



Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

KONFERENCJA
„WAŻNA MISJA - ZDROWA EMISJA”
CZiITT, Warszawa 25.05.2016

Prof. dr hab. inż. Katarzyna Juda-Rezler

Smogowe
zanieczyszczenie
atmosfery



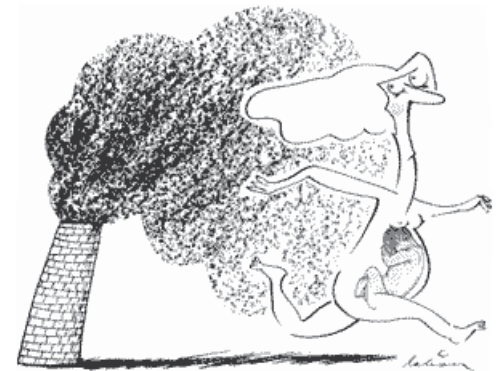
© Jonathan Díaz Marbá, Environment & Me / EEA.

Teruel (Hiszpania), zdjęcie zatytułowane „The new Kingdom of Eagle”

Konspekt



- Zanieczyszczenie atmosfery w pigułce
- Jakość powietrza w Polsce/Europie
- Przyczyny
- Skutki i przeciwdziałanie

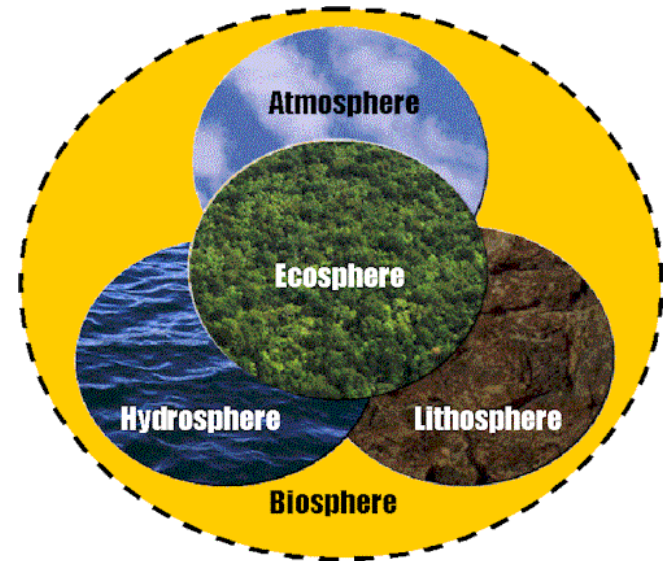
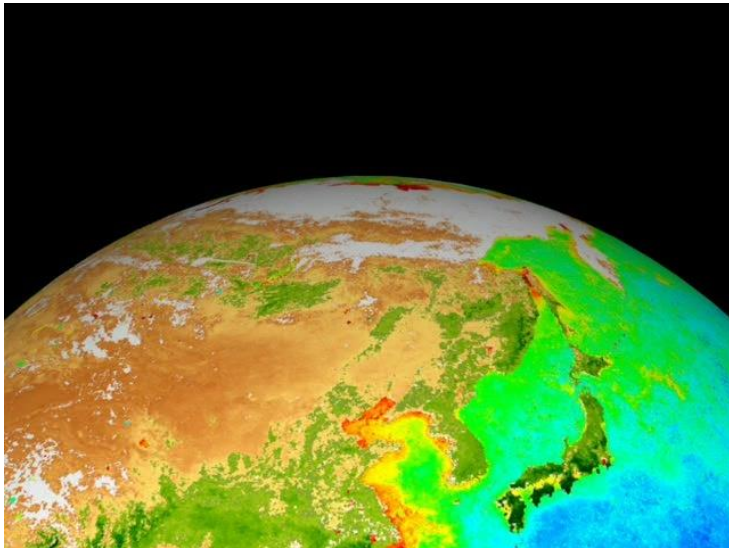


Źródło rysunku: Acid News, www.airclim.org

Dlaczego ochrona powietrza jest tak ważna?



- **Źródła** – naturalne i antropogeniczne
- **Skutki** – dotyczą całej biosfery
- Wiele efektów pośrednich



Apollo 17 30th Anniversary: View of the Biosphere
Source: NASA/Goddard Space Flight Center, The SeaWiFS Project and GeoEye, Scientific Visualization Studio.

Które substancje są zanieczyszczeniem powietrza?



Wszelkie substancje, których stężenie w powietrzu **przekracza** ich średnią zawartość w **czystym powietrzu atmosferycznym**

Wg US EPA (*Environmental Protection Agency*) – o zanieczyszczeniu mówimy, gdy obecność tych substancji ingeruje w:

zdrowie ludzkie

klimat

przyrodę żywą

glebę

wodę

lub powoduje inne **szkody w środowisku**



Źródło rys.: lesdefinitions.fr



Rodzaje zanieczyszczeń powietrza



- **Gazy:**

- CO₂, CO
- NO, NO₂
- SO₂
- O₃
- CH₄, LZO (lotne związki organiczne)
- Wiele innych...

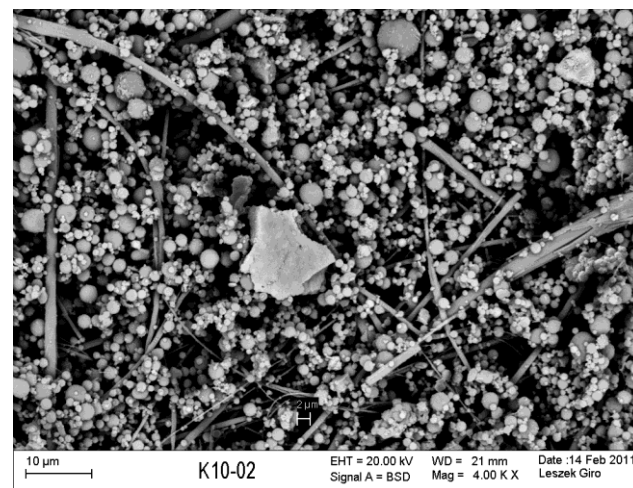
- **Pyły i aerozole**

(cząstki stałe i ciekłe):

- PM (pył zawieszony)
- SIA (wtórny aerozol nieorganiczny)
- SOA (wtórny aerozol organiczny)



Źródło rys: wikipedia.org



Źródło fot.: D. Kowalczyk (2012),
praca doktorska, PW

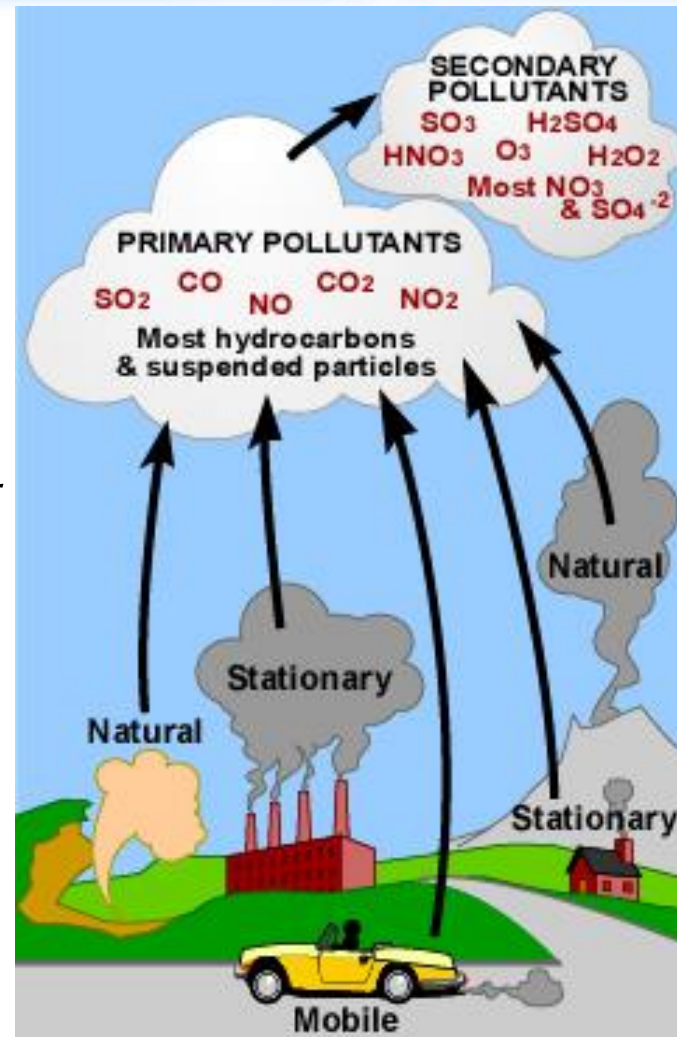
Rodzaje zanieczyszczeń powietrza



- Pierwotne
- Wtórne (gazy i cząstki)

UWAGA:

- Proces *Redukcja prekursorów* – efekt → nie jest procesem liniowym, a czasami może mieć odwrotny do zamierzonego skutek!



