



**Krajowy Ośrodek Bilansowania
i Zarządzania Emisjami**

Institut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Niepewności oszacowań emisji TD/BU

II spotkanie użytkowników serwisu Monitoringu
Atmosfery Copernicus.

24.04.2024



Agenda



- Po co szacować emisje?
- Źródła emisji i jak je szacować
- Dwa podejścia do szacowania emisji
- Niepewności w szacowaniu emisji
- Narzędzia do porównania emisji
- Wnioski

Po co szacować emisje zanieczyszczeń?



- **Wpływ na środowisko:** Zrozumienie źródeł i ilości emisji pozwala nam ocenić i łagodzić ich wpływ na środowisko.
- **Zdrowie publiczne:** Monitorowanie i szacowanie emisji pomaga zrozumieć potencjalne ryzyko dla zdrowia i wprowadzać środki ochronne.
- **Zmiany klimatu:** Szacując te emisje, możemy ocenić nasz wkład w globalne ocieplenie i podejmować działania mające na celu ich redukcję, takie jak przejście na odnawialne źródła energii czy poprawa efektywności energetycznej.
- **Zgodność z przepisami:** Szacowanie emisji pomaga firmom i rządowi zapewnić zgodność z tymi przepisami i normami.
- **Rozwój polityki:** Dostarczają one podstawę do wyznaczania celów, alokacji zasobów oraz oceny skuteczności polityk i inicjatyw mających na celu poprawę jakości powietrza i redukcję wpływu na środowisko.
- **Świadomość i edukacja:** Zrozumienie i komunikowanie poziomów emisji może podnieść świadomość wśród społeczeństwa, przedsiębiorstw i innych interesariuszy o ekologicznych i zdrowotnych skutkach zanieczyszczenia.
- **Kwestie ekonomiczne:** Szacowanie emisji pozwala przedsiębiorstwom identyfikować możliwości oszczędności poprzez poprawę efektywności i stosowanie czystszych technologii.





ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA



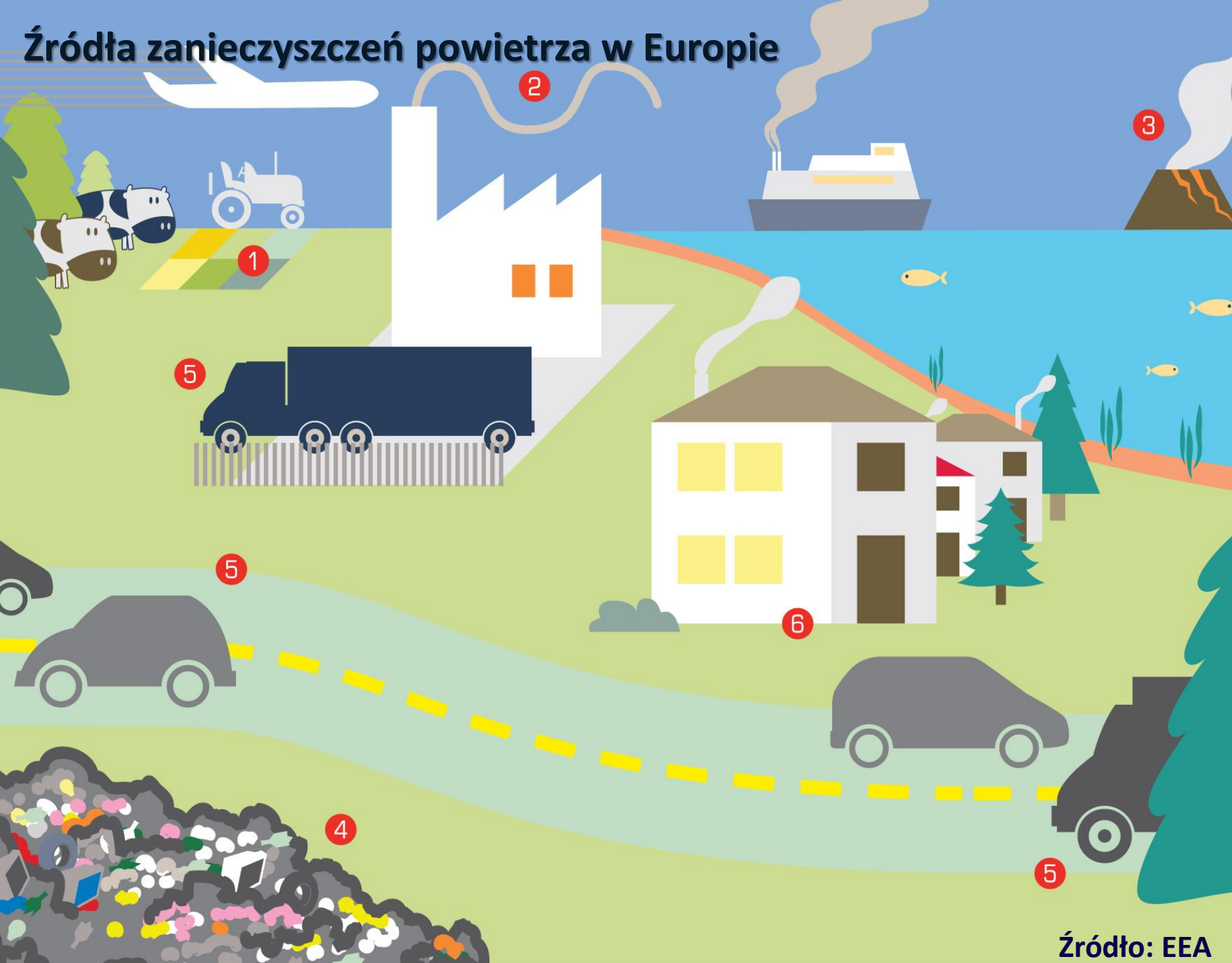
NATURALNE

- wybuchy wulkanów
- pożary
- wywiewanie gleb
- rozkład materii organicznej

ATROPOGENICZNE

- spalanie różnych substancji, m.in. paliw: benzyny-ropy, węgla, biomasy, gazu
- procesy przemysłowe
- składowanie i utylizacja odpadów
- rolnictwo

Źródła zanieczyszczeń powietrza w Europie



1. Około 90% emisji amoniaku pochodzi z **działalności rolniczej**
2. Około 60% emisji tlenków siarki pochodzi z **procesów wytwarzania energii**
3. **Erupcji wulkanów czy burze piaskowe** przyczyniają się do uwalniania zanieczyszczeń do atmosfery
4. Metan jest głównie generowany przez składowanie **odpadów oraz z działalności rolniczej.**
5. Ponad 40% NO_x jest generowanych w sektorze **transportu drogowego**
6. **Proces spalania paliw** to kluczowy proces przyczyniający się do zwiększania poziomu zanieczyszczeń.

Jak szacować emisje?



Istnieje wiele sposobów szacowania emisji wymaganych do celów sprawozdawczości regulacyjnej, począwszy od modelowania inżynierskiego, poprzez współczynniki emisji, aż po pomiary bezpośrednie.

Wyróżnia się dwie główne metody szacowania i rozkładu emisji: bottom-up i top-down.

