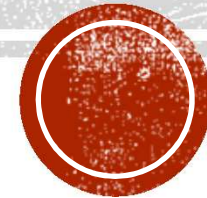


„WSPÓŁCZESNE KIERUNKI W ZARZĄDZANIU JAKOŚCIĄ POWIĘTRZA ATMOSFERYCZNEGO”. SMOG – REALNE ZAGROZENIA CZY FIKCJA

Prof. Jerzy Zwoździak

IMGW PIB w Warszawie



PRAWO POLSKIE – KONSTYTUCJA RP

art. 5:
Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swojego terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju

art. 74:
Władze publiczne prowadzą politykę zapewniającą bezpieczeństwo ekologiczne Obywateli. Ochrona środowiska jest obowiązkiem władz publicznych. Każdy ma prawo do informacji o stanie i ochronie środowiska. Władze publiczne wspierają działania obywateli na rzecz ochrony i poprawy stanu środowiska”.





Stosowanie modeli jest
zawsze ograniczone ze
względu
na złożoność
rzeczywistego świata







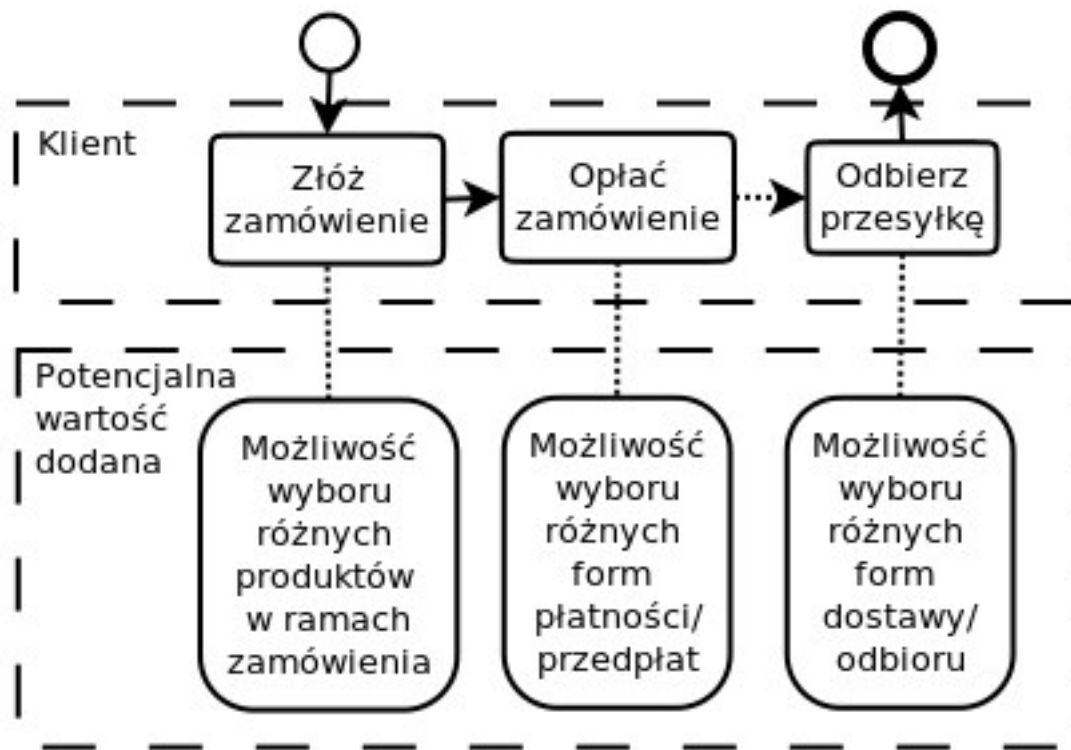
© Agencja Gazeta



SPRZECZNOŚĆ W ROZWOJU I JEJ KONSEKWENCJE

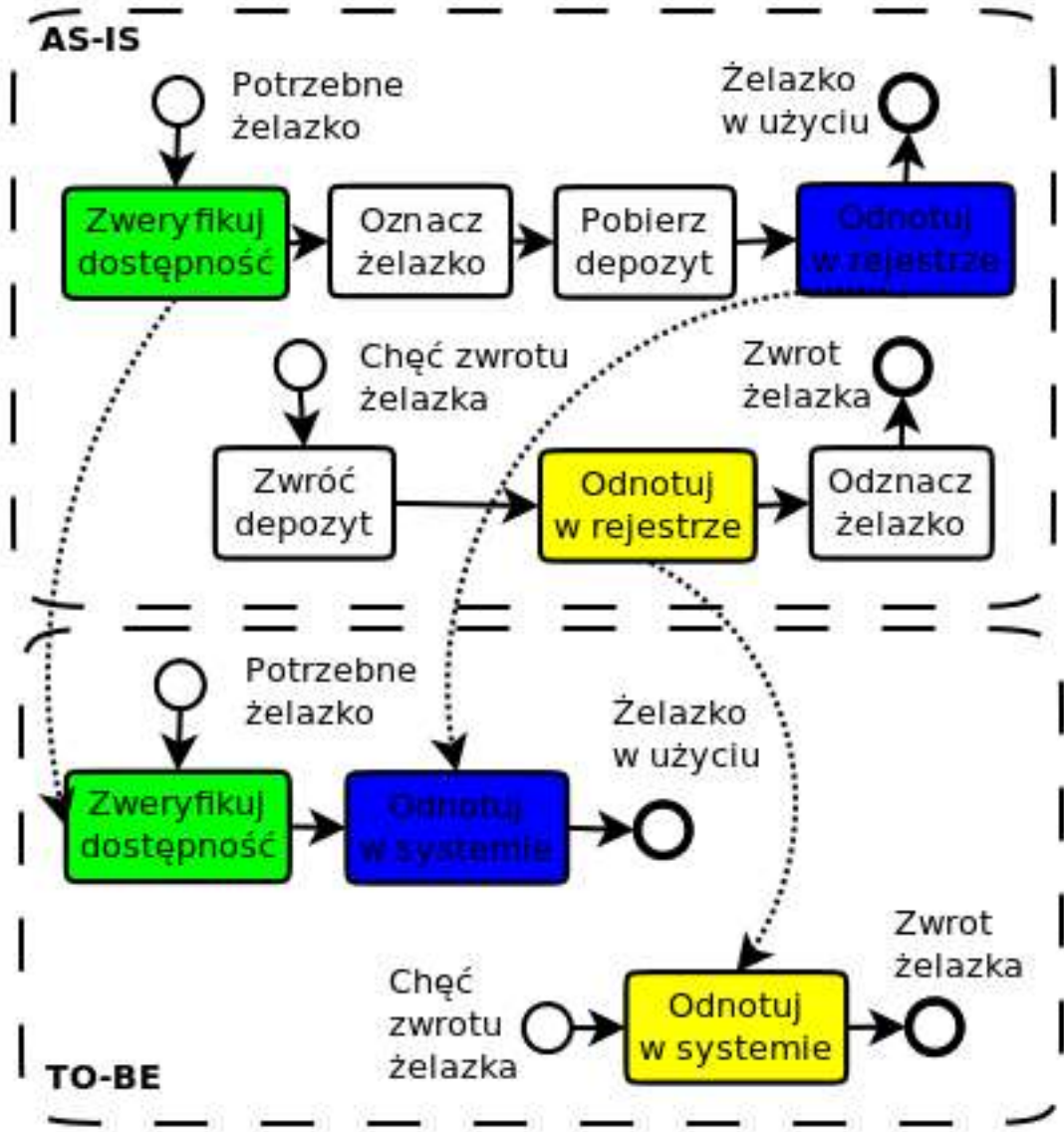
- Narastanie zagrożeń ekologicznych i społecznych w miastach oznacza, że cechą współczesnego systemu gospodarki rynkowej jest słabnąca zdolność do pozytywnej samoregulacji.
- Widoczna jest sprzeczność między powszechnym dążeniem do wzrostu gospodarczego a globalnymi kosztami tego wzrostu.
- Zakłóceniu ulega równowaga ekosystemu w miastach.
- Gdyby tendencje związane z obecnymi formami rozwoju miały trwać bez zmian, to w celu przywrócenia tej równowagi przyroda, prędzej czy później, uruchomi własne mechanizmy obronne.
- Mogą się one okazać bardzo przykre dla rodzaju ludzkiego, powodując co najmniej silne pogorszenie warunków życia w mieście.
- **Priorytetem w tych działaniach jest, by poza podstawowym efektem ochrony środowiska w mieście, skupić się na poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych.**





@modelowanie.net





@modelowanie.net



- ***Wielkie osiągnięcia naukowe są często wyrażane prostymi formułami.***
- *W takim razie, w jaki sposób najprościej jest wyrazić podstawowe zasady osiągnięcia dobrej jakości powietrza?*
- Są one powszechnie znane – zminimalizować emisję zanieczyszczeń do atmosfery, utrzymać przewietrzanie terenu, chronić przed niekontrolowanym zanieczyszczeniem powietrza. Przez zminimalizowanie emisji rozumie się nie tylko jej ograniczenie, ale i zapobieganie jej powstawaniu. Pytaniem pozostaje, jak to osiągnąć i w jaki sposób skutecznie ograniczać potencjalne ryzyko środowiskowe?