Źródło rysunku: US EPA

Nowe/stare wyzwanie: PYŁY

- Specyfika zanieczyszczeń pyłowych (skład, rozmiary i kształty)
- Zanieczyszczenie zarówno **pierwotne** jak i **wtórne**
- **Mieszanka związków organicznych i nieorganicznych**
- **Zanieczyszczenie niejednorodne**

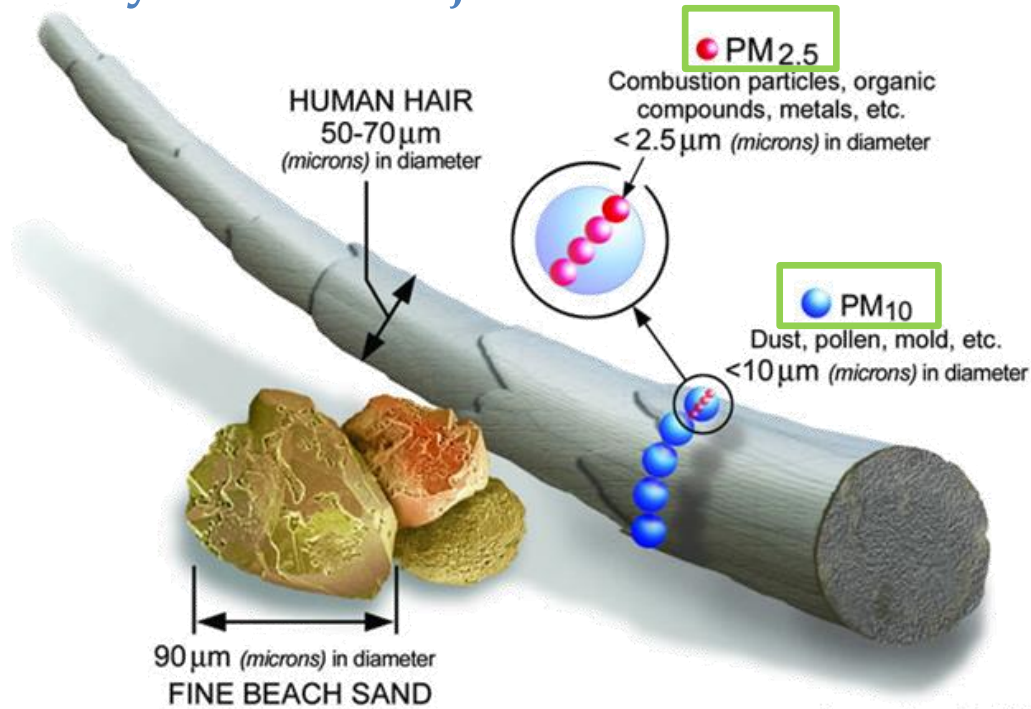
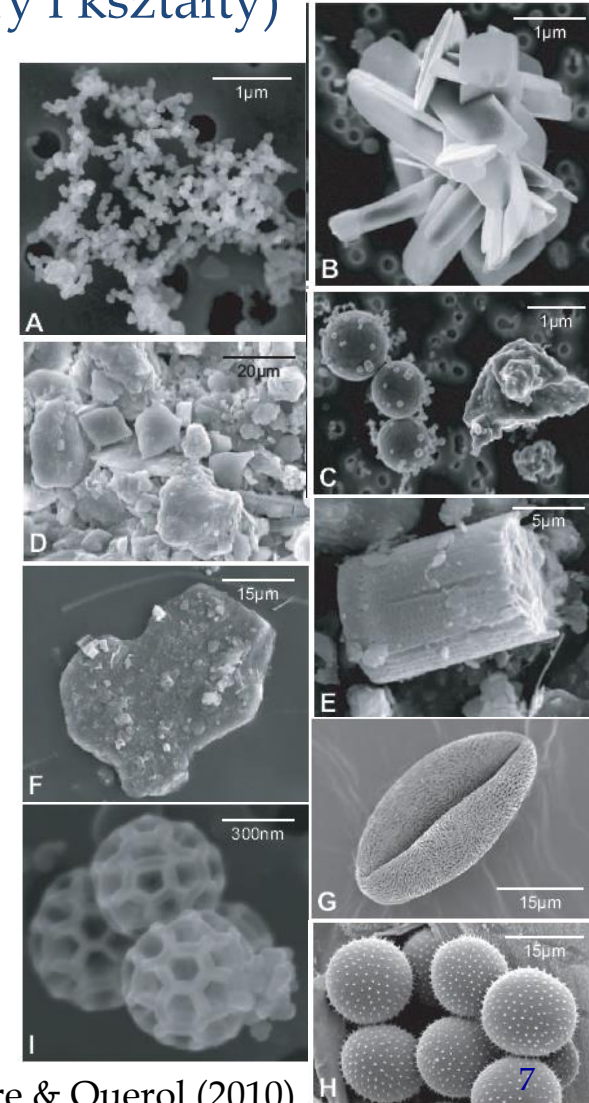


Image courtesy of the U.S. EPA

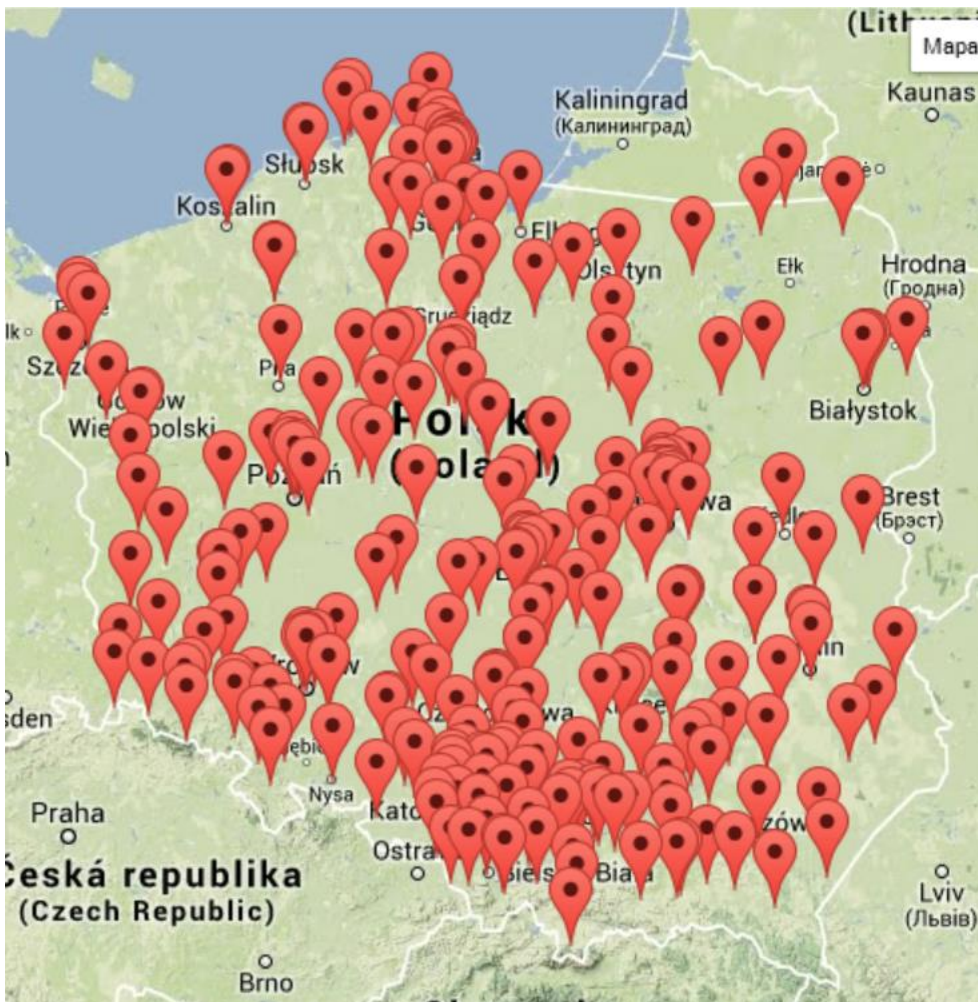


Jak jest z tym zanieczyszczeniem ?



Czyli ocena jakości powietrza

Sieć stacji monitoringu jakości powietrza w Polsce

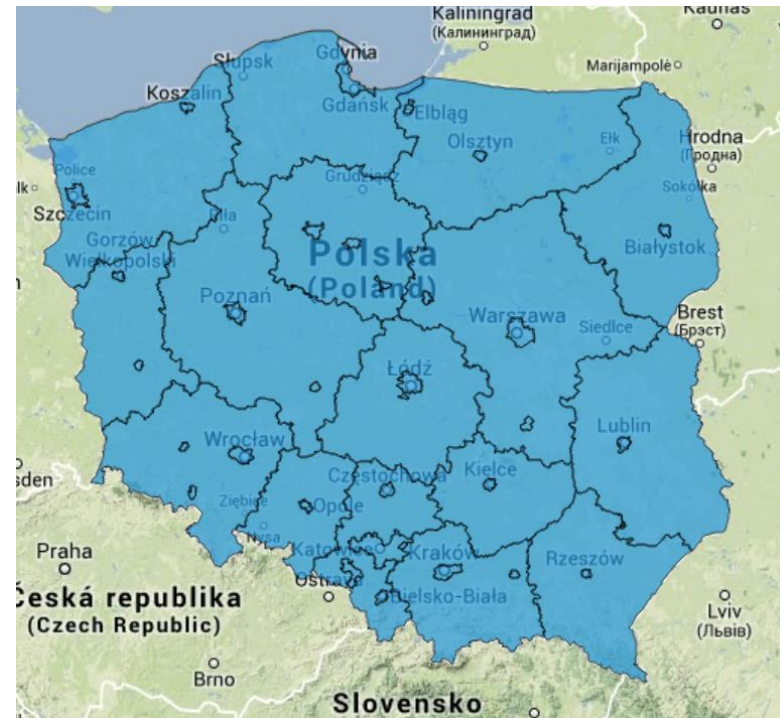


- **258 stacji**
 - 186: tło miejskie
 - 33: tło regionalne
 - 28: przemysłowe
 - 11: komunikacyjne
- **Parametry**
 - SO₂
 - NO/NO₂/NO_x
 - Pył PM₁₀ (PM_{2.5})
 - O₃
 - CO
 - Metale, benzen, B(a)P

Jak dokonujemy oceny?