- Metoda „top-down” (z góry do dołu) polega na szacowaniu emisji na poziomie kraju czy sektora poprzez obliczenie emisji na podstawie danych makroekonomicznych. Emisję można potem rozłożyć za pomocą różnych wskaźników lub wykorzystaniu modeli transportu atmosferycznego do określenia ich źródeł i rozprzestrzeniania się.
- Metoda "bottom-up" (od dołu do góry) polega na agregacji i sumowaniu danych o emisjach pochodzących z indywidualnych źródeł lub sektorów. Jest to podejście oparte na zbieraniu danych o emisjach z poszczególnych źródeł, takich jak fabryki, pojazdy czy gospodarstwa domowe, a następnie sumowaniu tych danych, aby uzyskać ogólny obraz emisji dla danego regionu, kraju czy sektora.

Dwa podejścia do emisji



Top – Down

Rozkład emisji uzyskanych na poziomie ogólnym (np. krajowym ze zużycia paliw w sektorze) i rozkład na podstawie pewnych proxy (np. gęstość zaludnienia)

Zalety

- Szybkość obliczeń
- Mniej skomplikowana
- Spójność pod kątem przestrzennym

Wady

- **Brak lokalnych danych**

Bottom – Up

Obliczenie całkowitej emisji na dostawie dokładnych danych (np. emisje z każdego budynku) i aktywności (rodzaj źródła ciepła).

