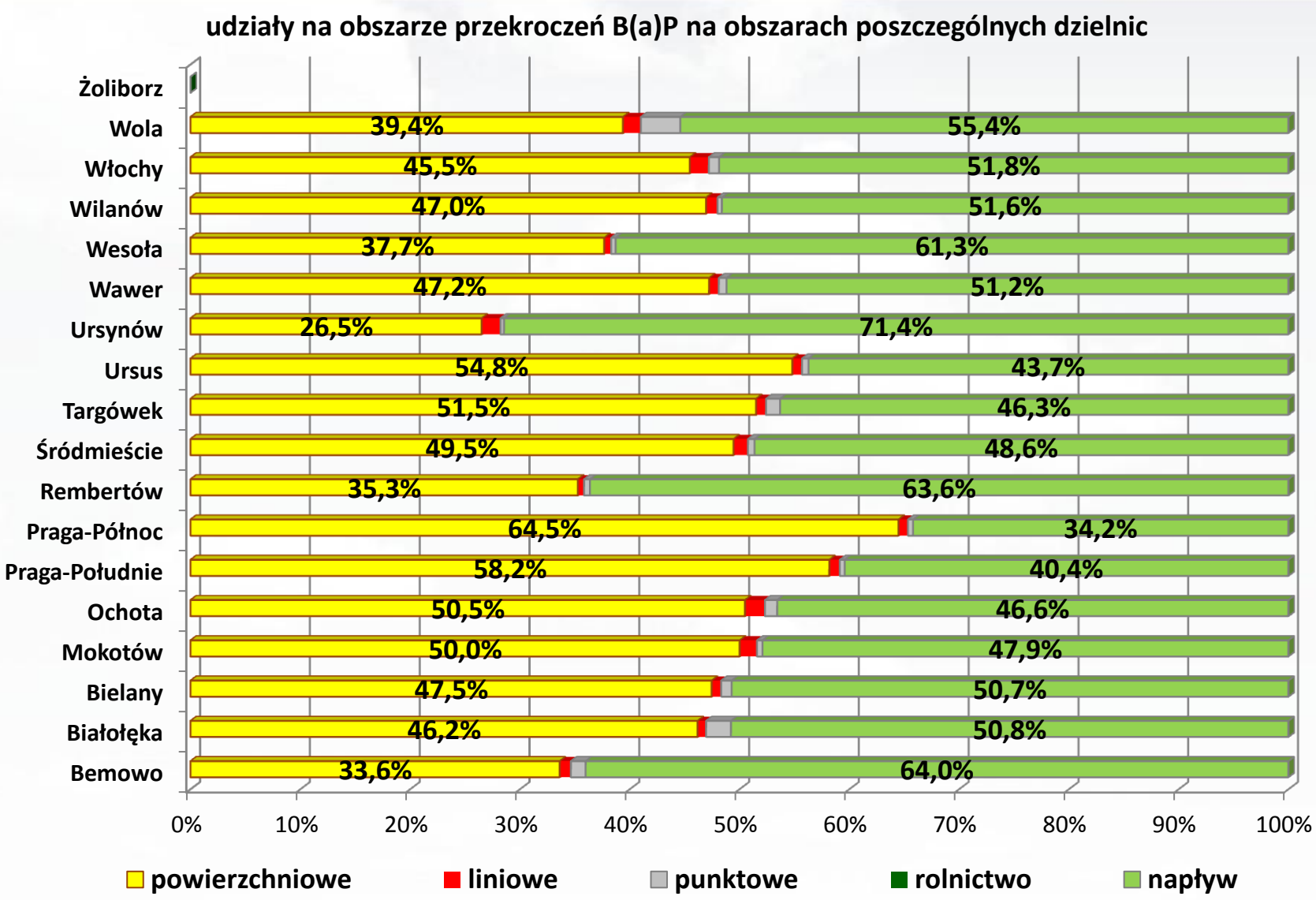
wyniki modelowania dyspersji zanieczyszczeń

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska



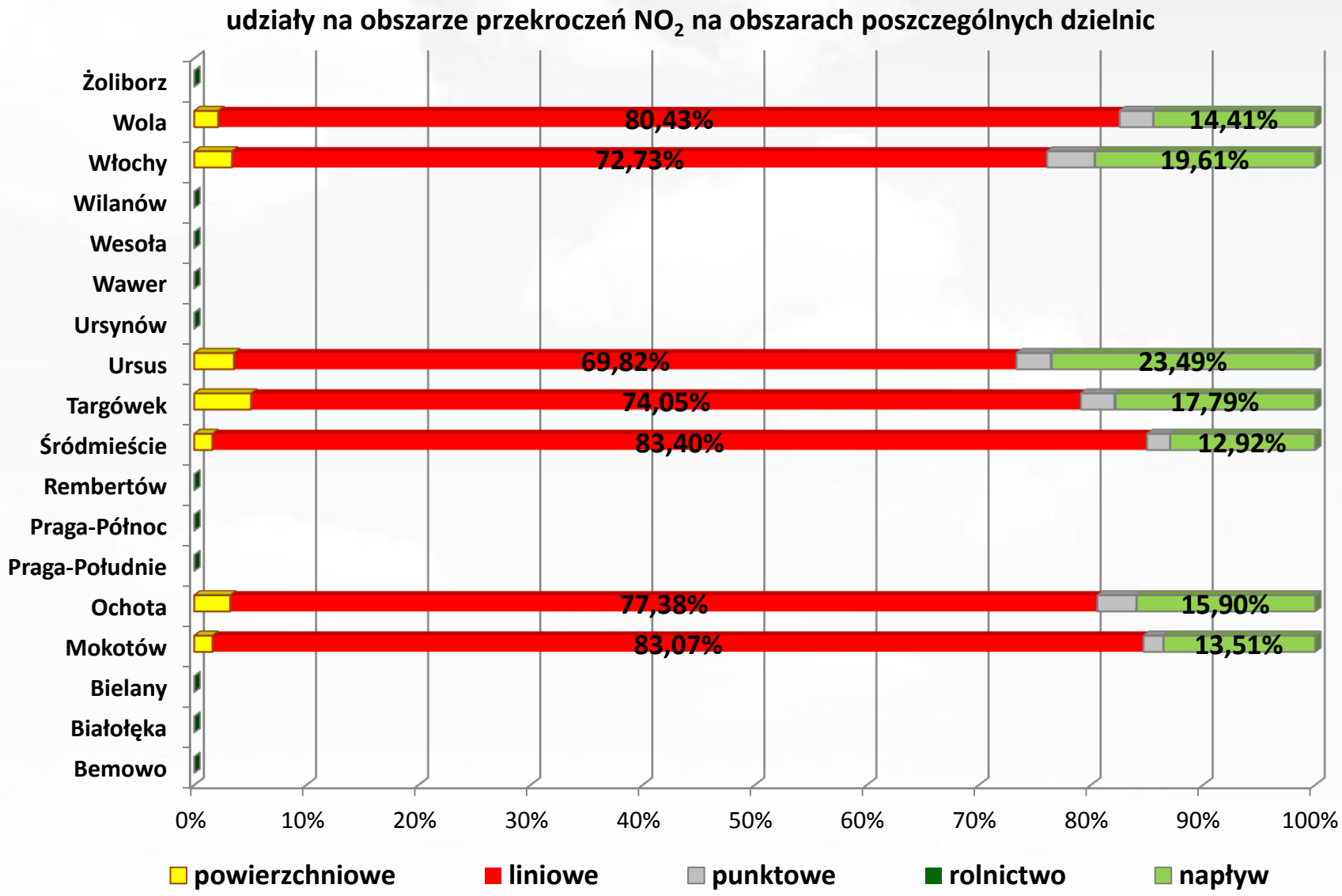
wyniki modelowania dyspersji zanieczyszczeń

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

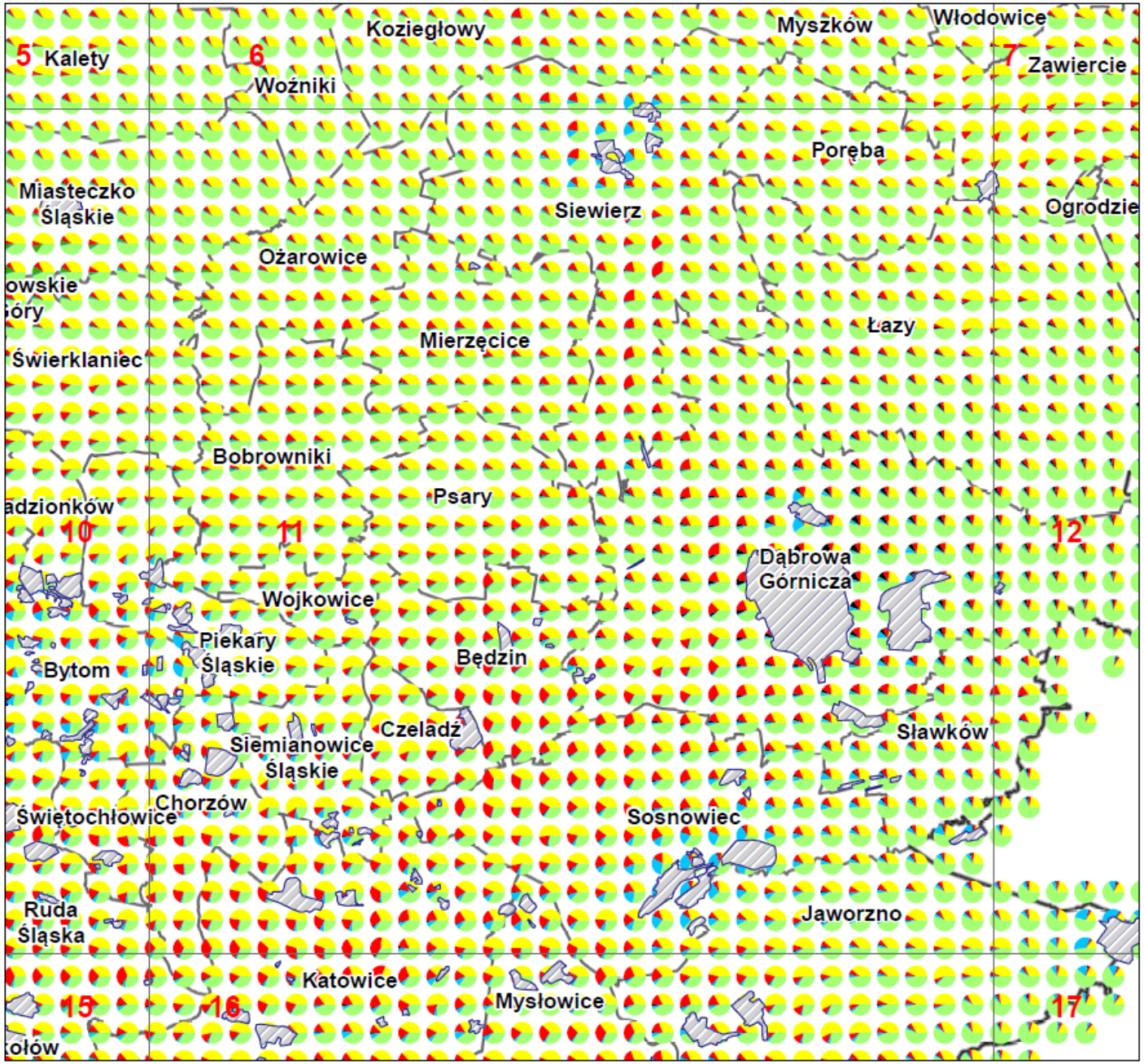


wyniki modelowania dyspersji zanieczyszczeń

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

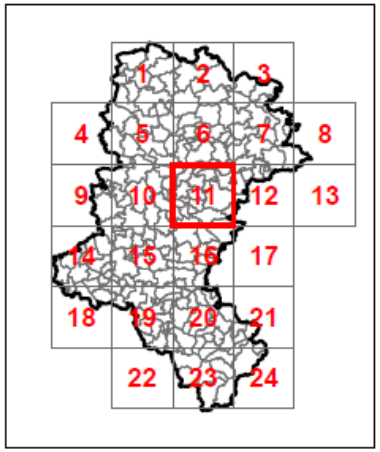


przestrzenna prezentacja udziałów

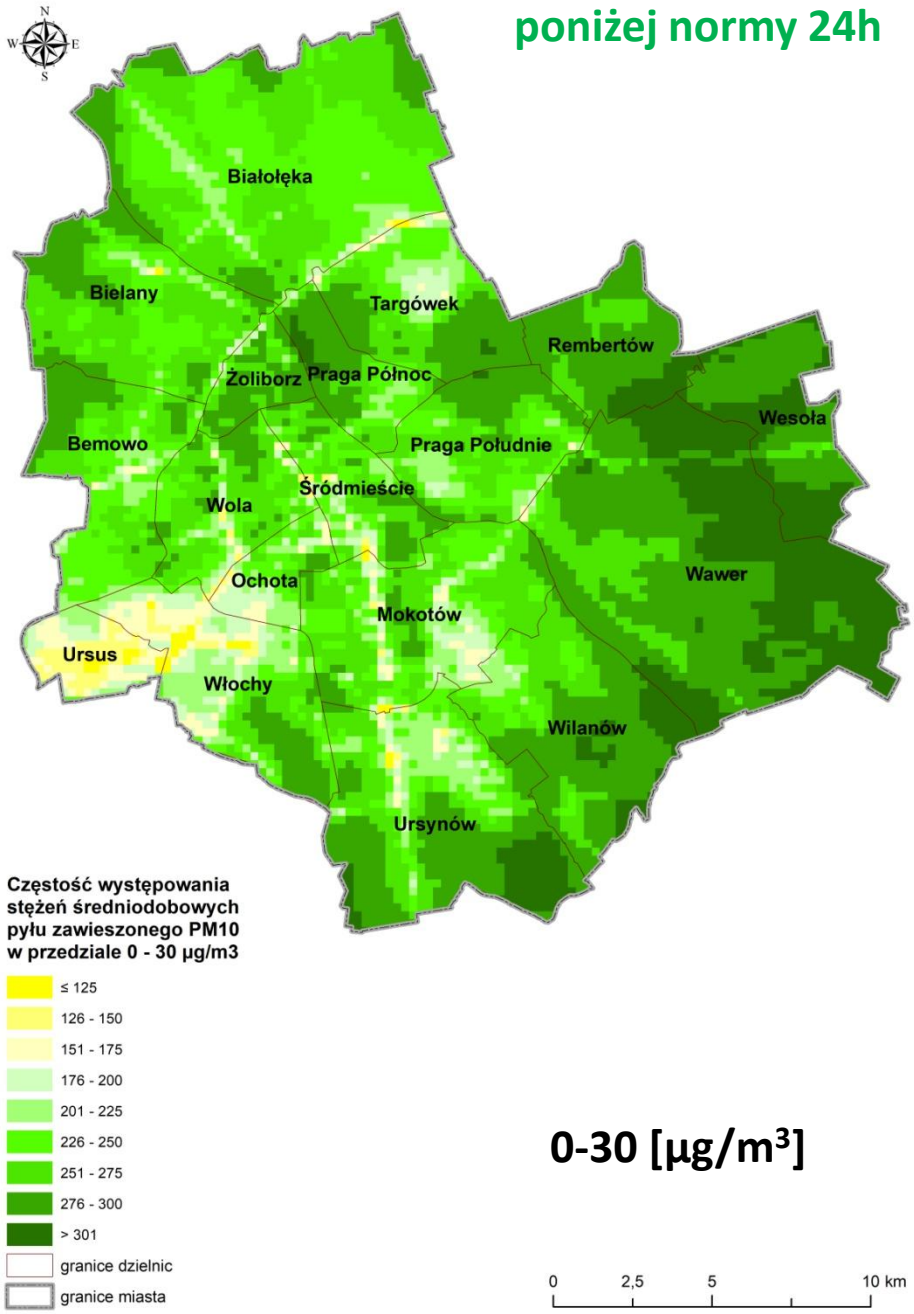


Udziały źródeł w stężeniach średniorocznych pyłu PM10

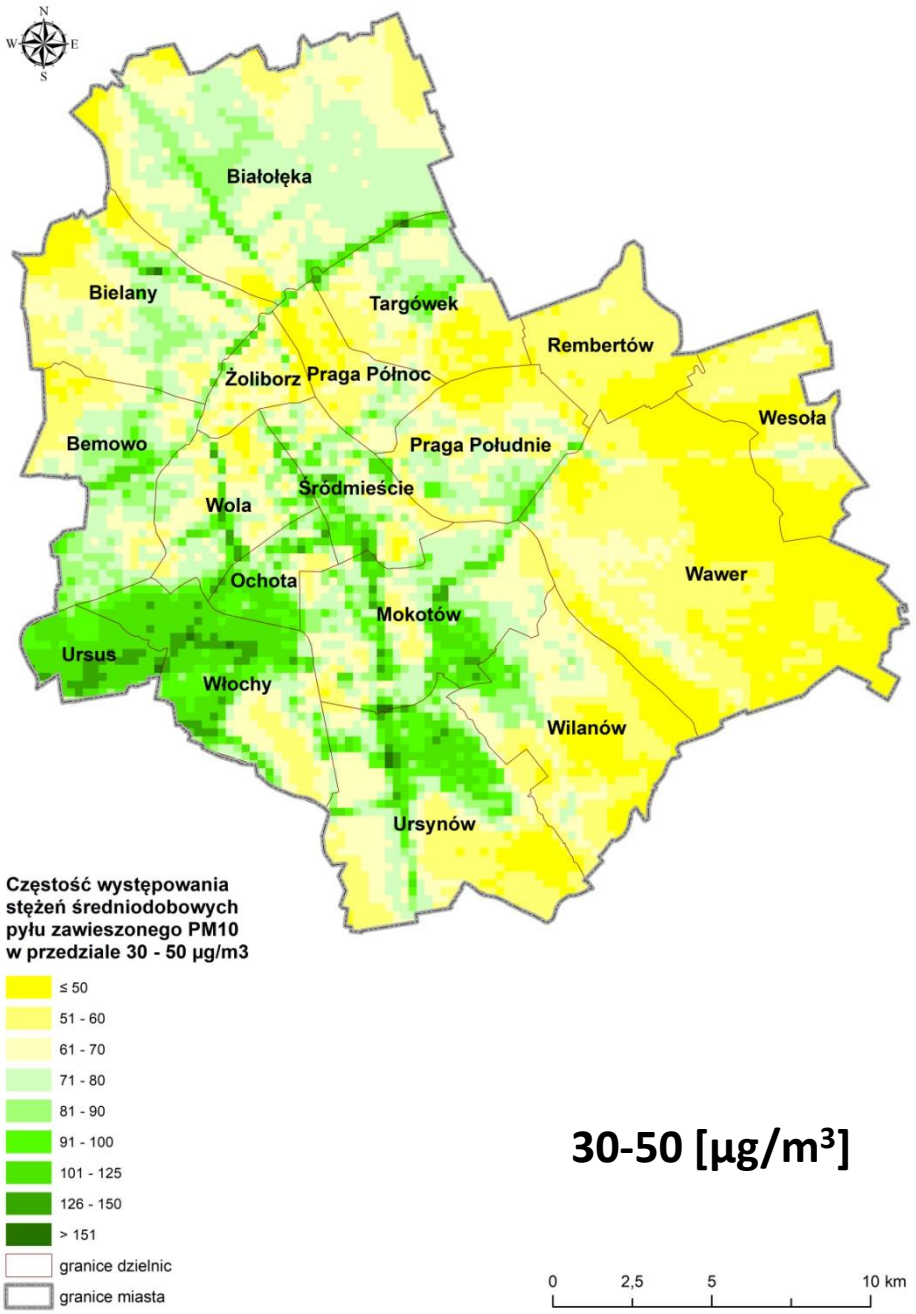
- źródła powierzchniowe
- źródła liniowe
- źródła punktowe
- źródła rolnicze
- źródła niezorganizowane
- tło ponadregionalne
- obszary przemysłowe
- granice gmin
- granice województwa