- Ocena **roczna**
- Bierze pod uwagę wszystkie **normowane substancje (13)**
- Jest wykonywana dla **stref**, wyróżnionych pod kątem:
 - **ochrony zdrowia (46)**
 - aglomeracje/duże miasta
 - pozamiejskie tereny poszczególnych województw
 - **ochrony roślin (16)**
 - pozamiejskie tereny poszczególnych województw



Źródło rys.: powietrze.gios.gov.pl

Stan zanieczyszczenia na Mazowszu w 2015: raport WIOŚ



- Przedstawiony w mazowieckim urzędzie wojewódzkim w piątek 6.05.2016
- Mazowiecki Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska Adam Ludwikowski:
 - badanie stanu powietrza zostało wykonane w **czterech strefach**: aglomeracji warszawskiej, miasta Radomia, Płocka oraz pozostałej części województwa
 - *We wszystkich strefach doszło do przekroczenia norm dla pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5 oraz benzo(a)pirenu. Dodatkowo w strefie aglomeracji warszawskiej stwierdzono przekroczenie norm dla dwutlenku azotu (...)*



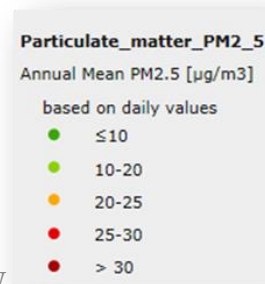
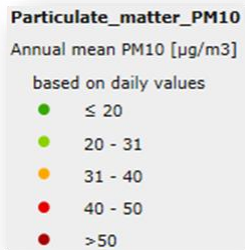
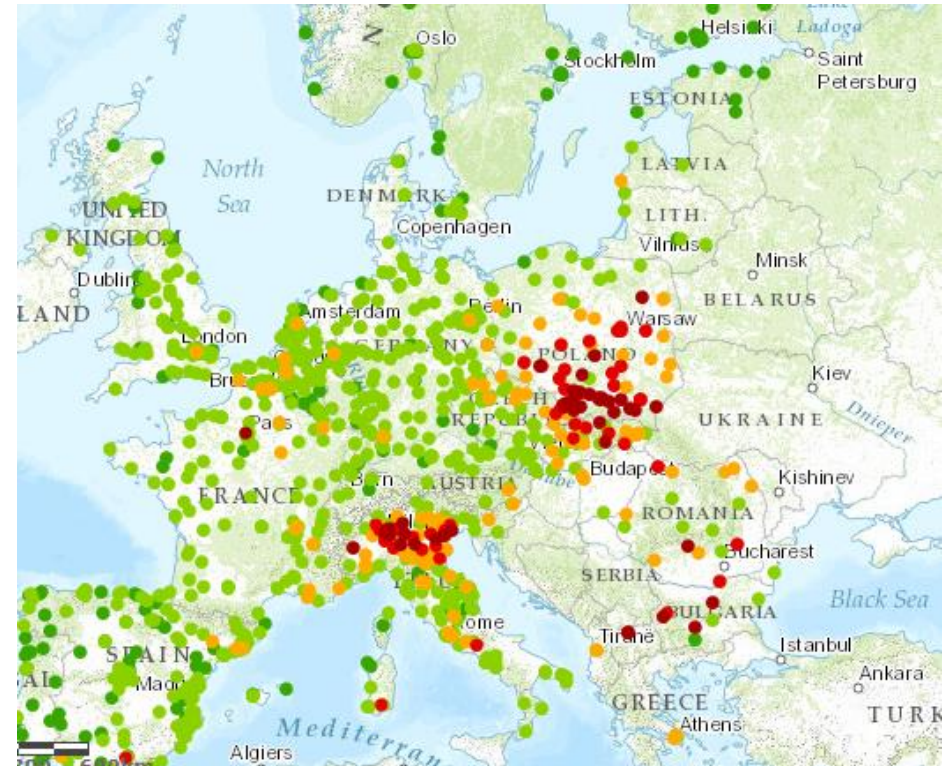
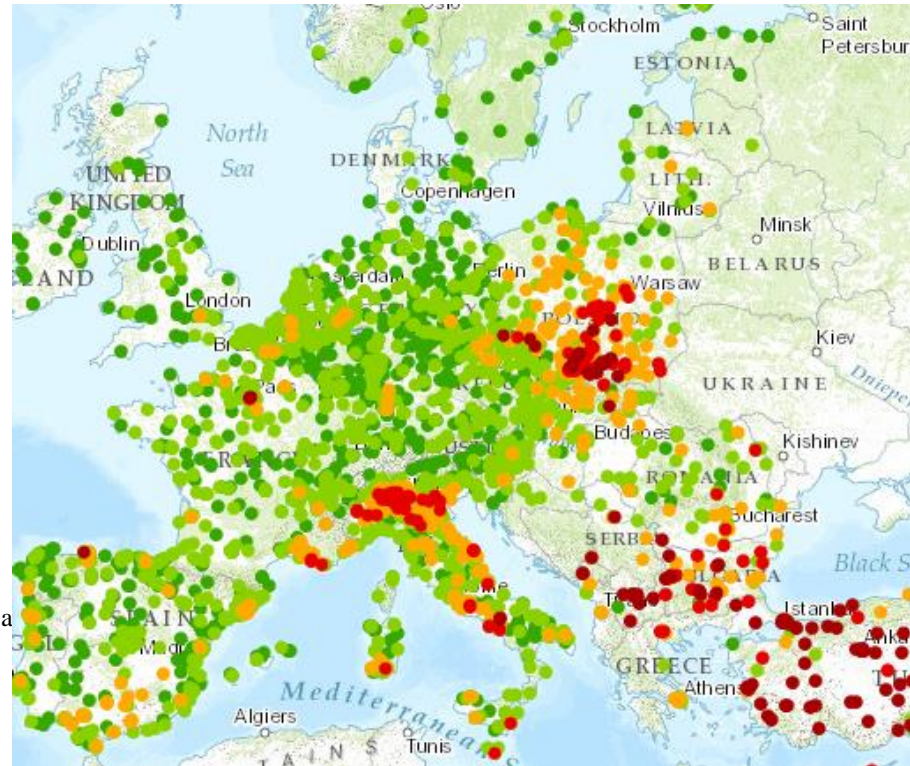
Stan zanieczyszczenia w Europie - pyły

$S_a(\text{PM}_{10})$ i $S_a(\text{PM}_{2.5})$ w Europie (2012 r.)



(na bazie mapy interaktywnej <http://www.eea.europa.eu/themes/air/interactive/>; źródło danych:

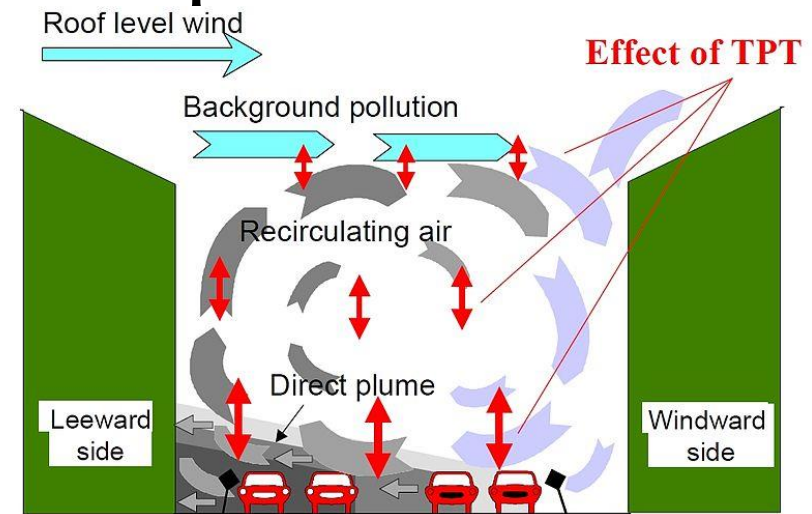
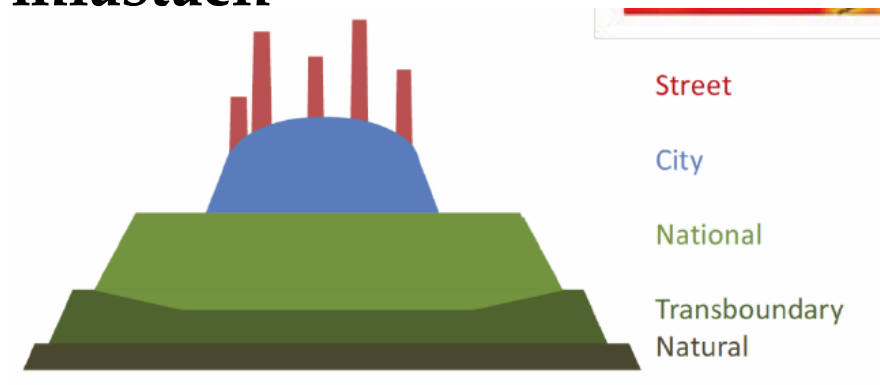
EEA, AirBase v.8.)



Zanieczyszczenie powietrza – Europa



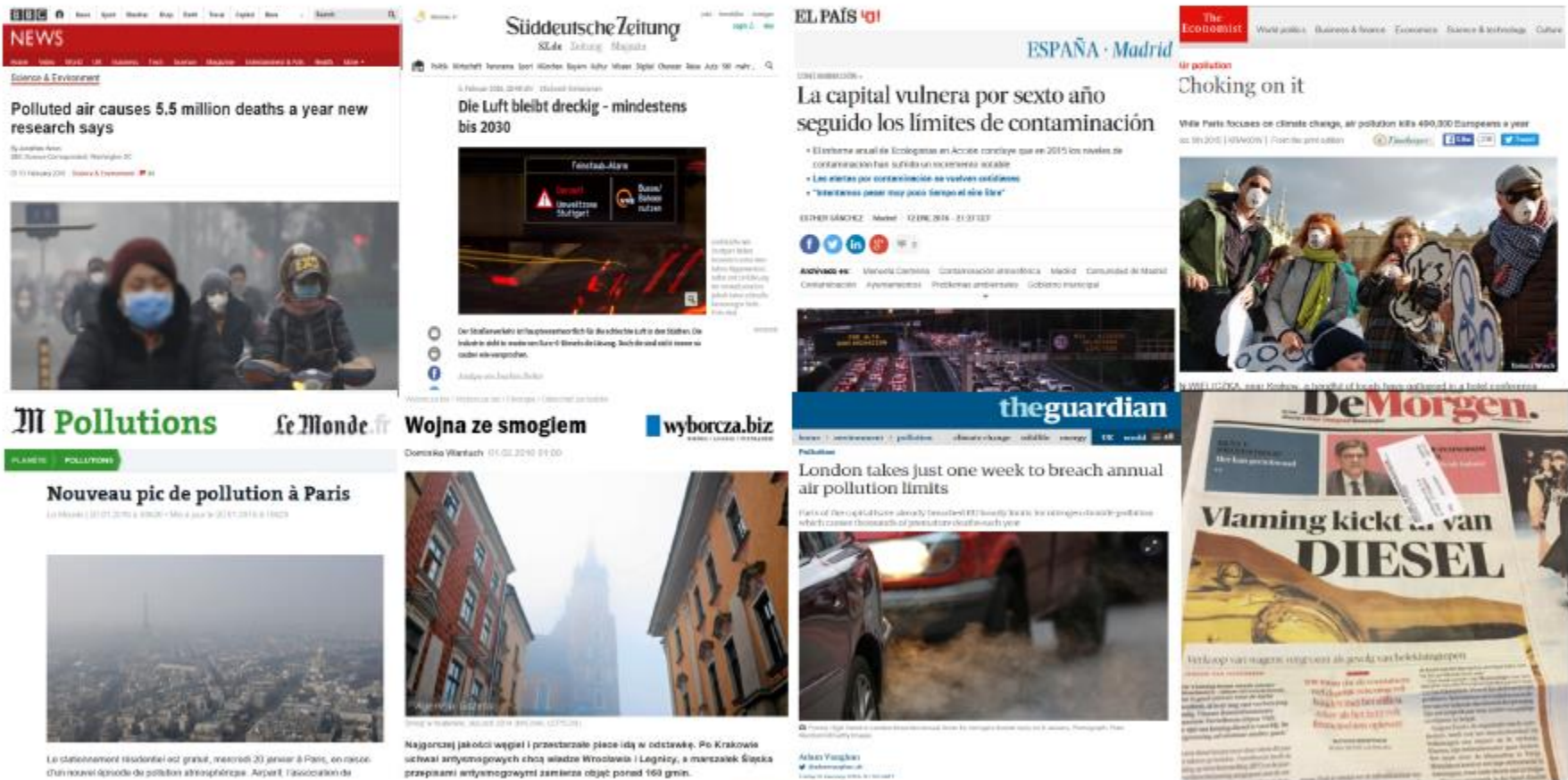
- Zanieczyszczenie powietrza w Europie jest zjawiskiem **transgranicznym**
- Niedotrzymywanie poziomów dopuszczalnych w UE:
 - 19 krajów – NO_2
 - 16 krajów – PM_{10}
- Wyższe stężenia obserwujemy w miastach
- Ważna jest **specyfika zanieczyszczenia powietrza w miastach**