Zalety

- **Uwzględnienie danych lokalnych**

Wady

- Bardzo pracochłonna
- Bardziej skomplikowana
- Możliwy brak wymaganych danych

Dostępne inwentaryzacje emisji w Europie



Zgodnie z Konwencją w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (Konwencja LRTAP) europejskie państwa członkowskie mają obowiązek regularnego raportowania swoich emisji.

- Konwencja CLRTAT obowiązuje państwa członkowskie UE do raportowania na poziomie krajowym.
- Początkowo tylko sumy krajowe, obecnie także emisje w siatce (0.1°) (<http://www.ceip.at/>).
- Poradnik EMEP/EEA: „Wytyczne dotyczące raportowania danych dotyczących emisji i prognoz”

Inwentarze europejskie:

- oficjalne: emisja EMEP i NECD
- inne: TNO-MACC i CAMS-REG

Nie istnieją podobne wytyczne dla inwentaryzacji w skali miejskiej/lokalnej

Niepewności w szacowaniu emisji



GUIDEBOOK EMEP/EEA: „Accuracy of the emission estimates should be assured where emission estimates are neither biased or too uncertain”.

Państwa członkowskie muszą zgłaszać niepewność wraz z wartościami emisji.

Głównymi przyczynami niepewności emisyjnej są:

- Oszacowanie emisji $E=A \times EF$ (A- aktywności, EF - współczynnik emisji)
- Lokalizacja przestrzenna, modulacja czasowa, określenie zanieczyszczeń (NO_x vs NO₂)

$$E (s, t, a, p) = A (s, t, a, p) \times EF ([s, t,] a, p)$$

- s = przestrzeń
- t = czas
- a = aktywność
- p = zanieczyszczenie

Niepewności w szacowaniu emisji - aktywności



Zakres błędów dla źródeł danych (Guidebook EMEP/EEA)

Źródło danych	Skala błędu
Oficjalne statystyki krajowe	0-2 %
Aktualizacja statystyk za ubiegły rok z uwzględnieniem czynników wzrostu gospodarczego brutto	0-2 %
Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) statystyki/bilanse energetyczne	OECD: 2-3 % non-OECD: 5-10 %
Bazy statystyczne ONZ	5-10 %
Wartości domyślne, inne sektory i źródła danych	30-100%

- błędy w danych dotyczących „inne” źródeł danych > błędy ze statystyk krajowych/oficjalnych
- => w praktyce lokalne bazy danych będą musiały opierać się na innych danych lub ekstrapolować oficjalne dane, a zakres błędów będzie większy

Niepewności w szacowaniu emisji - wskaźniki



Zakres błędów dla wskaźników emisji (Guidebook EMEP/EEA 2019)

Ocena	Definicja	Zakres błędu
A	Oszacowanie oparte na dużej liczbie pomiarów wykonanych w dużej liczbie obiektów lub poszczególnych źródeł w szerokim zakresie warunków pracy, które w pełni reprezentują sektor	od 10 do 30 %
B	Oszacowanie oparte na dużej liczbie pomiarów wykonanych w dużej liczbie obiektów lub poszczególnych źródeł w różnych warunkach pracy, które reprezentują dużą część sektora	od 20 do 60 %
C	Oszacowanie oparte na pewnej liczbie pomiarów wykonanych w niewielkiej liczbie reprezentatywnych obiektów lub poszczególnych źródeł w mniejszym zakresie warunków eksploatacji lub ocena techniczna oparta na szeregu istotnych faktów. Oszacowanie oparte na dużej liczbie pomiarów w różnych warunkach dla źródła , które jest złożone i/lub zmienne.	od 50 do 200 %
D	Oszacowanie oparte na pojedynczych pomiarach lub obliczenia inżynierskie wyprowadzone na podstawie szeregu istotnych faktów Oszacowanie oparte na dużej liczbie pomiarów w różnych warunkach dla źródła , które jest szczególnie złożone i/lub zmienne.	Od 100 do 300 %
E	Oszacowanie oparte na obliczeniach inżynierskich wyprowadzonych wyłącznie z założeń Oszacowanie oparte na ograniczonej liczbie pomiarów dla źródła, które jest szczególnie złożone i/lub zmienne.	Rząd wielkości