poniżej normy 24h



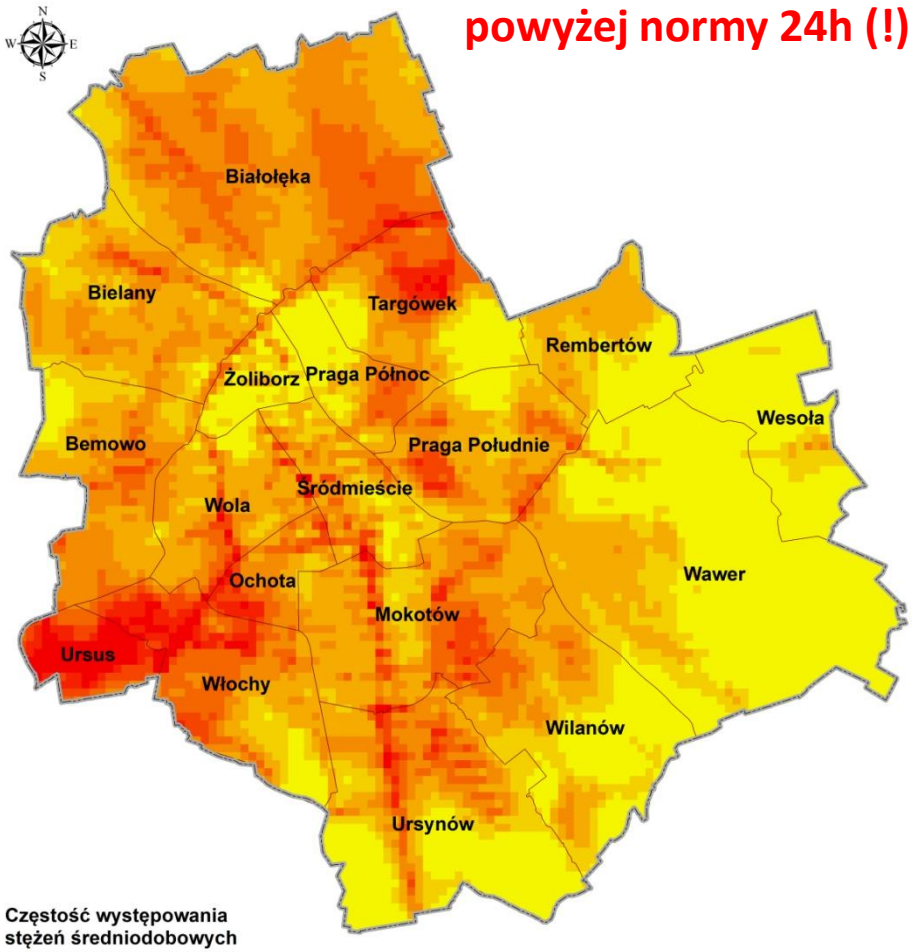
0-30 [µg/m³]



30-50 [µg/m³]

liczba dni w roku ze stężeniem 24h PM10 w określonym przedziale

powyżej normy 24h (!)

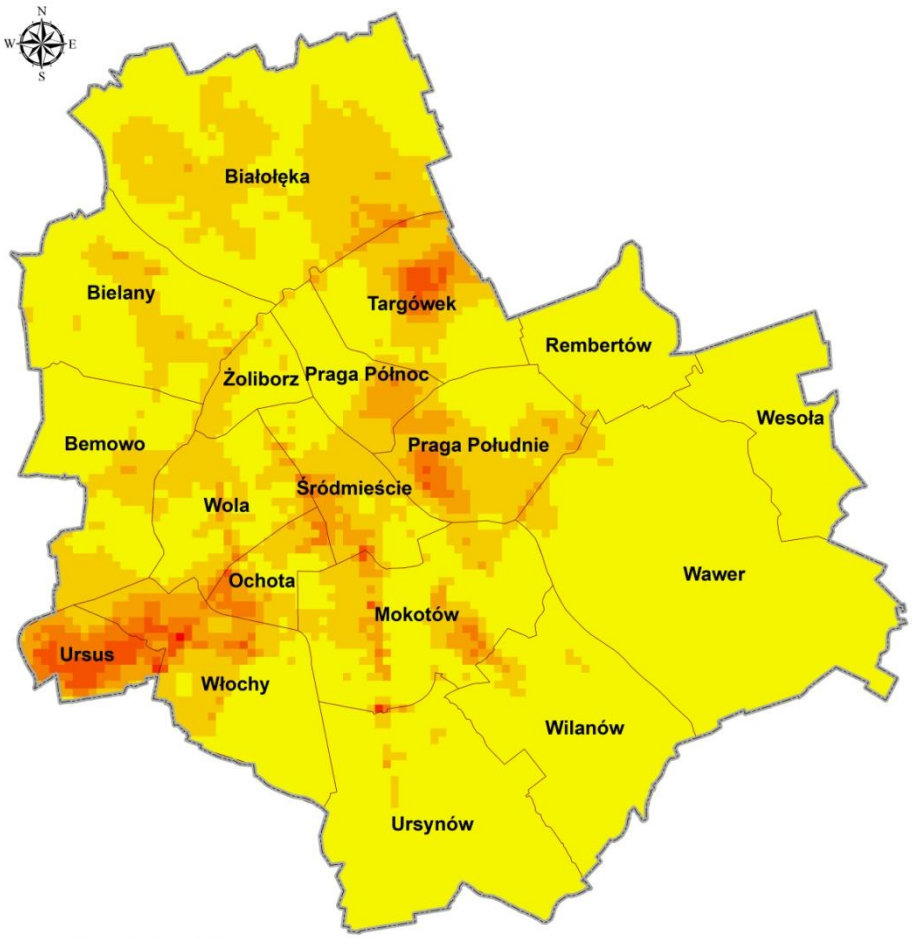


Częstość występowania stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego PM10 w przedziale 50 - 100 µg/m3

- ≤ 20
- 21 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 55
- 56 - 65
- 66 - 75
- > 76
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

50-100 [µg/m³]



Częstość występowania stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego PM10 powyżej 100 µg/m3

- ≤ 5
- 6 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- 21 - 25
- 26 - 30
- > 31
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

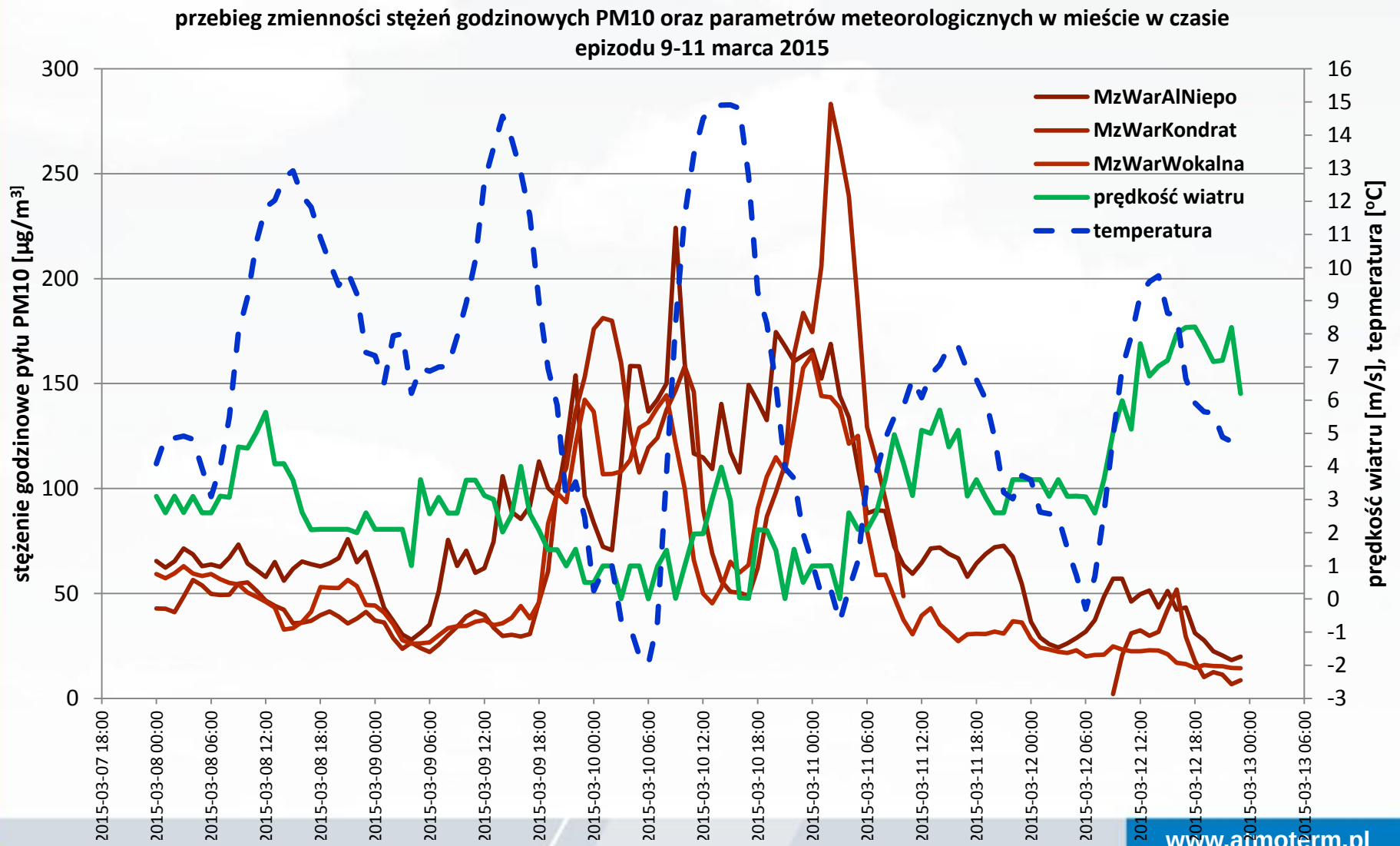
>100 [µg/m³]

liczba dni w roku ze stężeniem 24h PM10 w określonym przedziale

Epizody wysokich stężeń w 2015 roku – wyniki modelowania

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

wybór epizodów w oparciu o pomiary (PM10)



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

epizody wybrane do szczegółowych analiz przestrzennych

epizody wysokich stężeń PM10

- 10 marca 2015
- 19 marca 2015
- 3 listopada 2015
- 16 lutego 2015

epizody wysokich stężeń ozonu

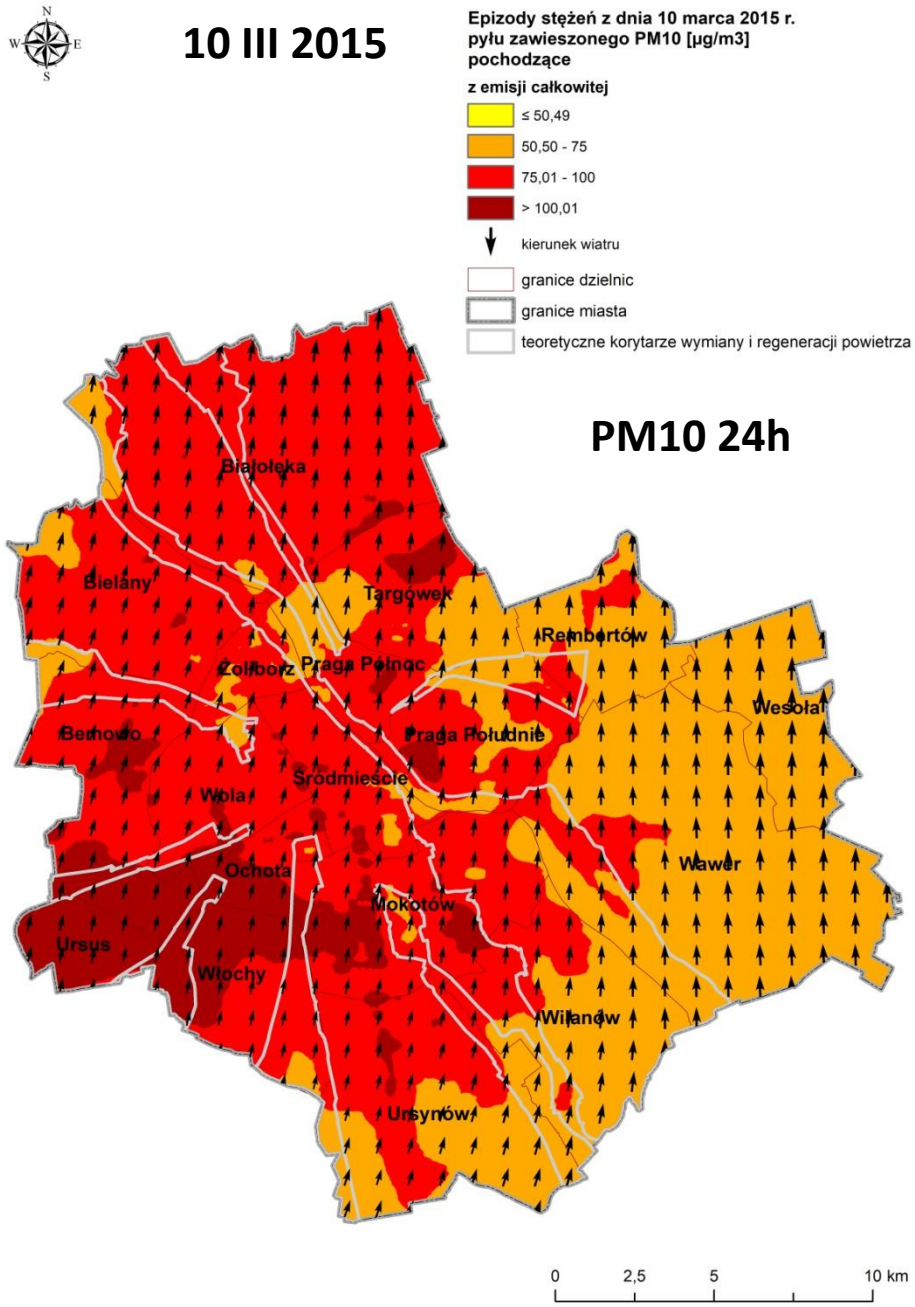
- 18 lipca 2015
- 6-8 sierpnia 2015
- 11 sierpnia 2015

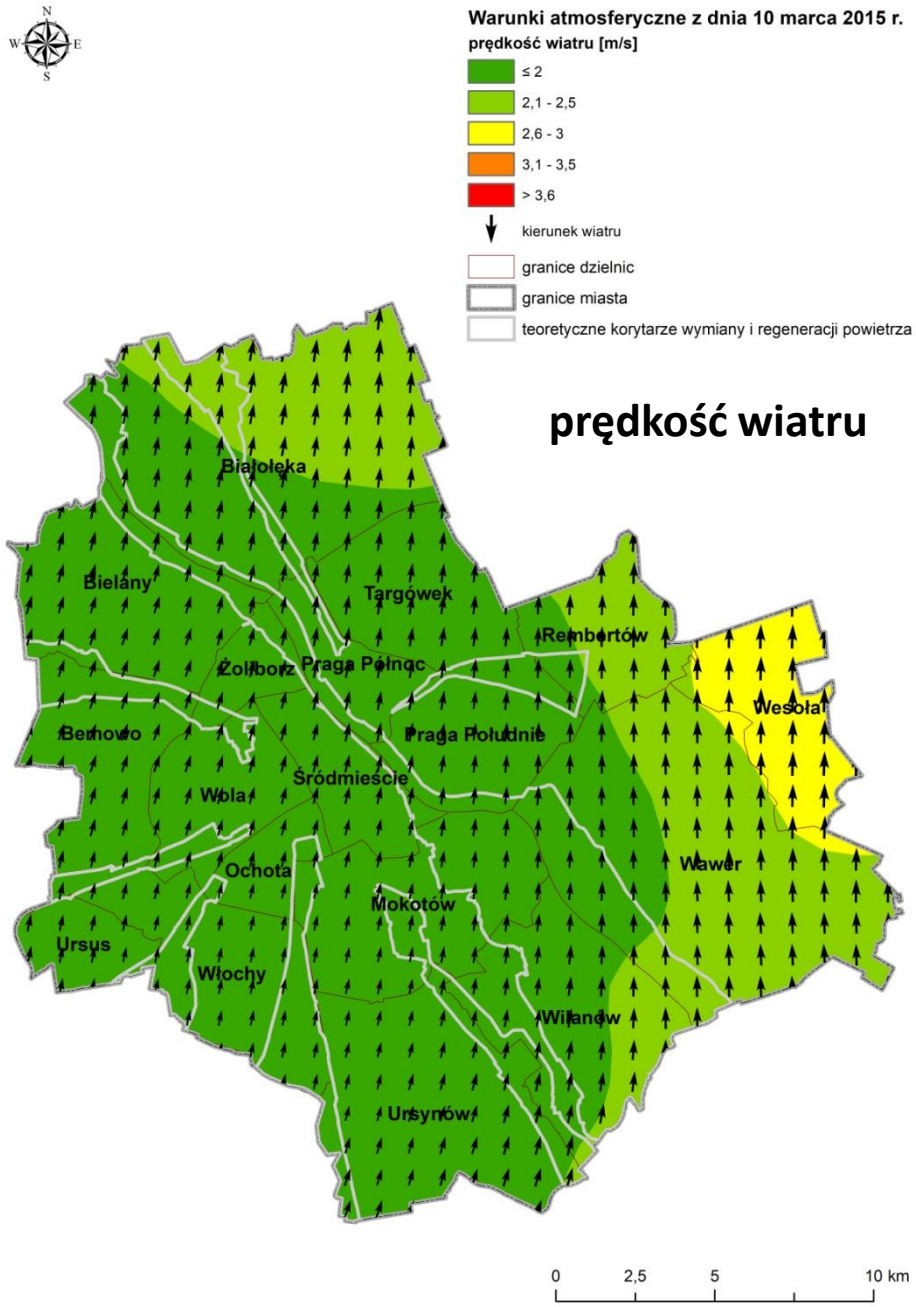
Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