Czy zły stan jakości powietrza martwi tylko mieszkańców Polski ?

(Źródło slajdu: Prezentacja Roalda Woltersa, Unit Air, European Commission, DG ENV.C.3; konferencja projektu SEFIRA, Bruksela: 20.04.2016)

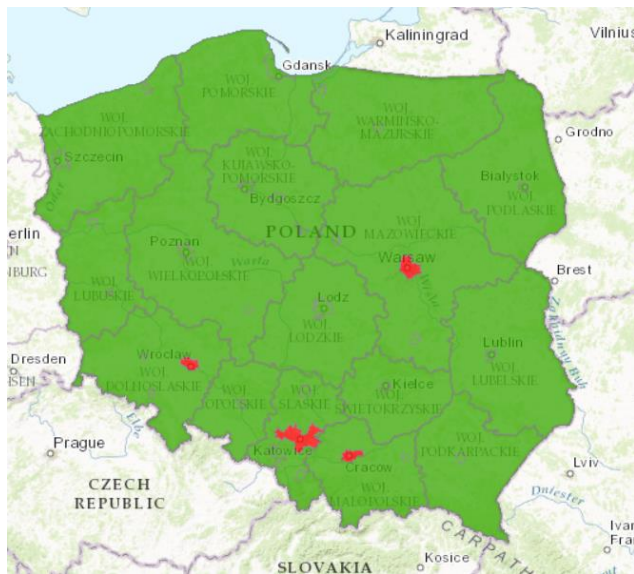
Air pollution is a significant citizens' concern



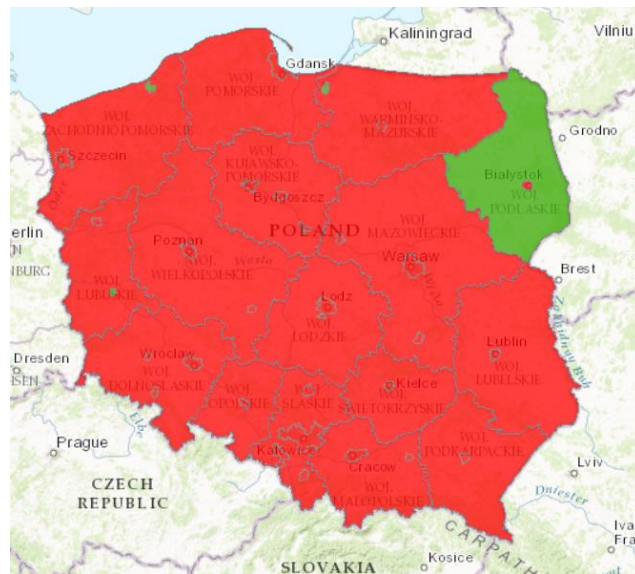
Polska: dotrzymanie standardów jakości powietrza (2014)



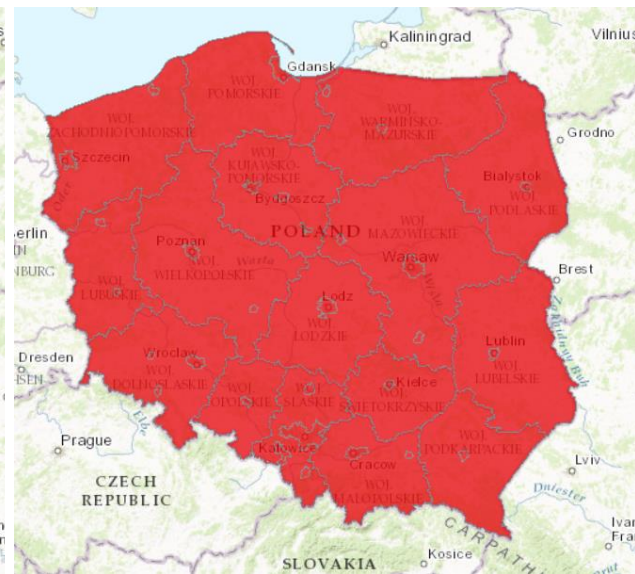
NO₂



PM₁₀



BaP



Źródło rys.: powietrze.gios.gov.pl

**DLACZEGO tak
jest ?**

CZYLI

**WPŁYW CYWILIZACJI NA
JAKOŚĆ POWIETRZA**

Główne siły sprawcze – globalnie



Rosnąca
liczba
ludności

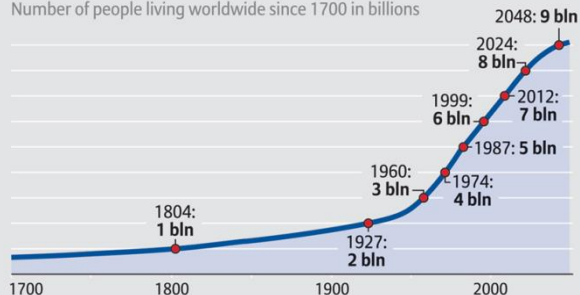
Wzrost
potrzeb

Wzrost
presji na
środowisko

7
SEVEN BILLION

POPULATION OF THE EARTH

Number of people living worldwide since 1700 in billions



Źródła zanieczyszczeń powietrza



Źródła zanieczyszczeń powietrza są tak liczne jak ziarenka piasku (D. Vallero, 2008)

Źródła naturalne, np.:

- Wybuchy wulkanów
- Pożary lasów
- Burze piaskowe
- ...

Źródła antropogeniczne, np.:

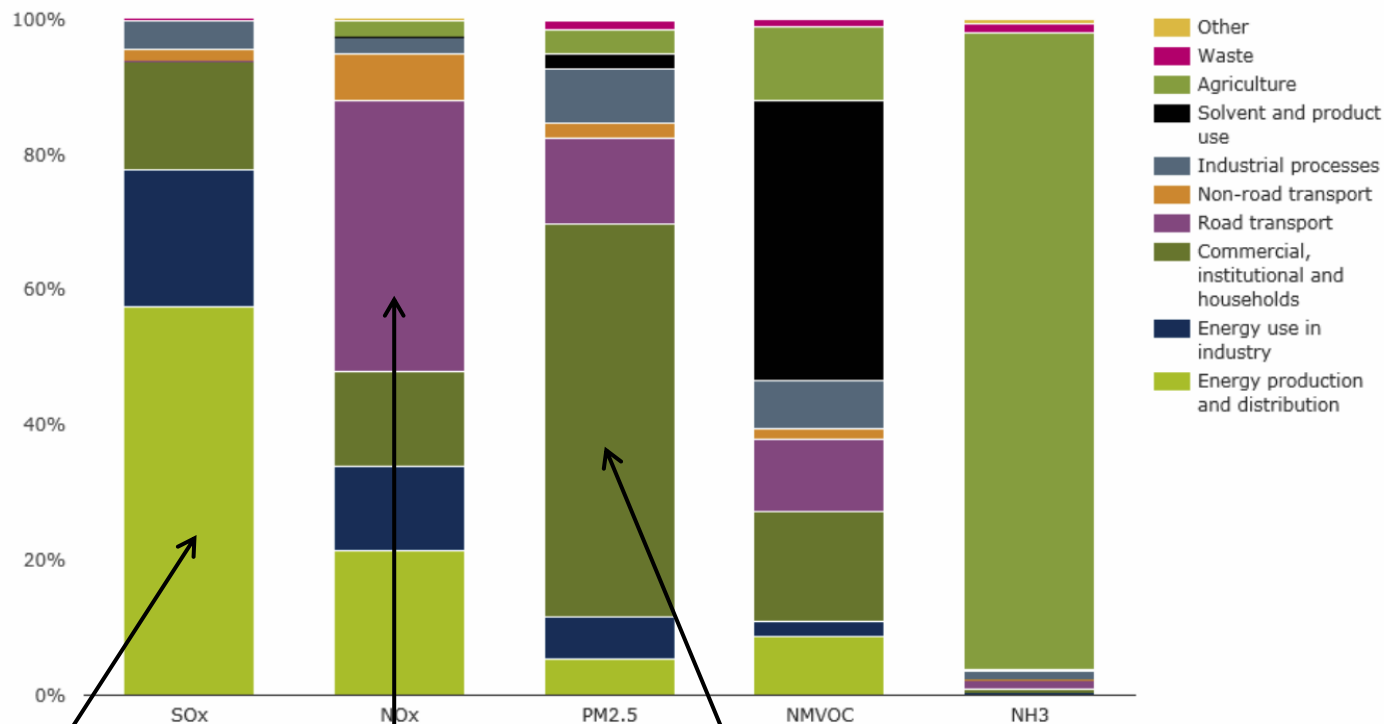
- Energetyka
- Inne działy przemysłu, np. przemysł metalurgiczny
- Transport drogowy, morski, lotniczy
- Źródła spalania poza przemysłem, komunalno-bytowe – tzw. niska emisja
- Rolnictwo
- ...

