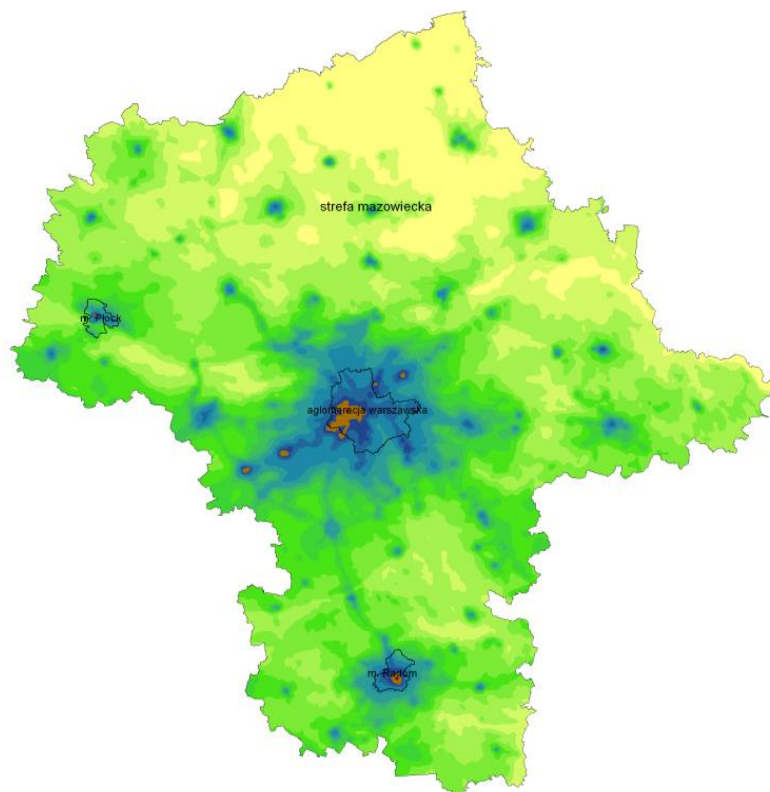


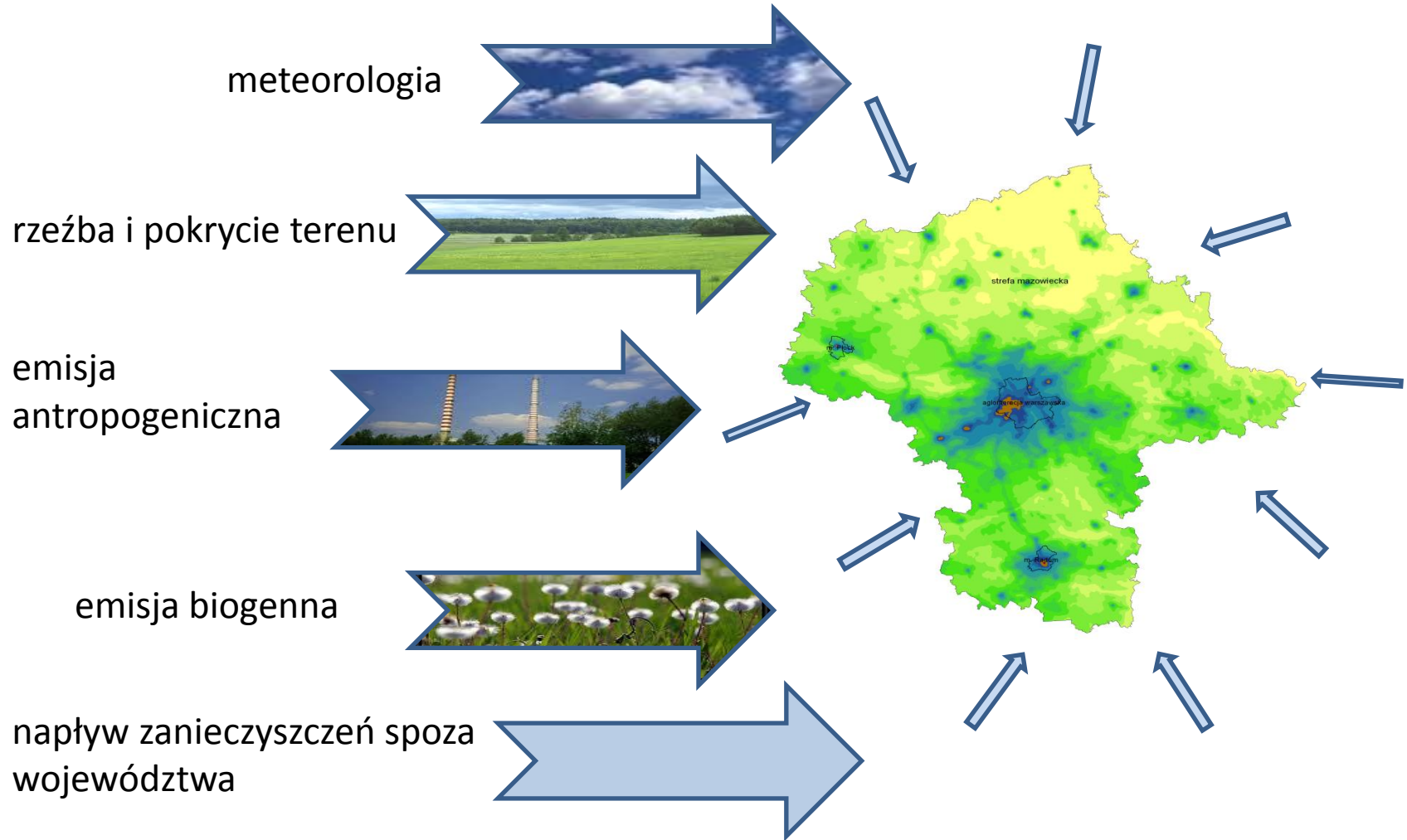
Modelowanie przestrzennych rozkładów stężeń zanieczyszczeń powietrza  
wykonywane  
w Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Warszawie  
w ramach rocznych ocen jakości powietrza