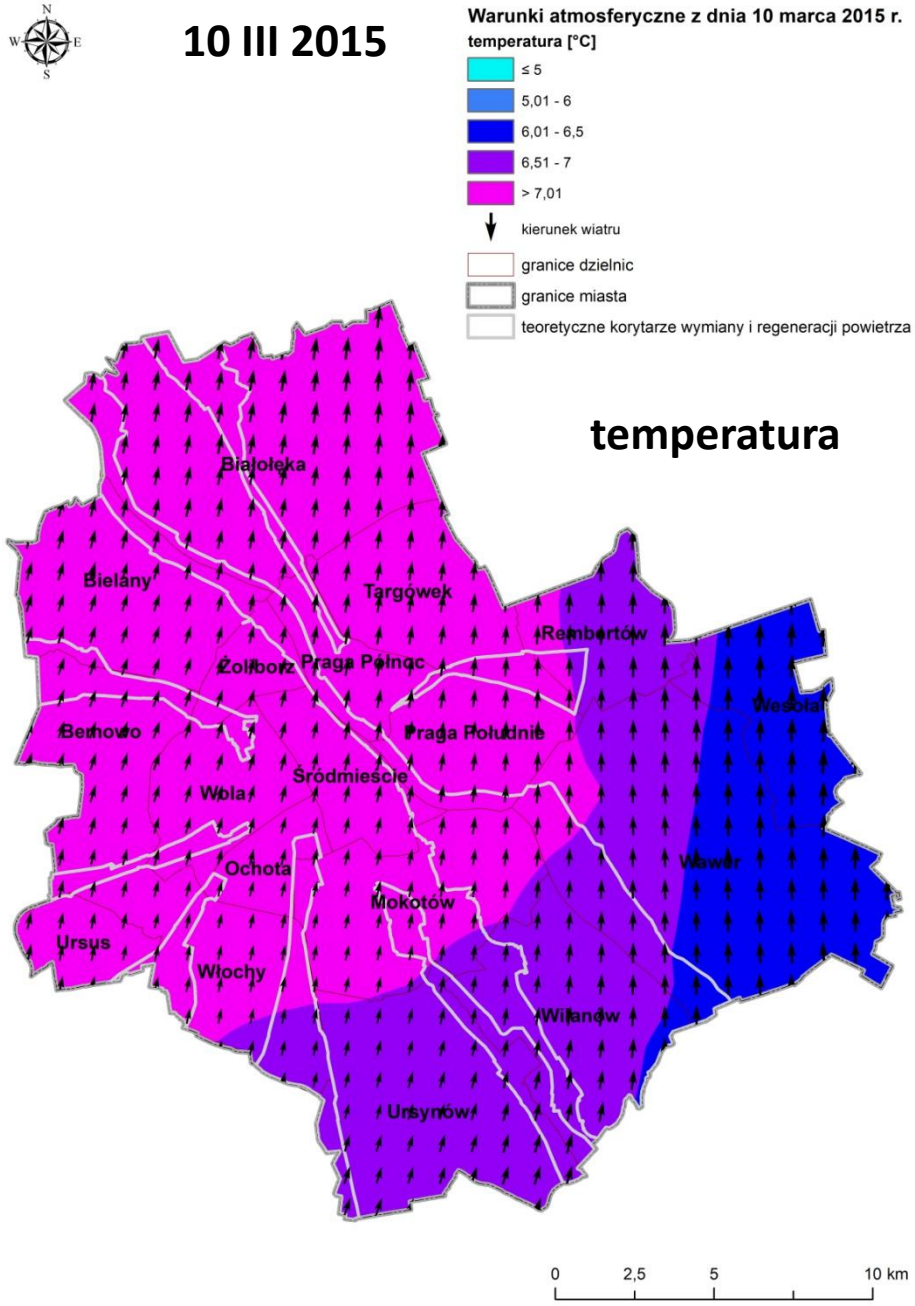
epizody wysokich stężeń pyłu PM10 – wyniki modelowania

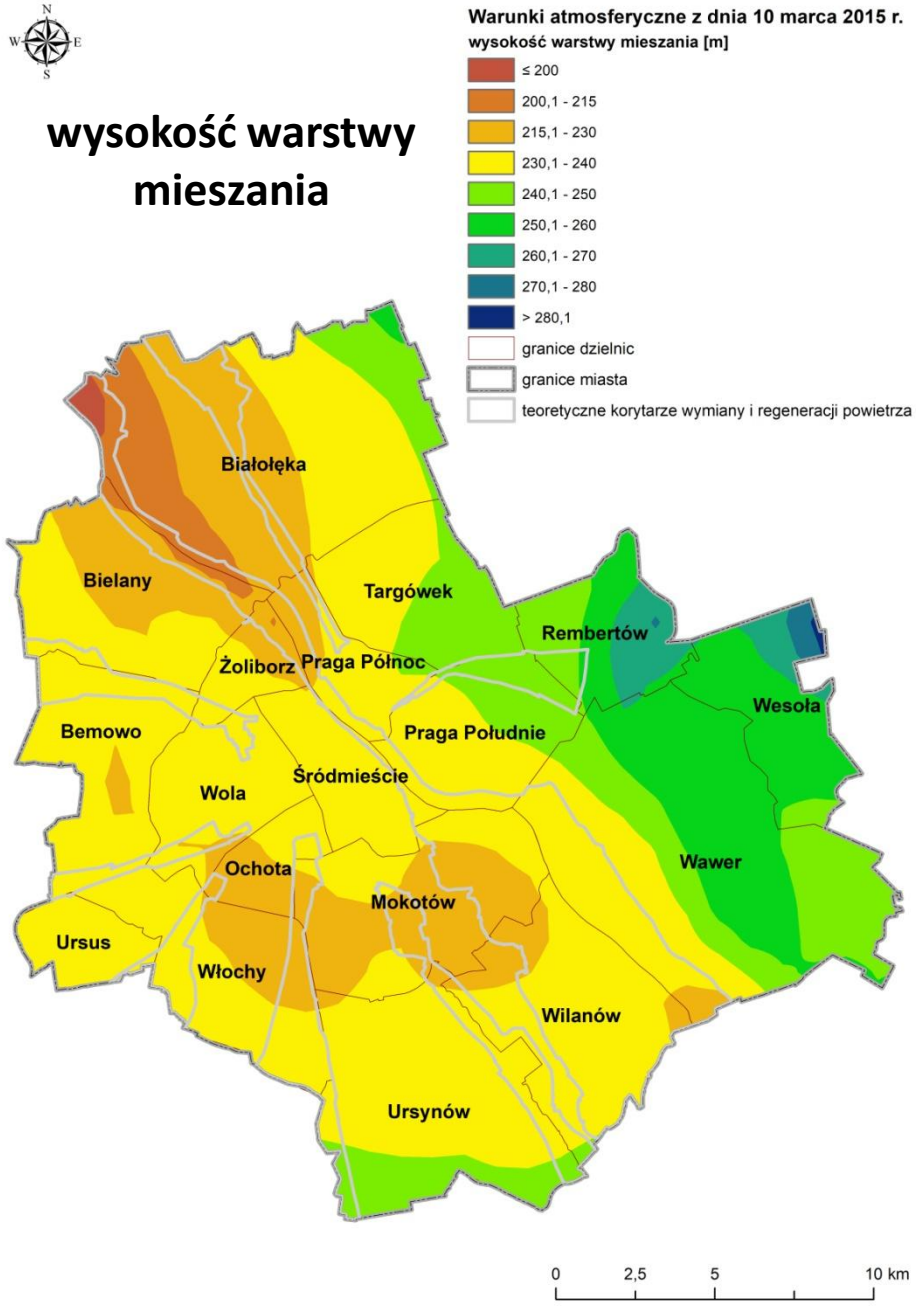
10 III 2015


Epizody stężeń z dnia 10 marca 2015 r.
pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]
pochodzące
z emisji całkowitej
≤ 50,49
50,50 - 75
75,01 - 100
> 100,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
PM10 24h
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

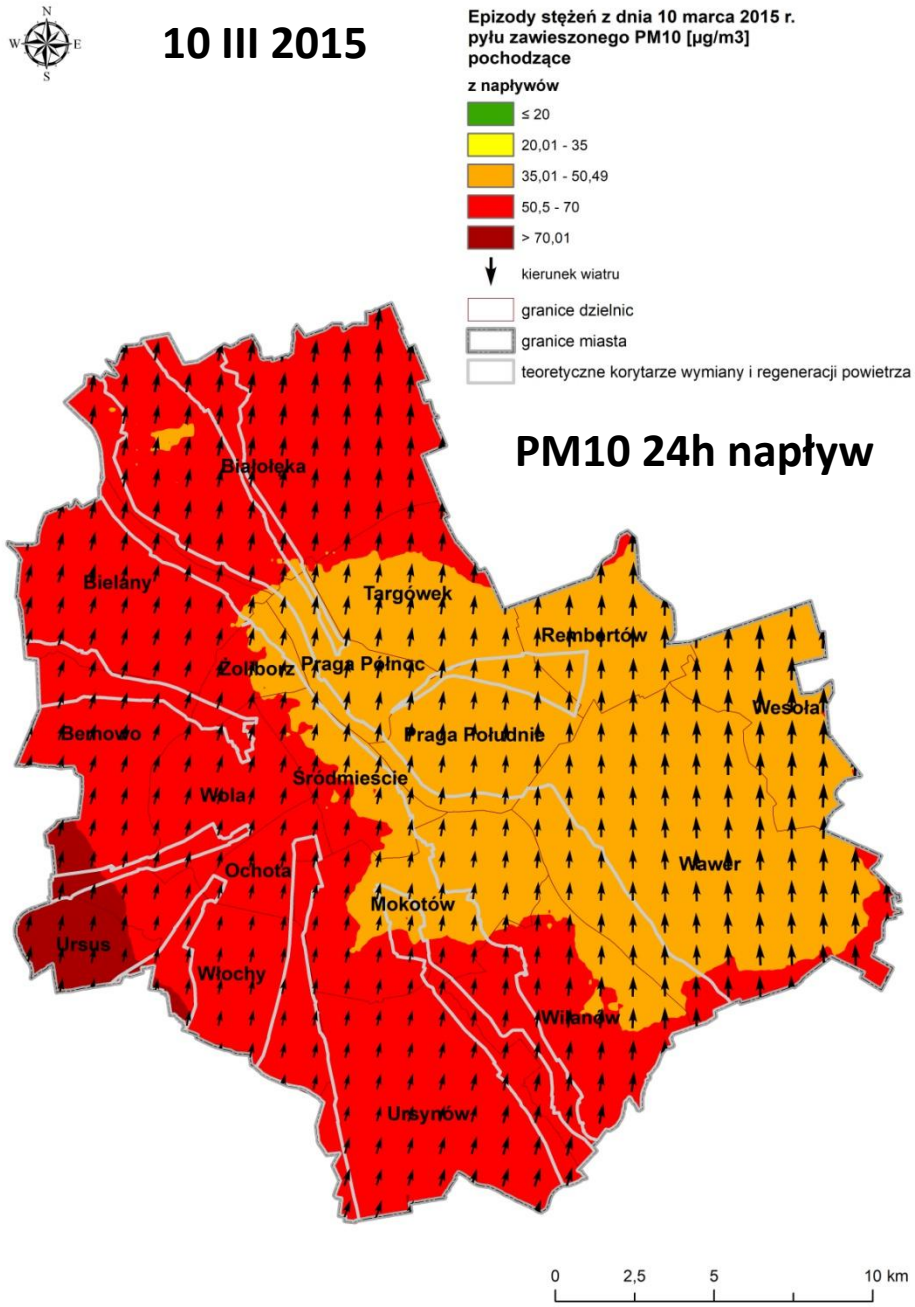

Warunki atmosferyczne z dnia 10 marca 2015 r.
prędkość wiatru [m/s]
≤ 2
2,1 - 2,5
2,6 - 3
3,1 - 3,5
> 3,6
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
prędkość wiatru
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

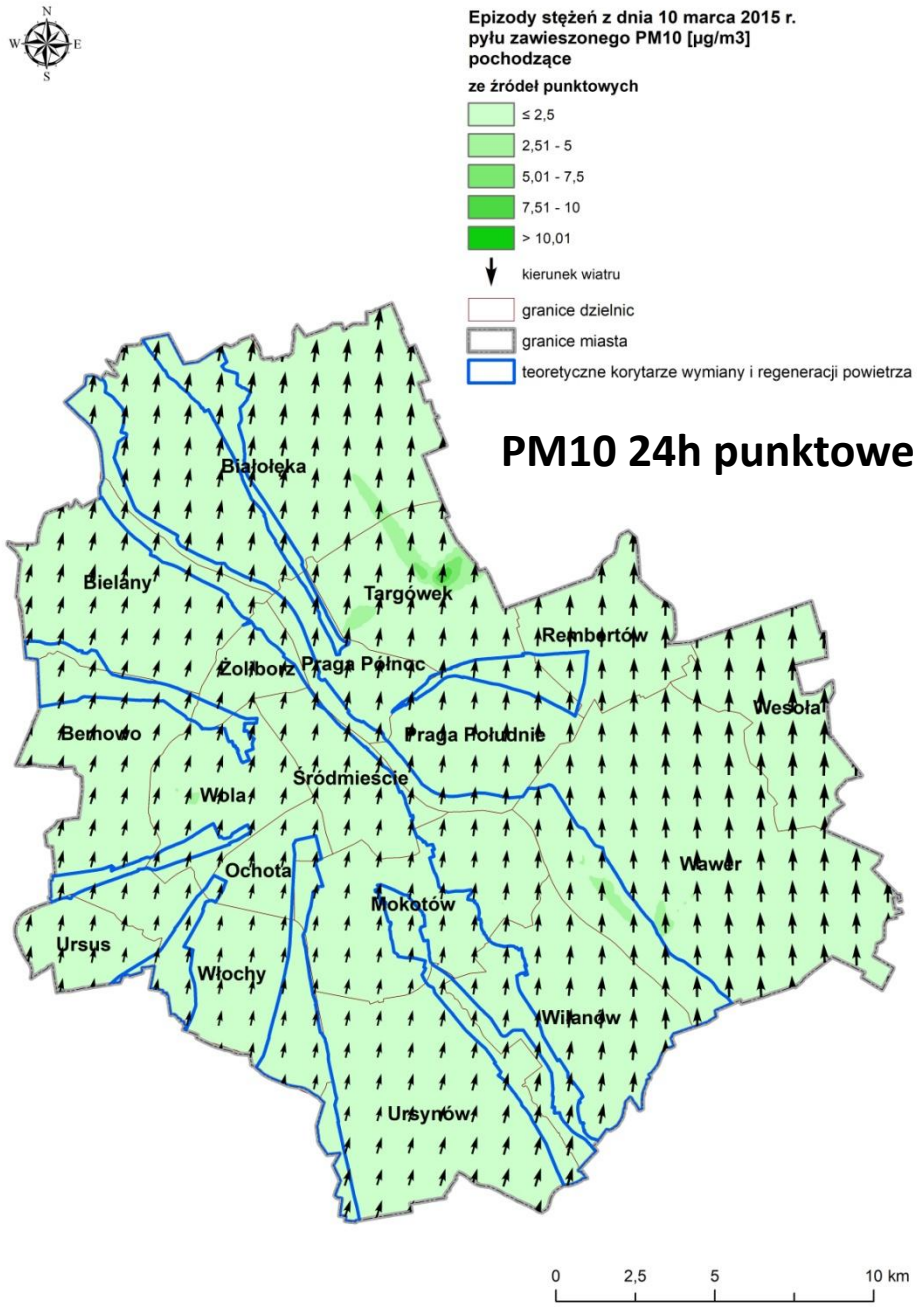
10 III 2015


Warunki atmosferyczne z dnia 10 marca 2015 r.
temperatura [°C]
≤ 5
5,01 - 6
6,01 - 6,5
6,51 - 7
> 7,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
temperatura
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Wawer
Ochota
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

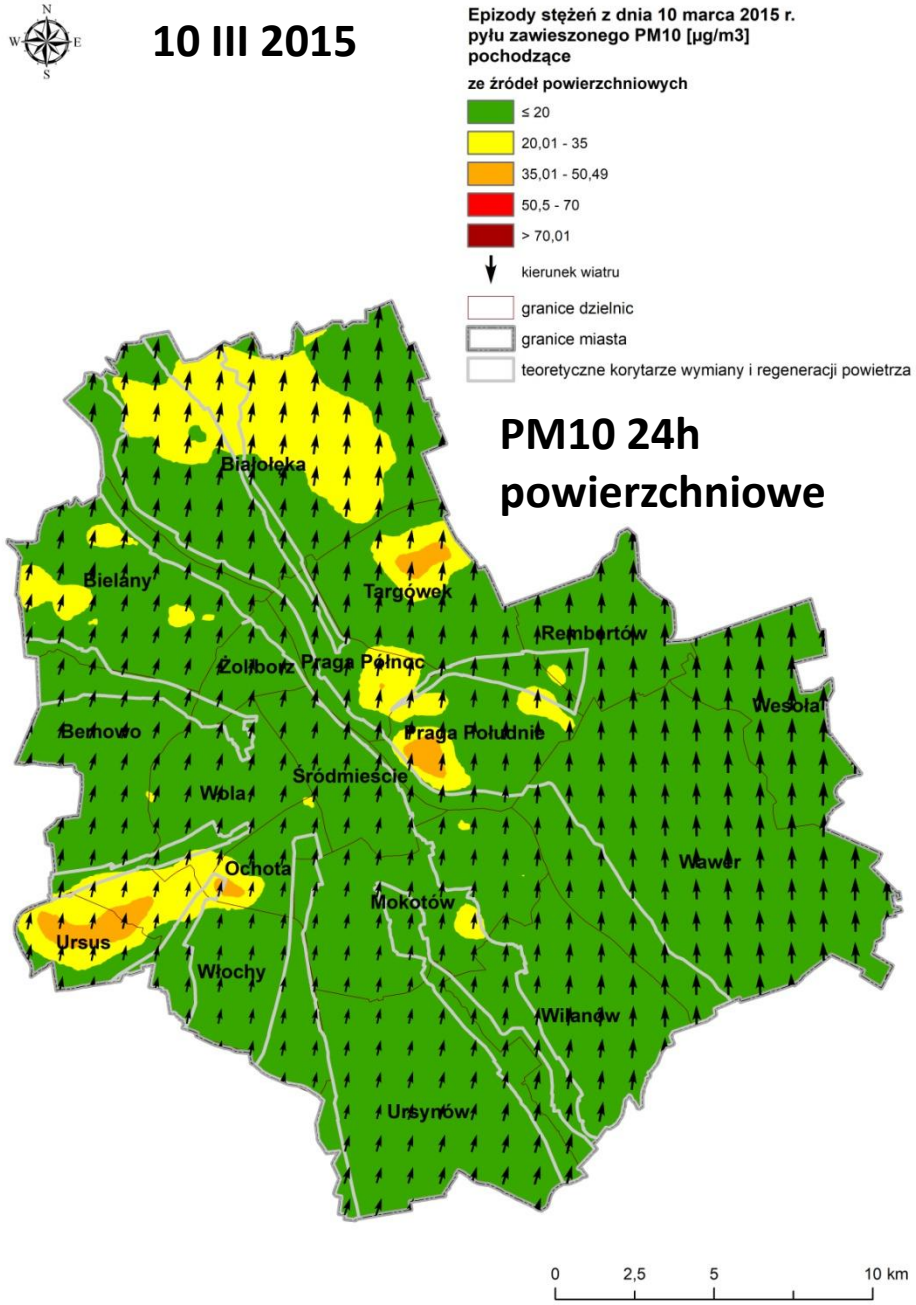

Warunki atmosferyczne z dnia 10 marca 2015 r.
wysokość warstwy mieszania [m]
≤ 200
200,1 - 215
215,1 - 230
230,1 - 240
240,1 - 250
250,1 - 260
260,1 - 270
270,1 - 280
> 280,1
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
wysokość warstwy mieszania
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Wawer
Ochota
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