Jakie źródła – dla jakich zanieczyszczeń?



Share of primary emissions of main air pollutants by sector

Chart – Share of EEA-33 emissions of main air pollutants by sector group



Źródło: eea.europa.eu; dostęp 24.05.2016

Energetyka

Transport

Kom-byt

Spalanie paliw jest najważniejszym procesem źródłowym zanieczyszczenia atmosfery



Wielkość emisji zależy od:

1. Paliwa:
 - Rodzaj paliwa
 - Skład paliwa (pochodzenie, pokład...)
 - Wartość opałowa
2. Rodzaju kotła, silnika, etc
3. Technologii i warunków spalania
4. Stosowanych metod oczyszczania gazów spalinowych



POLSKA

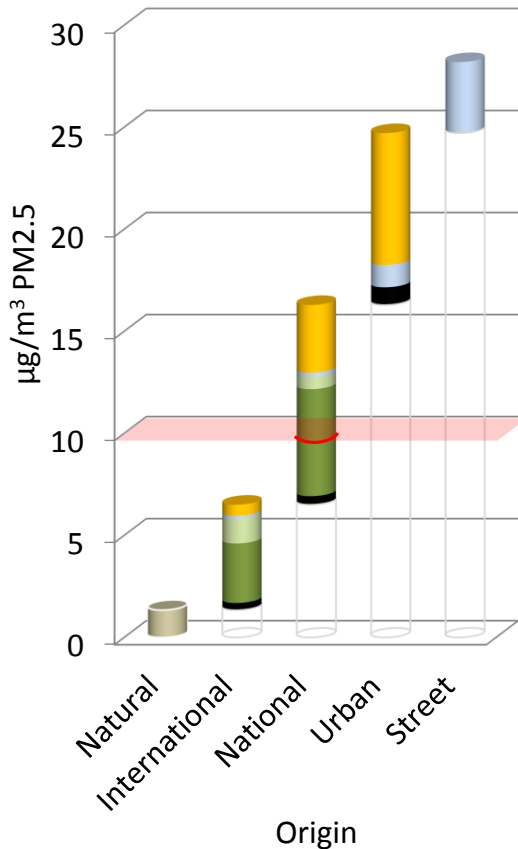


- Energia elektryczna
 - 95% ze spalania węgla
- Energia cieplna
 - 80% ze spalania węgla

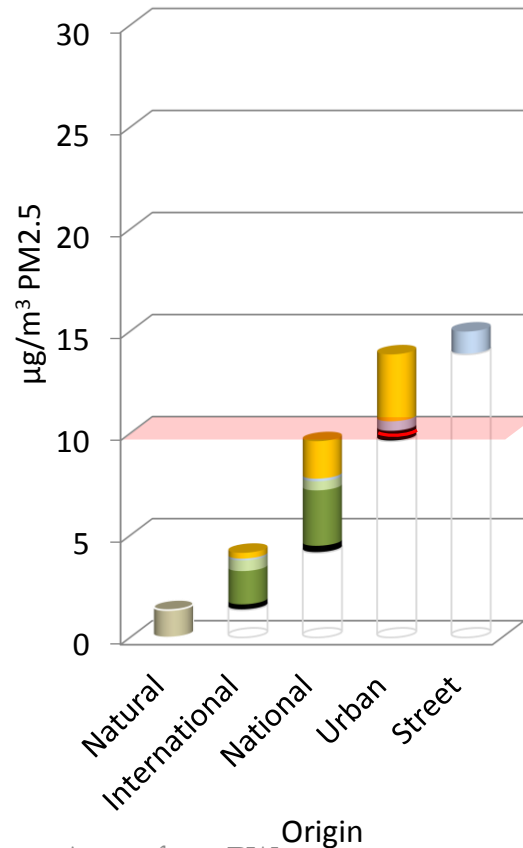
POLSKA: Skąd ten pył pochodzi?

Dane uśrednione dla stacji miejskich w AIRBASE modelowane z wykorzystaniem modelu GAINS

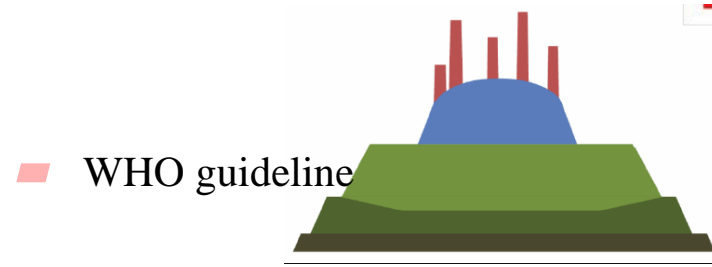
2009



2030 - wdrożenie działań proponowanych przez KE



- Households
- Primary PM: Traffic
- Sec. PM: Traffic + agri.
- Sec. PM: Industry + agri.
- Primary PM: Industry
- Natural



Kiesewetter and Amann (2014) Urban PM2.5 levels under the EU Clean Air Policy Package, TSAP Report #12, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

Co palimy, w czym palimy i jak palimy ??

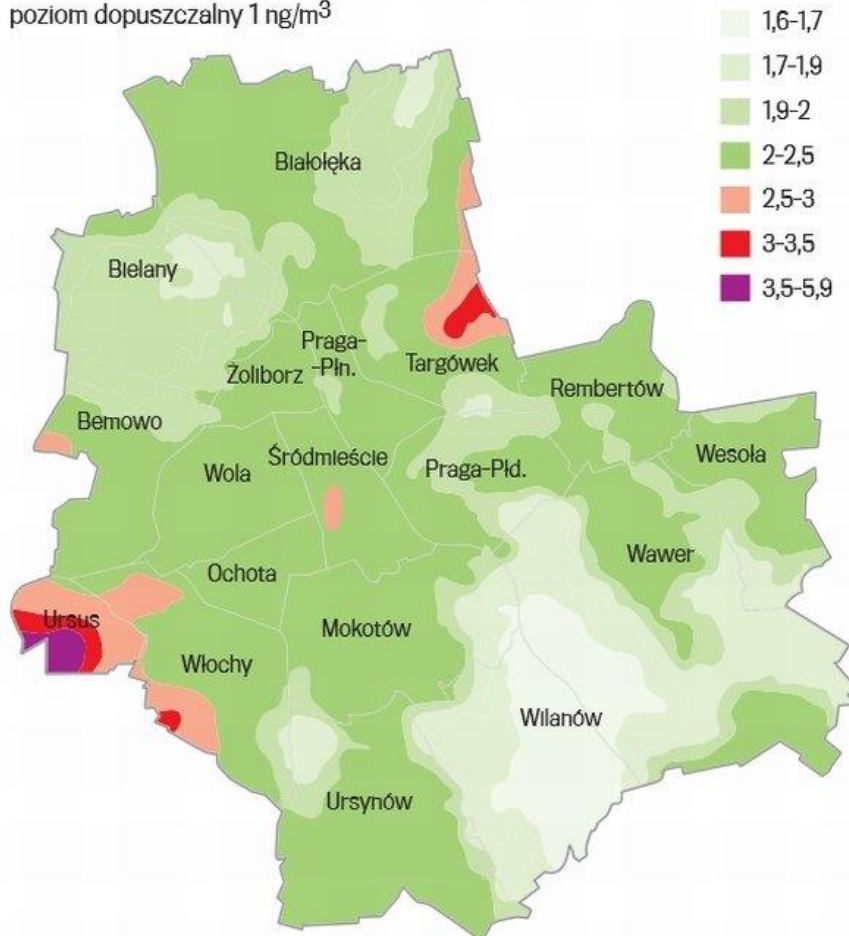


- Paliwa:
 - Od wielu lat każdego roku w indywidualnych gospodarstwach domowych spala się (źródło danych: dr K. Kubica, www.misja-emisja.pl):
 - ok. 8 – 9 mln ton węgla
 - ok. 7 – 7,5 mln ton drewna
 - ok. 800 tys. ton mułów węglowych
 - **BRAK standaryzacji jakości paliw stałych dla sektora komunalno-bytowego !!**
- Piece na paliwa stałe
 - Przeważają piece stare, nisko-efektywne, bez kontroli procesu spalania

BaP w Warszawie - dlaczego tak ?

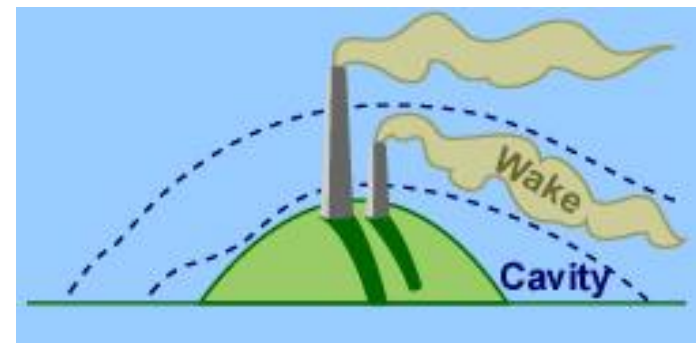
PRZEKROCZONE NORMY BENZOALFAPIRENU

poziom dopuszczalny 1 ng/m^3



- **Tzw. Niska emisja**

- Złej jakości paliwa !!
- Stare, mało efektywne piece domowe
- Brak oczyszczania spalin
- Mała wysokość wyrzutu spalin