- W wielu przypadkach zakresy niepewności dla EF są raczej trudne do uzyskania ze względu na to, jak kompleksowa jest konfiguracja pomiaru (jeśli w ogóle) w celu uzyskania tych czynników.
- **Niepewność dotycząca wskaźników emisji > niepewność danych dotyczących aktywności**

Niepewności w szacowaniu emisji – źródła i zanieczyszczenia



Główne kategorie źródeł NFR z obowiązującymi ocenami danych jakościowych (Guidebook EMEP/EEA 2019)

NFR	KATEGORIA ŹRÓDŁA	SO ₂	NO _x	VOC	CO	NH ₃	PM	HM/POP
pkt 1.A.1	Energetyka publiczna, kogeneracja i ciepłownictwo	A	B	C	B	E	C	D
pkt 1.A.2	Spalanie przemysłowe	A	B	C	B	E	C	D
pkt 1.A.3.b	Transport drogowy	A	C	C	C	E	C	E
1.A.3.a,c,d,e	Inne ruchome źródła i maszyny	B	D	D	D	E	D	E
pkt 1.A.4	Spalanie komercyjne, instytucjonalne i mieszkaniowe	A	C	C	C	E	D	E
1.B	Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych	C	C	C	C		D	E
2	Procesy przemysłowe	B	C	C	C	E	C	E
3	Stosowanie rozpuszczalników			B			D	E
4	Działalność rolnicza		D	D	D	D	E	E
5.a, 5.b	Utylizacja odpadów	B	B	B	C		C	D
5.c	Działalność związana z unieszkodliwianiem odpadów	C	C	C	C	E	C	E
11	Naturalne	D	D	D	E	E	E	E

A	10-30%
B	20-60%
C	50-200%
D	100-300%
E	Rząd wielkości

zależy od substancji zanieczyszczającej: NH₃ > PM > NO_x > SO₂

zależy od sektora: rolnictwo, przyroda > ciepłownictwo mieszkaniowe > transport drogowy > przemysł

Niepewność emisji: czasowa, przestrzenna i „związkowa”



Skala czasowa:

- Oficjalne inwentaryzacje zawierają średnie wartości roczne i nie zawierają informacji czasowych
- Modele muszą wyprowadzać wartości godzinowe, aby móc ocenić przekroczenia ustawowych godzinowych wartości granicznych
- Stosowane są proste/standardowe rozwiązania: zdezagregowana średnia roczna emisja z uwzględnieniem czynników czasowych (godzina, dzień tygodnia, miesiąc)
 - + uwzględnienie różnic przestrzennych między regionami/krajami
 - + uwzględnienie różnic między latami

Rozdzielczość przestrzenna:

- "Standardowe" inwentaryzacje europejskie mają rozdzielczość 0.05° - 0.1°
- Wyższa rozdzielczość potrzebna do przedstawienia gradientów stężeń w pobliżu źródeł w modelu w skali lokalnej/miejskiej

Rodzaje zanieczyszczeń:

- Związki w modelu <> związki w inwentaryzacji NO_x, NMLZO i PM₁₀
- Mapowanie zależy od modelu jakości powietrza