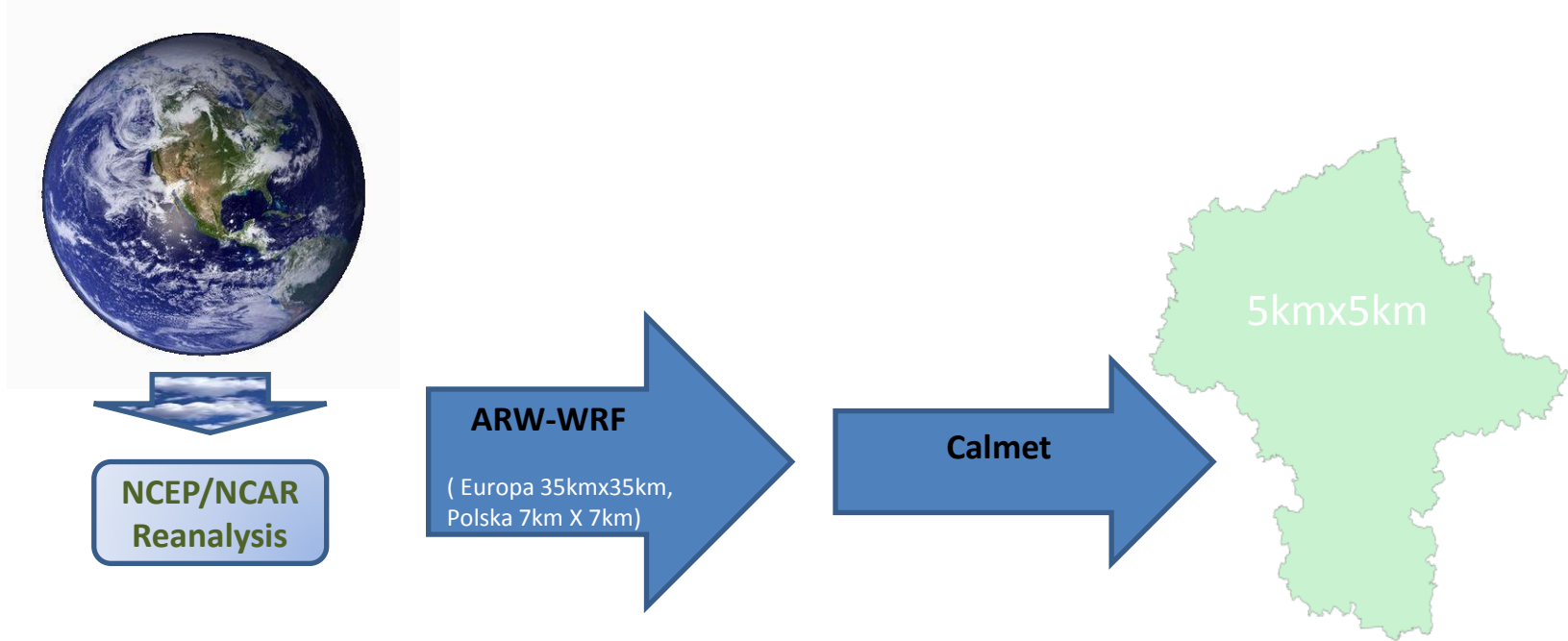
## Informacje o modelu

**CALMET/CALPUFF** został opracowany w Earth Tech, Inc. w Kalifornii i jest modelem obłoku ostatniej generacji uwzględniającym rzeźbę terenu oraz czasową i przestrzenną zmienność warunków meteorologicznych w trzech wymiarach. Jest to wielowarstwowy, niestacjonarny model w układzie Lagrange'a, przygotowany do obliczania stężeń wielu substancji, który może wyznaczać wpływ pól meteorologicznych zmiennych w czasie i w przestrzeni na transport, przemiany i depozycję zanieczyszczeń.

# Dane wprowadzane do modelu



# Dane meteorologiczne



Model **ARW-WRF** (the Weather Research and Forecasting model) jest mezoskalowym modelem meteorologicznym zaprojektowanym do symulacji i prognozowania cyrkulacji atmosferycznej. Jako dane wejściowe zastosowano informację pochodzącą z ogólnodostępnego projektu **NCEP/NCAR Reanalysis**, (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research), które to dane uwzględniają wszelkie informacje z sieci pomiarów naziemnych, aerologicznych i opadowych oraz sondaży i obserwacji satelitarnych. Zakres parametrów meteorologicznych z modelu WRF w pełni pokrywa potrzeby preprocesora CALMET i jest następujący:

- na poziomach: do ok. 25km npz.
- składowa U, V i W wiatru,
- temperatura,
- współczynnik mieszania pary wodnej, chmur, deszczu, śniegu,
- wilgotność względna,
- grad, koncentracja lodu,
- ciśnienie,
- prędkość pionowa,

- na powierzchni ziemi
- temperatura na 2 m,
- temperatura na powierzchni mórz,
- współczynnik mieszania 2 m,
- składowa U i V wiatru na 10 m,
- temperatura, wilgotność i nawodnienie gleby,
- pokrycie śniegu i wysokość pokrywy śnieżnej,
- opad konwekcyjny i niekonwekcyjny.