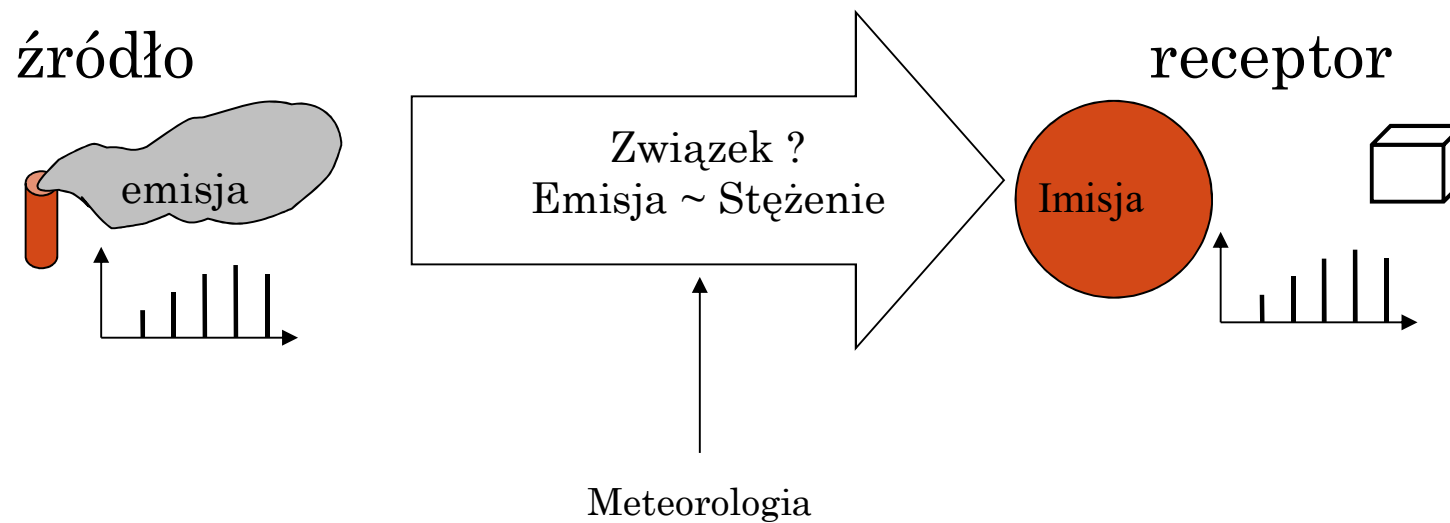


CEL BADAŃ

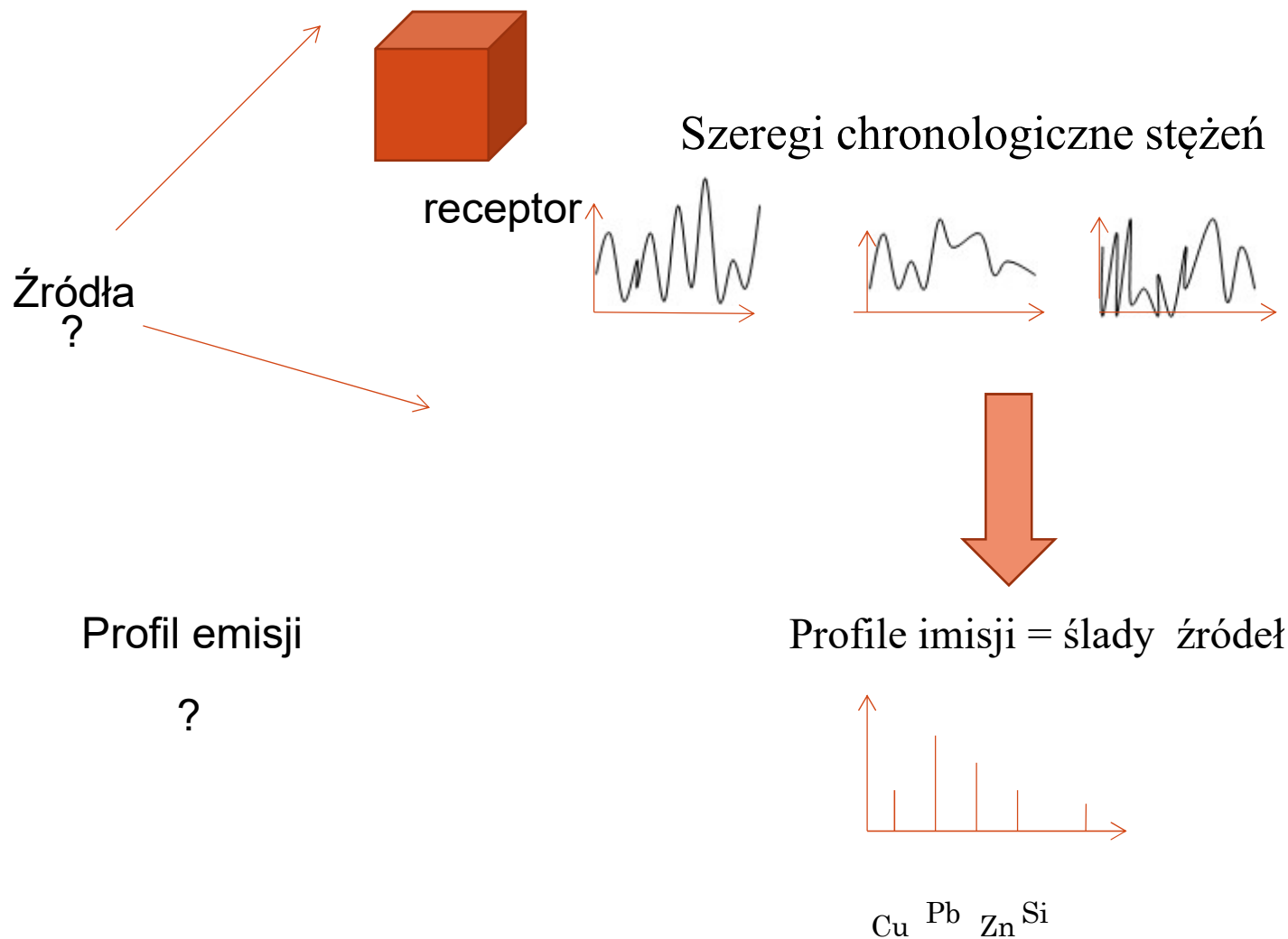
- Upowszechnienie metod identyfikacji źródeł emisji pyłów dla rozwoju **Badań Ryzyk Środowiskowych** w obszarach naukowych, aplikacyjnych i współpracy z przemysłem
- Realizowany jest poprzez wprowadzenie do systemu zarządzania jakością powietrza elastycznego i nowoczesnego narzędzia modelowania receptorowego.