Niepewności oszacowania BU – przykład CBE



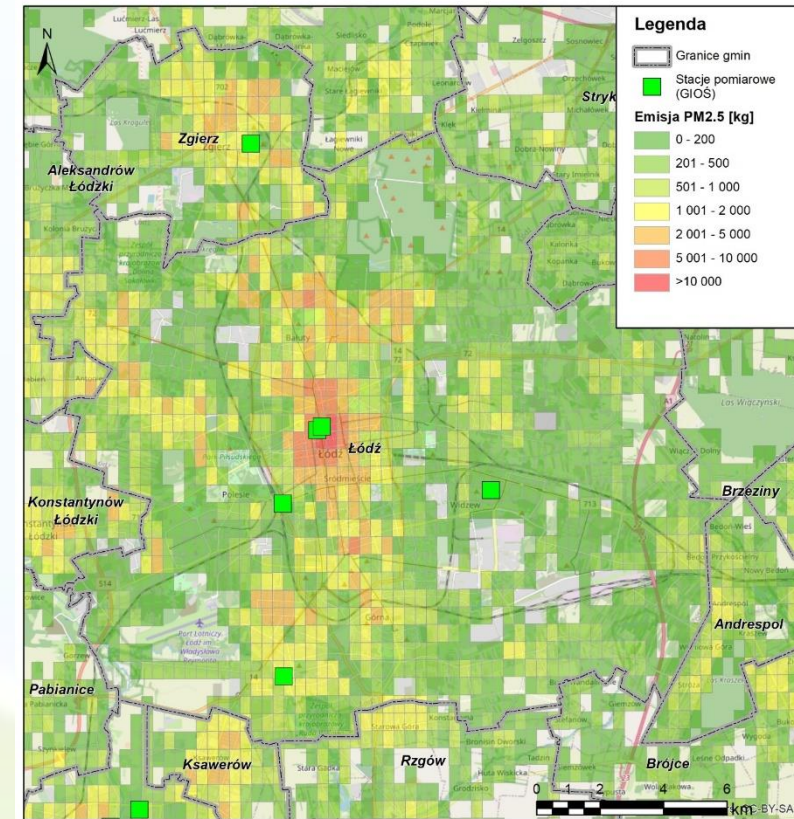
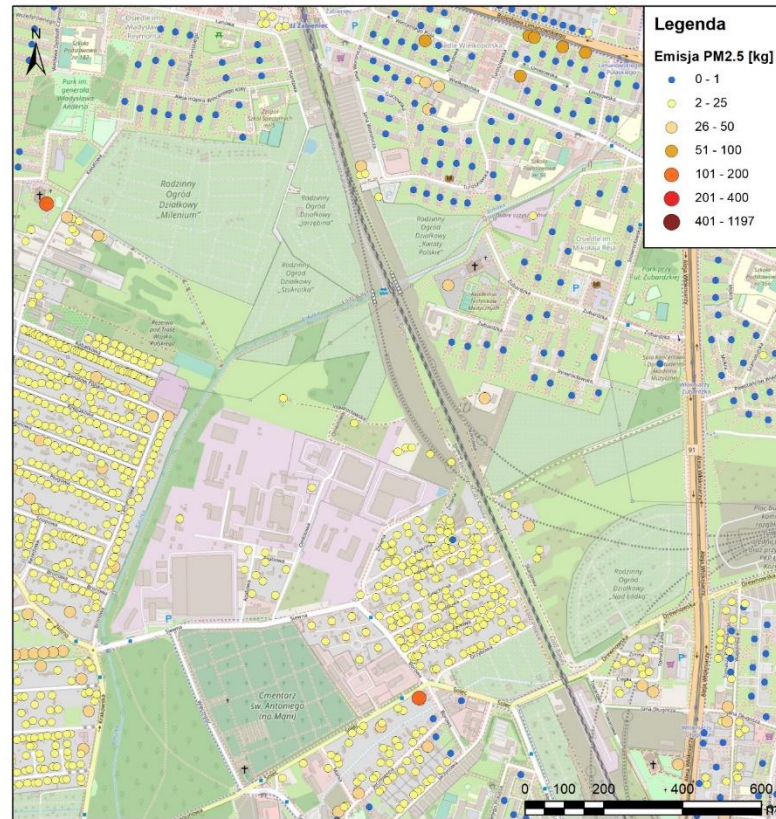
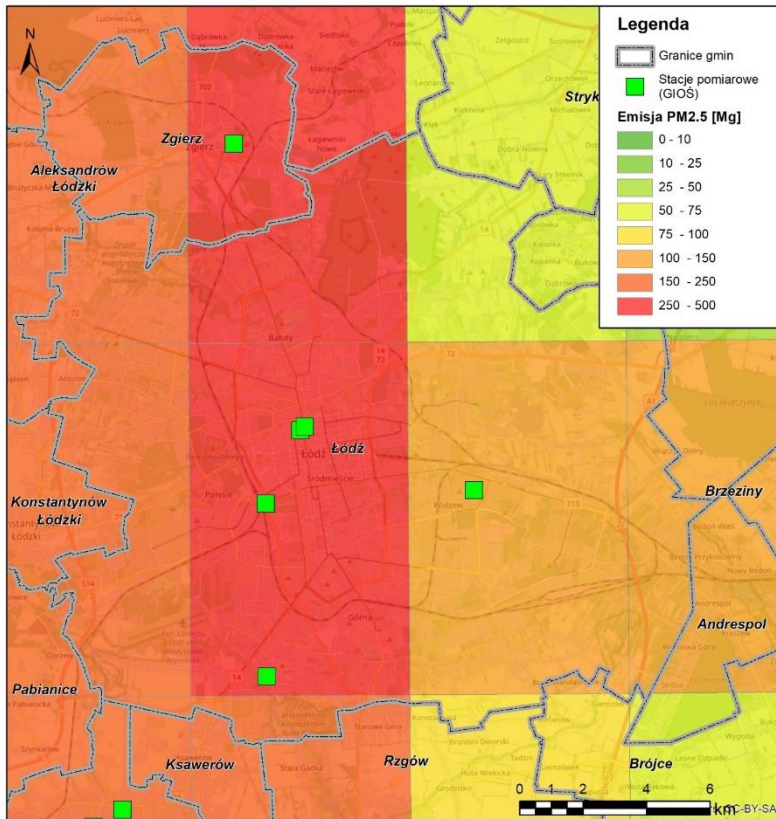
Emisje ze źródeł przemysłowych