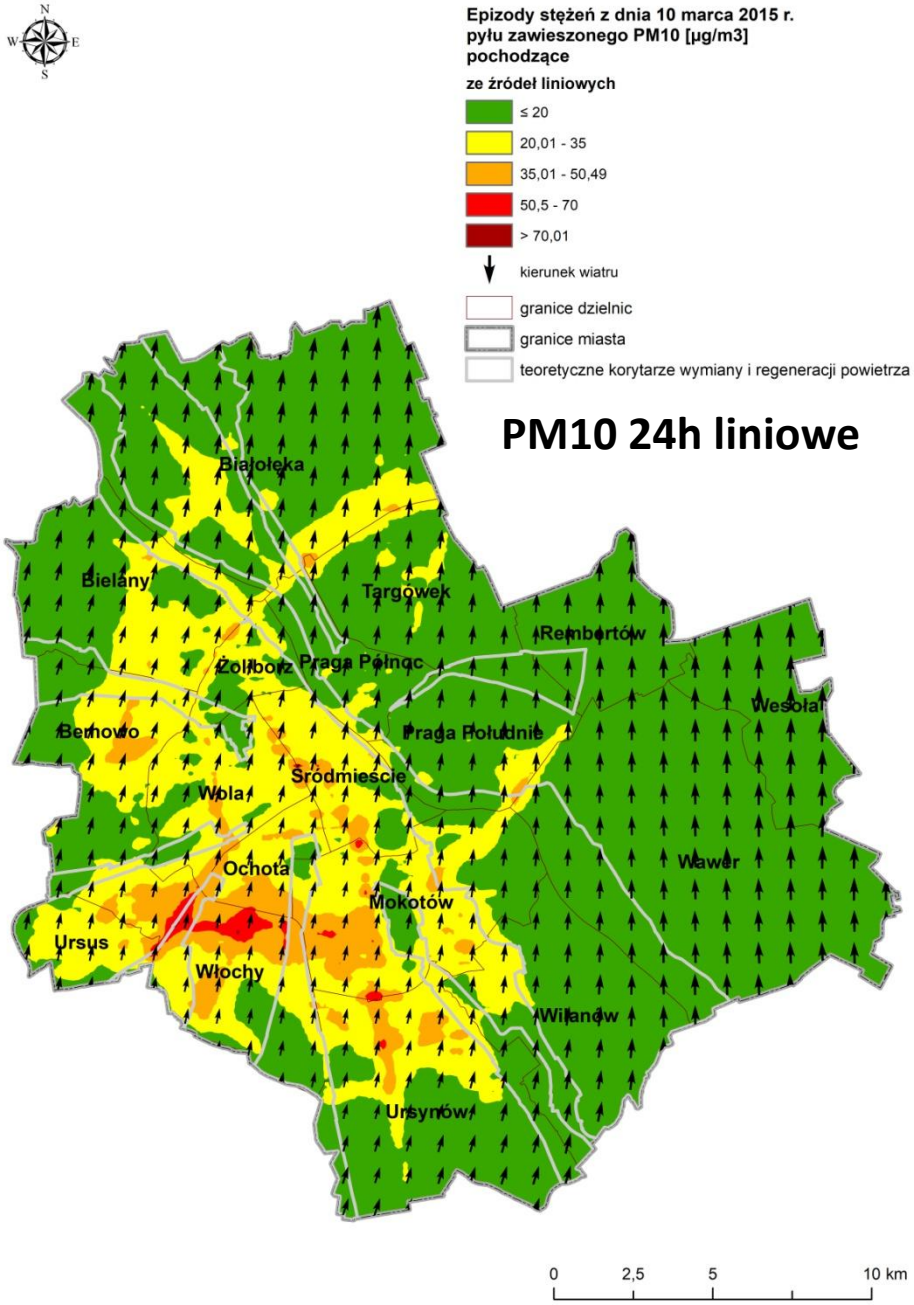
10 III 2015


Epizody stężeń z dnia 10 marca 2015 r.
pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]
pochodzące
z napływów
≤ 20
20,01 - 35
35,01 - 50,49
50,5 - 70
> 70,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
PM10 24h napływ
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

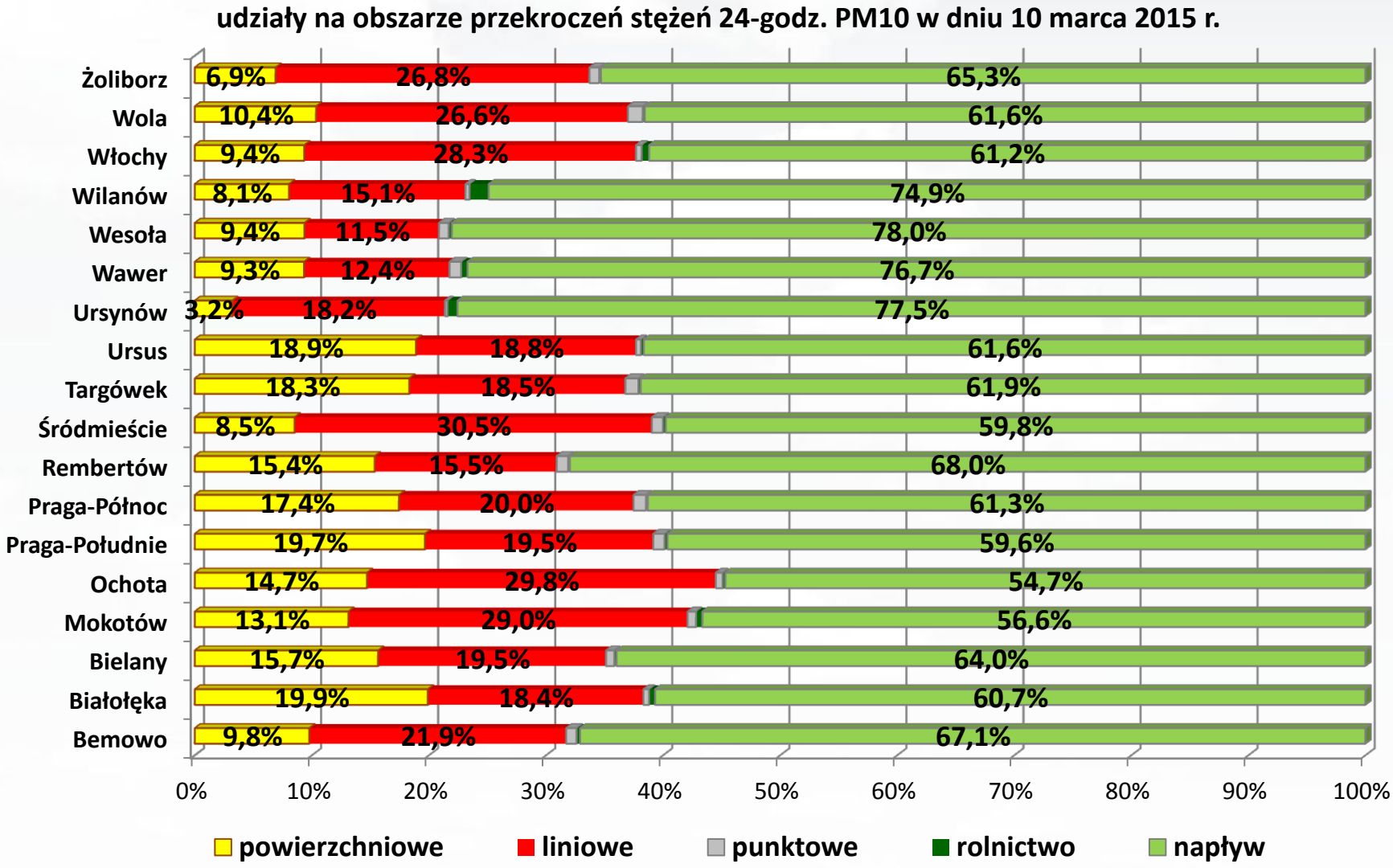

Epizody stężeń z dnia 10 marca 2015 r.
pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]
pochodzące
ze źródeł punktowych
≤ 2,5
2,51 - 5
5,01 - 7,5
7,51 - 10
> 10,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
PM10 24h punktowe
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

10 III 2015


Epizody stężeń z dnia 10 marca 2015 r.
pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]
pochodzące
ze źródeł powierzchniowych
≤ 20
20,01 - 35
35,01 - 50,49
50,5 - 70
> 70,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
PM10 24h
powierzchniowe
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

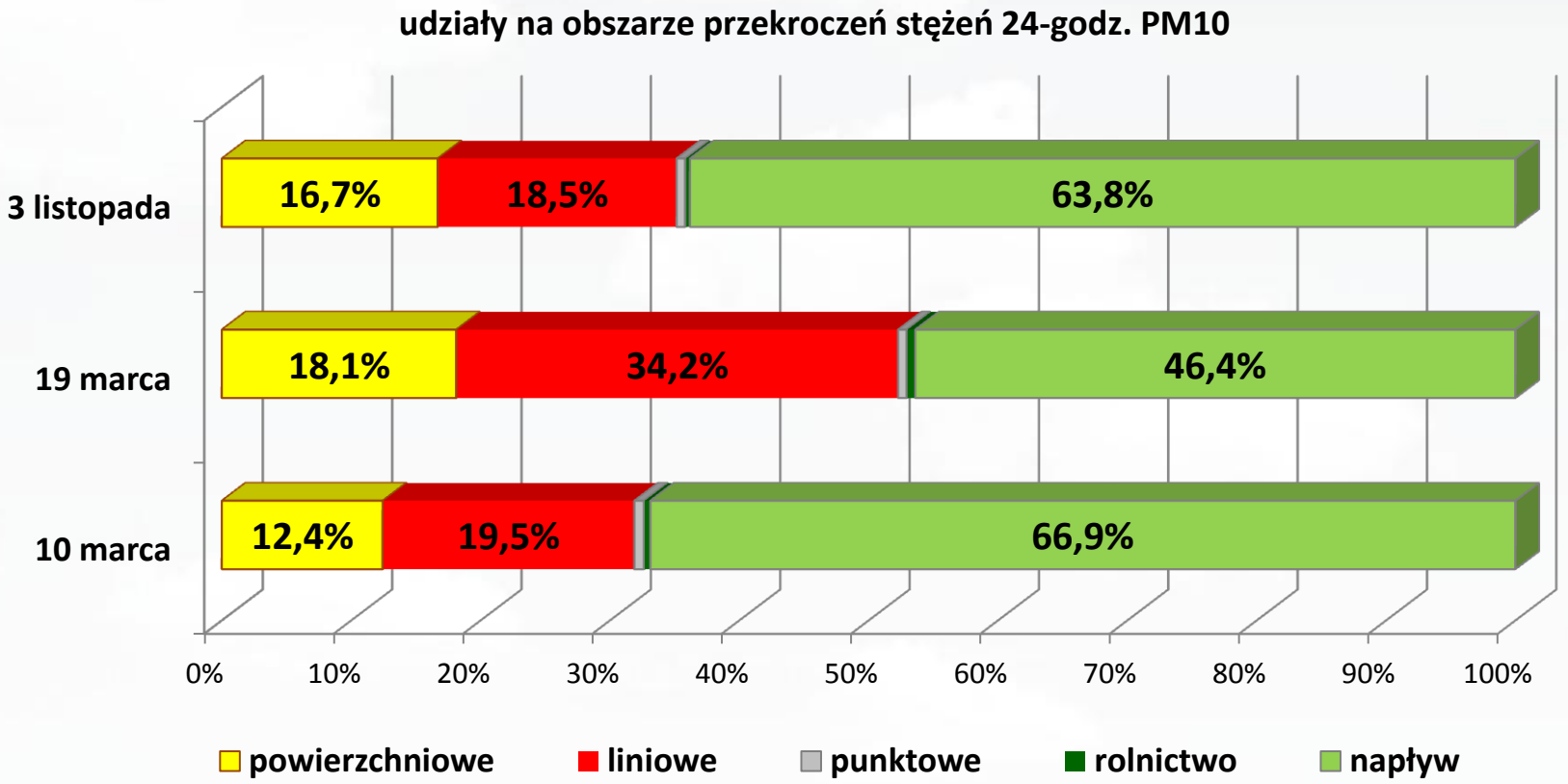

Epizody stężeń z dnia 10 marca 2015 r.
pyłu zawieszonego PM10 [µg/m3]
pochodzące
ze źródeł liniowych
≤ 20
20,01 - 35
35,01 - 50,49
50,5 - 70
> 70,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
PM10 24h liniowe
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Ochota
Wawer
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

epizody wysokich stężeń pyłu PM10



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

epizody wysokich stężeń pyłu PM10



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

epizody wysokich stężeń pyłu PM10

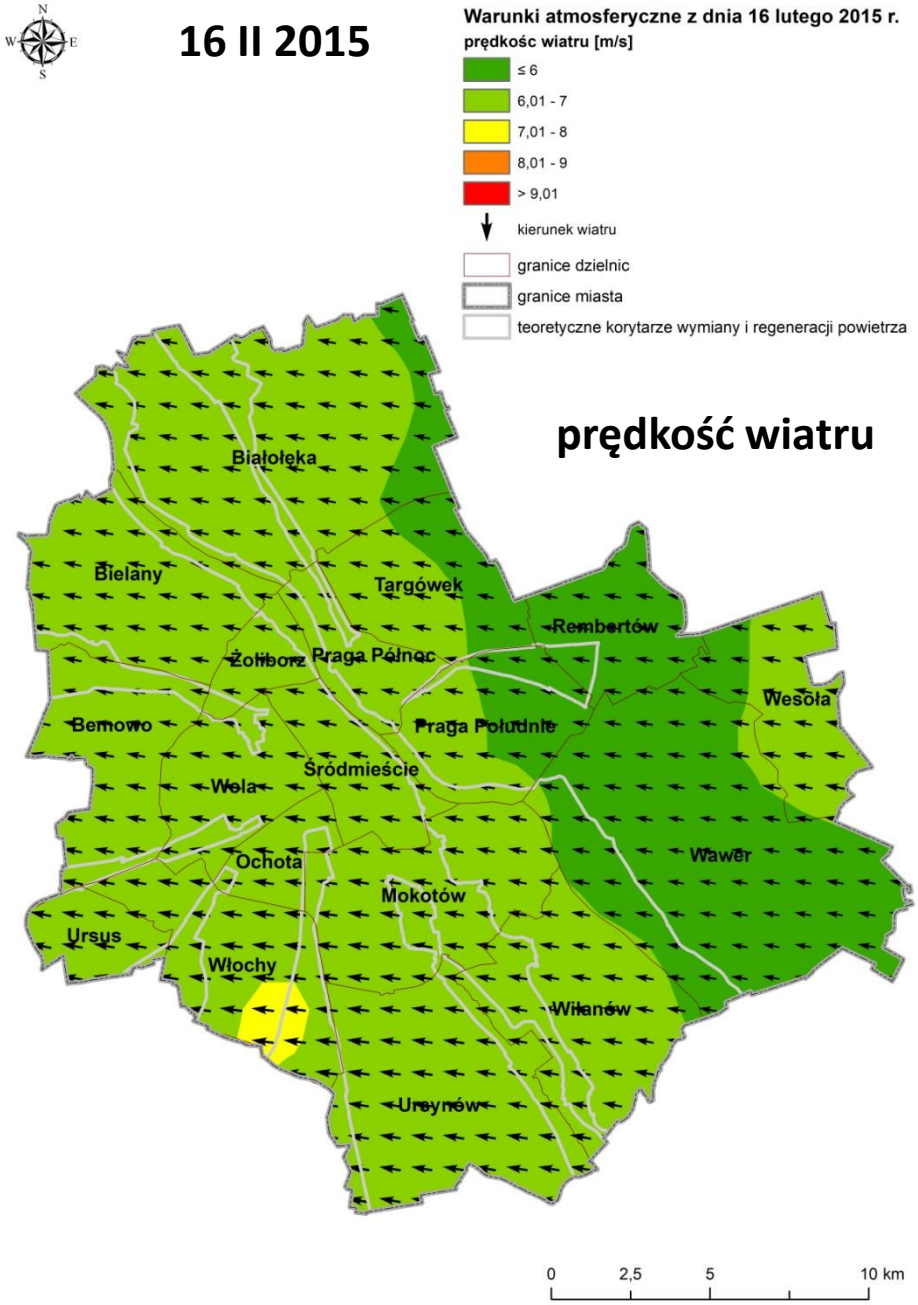
Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