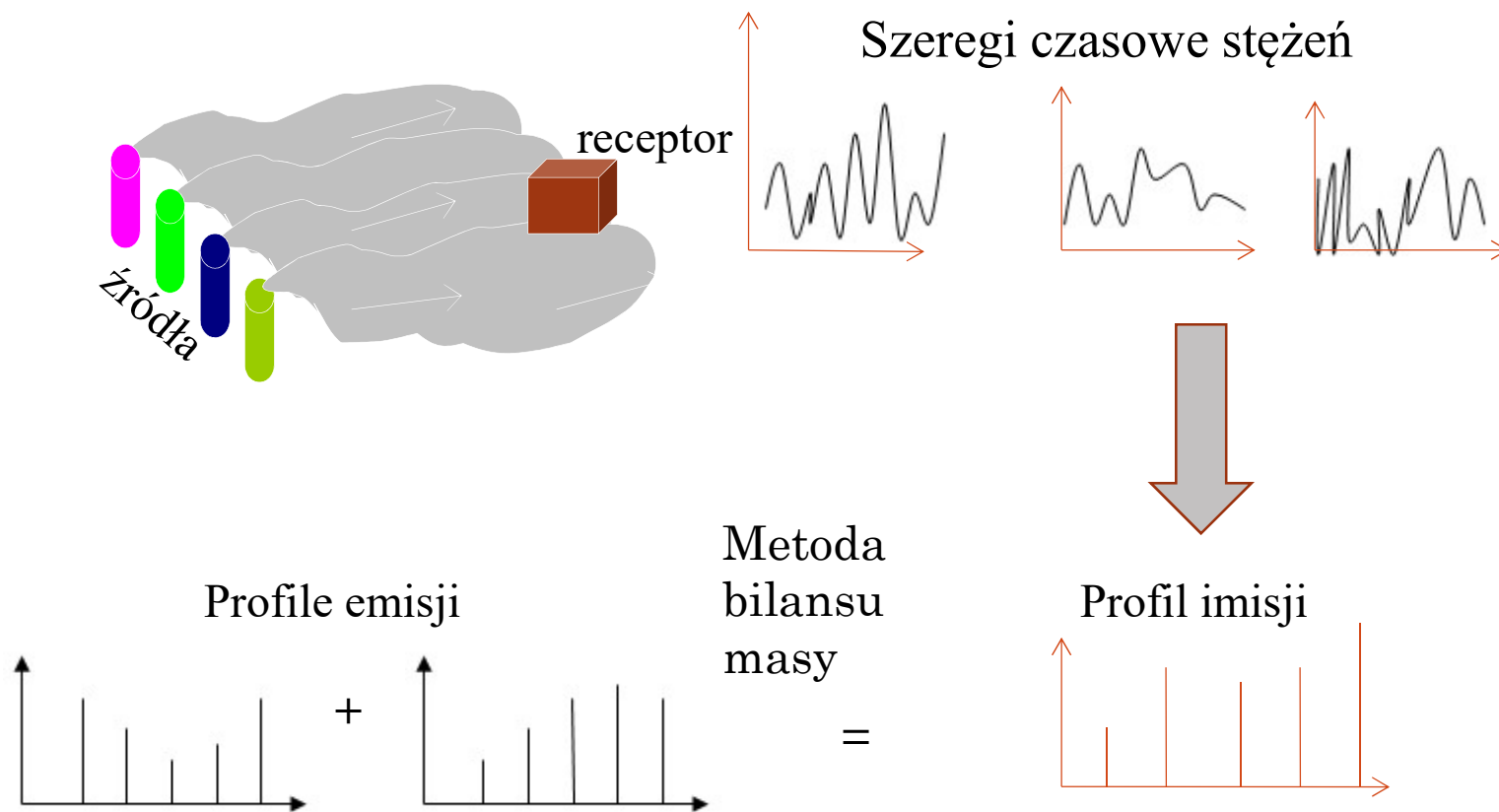
NORMALNE PODEJŚCIE



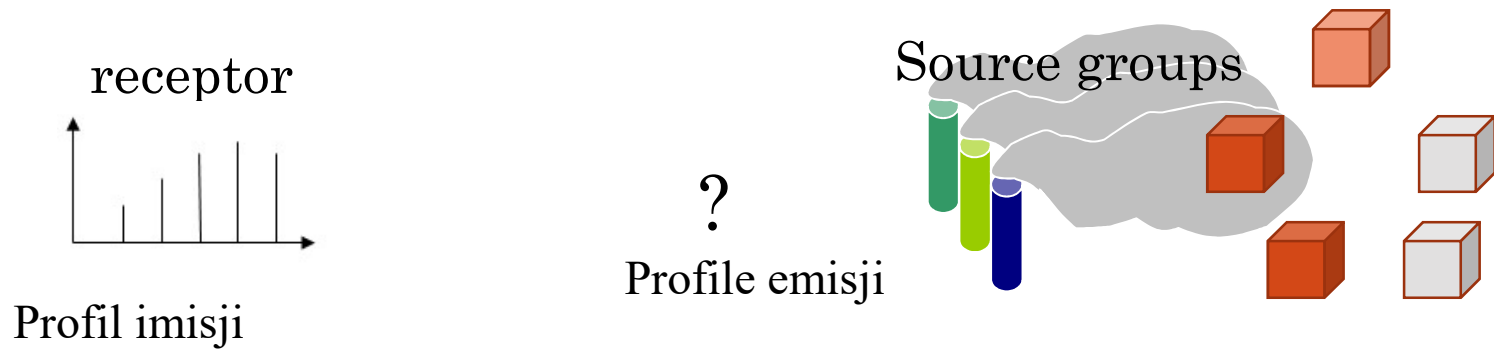
SYTUACJA RZECZYWISTA



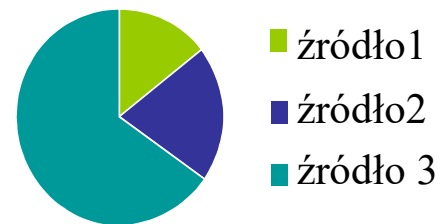
IDEALNA SYTUACJA



I GENERACJA MODELI - IDENTYFIKACJA UDZIAŁÓW ŹRÓDŁA



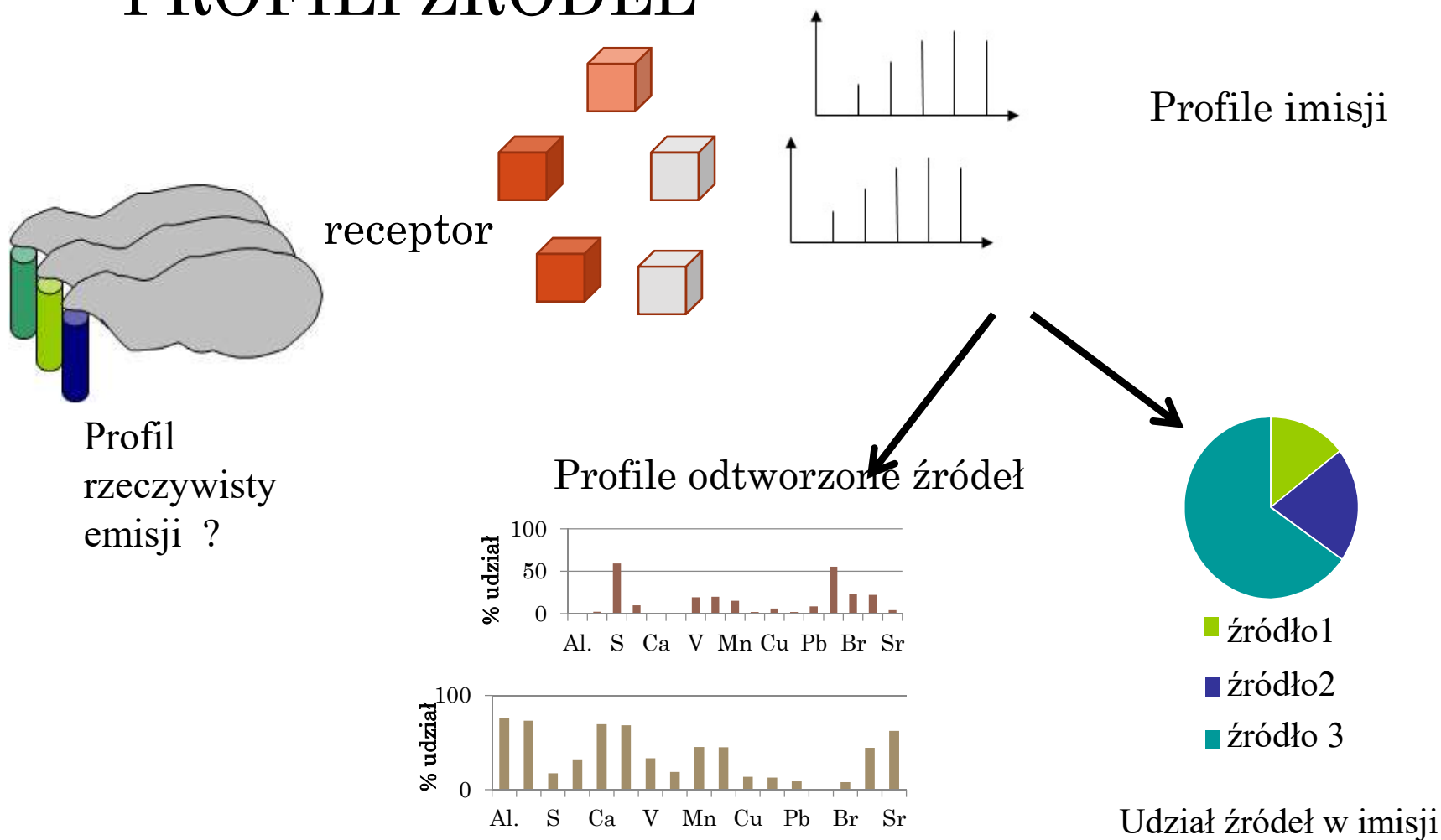
Metoda matematyczna



Udział źródeł w imisji



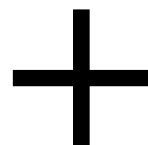
II GENERACJA MODELI – IDENTYFIKACJA UDZIAŁÓW ŹRÓDŁA I PROFILI ŹRÓDŁEŁ



ANALIZA CZYNNIKOWA

Wszystkie założenia dla analizy czynnikowej są nadal aktualne, m.in. :

(1) emisja analizowanych substancji nie zmienia się w okresie prowadzenia pomiarów w atmosferze (2) substancje nie reagują między sobą (stężenia ich można dodawać); (3) liczba źródeł lub typów źródeł emisji jest nie większa niż liczba rozpatrywanych zanieczyszczeń; (4) profile emisji z poszczególnych źródeł są liniowo niezależne



DODATKOWE ZAŁOŻENIA (OGRANICZENIA)

- Model musi wyjaśniać opisywane zależności,
- Udział źródła nie może być ujemny
- W profilu źródła emisji nie mogą pojawić się wartości ujemne*
- Suma stężeń zanieczyszczenia docierających z wielu źródeł do miejsca receptora musi być mniejsza lub równa stężeniu danego zanieczyszczenia w receptorze.



RÓWNANIE WYJŚCIOWE WSZYSTKICH MODELI RECEPTOROWYCH – RÓWNANIE BILANSU MASY

Stężenie konkretnego zanieczyszczenia „i” w receptorze jest sumą jego stężeń docierających z „p” źródeł emisji, czyli:

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^p f_{ik} g_{kj} + e_{ij}$$

gdzie:

c_{ij} – stężenie zanieczyszczenia (substancji) i w próbce j

f_{ik} – ułamek wagowy danego zanieczyszczenia i w emitowanej masie zanieczyszczeń ze źródła k
(mg/mg)

g_{kj} – stężenia materiału w receptorze (mg/m^3) docierającego z danego źródła emisji k w próbce j

e_{ij} – część niewyjaśniona przez model dla każdej próbki i substancji

p – liczba źródeł emisji



W ZAPISIE MACIERZOWYM

$$C = GF + E$$

- C - macierz danych pomiarowych, C , o wymiarach $n \times m$ (n - ilość próbek, m – ilość oznaczanych substancji chemicznych),
- G macierz udziałów czynników o wymiarach $n \times p$ (p - liczba czynników),
- F macierz profili czynników o wymiarze $m \times p$. Czynniki to typ źródła emisji.
- E macierz błędów resztowych o wymiarach $n \times m$, tj. o wymiarach C .



PODSTAWOWE RÓWNANIE

Celem jest minimalizacja funkcji celu Q (object function) wyrażonej równaniem:

- $Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (e_{ij}/u_{ij})^2 \Sigma$

gdzie: u_{ij} – niepewność pomiaru stężenia substancji i w próbce j , a e_{ij} (slajd 26):

- $e_{ij} = c_{ij} - \sum_{k=1}^p f_{ik} g_{kj}$



WYNIKIEM JEST:

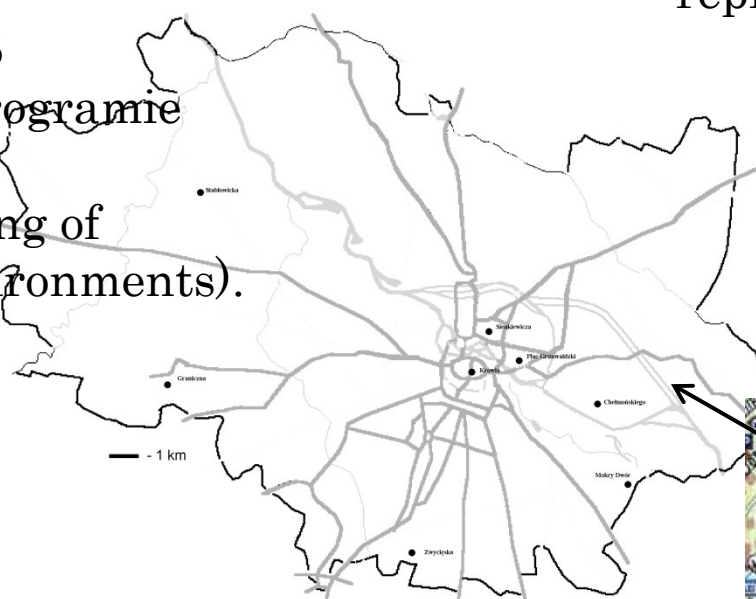
- Odtworzenie potencjalnych profili źródeł emisji oddziałujących na jakość powietrza w receptorze (elementy macierzy $F - f_{ik}$)
- Odtworzenie udziałów potencjalnych źródeł emisji oddziałujących na jakość powietrza w receptorze (elementy macierzy $G - g_{kj}$)



BADANIA TERENOWE PROWADZONO WE WSPÓŁPRACY Z CROCKER NUCLEAR LABORATORY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT DAVIS (UCD)

Punkt pomiarowy – Wrocław,
reprezentacja tła miejskiego

Poborniki pyłu PM_{2.5}
wykorzystywane w programie
USA IMPROVE (ang.
Interagency Monitoring of
Protected Visual Environments).