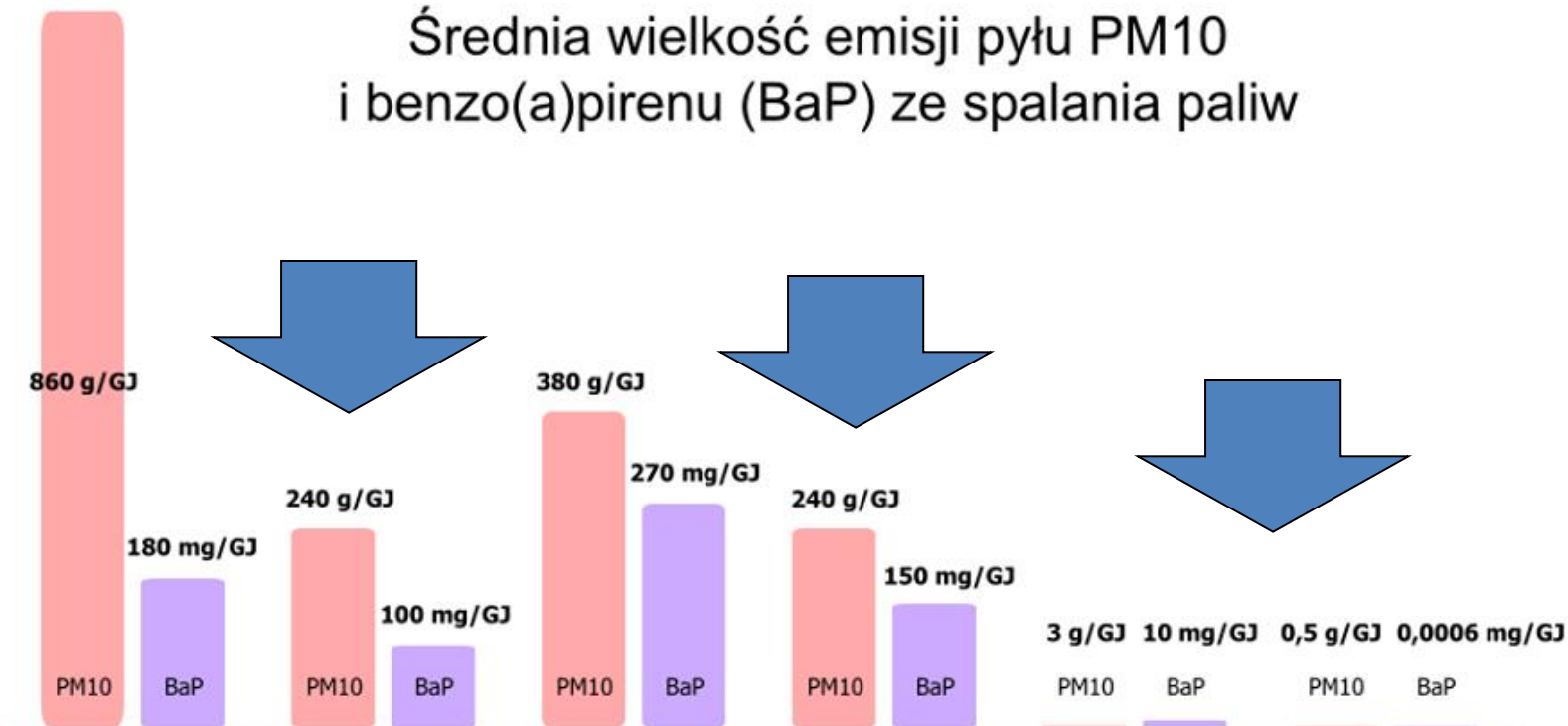


ZRÓDŁO: WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA. RAPORT ZA 2013 ROK

Czy jest na to rada? Paliwo ? Piec ?



Średnia wielkość emisji pyłu PM10
i benzo(a)pirenu (BaP) ze spalania paliw



kominek
na drewno



zaawansowany
kominek na drewno



kocioł na
węgiel



zaawansowany
kocioł na węgiel

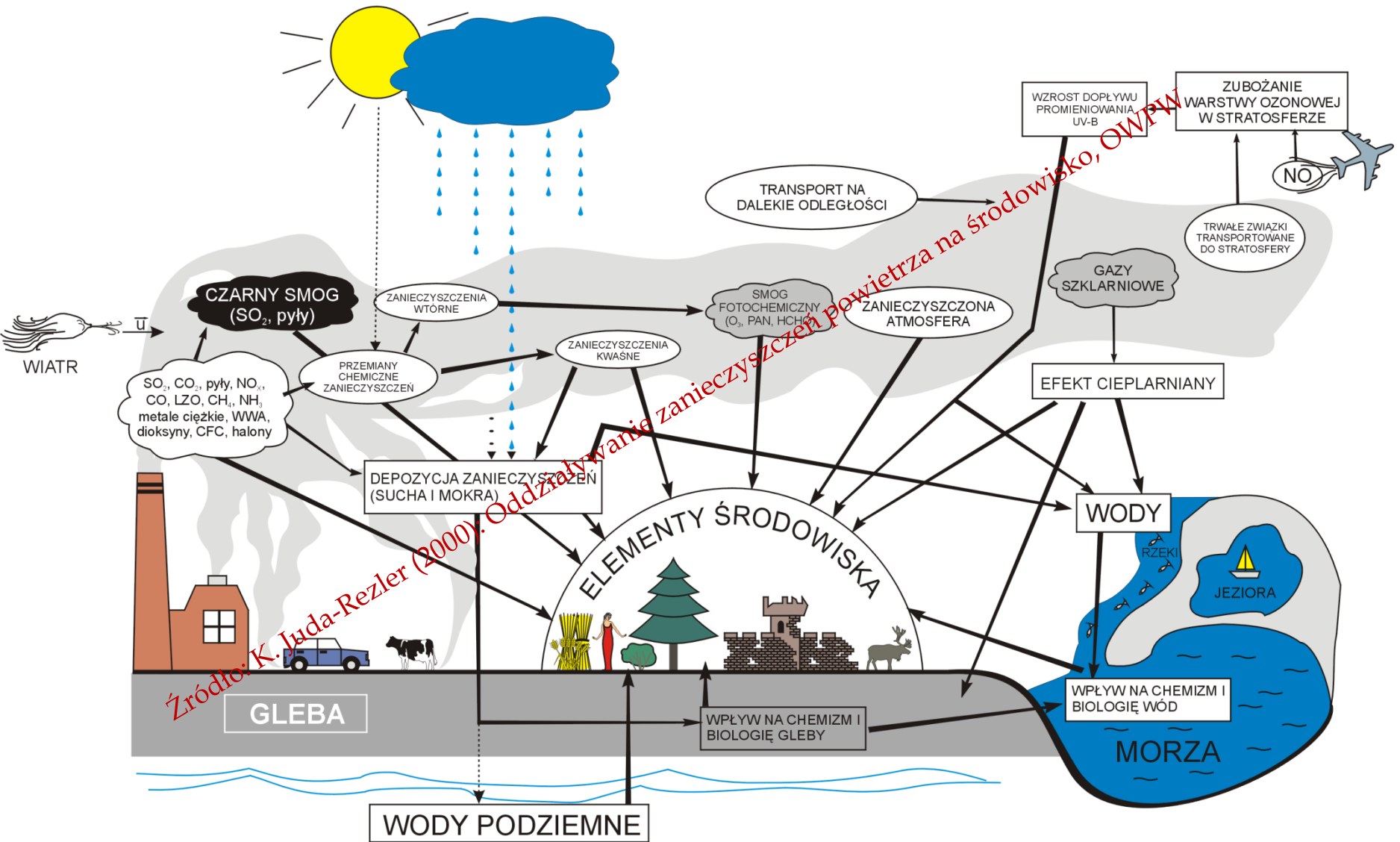


kocioł olejowy

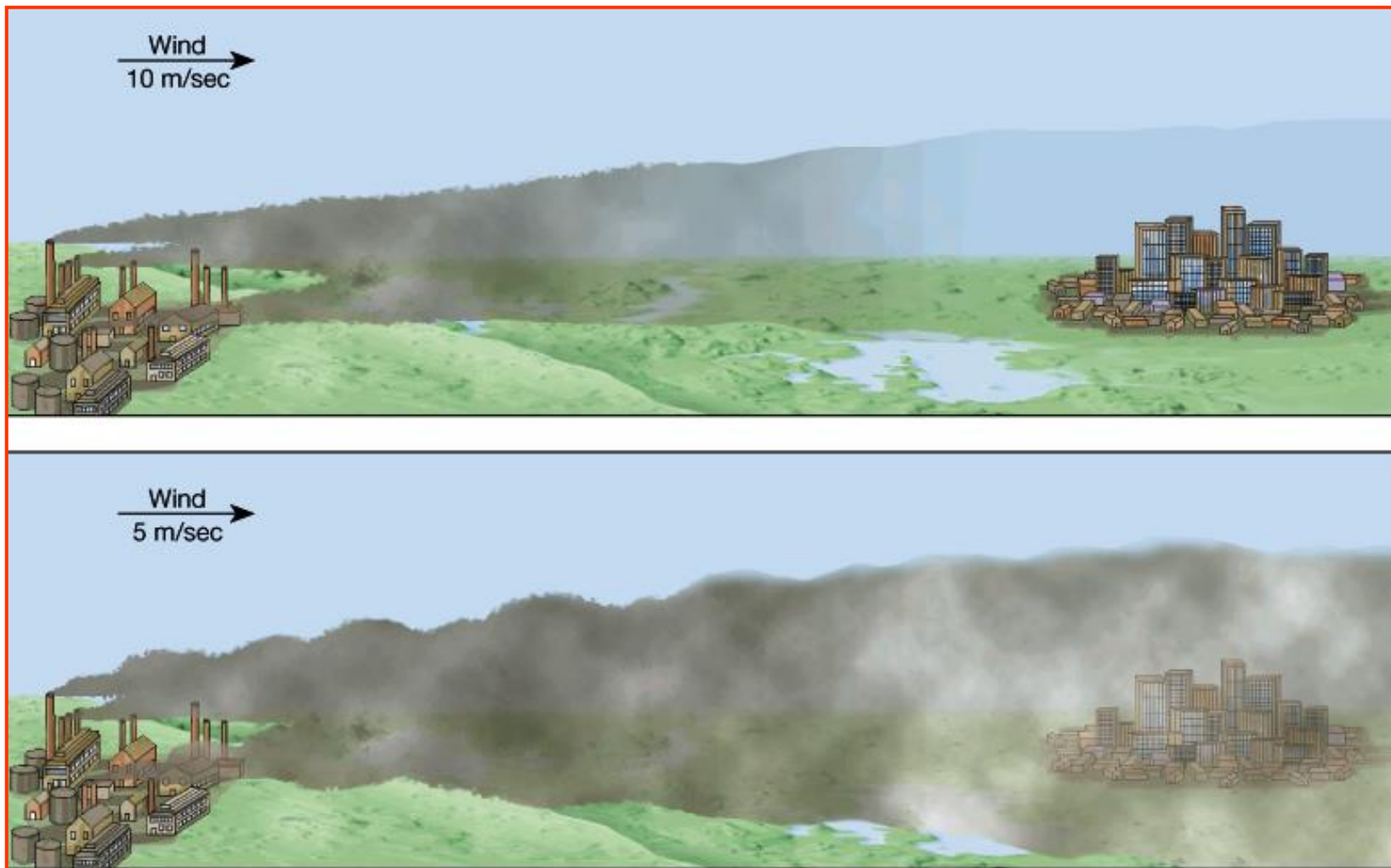


kocioł gazowy

Co się dzieje w atmosferze po emisji ?