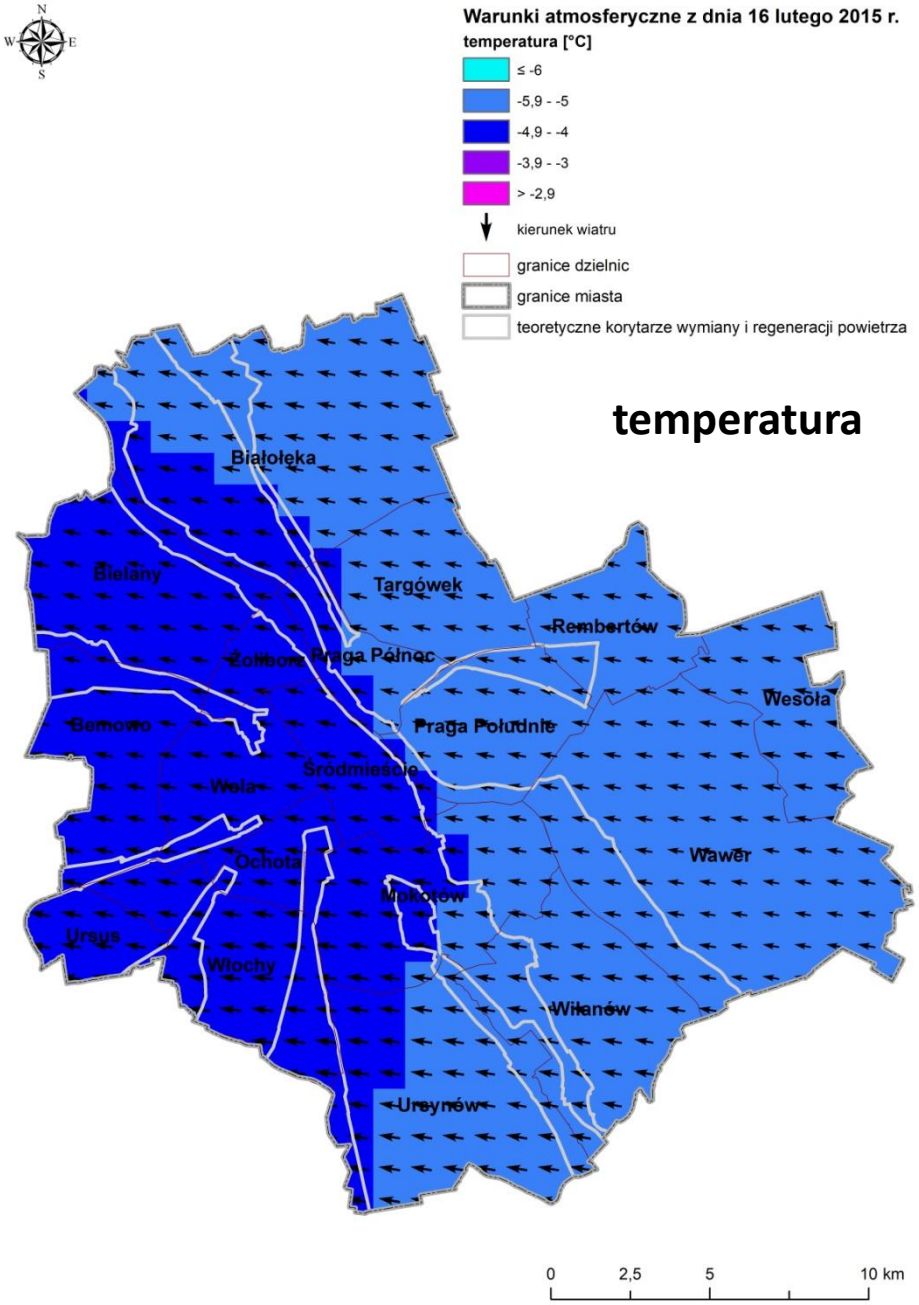
epizod porównawczy

niska temperatura powietrza	silny wiatr

16 lutego 2015 roku

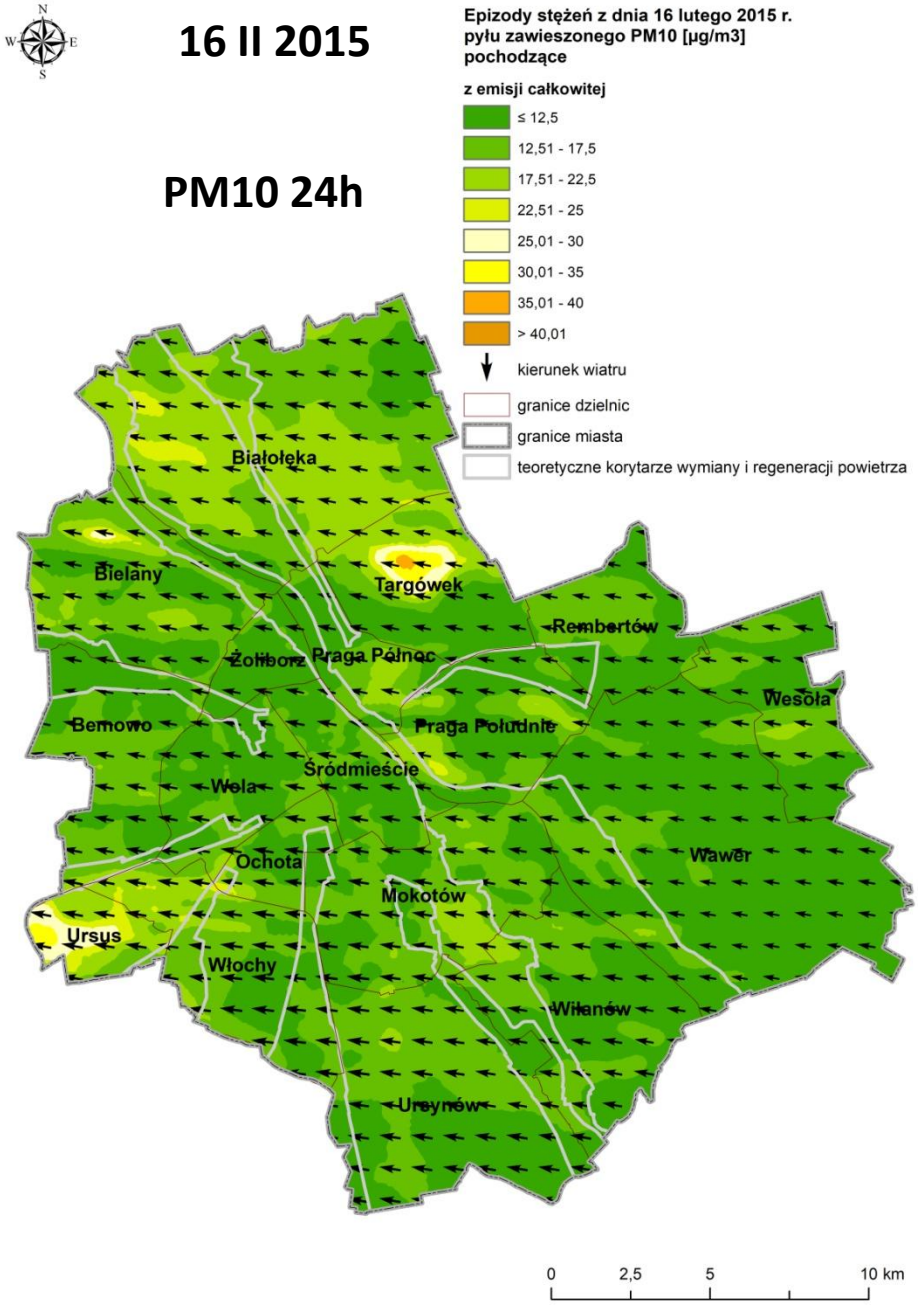
16 II 2015


Warunki atmosferyczne z dnia 16 lutego 2015 r.
prędkosc wiatru [m/s]
≤ 6
6,01 - 7
7,01 - 8
8,01 - 9
> 9,01
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
prędkość wiatru
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Wawer
Ochota
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

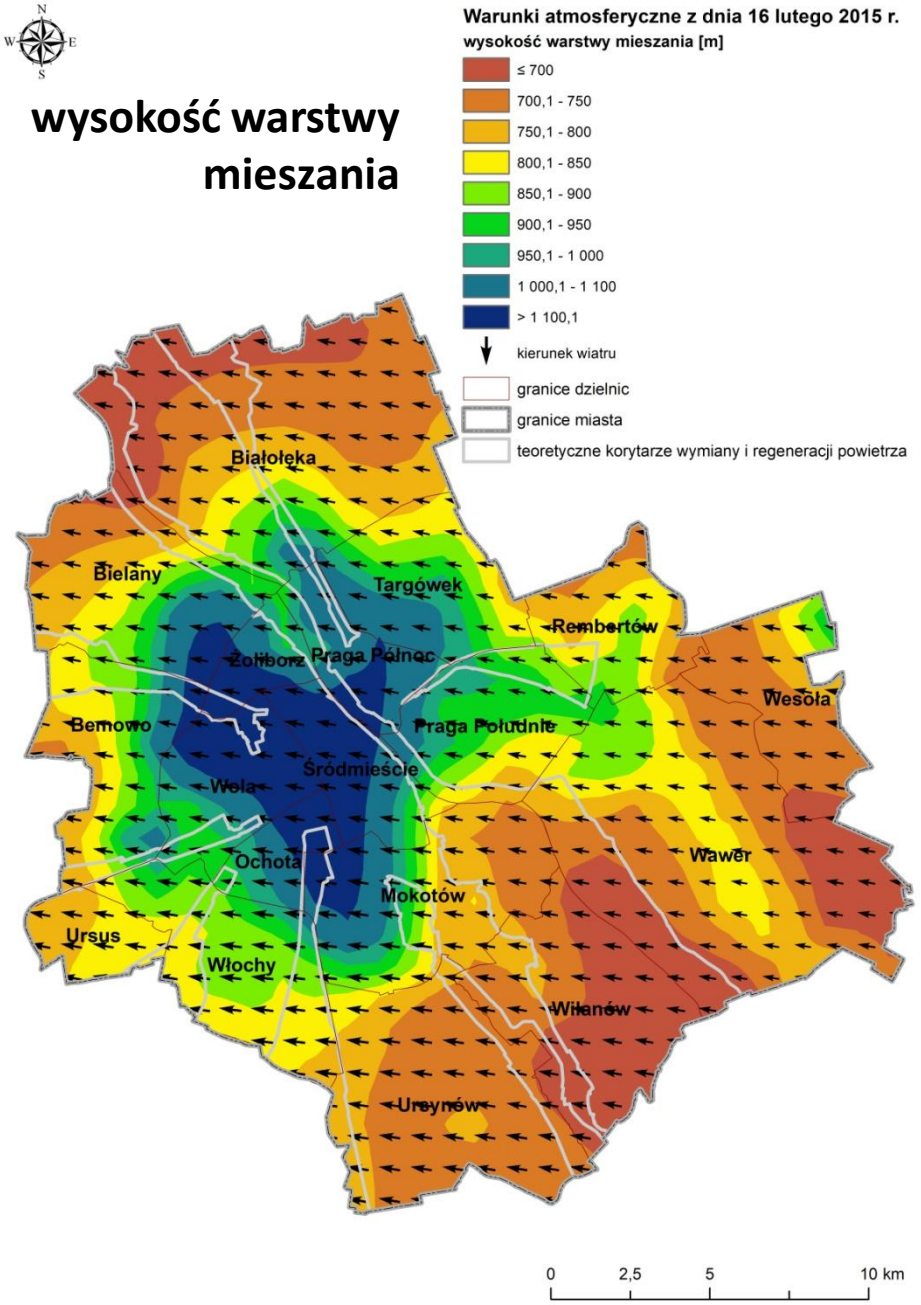

Warunki atmosferyczne z dnia 16 lutego 2015 r.
temperatura [°C]
≤ -6
-5,9 - -5
-4,9 - -4
-3,9 - -3
> -2,9
kierunek wiatru
granice dzielnic
granice miasta
teoretyczne korytarze wymiany i regeneracji powietrza
temperatura
Białołęka
Bielany
Targówek
Rembertów
Żoliborz
Praga Północ
Wesoła
Bemowo
Praga Południe
Śródmieście
Wola
Wawer
Ochota
Mokotów
Ursus
Włochy
Wilanów
Ursynów
0
2,5
5
10 km

16 II 2015

PM10 24h



wysokość warstwy mieszania



epizody wysokich stężeń pyłu PM10

wnioski z analizy epizodów wysokich stężeń pyłu PM10

- występują przy niekorzystnych warunkach meteorologicznych utrudniających rozprzestrzenianie zanieczyszczeń
- główne czynniki meteorologiczne determinujące wysokość stężeń – prędkość wiatru i wysokość warstwy mieszania
- kierunek wiatru decyduje o wielkości stężeń generowanych przez źródła spoza badanego miasta
- nie jest zauważalna korelacja pomiędzy temperaturą powietrza a wysokością stężeń
- wzrost prędkości wiatru powoduje dobrą przewietrzalność miasta
- na niektórych obszarach miasta zbieg niekorzystnych okoliczności prowadzi do występowania wysokich stężeń z dużą częstotliwością

Roczny Indeks Jakości Powietrza – RIJP

przestrzenna zmienność kilku parametrów

częstość występowania różnych wartości stężeń 24-godz. pyłu PM10

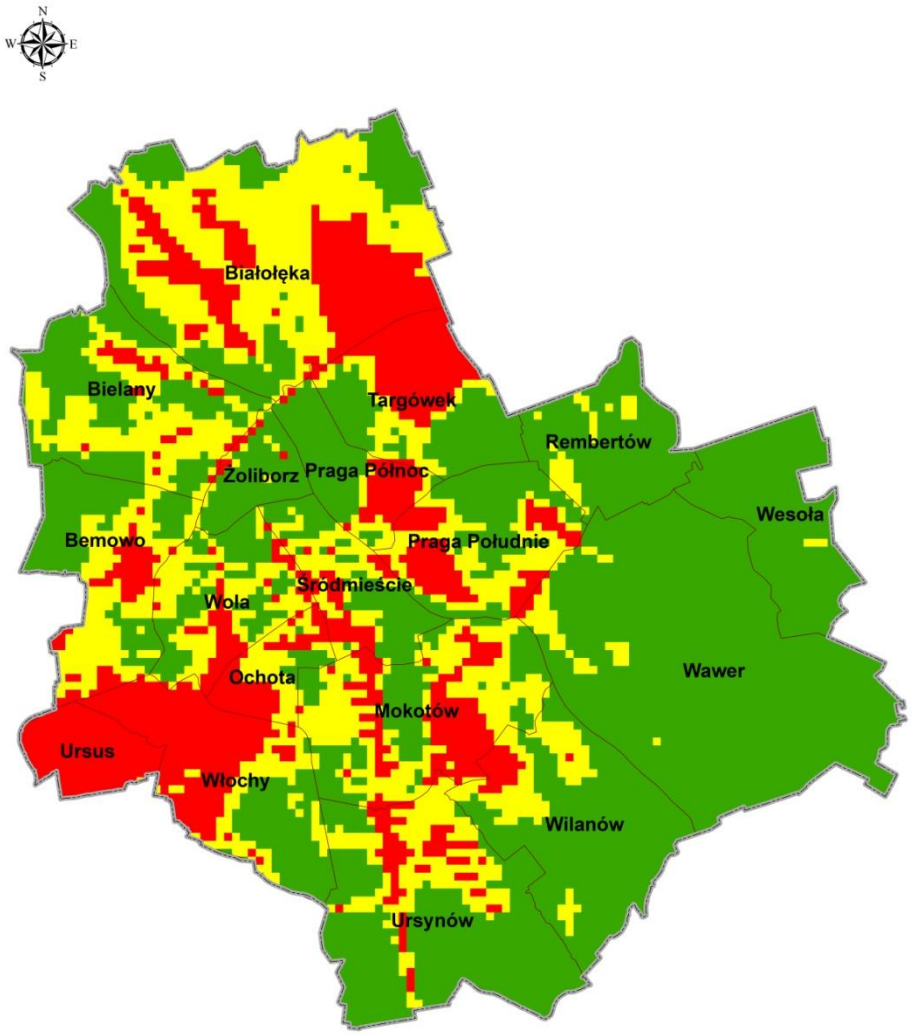
stężenia średnioroczne

- PM10
- PM2,5
- NO_2

Roczny Indeks Jakości Powietrza

roczny indeks jakości powietrza	PM10	PM2,5	NO_2
dobry	- liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia dobowego jest w normie (≤35 dni w roku), - stężenia dobowe przez 200 dni w roku mieszczą się w przedziale 0-30 [µg/m^3]	stężenie średnioroczne ≤ 20 [µg/m^3] (poziom dopuszczalny od 2020 r.)	stężenie średnioroczne ≤ 40 [µg/m^3]
umiarkowany	- liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia dobowego mieści się w przedziale 36-50 dni w roku, - stężenia dobowe przez 200 dni w roku mieszczą się w przedziale 0-30 [µg/m^3]	stężenie średnioroczne mieści się w przedziale 20-25 [µg/m^3]	-
zły	- liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia dobowego jest większa niż 50 dni w roku, - stężenie średnioroczne przekracza wartość dopuszczalną > 40 [µg/m^3]	stężenie średnioroczne > 25 [µg/m^3] (poziom dopuszczalny)	stężenie średnioroczne > 40 [µg/m^3]

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

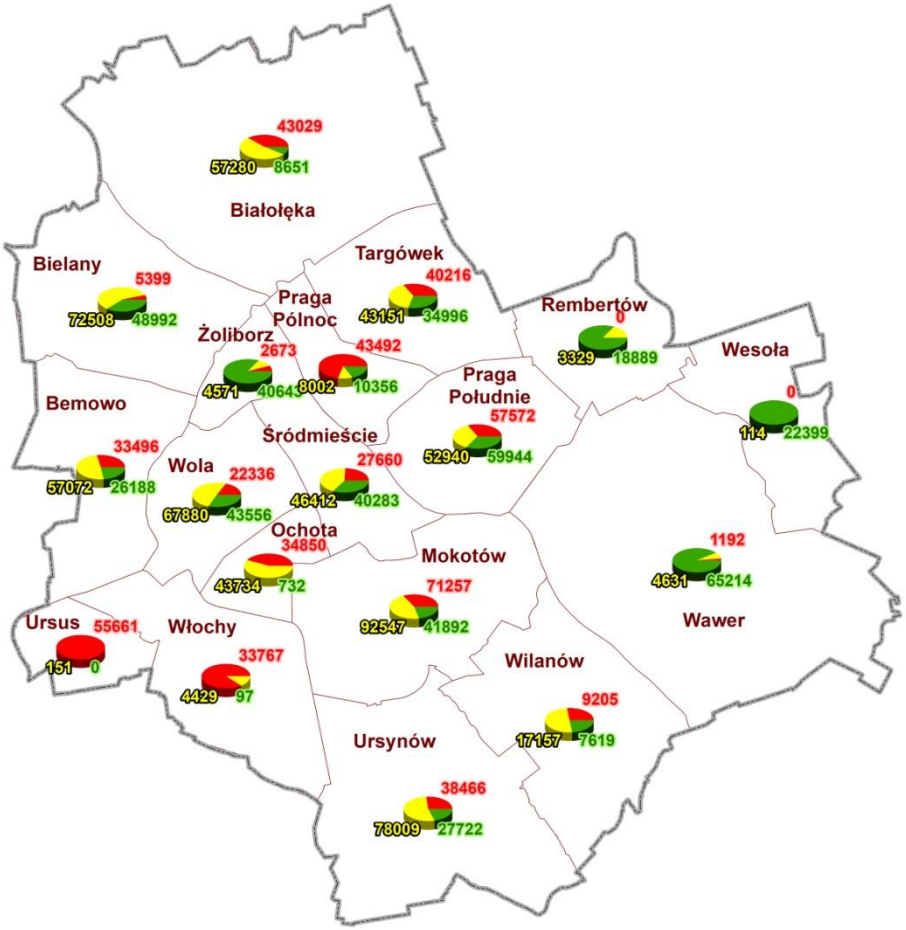


roczny indeks jakości powietrza

Indeks jakości powietrza
- dobra jakośc powietrza
- umiarkowana jakość powietrza
- zła jakośc powietrza
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

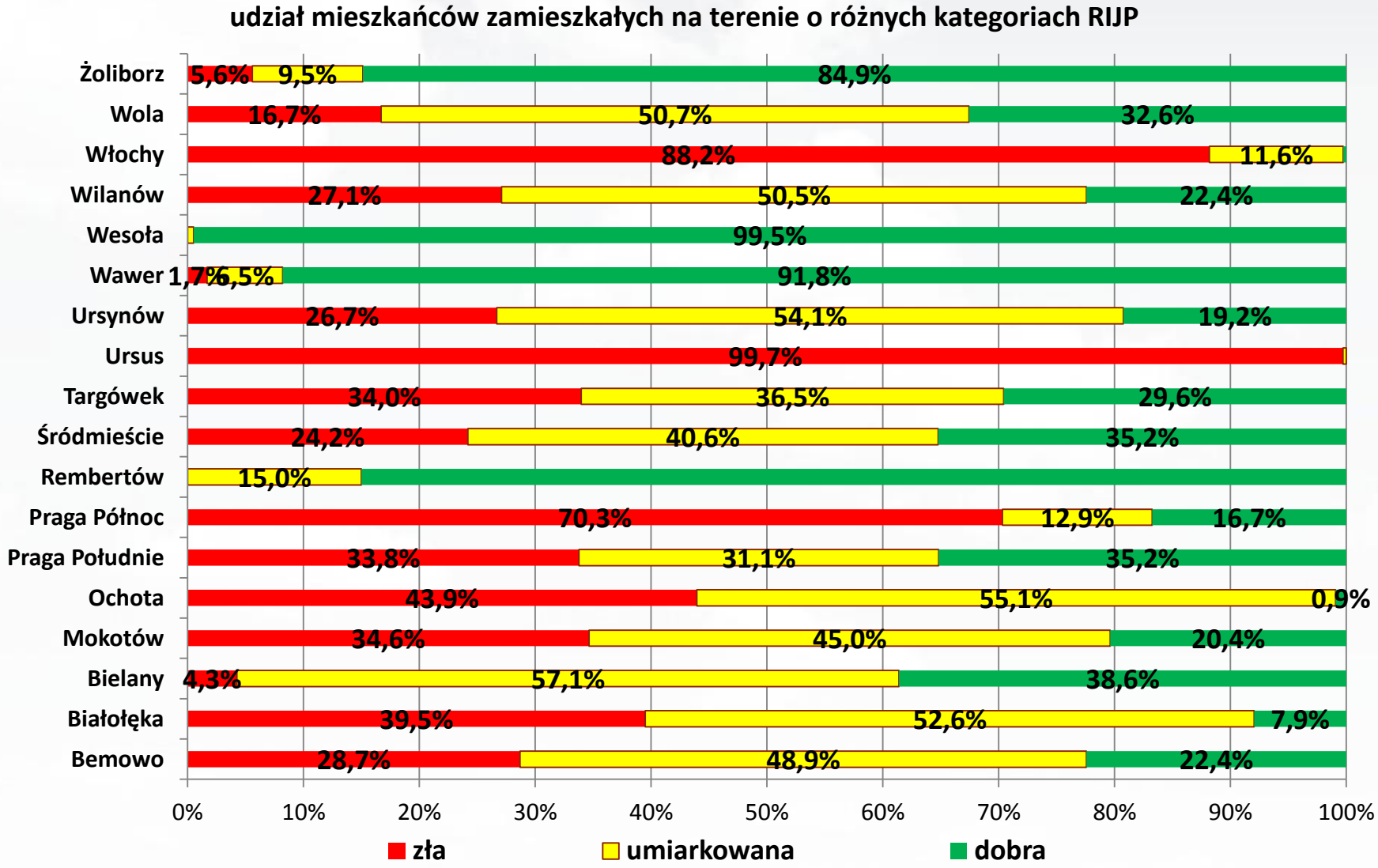
ludność



27722 liczba ludności w strefie dobrej jakości powietrza
78009 liczba ludności w strefie umiarkowanej jakości powietrza
38466 liczba ludności w strefie złej jakości powietrza
- dobra jakość powietrza
- umiarkowana jakość powietrza
- zła jakość powietrza
- granice dzielnic
- granice miasta