CD...

- Analizy chemiczne prowadzono w Crocker Nuclear Laboratory, University of California at Davis (UCD), metodą fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej (EDXRF).
Analizowano tam 23 pierwiastki : S, Cl, K, Ca, Ti, Fe, Mn, Cr, V, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Br, Rb,
Sr Na, Mg, Cd Al and Si.
- Niepewności pomiarowe zostały oszacowane przez ww. Laboratorium: dla każdej próbki- pierwiastka, dodatkowo przesłano granice oznaczalności metody dla każdego pierwiastka (MDL).



DANE WEJŚCIOWE DO PMF: FRAGMENT MACIERZY C – DANYCH POMIAROWYCH

Al.	Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn
57,6346	123,88	701,9398	111,6174	41,2756	2,0862	0,7714	0,38	2,1508
248,4896	733,5634	2491,497	399,3116	223,231	17,043	1,4022	1,6682	10,678
171,0646	586,093	1327,61	263,7466	195,206	15,77	1,5922	1,5124	7,4138
53,6674	226,556	806,113	128,972	83,163	5,8064	0,361	1,2008	2,4814
123,2226	370,177	630,306	253,84	150,366	13,8852	1,653	0,9424	3,8646
84,4322	224,0138	676,609	187,5034	82,5664	5,7532	0,8854	0,3762	2,0292
69,9846	212,4618	1315,093	117,154	61,8602	4,8222	0,627	0,323	1,4858
83,22	261,782	1100,499	213,6322	103,1358	7,049	0,9728	1,0108	6,5284
86,9212	241,5812	526,167	158,555	99,9476	7,5734	0,8398	0,4294	3,1198
88,9656	261,7174	1108,73	226,48	104,6064	5,7494	0,589	0,6612	3,762
145,9542	377,4844	1183,396	127,3266	116,2382	8,0636	0,722	0,6536	3,7278
85,6406	233,7988	1099,199	121,581	71,8846	5,0806	0,5472	0,4712	2,4814
648,964	2815,849	1264,275	351,975	844,8426	57,2622	2,6182	1,919	14,5502
102,5924	362,4516	653,1478	129,3786	185,1284	9,7698	0,6574	1,5352	6,517
66,9028	301,1538	820,9634	157,4264	89,1366	5,1794	0,8132	0,817	3,1198
83,0034	249,8538	1099,492	116,299	82,9464	5,3048	0,3876	0,3914	2,7398
101,1484	368,8508	1028,637	111,7618	127,6724	7,201	0,4826	0,3724	3,8
69,0954	232,1534	476,976	127,6648	93,3014	5,6278	0,817	0,247	3,5112
685,8278	2530,397	633,6006	369,3562	1069,21	58,6454	2,3598	1,6226	17,3166
284,3806	1380,506	776,5832	214,7532	668,5264	33,5312	2,451	2,7322	13,3912
380,6422	1861,054	1023,04	307,5074	722,8056	31,0536	0,9044	1,5314	13,0074
620,6768	2109,657	1870,584	347,9926	938,4138	45,9344	1,1096	0,8094	14,8124
178,0338	481,631	1299,991	150,2938	183,977	9,6976	0,304	0,4256	4,7462
170,6618	580,6514	1497,151	207,7042	210,3376	13,0492	0,9082	1,2312	8,6146
33,8504	125,7002	500,2776	44,365	57,4522	3,8608	0,38	0,3914	3,61
57,1938	272,5854	778,278	73,6744	84,0598	6,574	0,5738	0,684	2,5726



DANE WEJŚCIOWE DO PMF - NIEPEWNOŚCI POMIAROWE

Granice oznaczalności

Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Se	Br	Rb	Sr
5,757	2,4092	0,8398	0,475	0,2394	0,1748	0,152	0,1596	0,2508	0,2014	0,1596	0,2014	0,1102	0,1444	0,266	0,3534
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Założona dodatkowa niepewność

Si	S	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Niepewność ci dla każdego pomiaru
8,1776	35,8226	5,8254	2,299	0,1862	0,1672	0,0798	0,2052	2,9336	
38,8398	125,3278	20,2274	11,3924	0,9918	0,3078	0,1634	0,6498	21,3294	
31,065	67,127	13,4634	9,9978	0,95	0,4712	0,2052	0,4788	18,8632	
13,0872	41,0552	6,7032	4,3966	0,475	0,2242	0,152	0,19	7,7026	
20,0602	32,205	12,9238	7,7596	0,817	0,2774	0,1216	0,2584	9,2378	
12,8706	34,561	9,633	4,3586	0,3952	0,1672	0,0798	0,1748	4,5334	
12,521	66,5038	6,1256	3,325	0,3648	0,1368	0,076	0,1292	3,743	
15,3596	55,7384	10,9668	5,4036	0,513	0,1976	0,1254	0,399	7,562	
13,6382	27,0864	8,1852	5,2288	0,5016	0,1976	0,0912	0,2318	5,4112	
15,1658	56,1488	11,5748	5,4606	0,4104	0,152	0,114	0,285	5,9812	
20,824	59,945	6,6386	6,0002	0,5396	0,209	0,19	0,2698	6,2852	
13,5698	55,689	6,3536	3,7316	0,3686	0,133	0,1634	0,1976	4,0318	
142,2568	63,9616	17,879	42,4498	2,9754	0,6232	0,1824	0,8056	30,552	
19,5396	33,3982	6,7298	9,4468	0,6346	0,19	0,1558	0,4066	12,407	
16,3932	41,7468	8,1282	4,5828	0,3876	0,247	0,1064	0,2812	4,2066	



ZAKRES ANALIZY

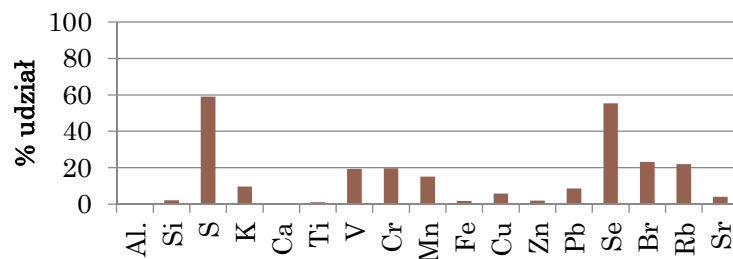
Dwa scenariusze

1. przyjęto niepewności pomiarowe podane przez Laboratorium i obliczenia przeprowadzono dla 4, 5, 6 i 7 czynników;
 2. do oceny niepewności pomiarów przyjęto podane wartości MDL i założono dodatkowe 10% niepewności, i obliczenia przeprowadzono dla 4, 5, 6 i 7 czynników.
- Plik danych wejściowych, obejmujący macierz stężeń zanieczyszczeń był taki sam dla wszystkich przypadków.
 - Dekompozycji poddano macierz stężeń o wymiarze 57x17, tj. 57 pomiarów 24h stężeń 17 pierwiastków.
 - Z pierwotnego pliku usunięto pierwiastki: Na, Mg, Cl, As, Ni i Cd, ze względu na dochodzące do 50% stężenia poniżej MDL/granica oznaczalności metody/.
 - Badano wpływ rotacji na wynik analizy