# Emisja antropogeniczna w województwie mazowieckim



+



+



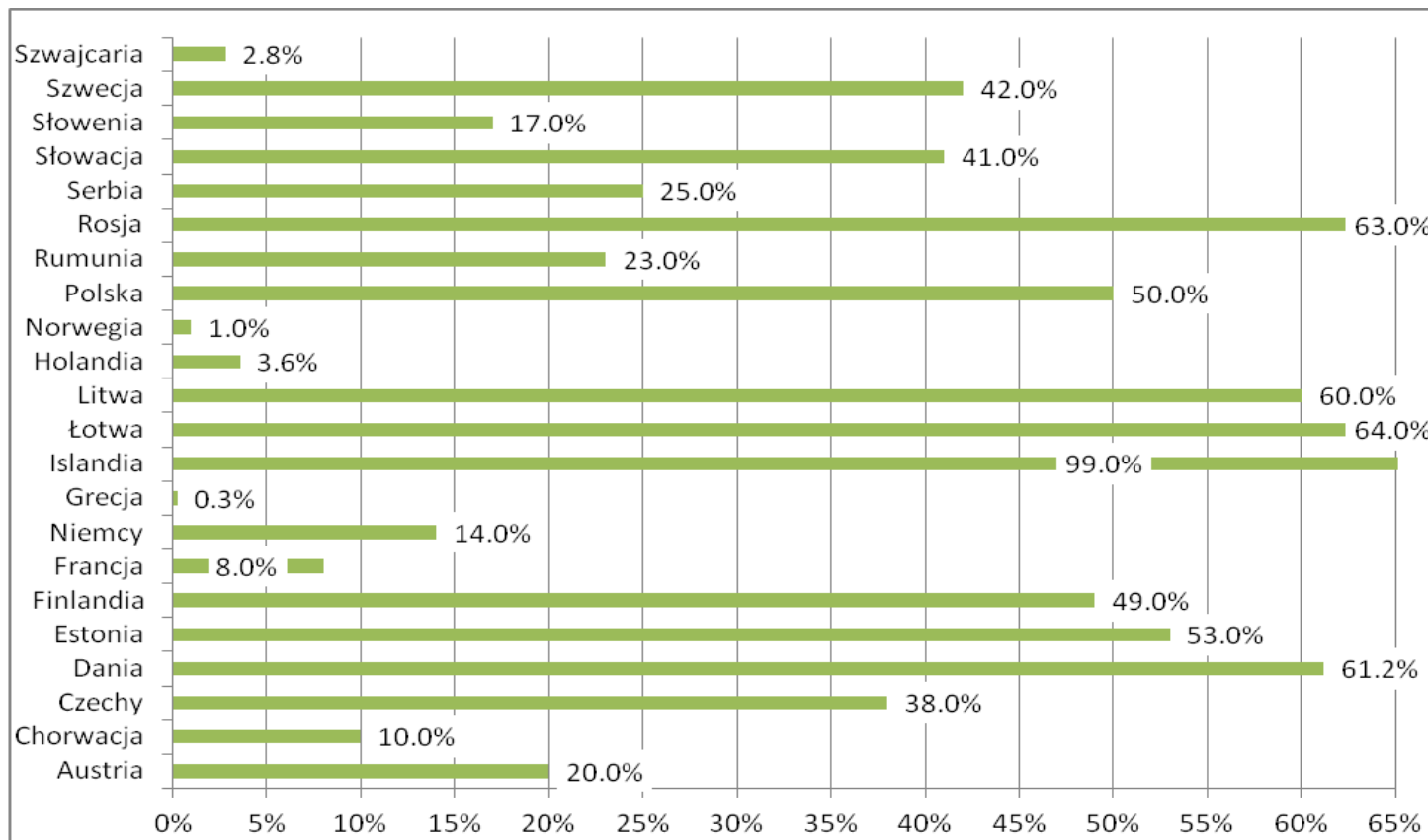
=

100%

kategoria źródeł emisji	Procentowy udział emitowanej substancji w sumie emisji									
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PM10	PM2,5	B(a)P	As	Cd	Ni	Pb
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
przemysł	76	46	5	6	5	6	20	4	18	3
domy ogrzewane indywidualnie	21	12	35	<b>70</b>	82	<b>89</b>	80	94	77	77
komunikacja samochodowa*	3	42	60	24	13	5	0	2	5	20

\*PM10, PM2,5 to suma emisji „z rury” ( Politechnika Warszawska dr Zimakowska),  
 ścieranie opon i klocków hamulcowych (wg CORINE)  
 oraz pylenie nawierzchni dróg (wg EPA)

## Procentowy udział mieszkańców obsługiwanych przez ogrzewanie centralne w wybranych krajach Europy w 2009r.

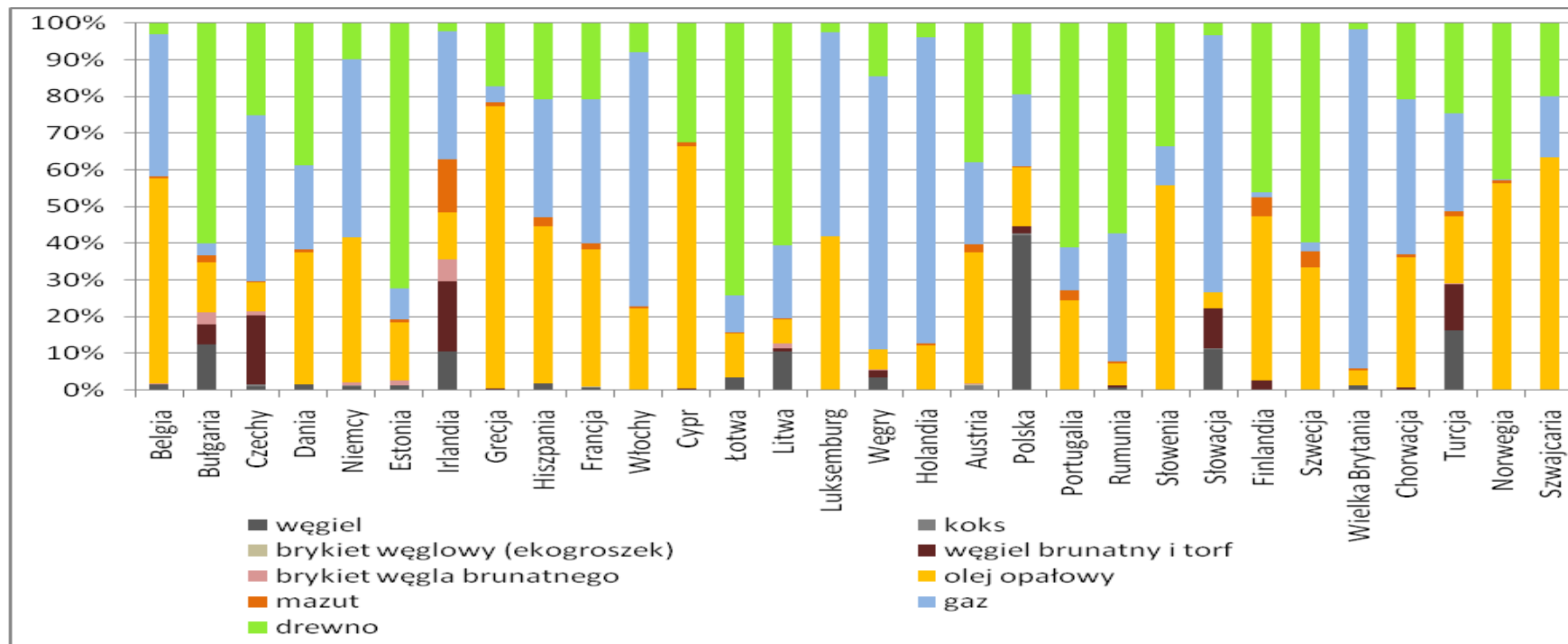


50%!

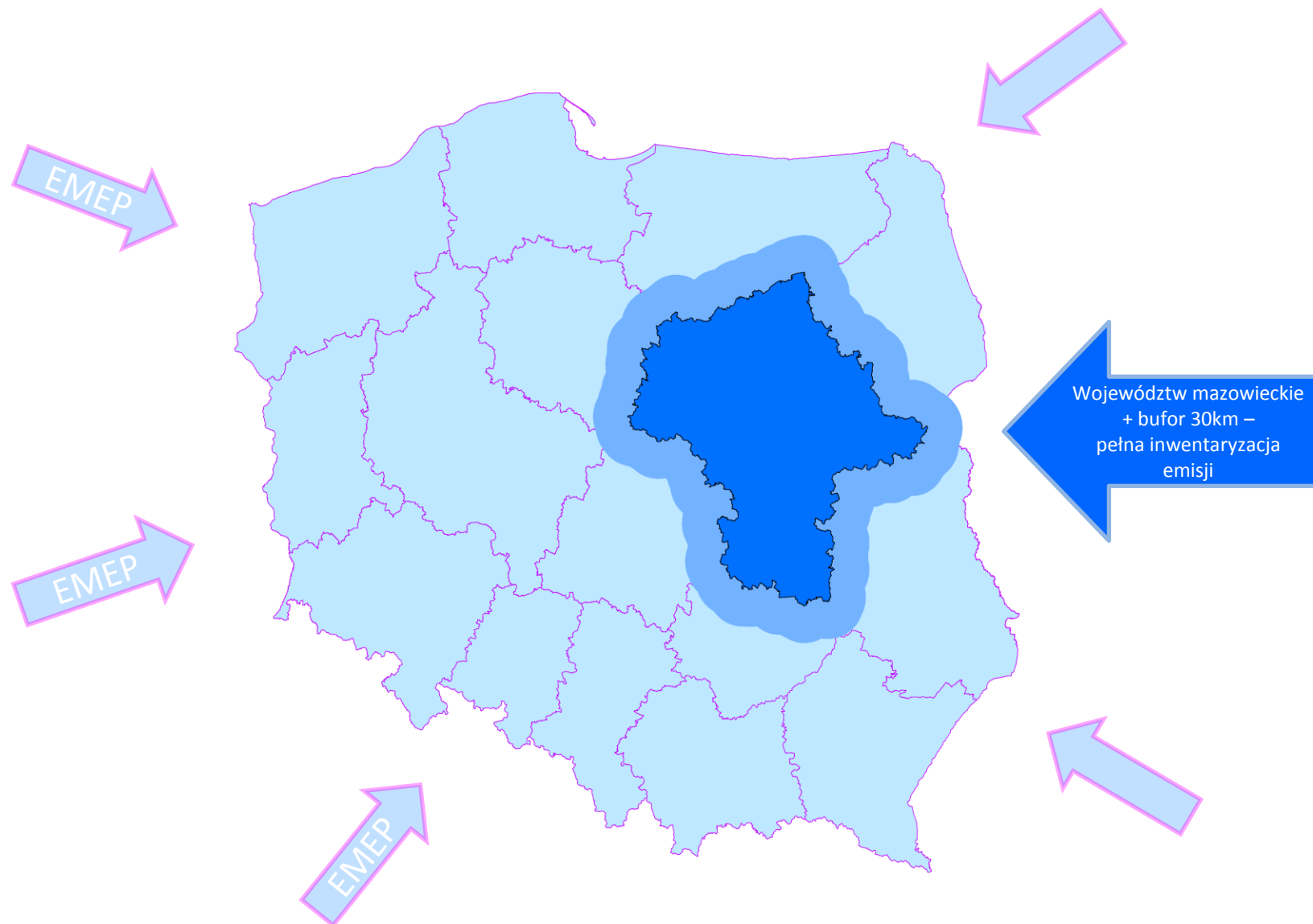
# Struktura paliw wykorzystywanych do ogrzewania indywidualnego w krajach europejskich



45% węgiel

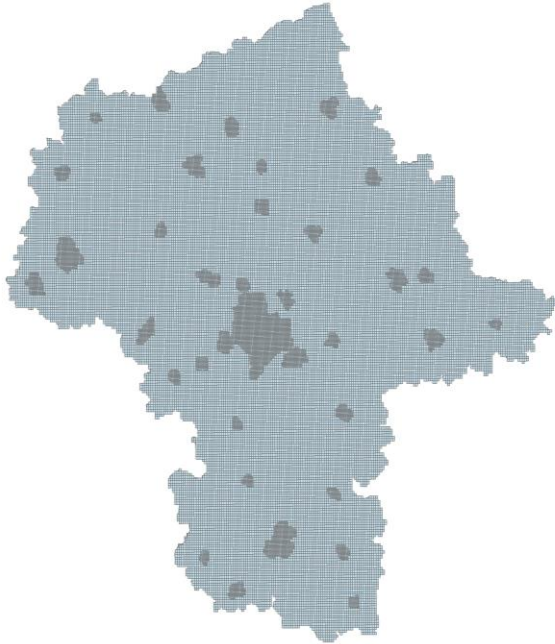


# Napływ zanieczyszczeń spoza województwa mazowieckiego





## Jak liczymy ?



Obliczenia są wykonywane dla receptorów rozmieszczonych w regularnej siatce pokrywającej obszar województwa mazowieckiego 1km x 1km oraz dla miast 0,5km x 0,5km

Obliczenia są wykonywane wersją modelu Calpuff uwzględniającą przemiany chemiczne (i wtórne tworzenie cząstek PM10 i PM2,5) z udziałem **amoniaku** i **ozonu**

Inwentaryzacja emisji amoniaku obejmuje następujące źródła emisji: hodowla zwierząt , emisja z wysypisk z oczyszczalni ścieków oraz z przemysłu

Stężenia ozonu otrzymywane są na drodze modelowania

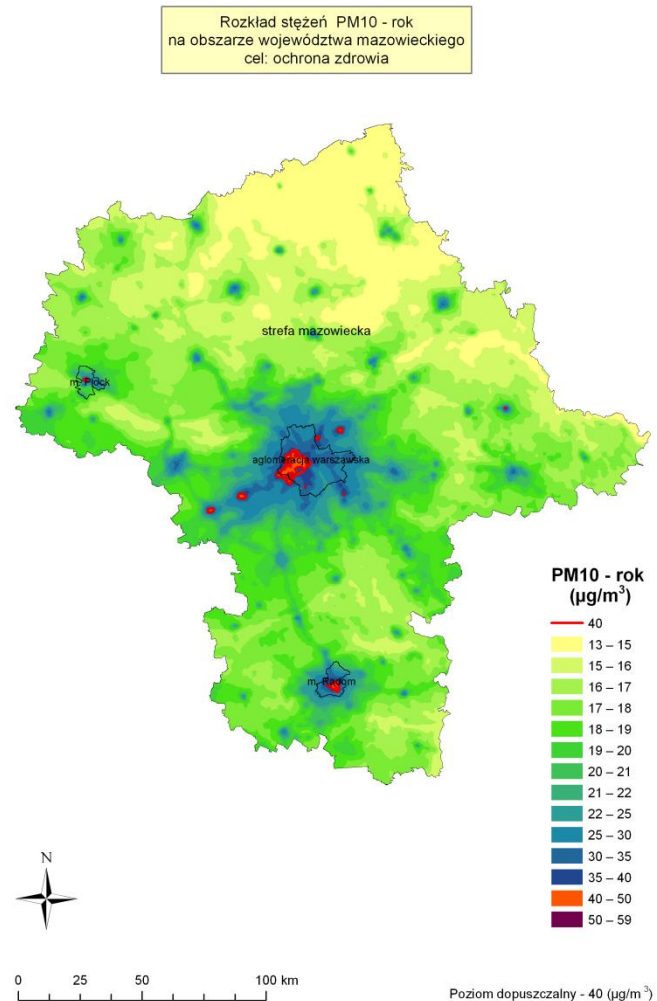
## Co otrzymujemy w wyniku obliczeń ?

Wynikiem obliczeń są 1-godzinne wartości stężeń  
PM10, PM2,5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, As, Cd, Ni, Pb, B(a)P.  
dla wszystkich godzin w analizowanym roku dla każdego receptora  
obliczeniowego

40426 receptorów x 8760 godzin w roku dla każdego zanieczyszczenia  
= około 354 miliony 1 godzinnych stężeń dla każdego zanieczyszczenia

# Jak opracujemy otrzymane wyniki?

Dla każdego receptora i każdego zanieczyszczenia są obliczane wymagane normami parametry np. wartości średnioroczne lub odpowiednie maksima. Końcowym wynikiem jest graficzna wizualizacja wykonana w programie ARC-GIS