0 2,5 5 10 km

Roczny Indeks Jakości Powietrza



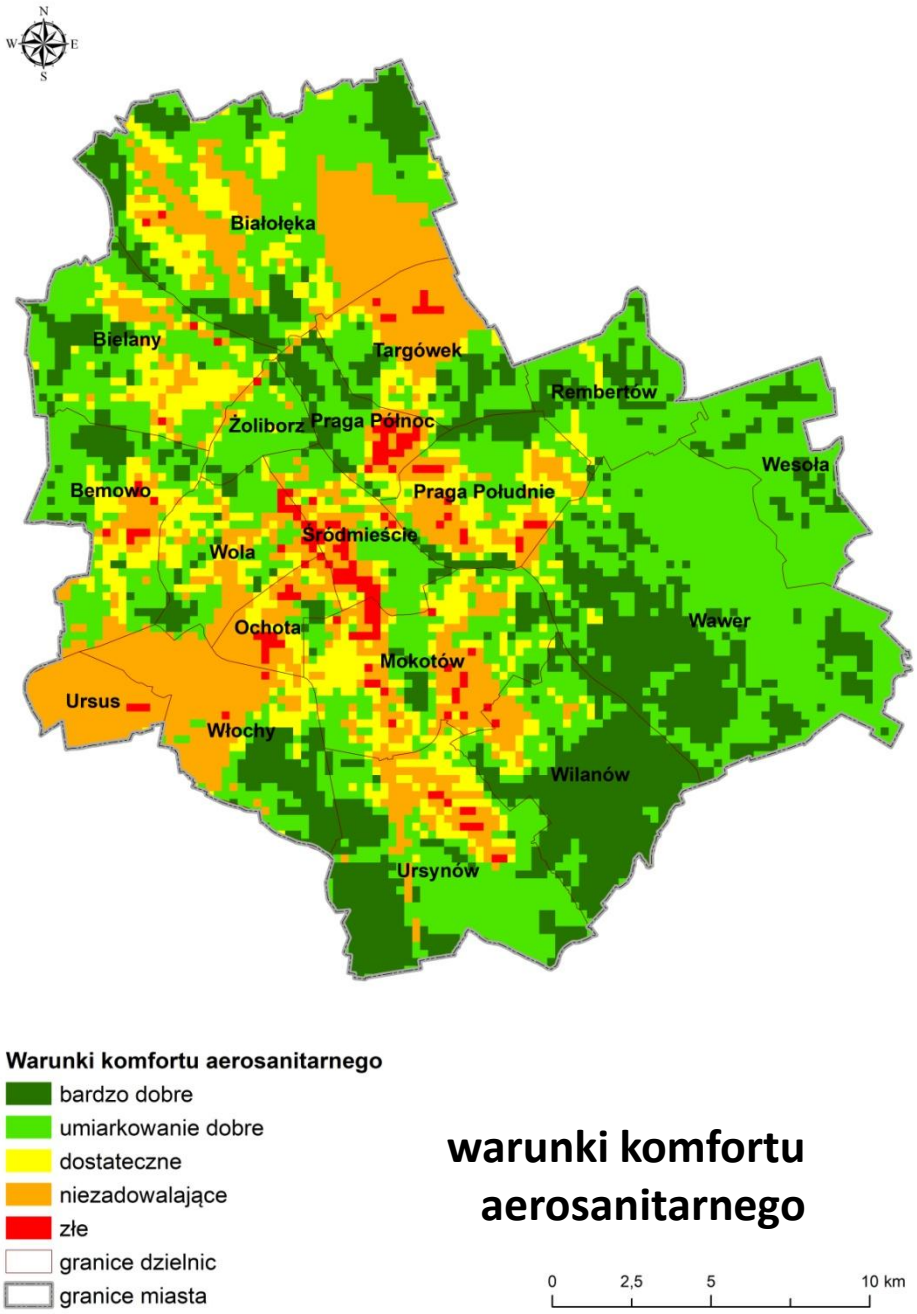
Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

Połączenie modelowania meteo i rozprzestrzeniania zanieczyszczeń

Kategoryzacja warunków komfortu aerosanitarnego (metodyka przygotowania mapy wynikowej)

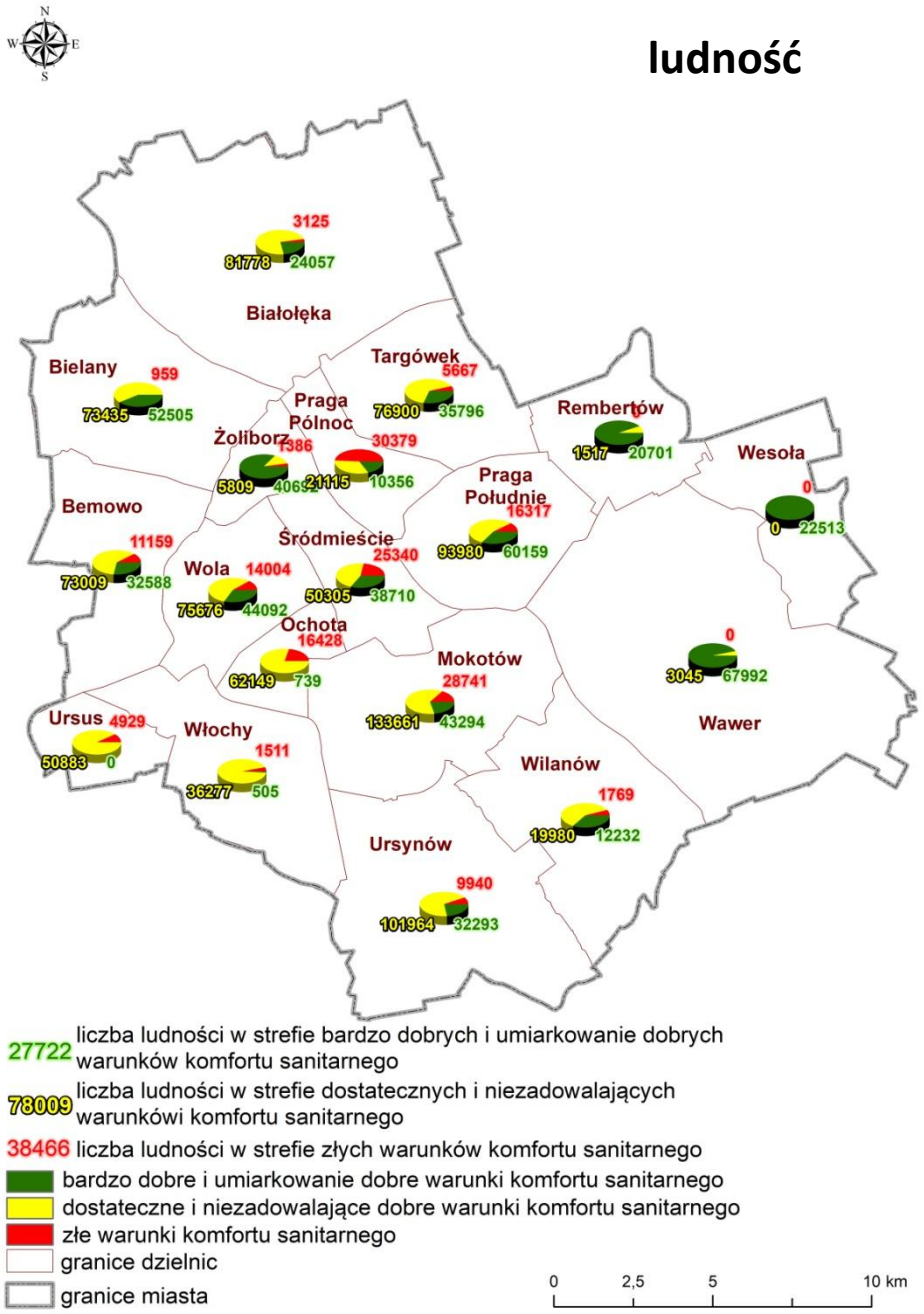
ROCZNY INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA	PRZEWIETRZANIE: dobre	PRZEWIETRZANIE: umiarkowane	PRZEWIETRZANIE: złe
dobry	bardzo dobre	umiarkowanie dobre	umiarkowanie dobre
umiarkowany	umiarkowanie dobre	dostateczne	niezadowalające
zły	niezadowalające	niezadowalające	złe

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

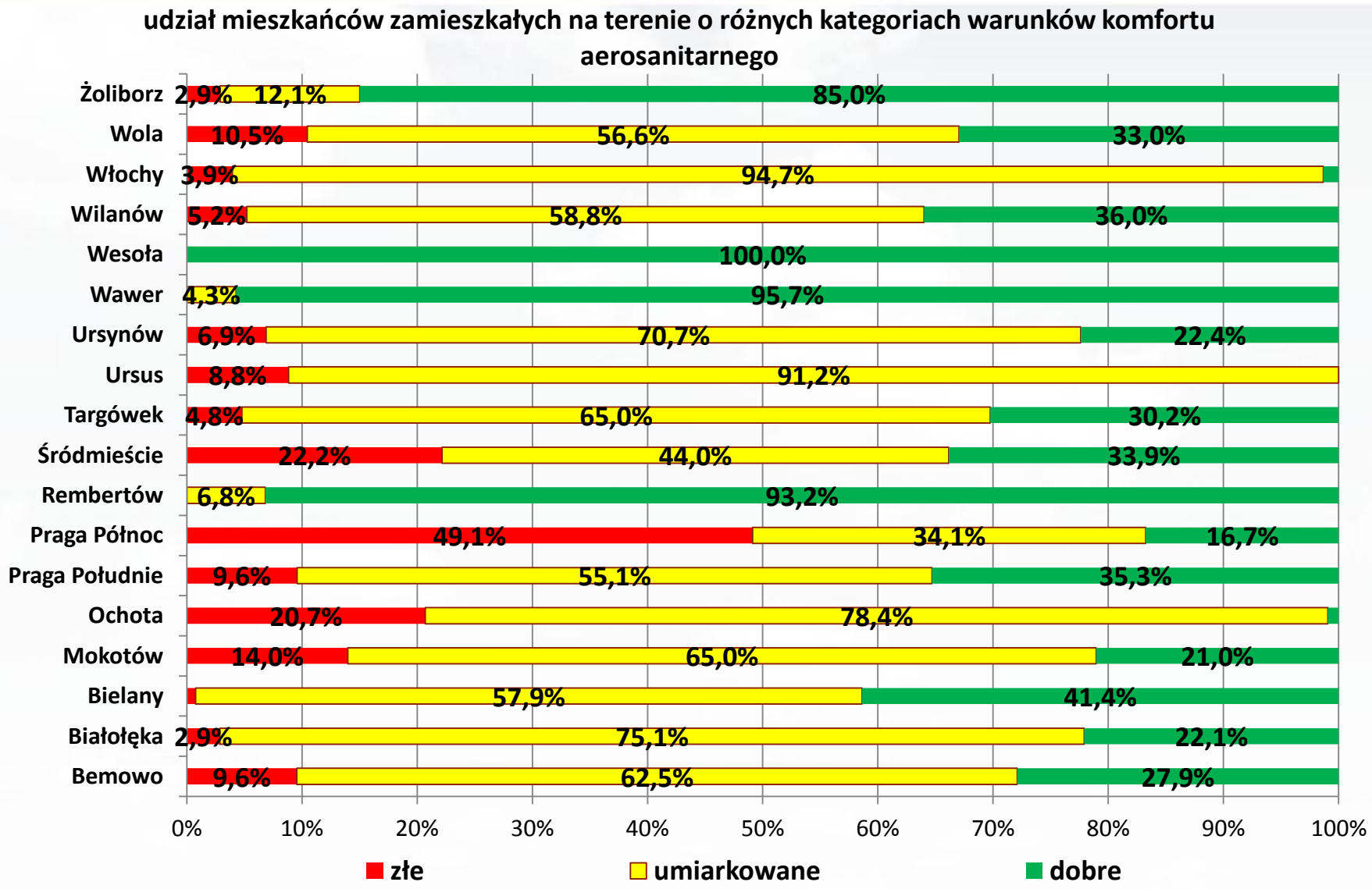


warunki komfortu aerosanitarnego

ludność



warunki komfortu aerosanitarnego

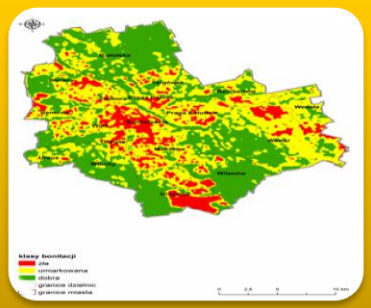


Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

mapa warunków aerosanitarnych w mieście pozwala

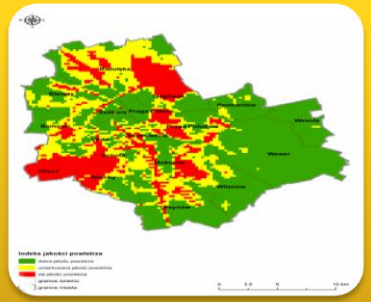
- zobrazować zróżnicowanie przestrzenne obszarów o różnych warunkach aerosanitarnych
- określić liczbę ludności miasta zamieszkałej na terenach poszczególnych klas warunków komfortu aerosanitarnego
- wyznaczyć obszary miasta, które mogą pełnić różne funkcje (np. przewietrzajace, regenerujące powietrze itp.)

MAPY WYNIKOWE



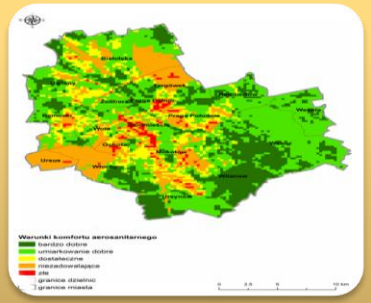
mapa bonitacji przewietrzania

- obszary przewietrzania



mapa RIJP

- coroczna aktualizacja
- obszary ochrony istniejących dobrych warunków
- obszary wymagające poprawy stanu jakości powietrza



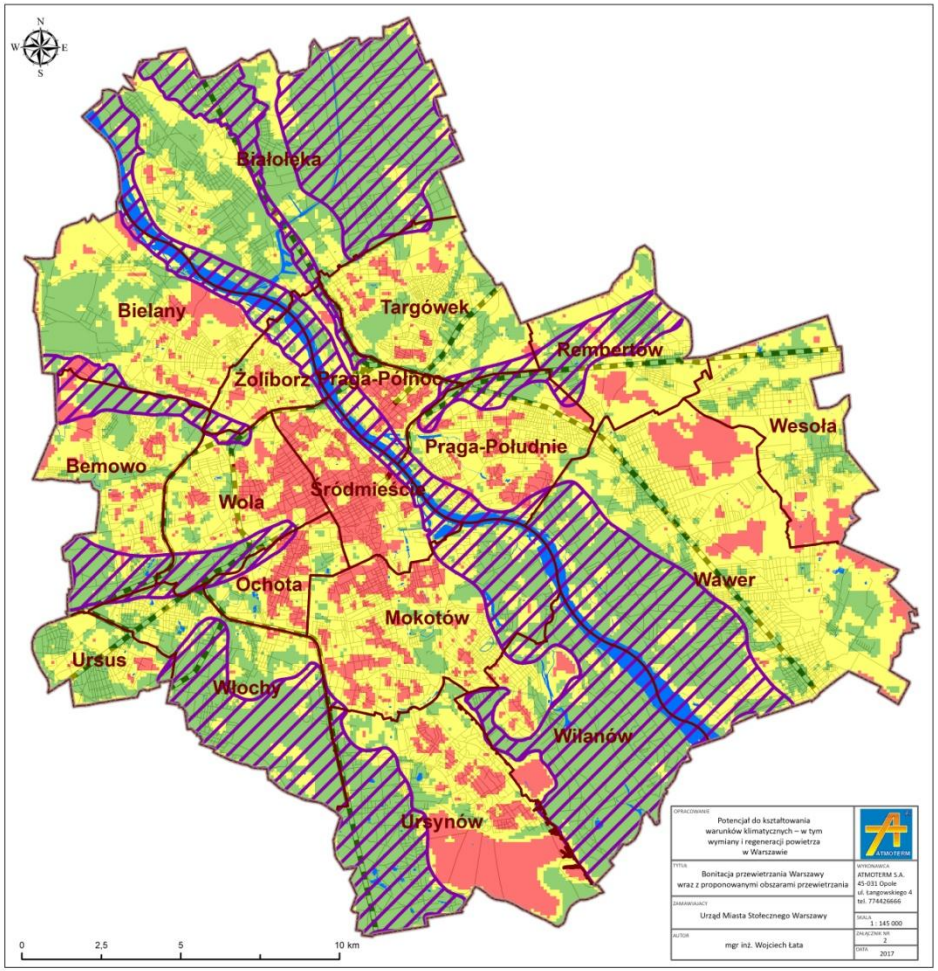
mapa warunków komfortu aerosanitarnego

- obszary regeneracji
- obszary intensywnej regeneracji

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

Urząd m. st. Warszawy
Biuro Architektury i Planowania Przestrzennego

Bonitacja przewietrzania Warszawy
wraz z proponowanymi obszarami przewietrzania



Potencjał do kształtowania warunków klimatycznych – w tym wymiany i regeneracji powietrza w Warszawie

Bonitacja przewietrzania Warszawy wraz z proponowanymi obszarami przewietrzania

Urząd Miasta Stołecznego Warszawy

mgr inż. Wojciech Łata

WYKONAWCA: ATMOTERM S.A. 45-031 Opole ul. Ignacego Krasickiego 4 tel. 774426666

SKALA: 1 : 145 000

ANALIZA NR: 2

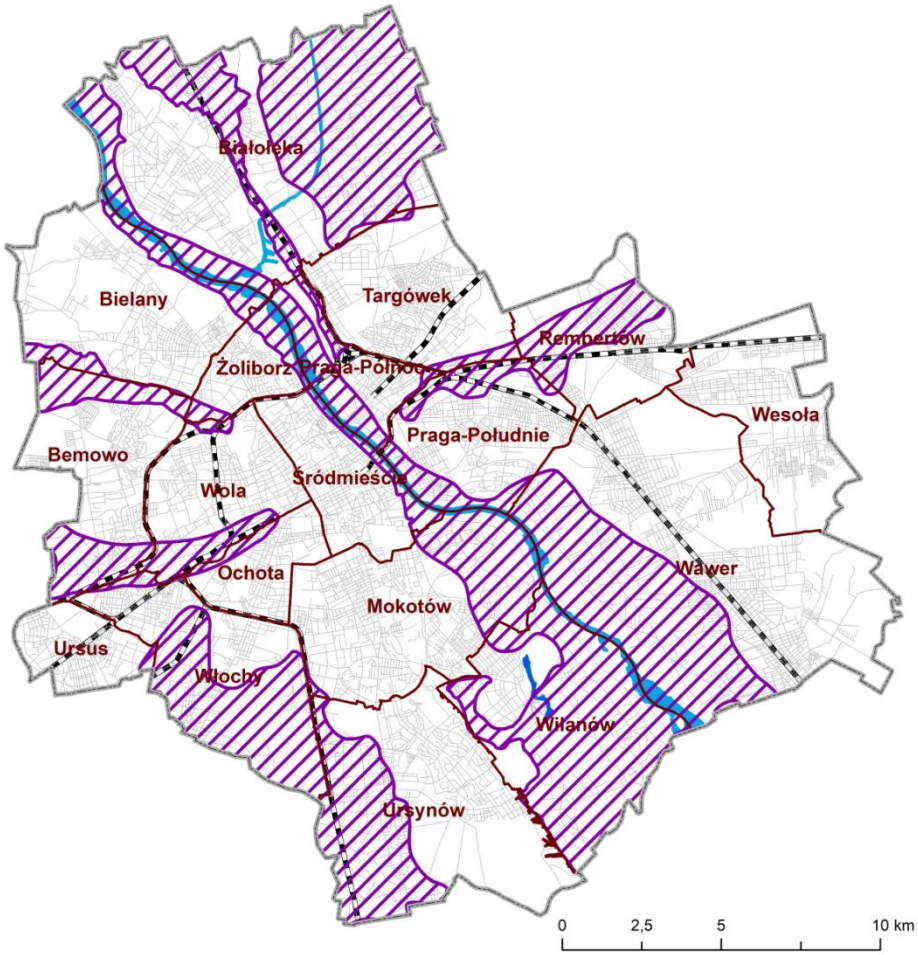
DATA: 2017

Klasy bonitacji

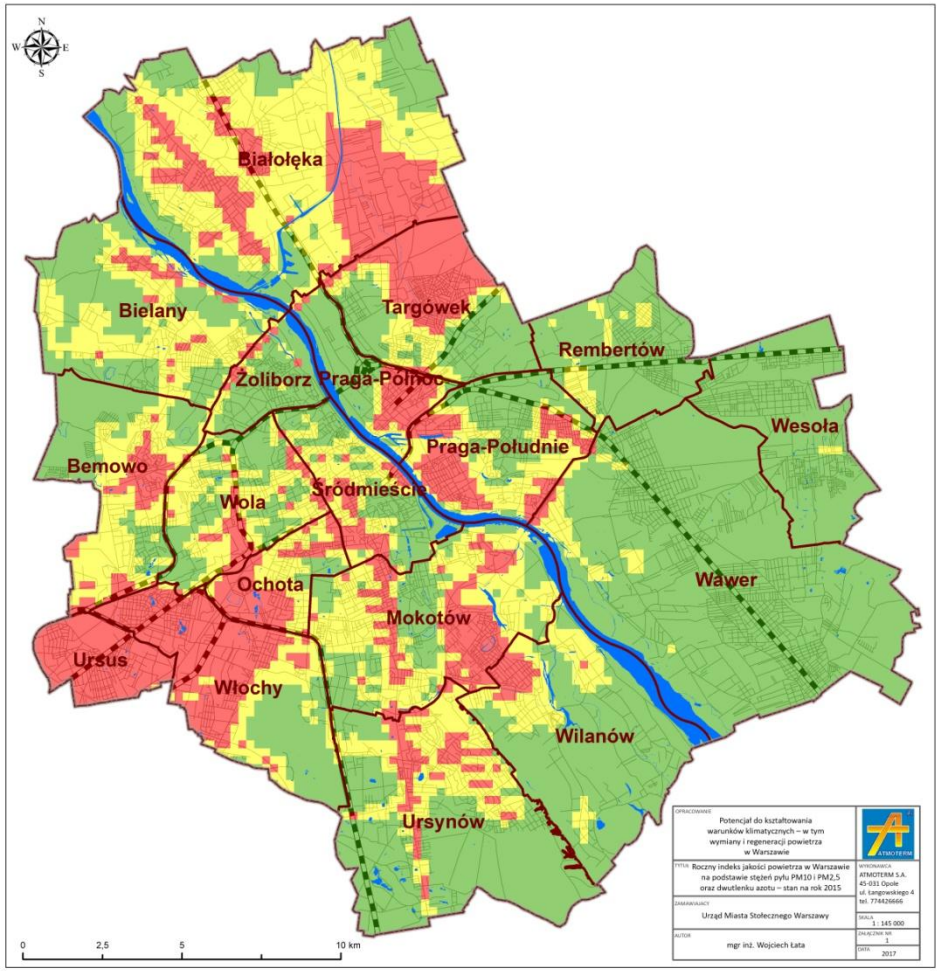
- zła
- umiarkowana
- dobra
- obszary przewietrzania
- siatka ulic
- linie kolejowe
- wody powierzchniowe
- granice dzielnic
- granice miasta

Opracowano na podstawie modelowania parametrów meteorologicznych odniesionych do lat 2010-2015

- proponowane obszary przewietrzania
- siatka ulic
- linie kolejowe
- cieki wodne
- zbiorniki wodne
- granice dzielnic
- granice miasta



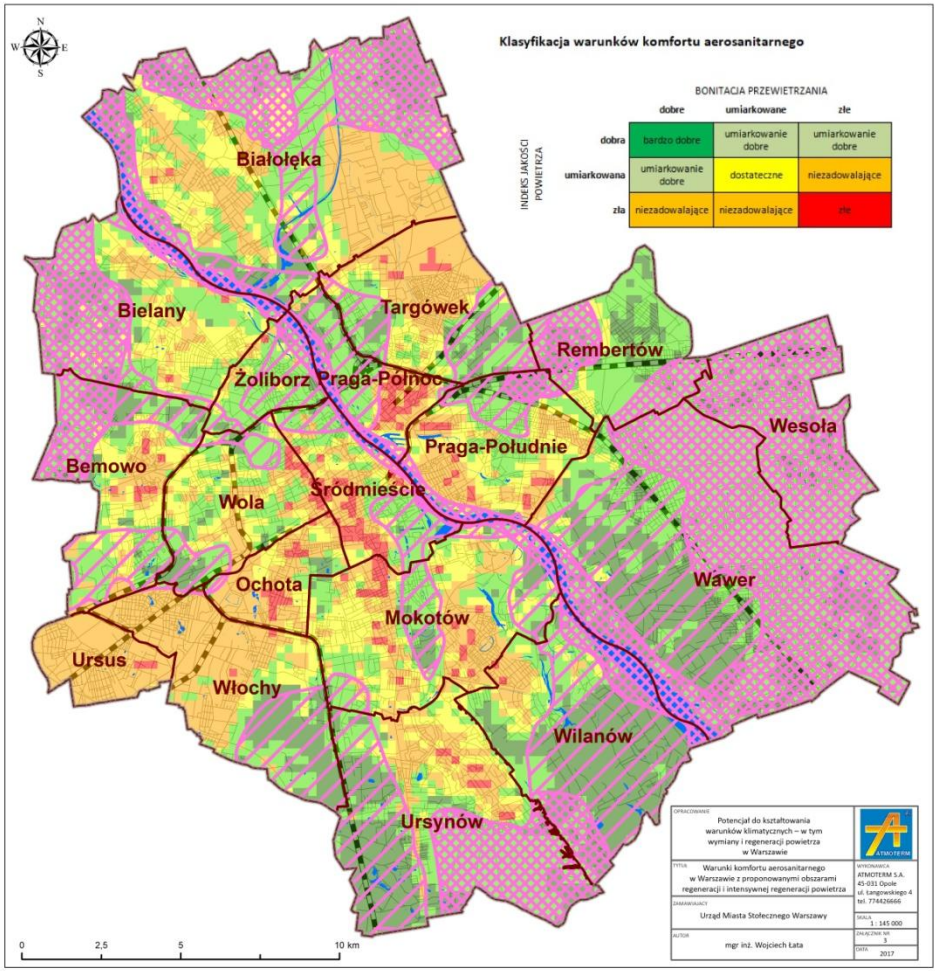
MAPY WYNIKOWE



Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

Urząd m. st. Warszawy
Biuro Architektury i Planowania Przestrzennego

Warunki komfortu aerosanitarnego w Warszawie z proponowanymi obszarami regeneracji i intensywnej regeneracji powietrza



Warunki komfortu aerosanitarnego

- bardzo dobre
- umiarkowanie dobre
- dostateczne
- niezadowalające
- złe
- obszary regeneracji powietrza
- obszary intensywnej regeneracji powietrza
- siatka ulic
- linie kolejowe
- wody powierzchniowe
- granice dzielnic
- granice miasta

Opracowano na podstawie danych za lata 2010-2015

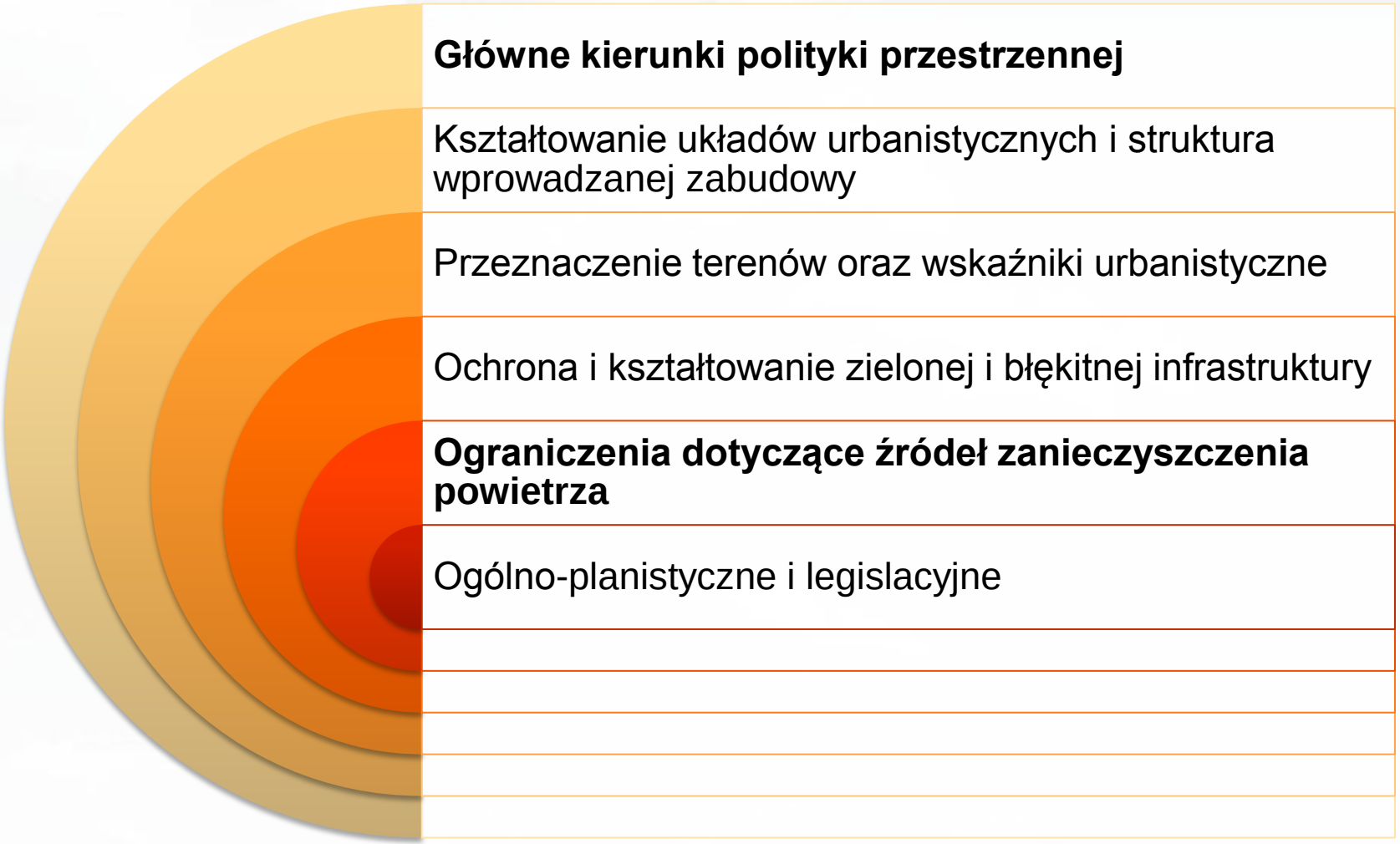
- obszary regeneracji powietrza
- obszary intensywnej regeneracji powietrza
- siatka ulic
- linie kolejowe
- cieki wodne
- zbiorniki wodne
- granice dzielnic
- granice miasta

rekomendacje dla dokumentów planistycznych

elementy planistyczne/ urbanistyczne

- **wskazania preferowanych zapisów w studium i miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego**
- **wskazanie rekomendacji dla poszczególnych rodzajów wyznaczonych obszarów - MACIERZ**

zagadnienia rekomendacji planistycznych



rekomendacje dla dokumentów planistycznych

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

	Rekomendacje konieczne dla prawidłowego funkcjonowania wskazanych obszarów
	Rekomendacje zalecane dla prawidłowego funkcjonowanie wskazanych obszarów
	Rekomendacje nie oddziałujące silnie na prawidłowe funkcjonowanie wskazanych obszarów
	Rekomendacji brak

zagadnienie	Rekomendacje planistyczne	Realizacja rekomendacji poprzez:	OBSZARY POTENCJAŁU DO KSZTAŁTOWANIA WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH				Uwagi
			Obszary przewietrzania	Obszary rocznego indeksu jakości powietrza – RIJP		Obszary regeneracji i intensywnej regeneracji	
				wymagające ochrony (dobry RIJP)	wymagające poprawy (zły i umiarkowany RIJP)		
Przeznaczenie terenów oraz wskaźniki urbanistyczne	Preferencje do lokalizowania zabudowy ekstensywnej – głównie jednorodzinnej (poza obszarami już zainwestowanymi)	SUiKZP MPZP					Na obszarach regeneracji i intensywnej regeneracji wydzielanie terenów z zakazem zabudowy
	Preferencje do lokalizowania inwestycji celu publicznego takich jak: szkoły, domy opieki, szpitale, obiekty sportowe (poza obszarami już zainwestowanymi)	SUiKZP MPZP Inne opracowania					
	Zalecane zachowanie lub kształtowanie wskaźnika minimalnej powierzchni biologicznie czynnej na poziomie nie mniejszym niż 50-60%	SUiKZP MPZP Inne opracowania					
	Zalecane zachowanie lub kształtowanie wskaźnika maksymalnej wysokości zabudowy na poziomie nie większym niż 12 m	SUiKZP MPZP Inne opracowania					

moterm.pl

Główne kierunki polityki przestrzennej

- strefowania struktury miasta na:
  - obszary o charakterze śródmieścia,
  - obszary o charakterze miejskim i podmiejskim
- z możliwością ewolucji zasięgów po uwzględnieniu istniejącego i planowanego zagospodarowania, ale również spełnianej funkcji dla klimatu miasta
- wyznaczenia i ochrona systemu przyrodniczego miasta. Ustalanie na tych obszarach zasad zagospodarowania podporządkowanych funkcji przyrodniczo-klimatycznej, a także dokładne i konsekwentne ich przenoszenie na ustalenia dla poszczególnych terenów
- obowiązkowe sporządzenie planów miejscowych lub ich zmiana dla:
  - terenów miasta o najwyższych walorach przyrodniczo-klimatycznych w celu dalszego zabezpieczenia pełnionych przez nie funkcji środowiskowych
  - obszarów przewietrzania i regeneracji, a także obszarów wymagających ochrony i poprawy jakości powietrza