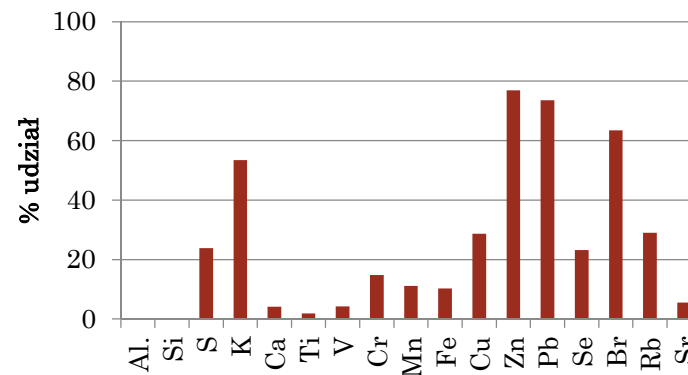


WYNIKI BADAŃ – ODTWORZONE PROFILE ŹRÓDEŁ

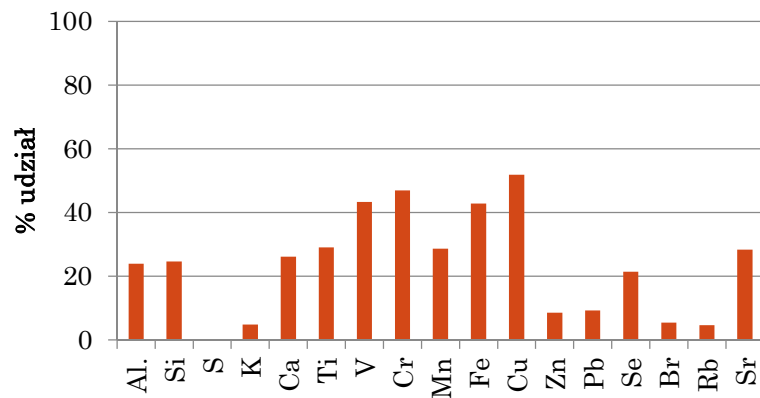
energetyka



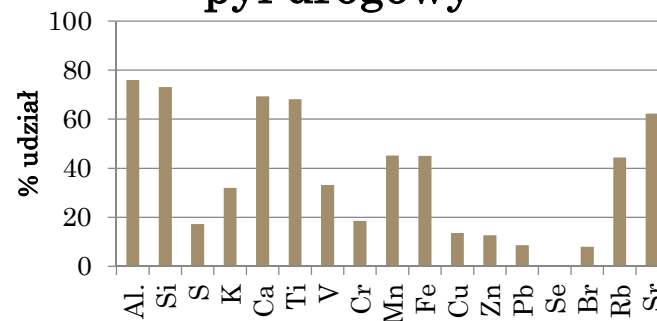
paleniska domowe



motoryzacja

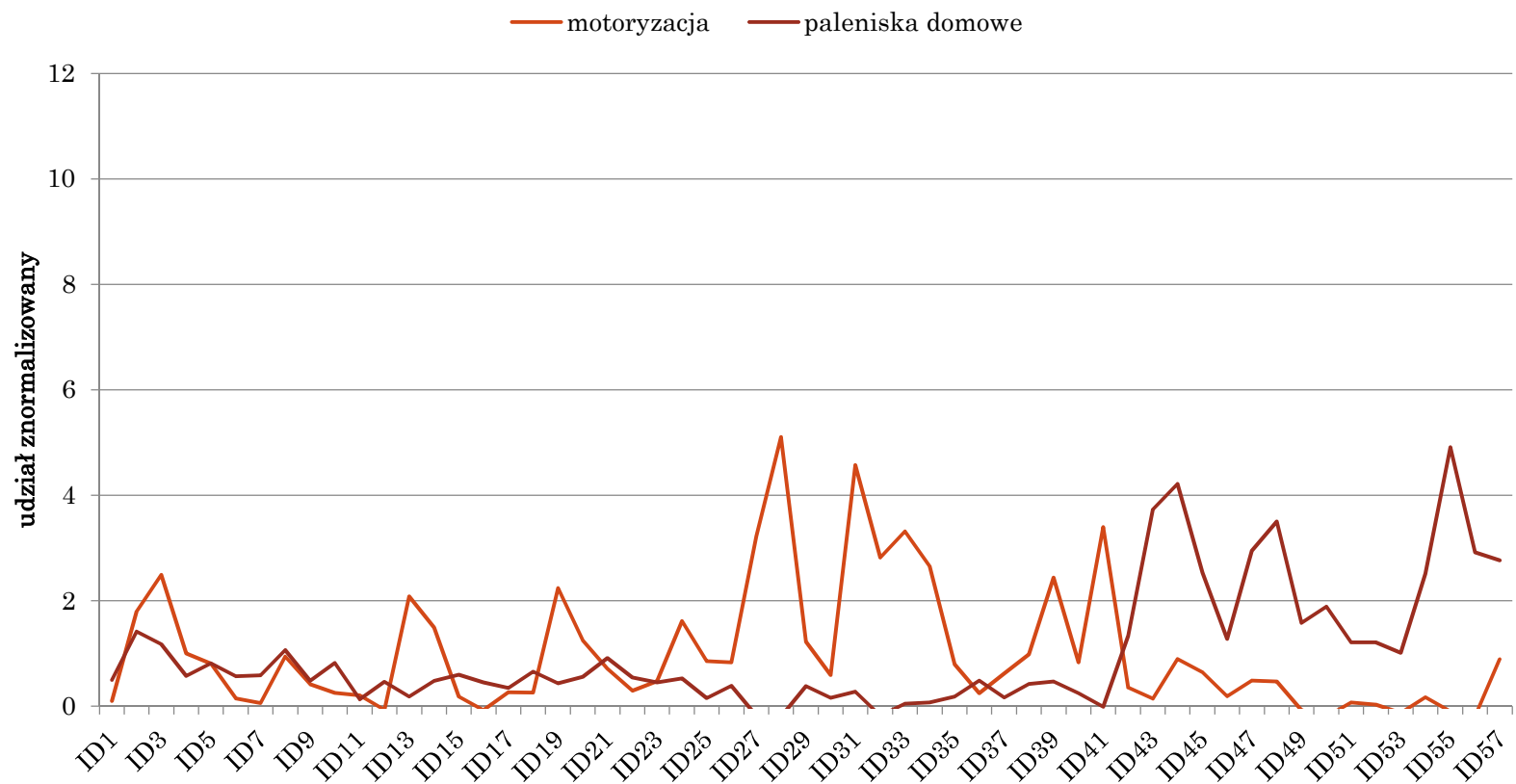


pył drogowy



UDZIAŁY ZNORMALIZOWANE

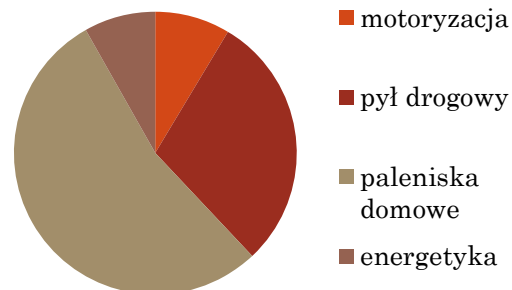
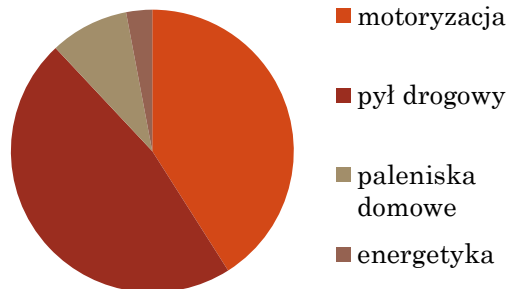
(ŚREDNIA ZE WSZYSTKICH UDZIAŁÓW DLA KAŻDEGO CZYNNIKA WYNOŚI 1)



PROCENTOWE UDZIAŁY W POSZCZEGÓLNYCH TYPACH ŹRÓDEŁ EMISJI

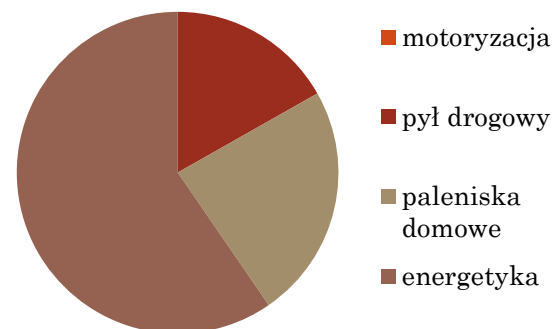
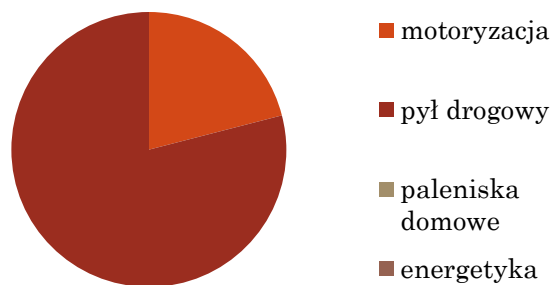
Fe