# Jak oceniamy „jakość modelowania” ?

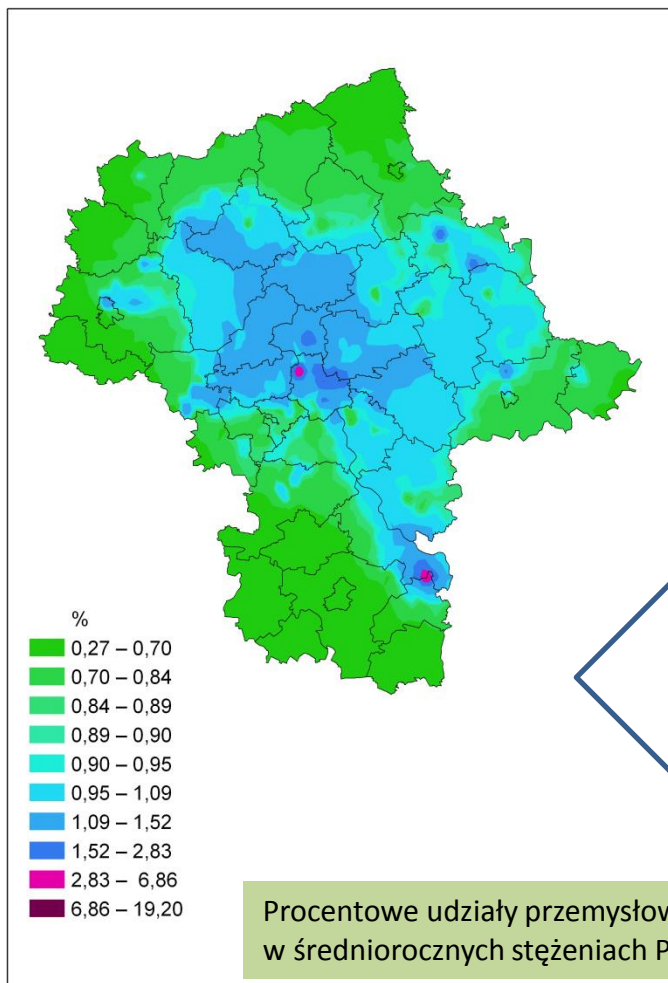
Wymagania jakie powinny spełniać wyniki modelowania

Niepewność	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	Pył zawieszony PM10 i PM2,5, Pb	Benzen	Tlenek węgla	Ozon	Arsen, kadm, nikiel, B(a)P
Stężenie średnie jednogodzinne	50%	-	-	-	50%	-
Stężenie średnie ośmiogodzinne	-	-	-	50%	50%	-
Stężenie średnie dobowe	50%	-	-	-	-	-
Stężenie średnie roczne	30%	50%	50%	-	-	60%

Przykładowe porównanie wyników modelowania i pomiarów PM10 i PM2,5 w 2012r..

Nazwa stacji	Stężenie 24-h		Niepewność	Stężenie roczne		Niepewność	Stężenie roczne		Niepewność
	PM10			PM10			PM2,5		
	pomiar	model		pomiar	model		pomiar	model	
	µg/m <sup>3</sup>		%	µg/m <sup>3</sup>		%	µg/m <sup>3</sup>		%
Warszawa-Anieli Krzywoń	62,00	83,54	-34,75	33,10	39,88	-20,49	23,10	21,95	x
Warszawa-Ursynów	64,90	38,00	41,45	37,20	38,00	-2,15	25,60	19,25	23,52
Warszawa-Targówek	77,20	57,00	26,17	42,10	38,23	9,20	25,60	18,00	28,15
Płock-Reja	62,10	62,90	-1,29	32,70	33,81	-3,39	24,10	24,48	-1,41
Radom-Czerwca	62,60	82,72	-32,14	34,40	43,42	-26,22	x	x	x
Radom-Tochtermana	72,10	83,03	-15,16	38,80	44,34	-14,27	x	x	x
Legionowo-Zegrzyńska	61,90	61,64	0,42	33,50	33,53	-0,10	x	x	x
Otwock-Brzozowa	91,10	78,40	13,94	43,70	41,09	5,97	x	x	x
Wołomin-Ogrodowa	69,80	71,99	-3,14	36,20	39,15	-8,16	x	x	x
Ciechanów-Strażacka	69,30	63,10	8,95	32,10	31,60	1,55	x	x	x
Mława-Ordona	65,50	65,78	-0,42	34,20	35,25	-3,06	x	x	x
Piastów-Pułaskiego	60,70	66,19	-9,04	28,70	32,31	-12,57	28,70	28,16	2,00
Żyrardów-Roosevelta	80,20	80,23	-0,04	39,30	38,90	1,01	x	x	x
Siedlce-Konarskiego	66,00	63,00	4,55	38,00	39,44	-3,78	29,20	24,20	18,52

## Do czego wykorzystujemy modelowanie ?



1. oszacowanie stężeń zanieczyszczeń na obszarach nie objętych pomiarami
2. określenie obszarów przekroczeń norm
3. planowanie lokalizacji stacji pomiarowych
4. wspomaganie określenia obszaru reprezentatywności stacji pomiarowych
5. określenie rodzaju źródeł emisji odpowiedzialnych za podwyższone stężenia oraz planowanie racjonalnych działań naprawczych

Dziękuję za uwagę