A co jeśli warunki atmosferyczne są szczególnie niekorzystne?



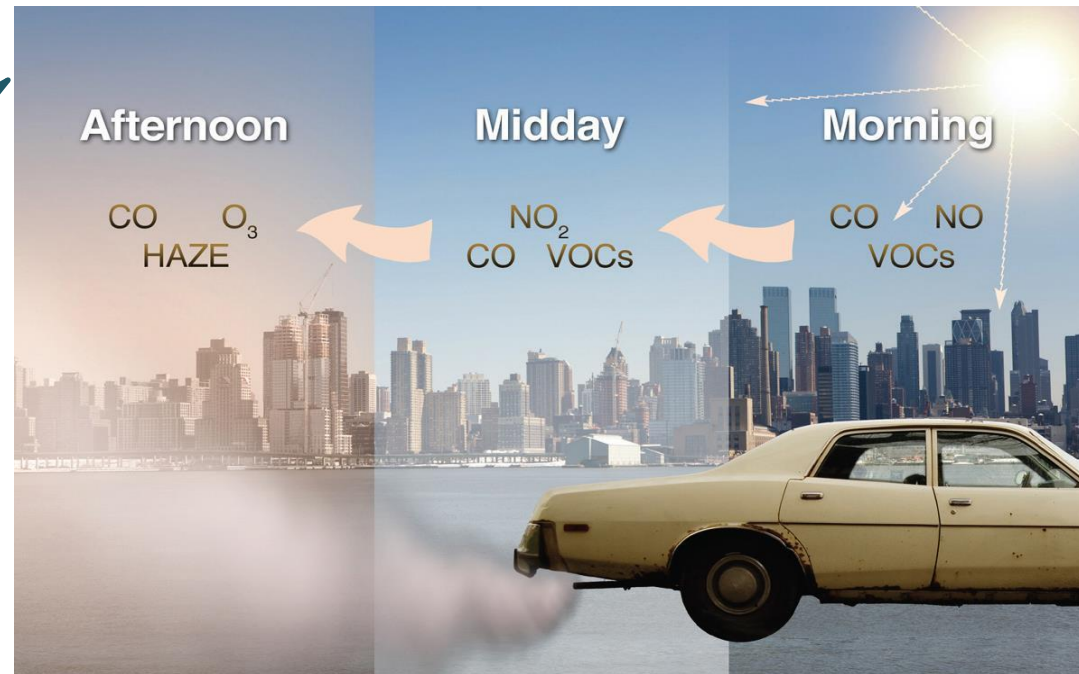
Źródło: Dr. R. B. Schultz

Rodzaje smogu

Smog czarny
Pyły, sadza, SO_2



Smog fotochemiczny
 NO_2 , O_3 , PAN



Smogi

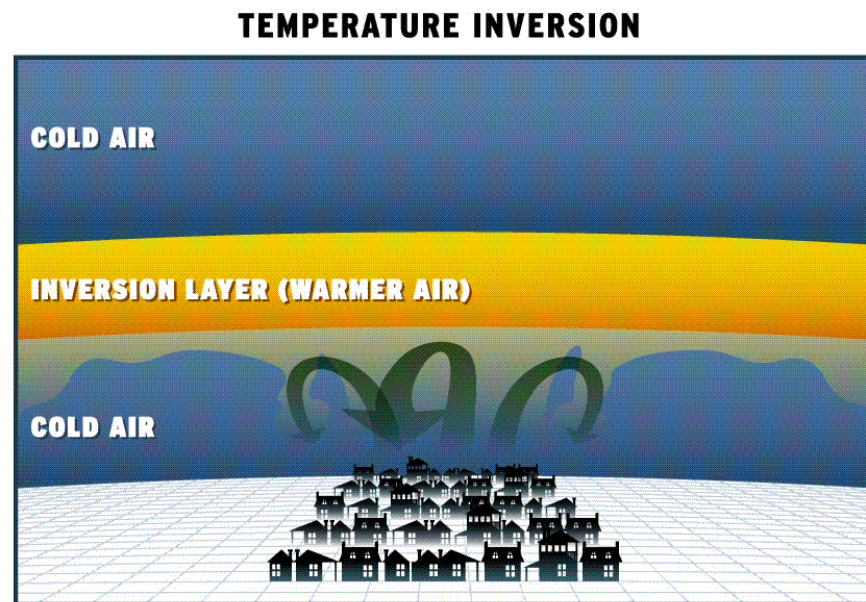
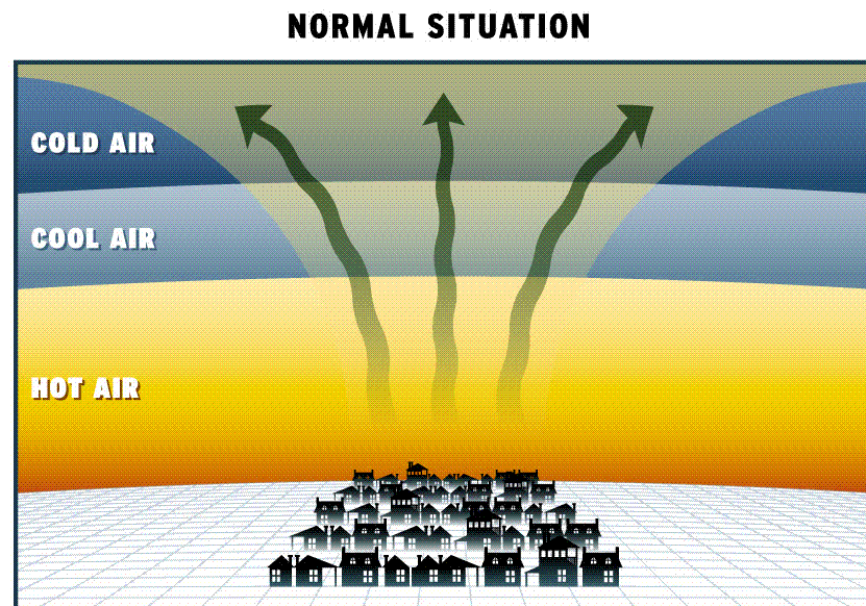
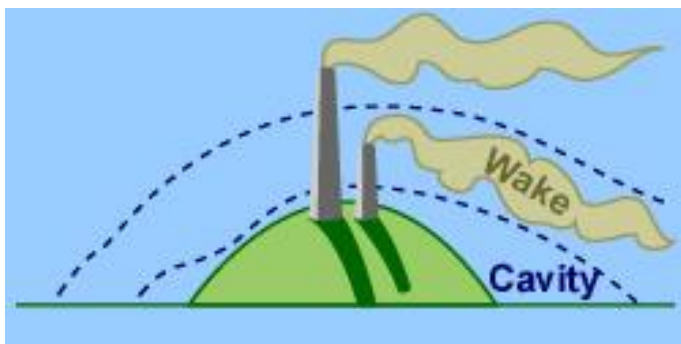


Aby powstało smogowe zanieczyszczenie atmosfery muszą wystąpić **TRZY** grupy czynników:

1. **Źródła**: Wysokie wartości **emisji** do atmosfery głównych
 - składników smogu (smog czarny)
 - prekursorów składników smogu (smog fotochemiczny)
2. **Czynniki umożliwiające**: Specyficzne **warunki meteorologiczne**:
 - występowanie niekorzystnych warunków meteo, utrudniających wymieszanie zanieczyszczeń (na większe odległości + w pionie) i prowadzących do wzrostu stężeń w przyziemnej warstwie atmosfery
3. **Czynniki potęgujące**: Lokalna **topografia terenu**, dodatkowo utrudniająca wymieszanie zanieczyszczeń w warstwie granicznej atmosfery:
 - obszary miast, dolin, niecki (np. Kraków, Zakopane,...)

Wpływ inwersji temperatury

Wysokość emisji a wysokość warstwy mieszania!!



A skutki ?

Skutki zanieczyszczenia atmosfery



- Zdrowie ludzkie
- Ekosystemy wodne i lądowe
- Uprawy
- Klimat
- Materiały
- Widzialność



© Jonathan Díaz Marbá, Environment & Me / EEA.

**Co robić i kto
to ma robić?**

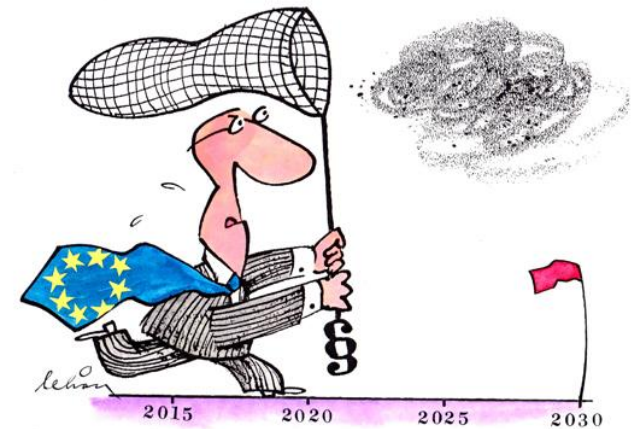
CZYLI

**PRZECIWDZIAŁANIE
SKUTKOM ZANIECZYSZCZEŃ
POWIETRZA**

Jak przeciwdziałać?