K



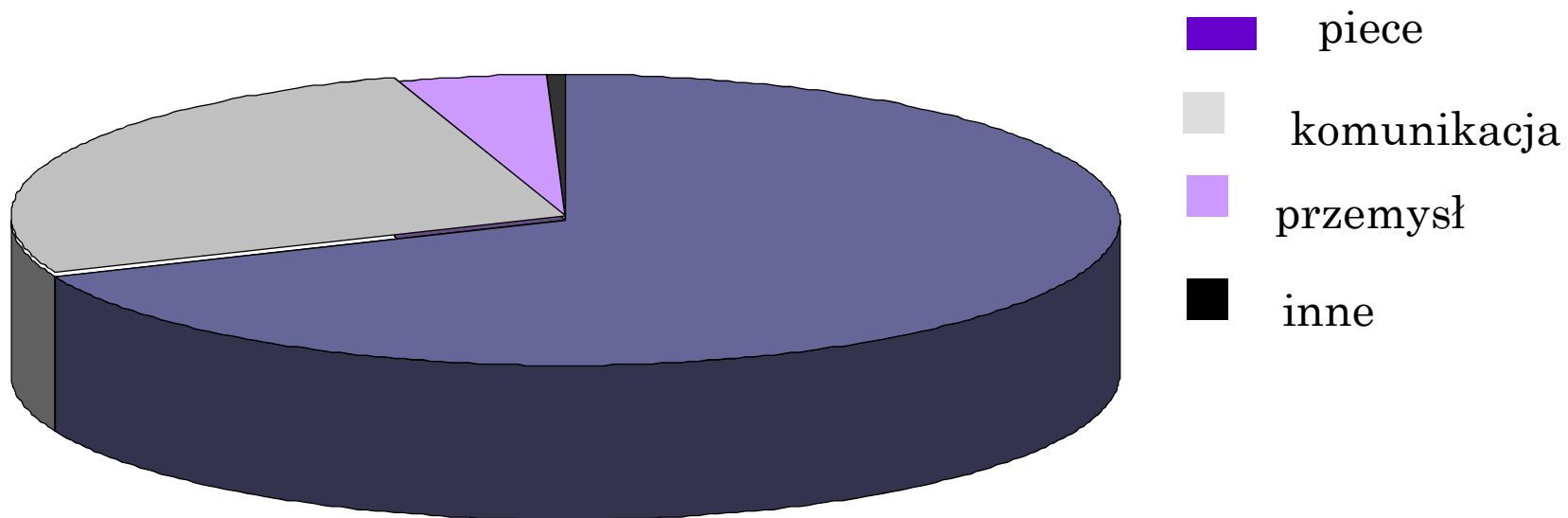
Al

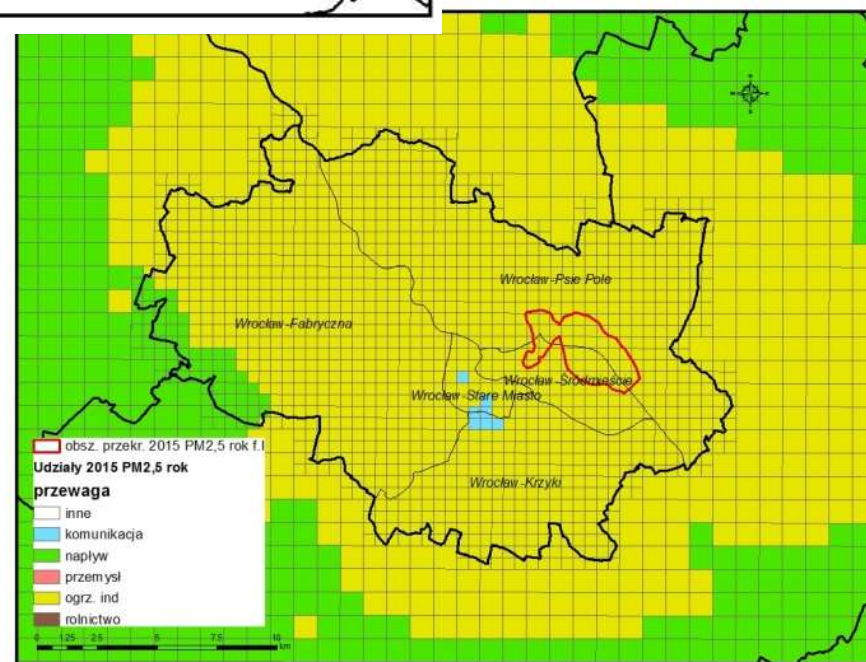
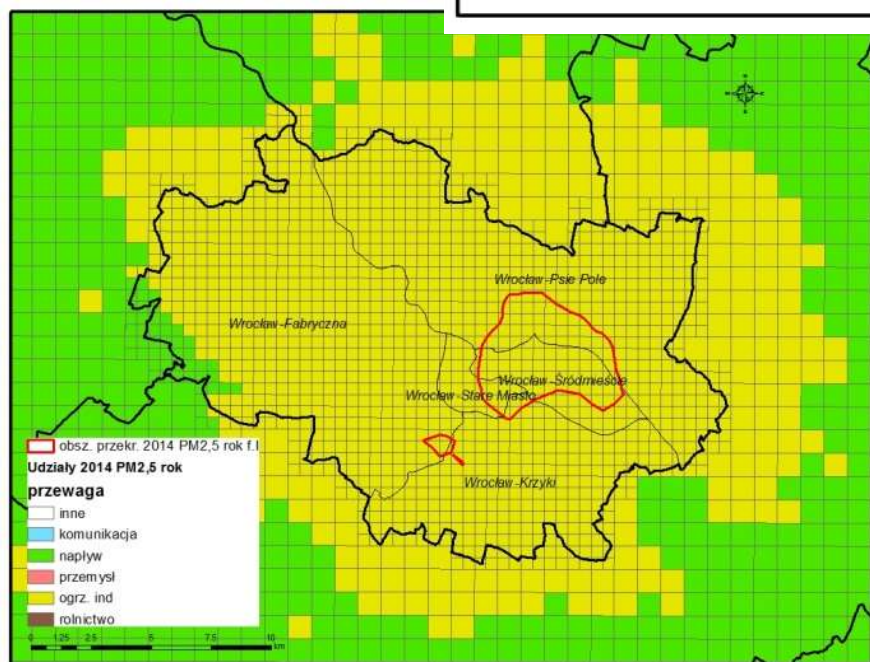
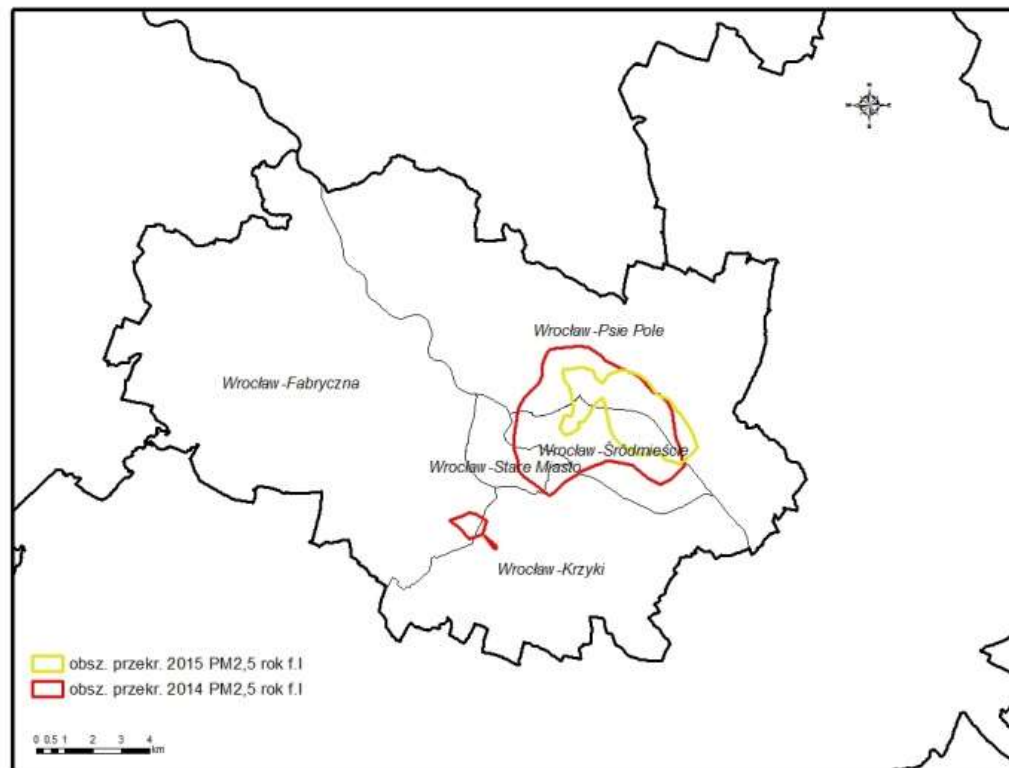
S

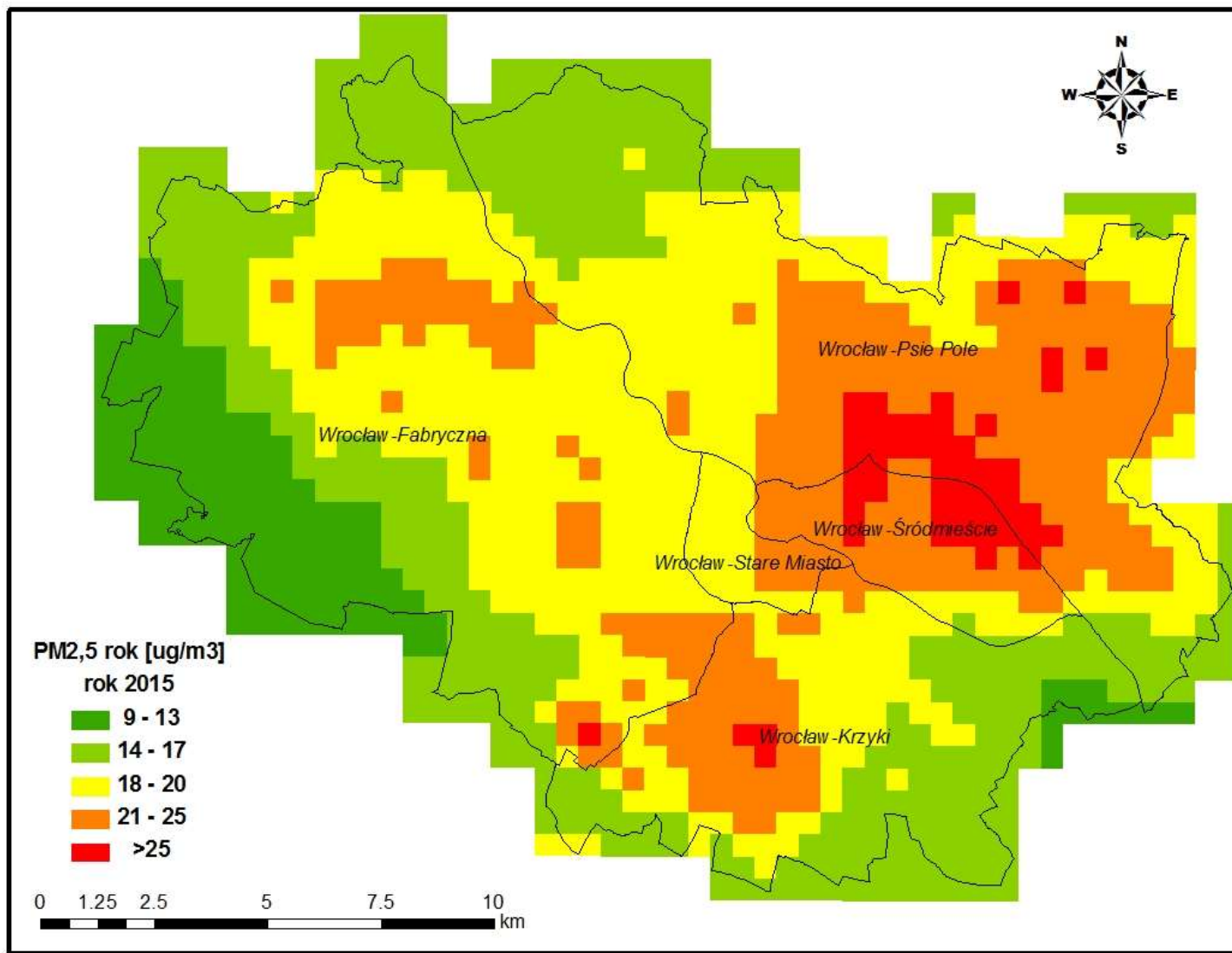


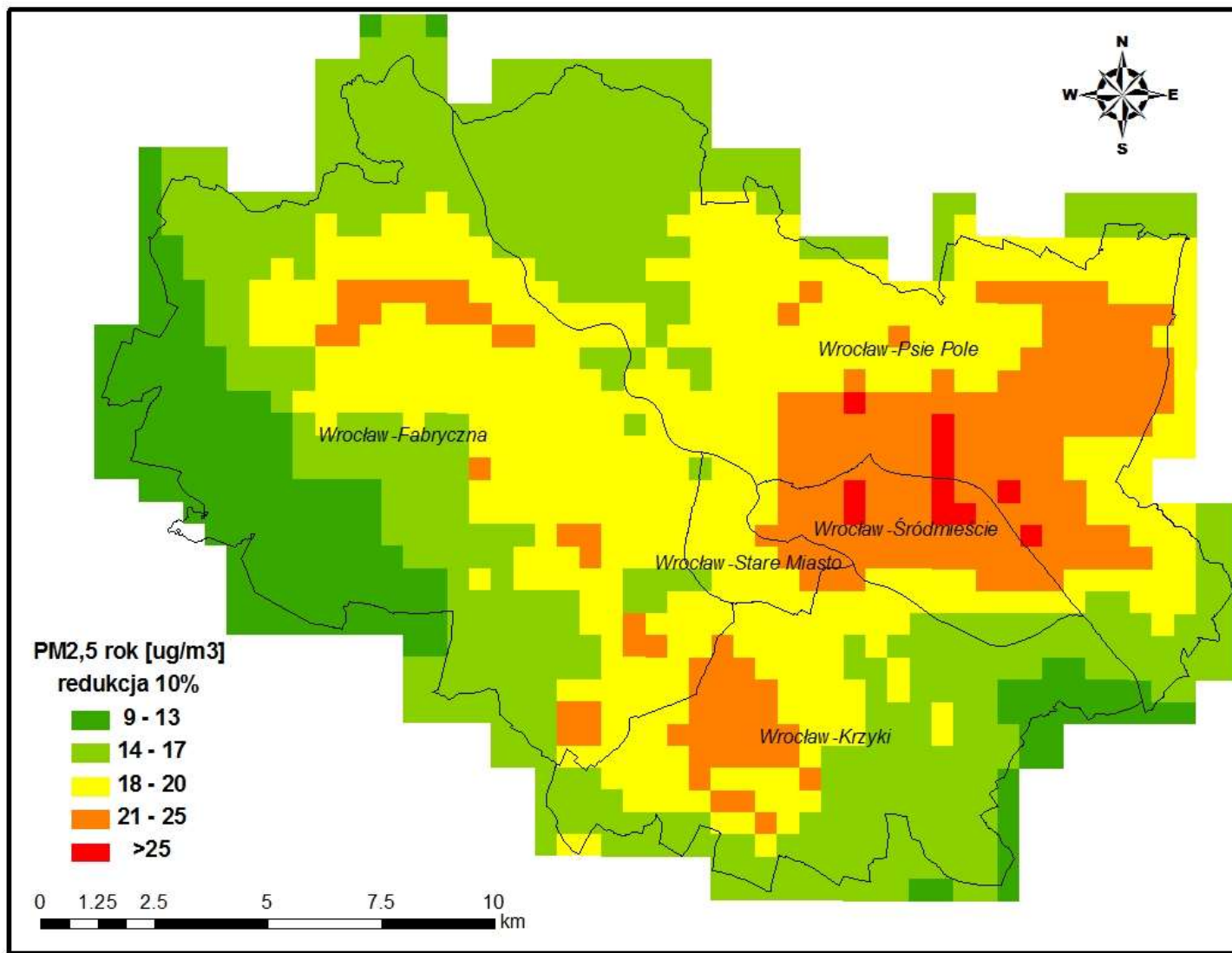
PIECE- ZAZWYCZAJ TAK SIĘ ZAKŁADA

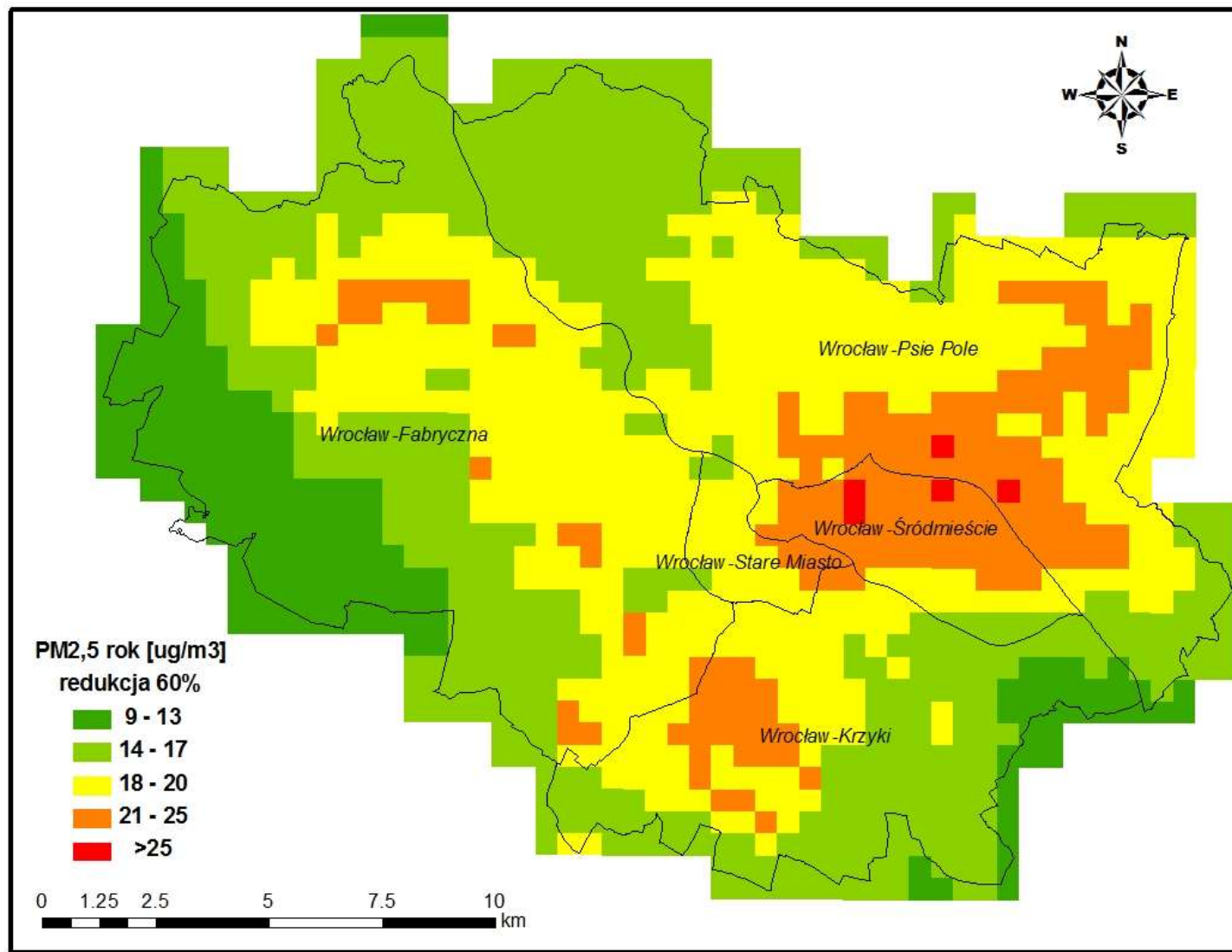
Przyczyny przekroczeń leżą głównie po stronie struktury ogrzewania (62%). W mniejszym stopniu są one związane z problematyką komunikacyjną (24%) i przemysłem (12%).

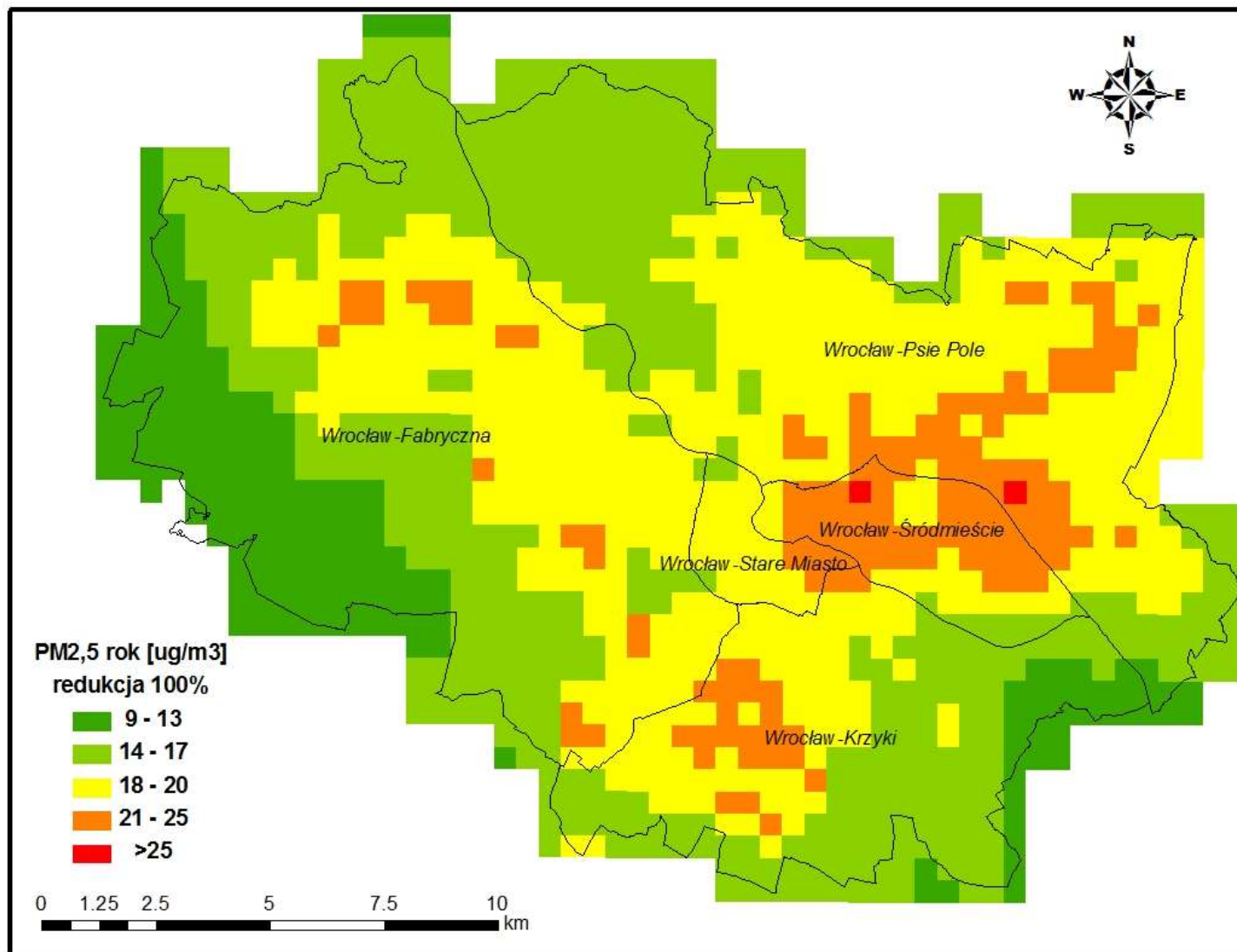












PIECE

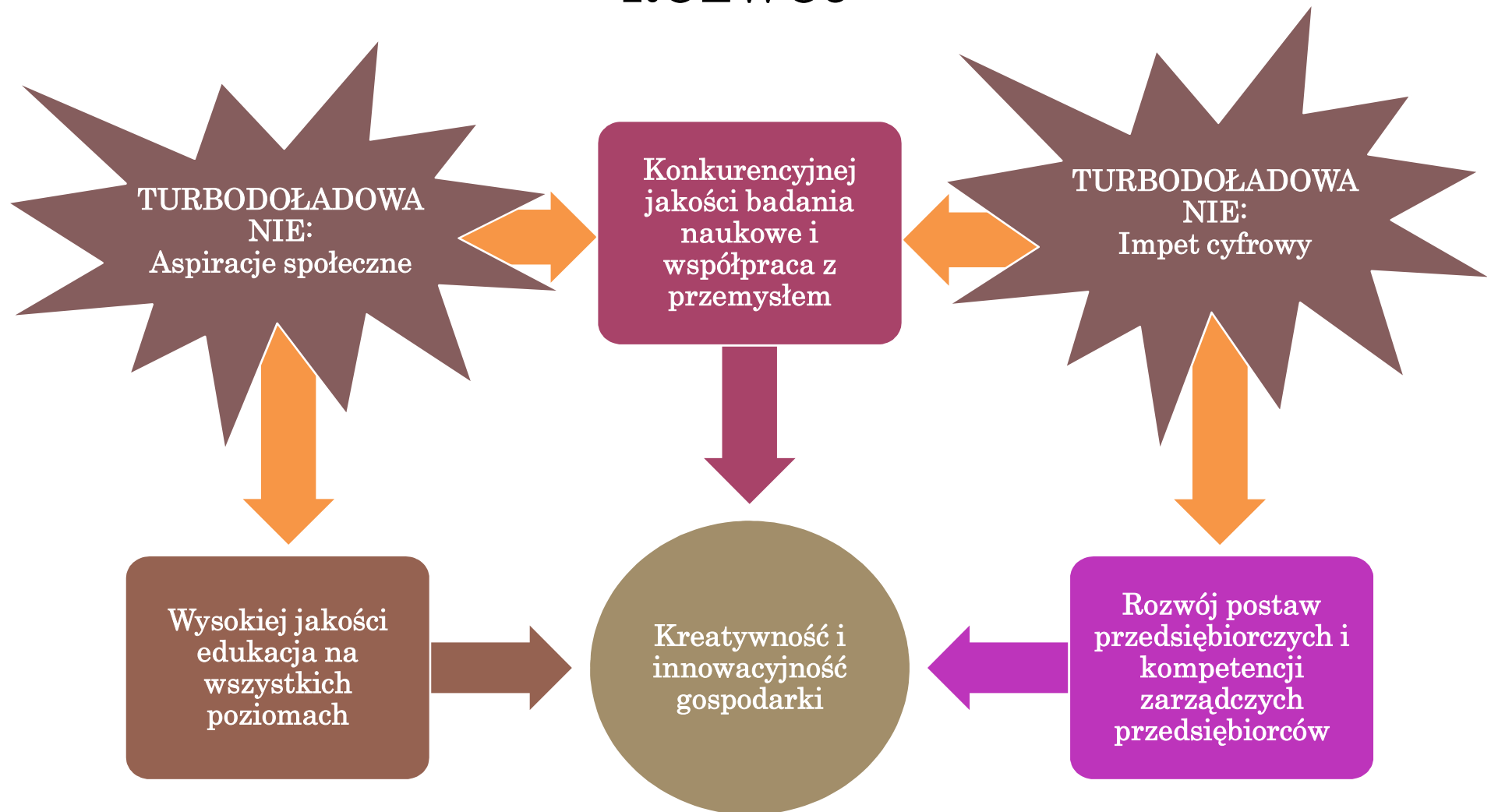


Rodzaj poziomu	Substancja	Okres uśredniania	Częstość przekroczenia poziomu w roku kalendarzowym	Jednostka	Stężenie	2010	2011	2012	2013	2014	Termin osiągnięcia poziomów dopuszczalnych		
POZIOM DOPUSZCZALNY	C ₆ H ₆	rok	-	[μg/m ³]	5						2010		
	NO ₂	1h	19		200							2010	
		rok	-		40							2010	
	NOx	rok*	-		30							2003	
	SO ₂	1h	25			350							2005
		24h	4			125							2005
		rok* oraz I X do 31 III	-			20							2003
	Pb	rok	-		0,5							2005	
	PM _{2,5}	rok	-		25	4	3	2	1	1			2015
		rok	-		20								2020
	PM ₁₀	24h	36		50								2005
		rok	-		40								2005
CO	8h kroc.	1	10000								2005		
POZIOM DOCELOWY	As	rok	-	[ng/m ³]	6						2013		
	B(a)P	rok	-		1							2013	
	Cd	rok	-		5							2013	
	Ni	rok	-		20							2013	
	O ₃	8h kroc.	26 dni	[μg/m ³]	120							2010	
1V-31VII (8-20)*/**		[μg/m ³ *h]	18000								2010		



- Zaproponowane działania już przy redukcji 60% powierzchni ogrzewanych paliwami stałymi praktycznie doprowadziłyby do obniżenia stężeń pyłu PM_{2,5} rok poniżej poziomu dopuszczalnego określonego dla roku 2015, stężenia przekraczające standardy jakości powietrza utrzymały się jedynie w pojedynczych receptorach.
- Likwidację obszaru przekroczeń praktycznie zapewniła natomiast całkowita redukcja powierzchni ogrzewanych paliwami stałymi. Niestety wartości powyżej 20 µg/m³ (standard określony po roku 2020) występują nadal na znacznym obszarze aglomeracji. Dlatego niezbędna jest dalsza redukcja emisji.

FILAR INNOWACYJNOŚCI – ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ



M.Boni



PODSUMOWANIE

Procedura modelowania obejmuje trzy główne etapy:

- - Pierwszy: czasochłonny i kosztowny to zebranie danych wejściowych i ich uporządkowanie;
- - drugi: mniej czasochłonny, ale wymagający wiedzy od operatora systemu, to wprowadzenie danych do modelu i obsługa modelu. Sam program jest bardzo przyjazny użytkownikowi i zawsze uzyskamy wynik, o ile dobrze wprowadzimy dane wyjściowe.
- - trzeci: to interpretacja wyników, która wymaga eksperckiej wiedzy zarówno o pracy modelu, jak i o analizowanym obszarze pod kątem źródeł emisji i ich przewidywanych profili źródłowych.



CD...

- Ponieważ istnieje wciąż duża dowolność w interpretacji wyników analizy, toteż wymagana jest pewna standaryzacja podejścia do tego typu modelowania, by mogło stać się wiarygodnym narzędziem zarządzania jakością powietrza.
- Niejednoznaczności są wynikiem różnego rozumienia niepewności pomiarowych, różnego traktowania brakujących danych lub poniżej MDL, jak również tkwią w samej metodzie obliczeń.



CD.....

- Aby móc wykorzystać modelowanie receptorowe w strategii ochrony powietrza należy przedstawić jasno sformułowany projekt monitoringu atmosfery wraz z systemem zapewnienia jakości i kontroli pomiarów (QA/QC).
- Pierwszym krokiem jest wybór reprezentatywnych miejsc pomiarowych i ustalenie liczby punktów, w zależności od celu analizy.
- Następnie należy wyznaczyć terminy poboru prób pamiętając o odpowiednio długiej serii pomiarowej (powyżej 100 pomiarów, a najlepiej cykl całoroczny). Próby powinny być pobierane w różnych sezonach i warunkach meteorologicznych.



CD.....

- W miarę możliwości należy pozyskać profile źródłowe z obiektów mogących mieć potencjalny wpływ na jakość powietrza w obszarze reprezentatywności punktu pomiarowego.
- Niepewności stanowią część danych wejściowych do modeli. Zaleca się prowadzenie audytu systemu jakości pomiarów, zarówno prowadzonych w terenie (pobór prób pyłu z aerozolu atmosferycznego), jak i w laboratorium (ważenie, przygotowanie próbek do analizy, analizy chemiczne).
- Kryteriom walidacji (kontroli wiarygodności uzyskanych wyników) powinny podlegać stosowane metody analityczne, by mieć pewność, że proces analizy przebiega w sposób rzetelny i daje wiarygodne wyniki.
- Proces walidacji wymaga zastosowania ślepych próbek, próbek wzorcowych powtórzeń pomiarów i analizy statystycznej zbioru wyników.



- W przypadku trwałego rozwoju chodzi przede wszystkim o koncepcję normatywną.
W dyskusjach ekologicznych stwierdzono, że „tak dalej być nie może”.
- Obecnie pyta się „jak dalej można postępować i jak powinno się działać”.





1. ULICE MUSZĄ BYĆ MYTE



2. ZEZWOLENIA NA BUDOWĘ MUSZĄ NAKŁADAĆ
OBOWIĄZEK DOTYCZĄCY ZMNIEJSZENIA
ZAPYLENIA ORAZ MYCIA KÓŁ
SAMOCHODOWYCH PRZED WYJAZDEM Z
BUDOWY





**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ
I SERDECZNIE ZAPRASZAM DO WSPÓŁPRACY
Z INSTYTUTEM METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ PIB**



PRZYSZŁOŚĆ

- Model Wirującego Obłoku Trajektorii.