- Szczegółowe dane z prowadzonej przez KOBiZE Krajowej bazy
 - **Zalety:** dokładna lokalizacja, wprowadzane bezpośrednio przez podmioty, własna autorska metodyka na podstawie Guidebook i doświadczenia KOBiZE
 - **Wady:** w danych od podmiotów zdarzają się błędy, niejednoznaczność w podziale na sektory (GNFR), nie wszystkie emisje są wprowadzane przez podmioty – doszacowania

Emisje ze kom-byt

- Emisje liczone dla każdego budynku mieszkalnego
 - **Zalety:** dokładna lokalizacja emisji, uwzględnienie danych lokalnych (sieci, inwentaryzacje, powierzchnia budynku), możliwość budowania precyzyjnych scenariuszy, rozdzielczość czasowa – HDD
 - **Wady:** dla miejsc gdzie nie ma szczegółowych danych -> przyjęcie ogólnych założeń,

EMEP i CBE



Dostępne dane EMEP

Dane IOŚ-PIB

Dane udostępniane przez OŚ-PIB

Jak uzyskać emisje o wyższej rozdzielczości?

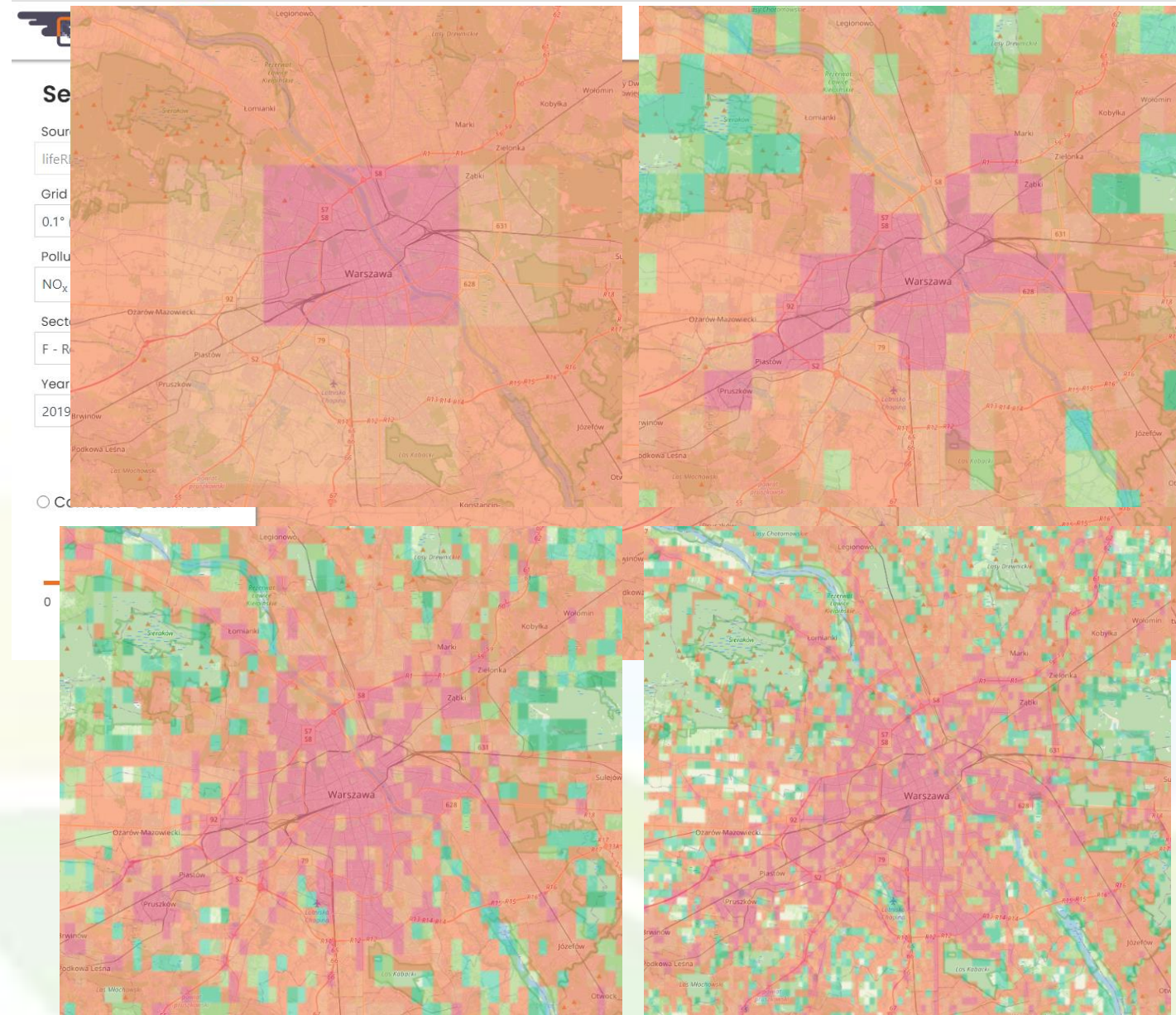
Platforma do relokacji emisji

W ramach LifeREMY stworzona została przez IOŚ-PIB platforma pozwalająca na relokację emisji.

Platforma umożliwia:

- Relokację emisji EMEP z $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ do: $0.025^\circ \times 0.025^\circ$, $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ oraz $0.005^\circ \times 0.005^\circ$
- Wizualizacje i pobranie emisji
- Łączenie emisji ze swoimi danymi

Dostęp jest darmowy, więcej informacji:
(<https://liferemy.eu/relocation/>)



Jak można badać niezgodności?