- **Dywersyfikacja źródeł energii**
 - Odnawialne źródła energii
 - **Gaz łupkowy ?**
 - **Energia jądrowa !?**
- **Większa sprawność elektrowni + oszczędnie wykorzystanie energii**
 - **Tzw. Czyste technologie węglowe !**
- **Inwestycje w sektorze komunalno-bytowym**
 - podłączanie jak największej liczby gospodarstw domowych do sieci c.o
 - wymiana pieców węglowych i na biomasę na gazowe i olejowe
 - wymiana starych pieców na nowoczesne piece z pełną automatyzacją kontroli procesu spalania
- **Kontrola i poprawa jakości pojazdów oraz dróg**
- **Dobre zarządzanie ruchem w miastach + jego ograniczanie**



Źródło rysunku: Acid News, www.airclim.org

Kto?

Naukowcy: Szerzyć wiedzę



INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

Pyły drobne w atmosferze Kompendium wiedzy o zanie- czyszczeniu powietrza pyłem za- wieszonym w Polsce

praca zespołowa

Biblioteka Monitoringu Środowiska

Warszawa, 2016

Autorzy:

Anna Degórska, Tomasz Frączkowski, Tomasz Gierczak, Jacek Iwanek, Katarzyna Juda-Rezler, Krzysztof Klejnowski, Dominik Kobus, Ewa Krajny, Krzysztof Markowicz, Grażyna Mitosek, Leszek Ośródk, Małgorzata Paciorek, Józef Pastuszka, Halina Pyta, Magdalena Reizer, Patrycja Rogula-Kopiec, Wioletta Rogula Kozłowska, Krzysztof Skotak, Barbara Toczko, Wojciech Trapp

Redakcja naukowa:

Prof. dr hab. inż. Katarzyna Juda-Rezler

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef Pacyna

Redaktor:

Prof. K. Juda-Rezler, Zespół Ochrony Atmosfery, PW

Badać !



Projekt NCN – OPUS 7 (Sahia)

- *Identyfikacja różnych typów pyłów atmosferycznych wraz z oceną ich oddziaływań*
- 2015 – 2018



Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

- **Kierownik projektu: prof. K. Juda-Rezler**

- **Wykonawcy:**

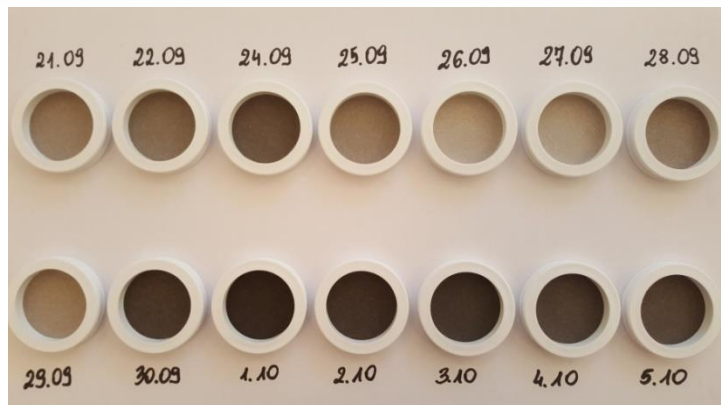
- Zespół Ochrony Atmosfery PW
- Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN
- Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny



Kampania pilotażowa w Warszawie VIII-X. 2015:

Stężenia i SKŁAD $PM_{2.5}$ (32 substancje)

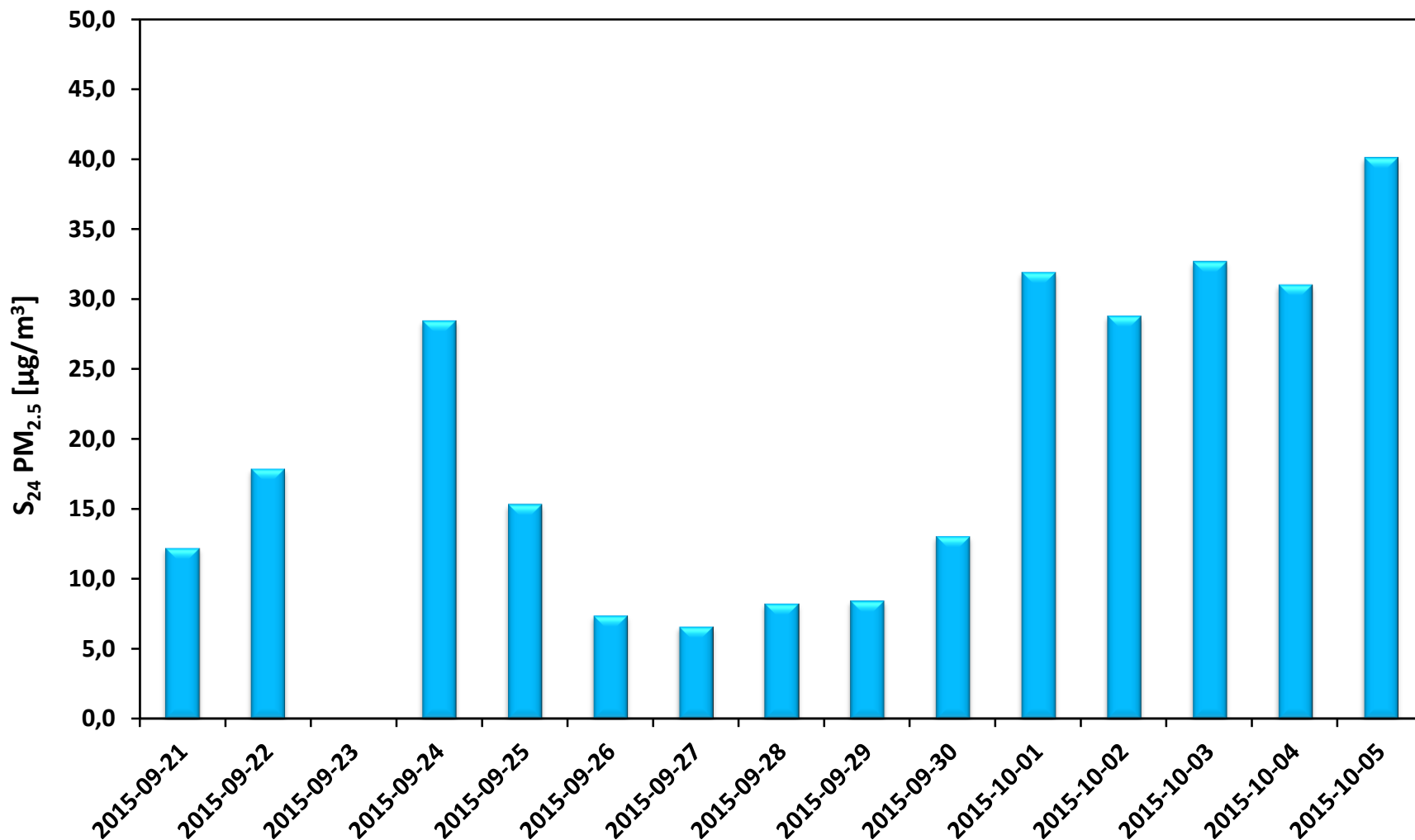
pomiary metodykami referencyjnymi!



Jak zatory uliczne wpływają na jakość powietrza w mieście?



S_{24h} (PM_{2.5}): Warszawa, ul. Etiudy Rewolucyjnej



Źródło: Wyniki kampanii pomiarowej Zespołu Ochrony Atmosfery PW

Prof. K. Juda-Rezler, Zespół Ochrony Atmosfery, PW

Władze miast:

Przy planowaniu nowych inwestycji/ remontów –
zadbać o płynność ruchu !!!

Mokotów – Wyględów



MIESZKAŃCY WYGLĘDOWA!!!

JUŻ W TEN PIĄTEK 23.10 O 16.30 KOLEJNA
PIKIETA W SPRAWIE ODKORKOWANIA NASZYCH
ULICZEK!!!

SPOTYKAMY SIĘ JAK ZWYKLE NA ROGU MIACZYŃSKIEJ I ETIUDY
REWOLUCYJNEJ.

PRZEKAZEMY PAŃSTWU TAKŻE INFORMACJE ZE SPOTKANIA Z WICEPREZYDENTEM, KTO
ODBYŁO SIĘ, W CZWARTEK 22.10 W SPRAWIE PRZEDŁUŻENIA UL. WORONICZA.

NIE POZWÓLMY BY SAMOCHODY ZE SŁUŻEWCA PRZEMYSŁOWEGO NIEUSTAN
BLOKOWAŁY NAM MOŻLIWOŚĆ WYJAZDU I POWROTU DO NASZYCH DOMÓW.
BĄDŹMY BIERNI!!! POZIOM ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA SPALINAMI NA
NASZYCH ULICZKACH PRZEKRACZA DOPUSZCZALNE NORMY CZTEROKROTNIE



Władze miast/Organizacje NGO/Media: uświadamiać zagrożenia + promować dobre praktyki



- Polska: np. projekt „Ważna misja – zdrowa emisja”
- Włochy: np. ulotka przygotowana dla mieszkańców (ARPA FVG)



FROM WOOD TO FIRE

how to obtain an efficient
wood combustion in
household stoves improving
air quality
(outdoor and indoor)

Wood fire smoke and air pollution

In the last years the usage of stoves for the household heating significantly increased.

The recourse to a renewable source of energy like wood is for sure a positive aspect, but not without drawbacks as it might seem.

Wood fire smoke contains more than 100 different chemical compounds, some of them extremely harmful for human health.

Even if it seems difficult to believe, a large fraction of particulate matter found in the surroundings of our houses are directly emitted by our own wood stoves or from those of our neighbours.



Source: D.P.G.R. n. 010/Pres del 16/01/2012

The importance of a good combustion

An inefficient (bad) combustion, in fact, can release in air a large amount of pollutants and particulate matter.

When we realize that our chimney emits a lot of smoke we must intervene and reduce as much as we can those emissions for our and others health.

To obtain a perfect combustion we have to use only "natural" wood well dried and follow the suggestions of the heating plant producer and installer.

Only in this way it is possible to keep as low as possible the emissions of pollutants and in particular of particulate matter.

Particulate matter (PM10) comparisons

How many grams of PM10 are emitted when we burn 1 kg of wood?



1m³ of methane or LPG equals roughly the energy of 2,5 kg of wood and it emits only 0,006 g of PM10

- CO spalać !
- CZEGO NIE spalać !
- JAK spalać !

ARPA FVG = Regionalna Agencja
Ochrony Środowiska, Friuli-Wenecja
Julijska, Włochy

Dziękuję za uwagę



**Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska**
Politechnika Warszawska