Ograniczenia dotyczące źródeł zanieczyszczenia powietrza

- **Ograniczenie lokalizowania nowych przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko** (w rozumieniu *rozporządzenia RM z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko*) **z wyłączeniem przedsięwzięć liniowych** (np. drogi, koleje, sieci mediów itp.)
- **Obowiązek stosowania w nowych budynkach ogrzewania ograniczającego emisję zanieczyszczeń do powietrza** (np. sieci ciepłowniczej lub ogrzewania gazowego,)
- **W przypadku stosowania kotłów opalanych paliwem stałym obowiązek instalowania kotłów spełniających wymagania minimum klasy 5** (według normy PN-EN 303-5:2012) **lub wymagania ekoprojektu**

rekomendacje planistyczne niskoemisyjność zabudowy/osiedli

Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

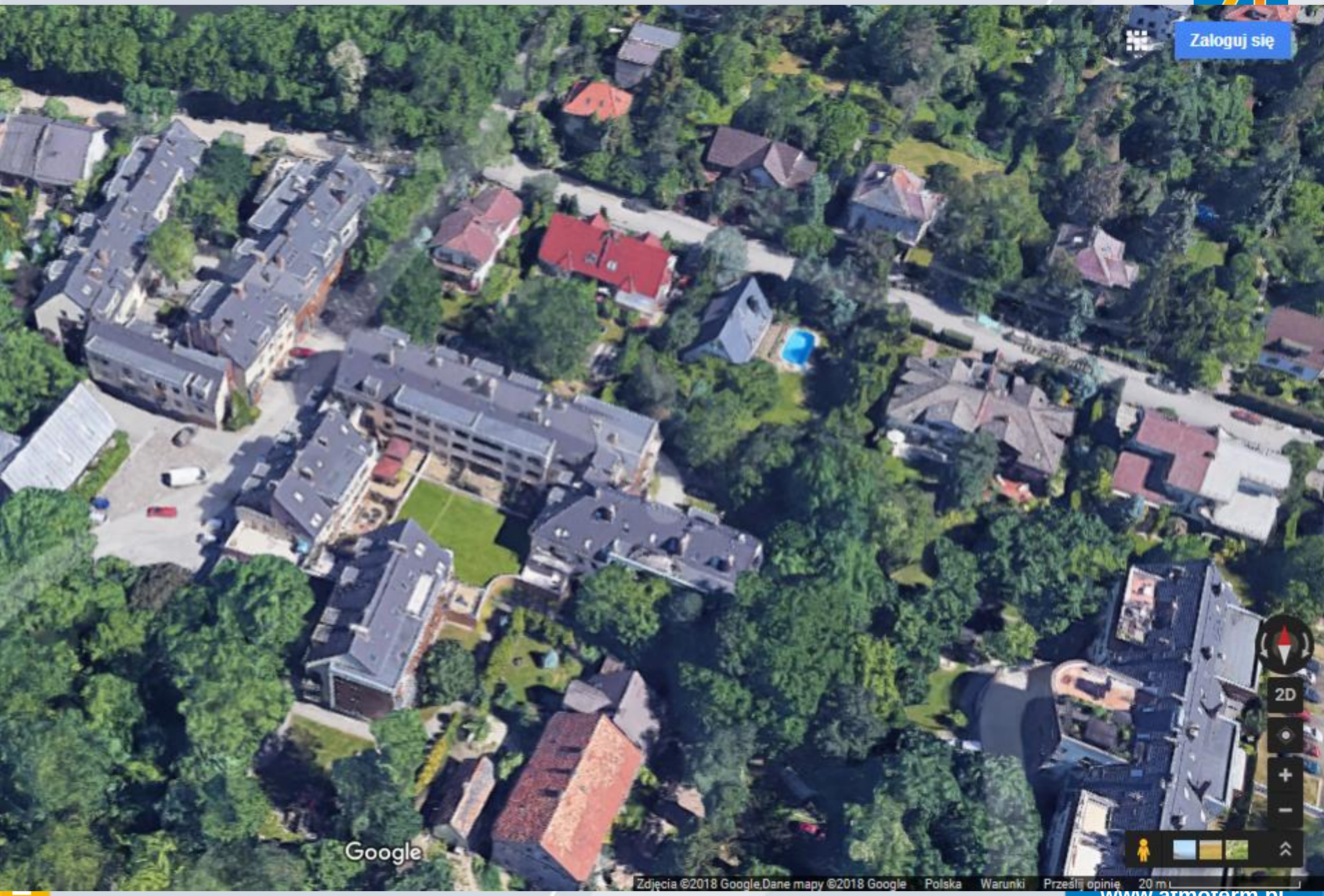
dla nowych obszarów zabudowy

- unikanie tworzenia osiedli wyłącznie „sypialni”, gdyż dojazdy generują dużą emisję
- rozbudowywanie funkcje osiedli o: usługi, handel, szkoły, służbę zdrowia, tereny rekreacyjne, a także miejsca pracy
- wyznaczania nowych terenów zabudowy na obszarach posiadających dostęp do sieci ciepłowniczej lub gazowej, ewentualnie na obszarach, które są przewidziane do realizacji takich mediów w najbliższym czasie
- na terenach bez dostępu do w/w mediów zaopatrzenie budynków w ciepło powinno się odbywać z nośników nie powodujących nadmiernej emisji zanieczyszczeń

dla terenów z istniejącą zabudową

- uniemożliwianie nadmiernego zagęszczenie zabudowy, gdyż:
  - prowadzi do ograniczenia przewietrzania
  - może powodować nadmierne zacienienie
  - redukuje obszary biologicznie czynnych.
- unikanie wprowadzania chaosu urbanistycznego poprzez lokalizowanie w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy jedno- i wielorodzinnej, szczególnie wysokiej
- dążenie do rozdzielenia obszarów o różnych typach zabudowy pasami zieleni wysokiej, terenami rekreacyjnymi, arteriami komunikacyjnymi lub w inny sposób przyjazny dla mieszkańców

rekomendacje planistyczne

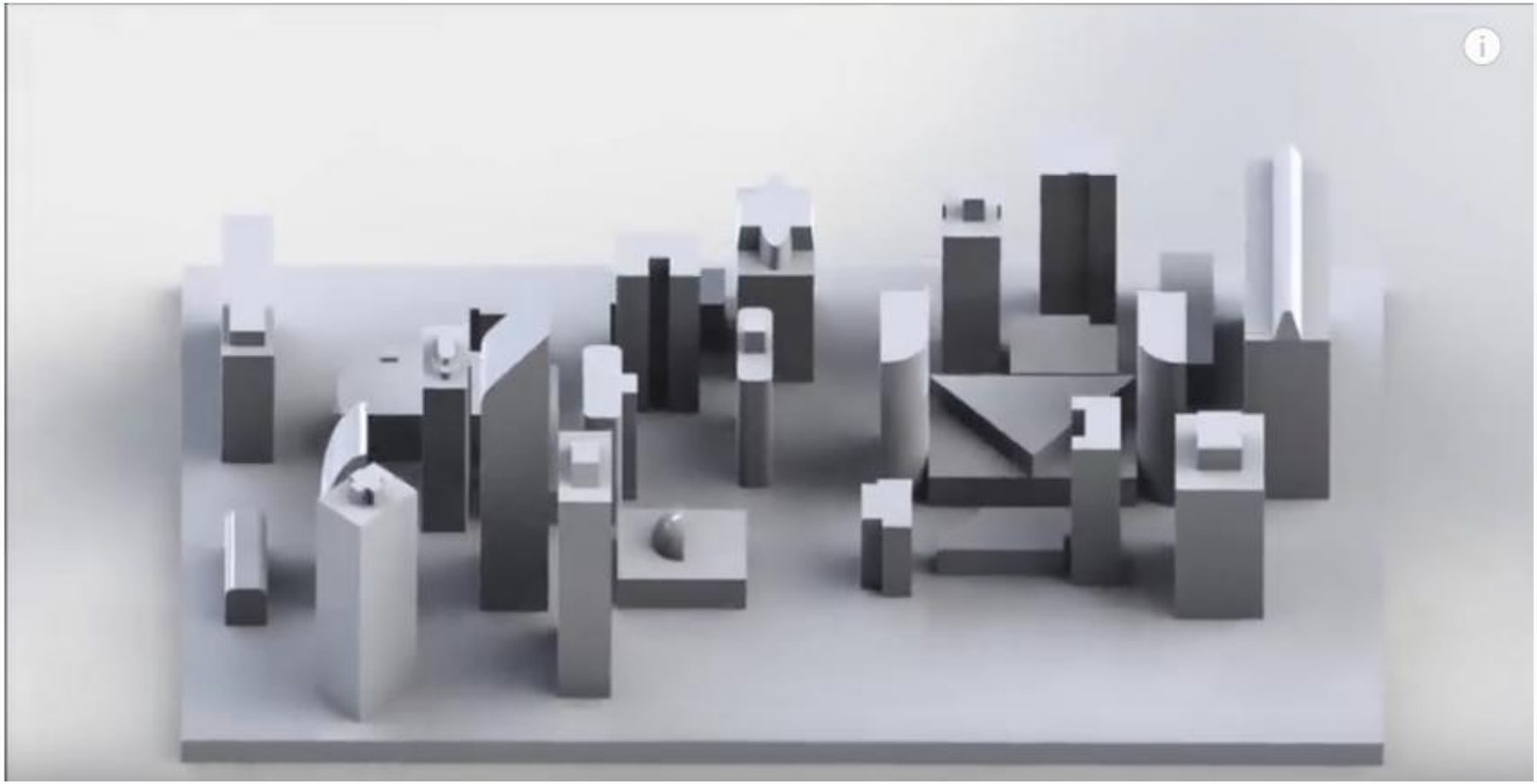


rekomendacje planistyczne

badania szczegółowe

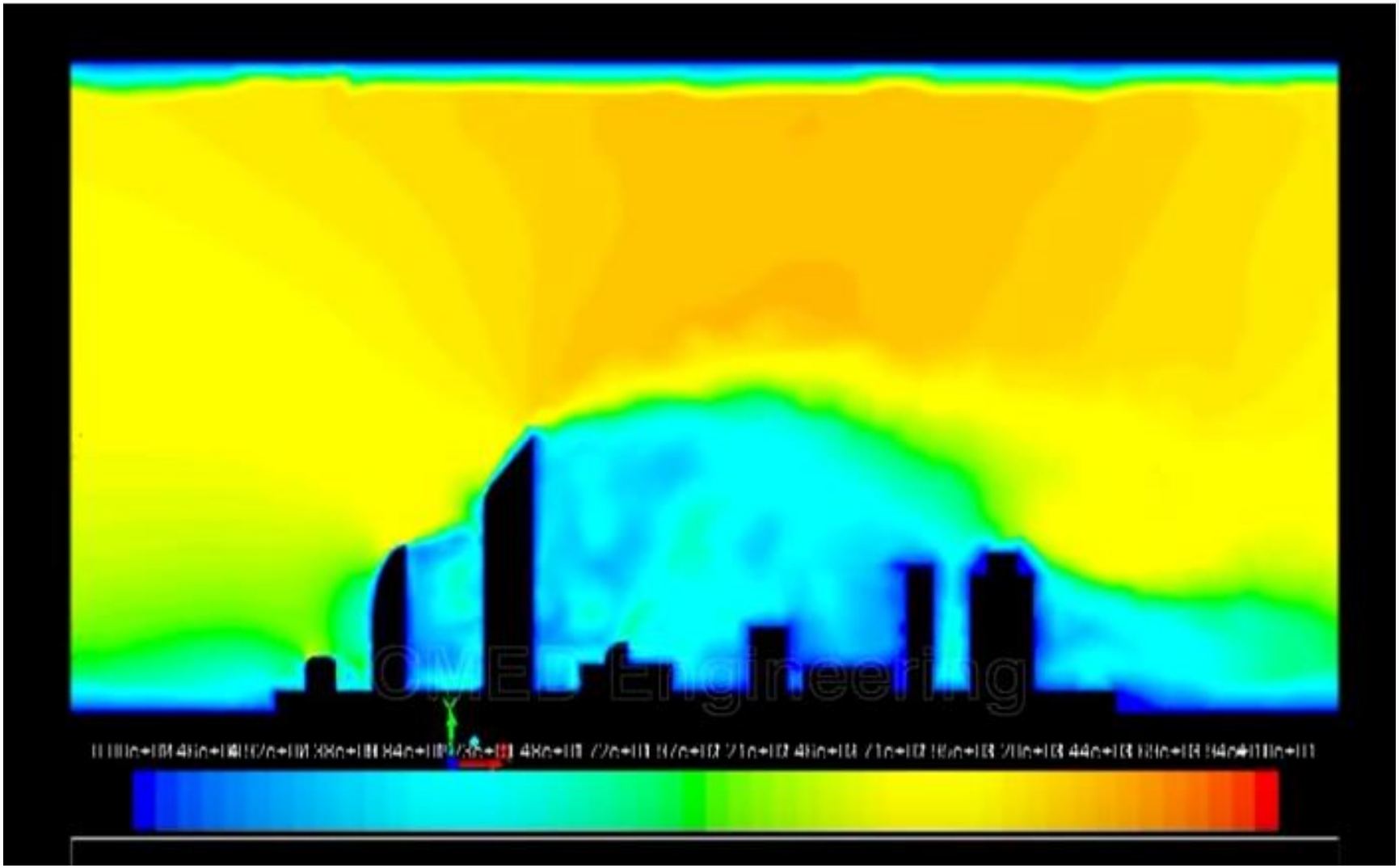
- badanie dla wybranych obszarów lub lokalizacji
- modelowanie przepływu mas powietrza wokół budynków
- badania wpływu zabudowy lub pozostawienia ich w stanie otwartym (niezabudowanym) na wielkość stężeń zanieczyszczeń na tych terenach oraz w ich otoczeniu
- badanie wpływu wysokości i/lub kształtu (bryły) zabudowy na efektywność rozprzestrzeniania zanieczyszczeń

modelowanie turbulencji



źródło: CMED Engineer

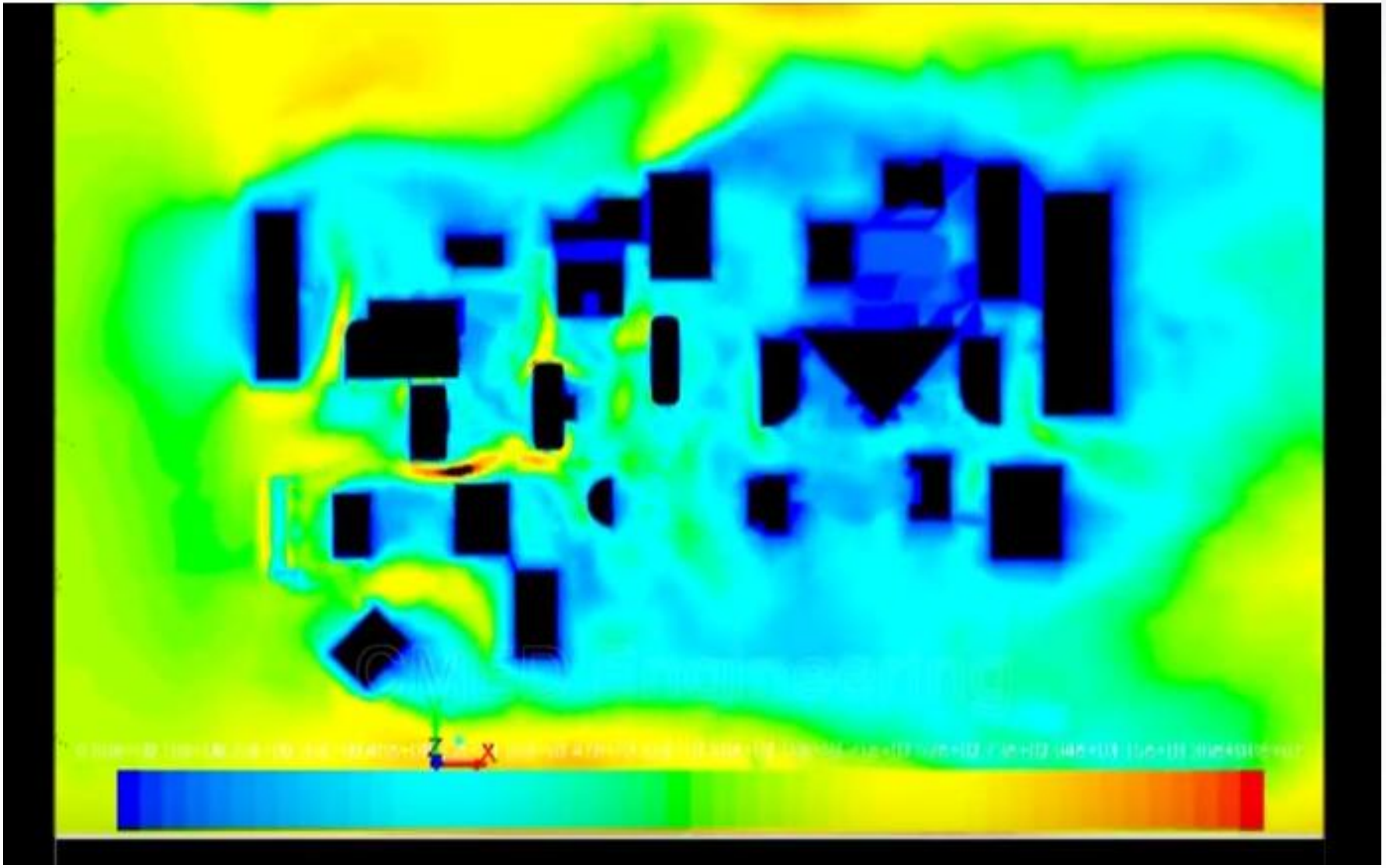
modelowanie turbulencji



źródło: CMED Engineer

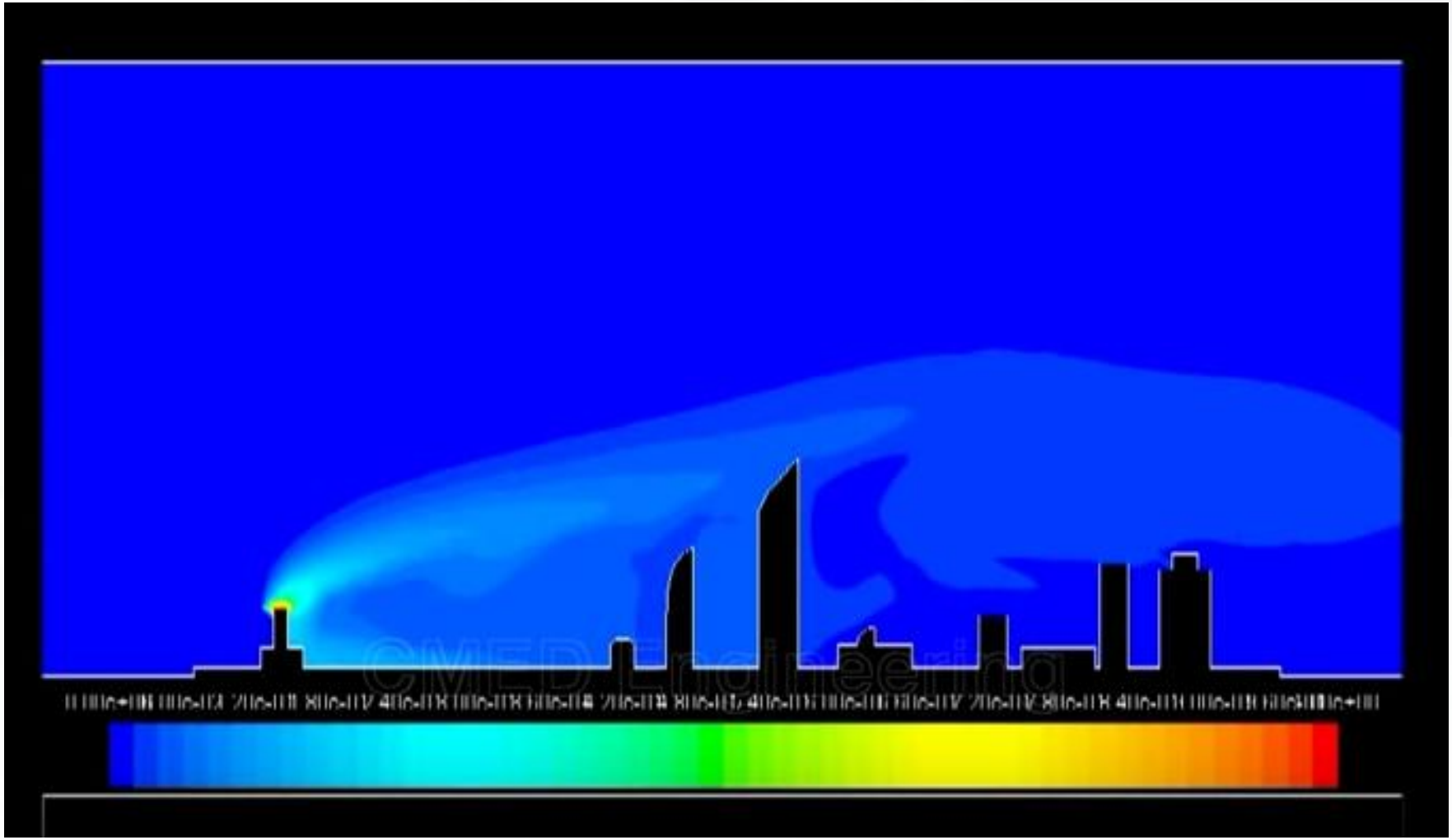
Innowacyjne rozwiązania dla ochrony środowiska

modelowanie turbulencji



źródło: CMED Engineer

modelowanie turbulencji



źródło: CMED Engineer

Dziękuję za uwagę!

Magdalena Załupka
kierownik projektu
e-mail: **zalupka@atmoterm.pl**

ATMOTERM S.A.
tel. **+48 77/44-26-666**