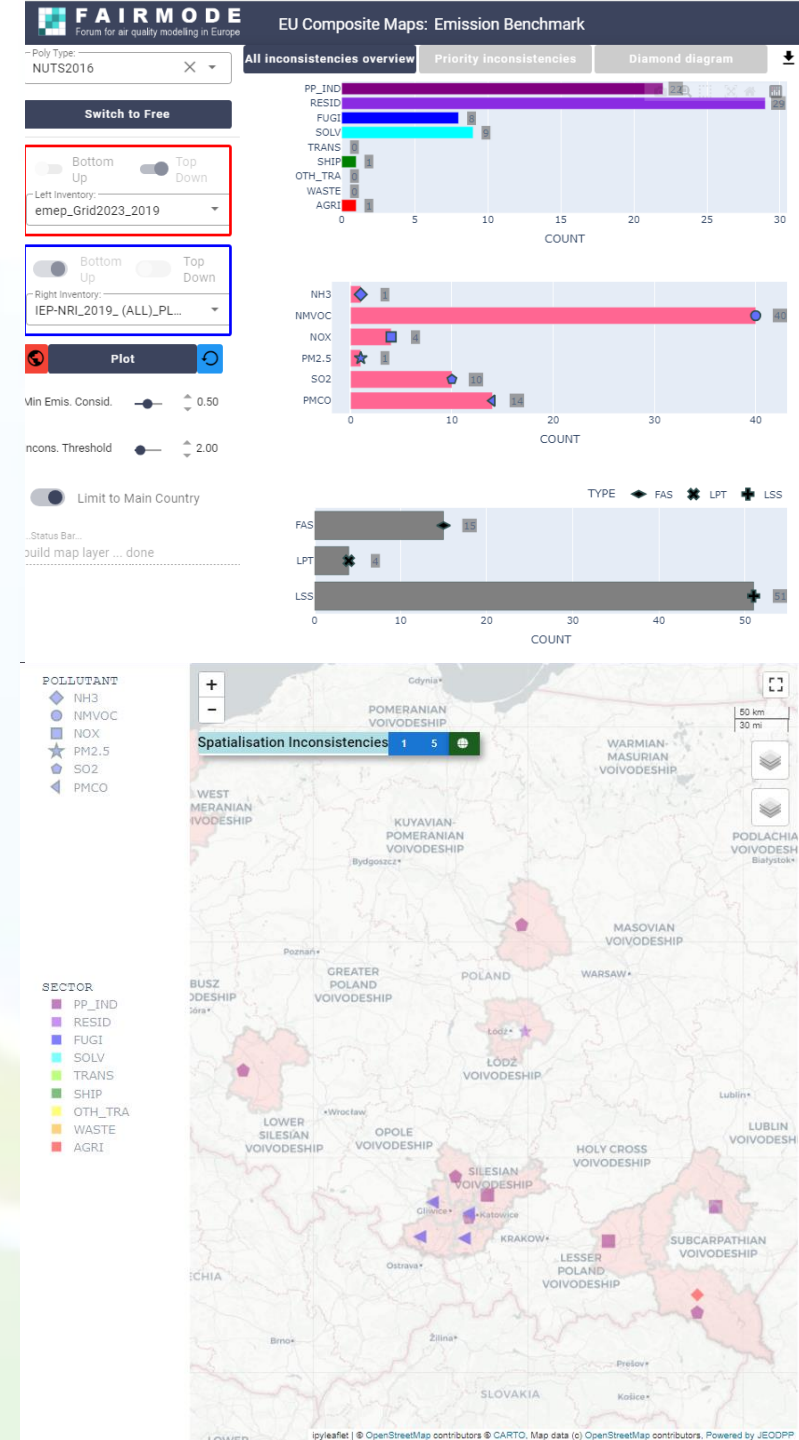
Platforma Composite Mapping

Platforma stworzona przez FAIRMODE pozwalająca na znalezienie niezgodności pomiędzy inwentaryzacjami BU/TD.

Pozwala na analizy:

- po zanieczyszczeniach (NH3, PMCO, PM2.5, SO2, NOX, NMVOC)
- po sektorach (nomenklatura GNFR)
- Obszarowo (po NUTS3 i FUA2020)

Dostęp jest darmowy, więcej informacji:
(<https://fairmode.jrc.ec.europa.eu/activity/ct7>)



Podsumowanie



- Każda metoda szacowania emisji obarczona jest błędem
- Błędy mogą być związane z: wskaźnikami, aktywnościami, rodzajem zanieczyszczenia, rozkładem przestrzennym i czasowym.
- Emisje zbierane w sposób BU lepiej określają emisje pod kątem przestrzennym ale wymagają dużego nakładu pracy
- Dostępne są narzędzia, które pozwalają na zbadania niezgodności pomiędzy poszczególnymi inwentaryzacjami



**Krajowy Ośrodek Bilansowania
i Zarządzania Emisjami**

Institut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Dziękuję za uwagę

Karol Szymankiewicz

Zespół Zarządzania Krajową Bazą
National Database Management Unit

karol.szymankiewicz@kobize.pl

tel. +48 22 5696 536



Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami
Institut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy