

„Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza”  
„Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí”\*

CZ.11.4.120/0.0/0.0/16\_026/0001091  
2018-2020

## Wpływ warunków meteorologicznych na jakość powietrza

Ewa Krajny; Leszek Ośródka

Partner projektu:

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy

28.02.2020, Opava

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego /  
\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

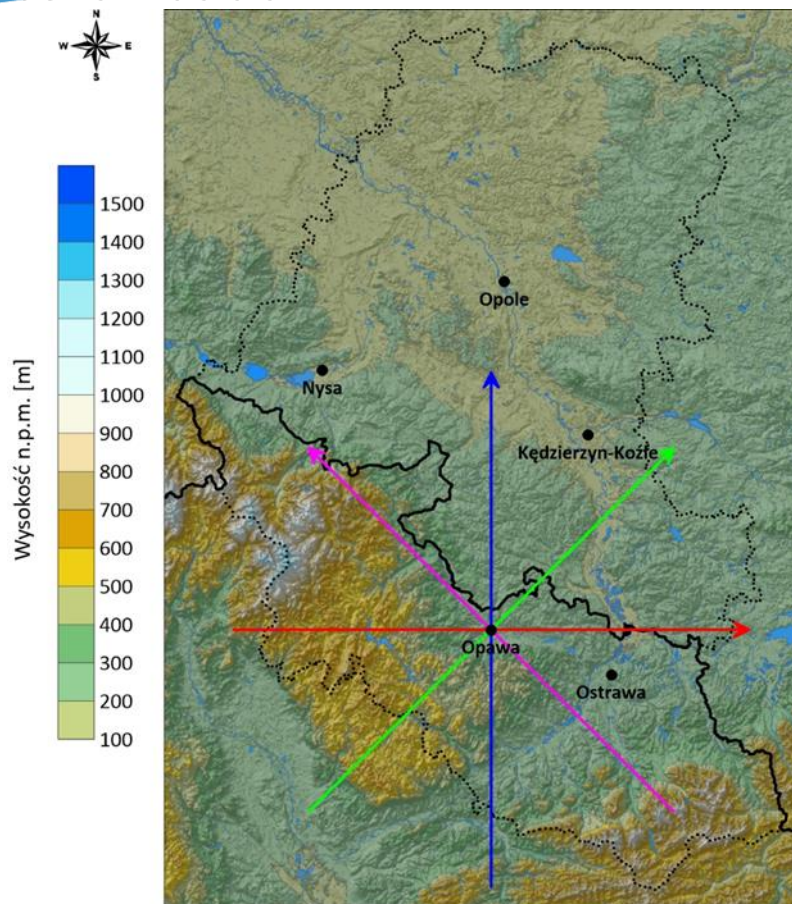
„Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza”<sup>\*\*</sup> /  
Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí<sup>\*\*</sup>



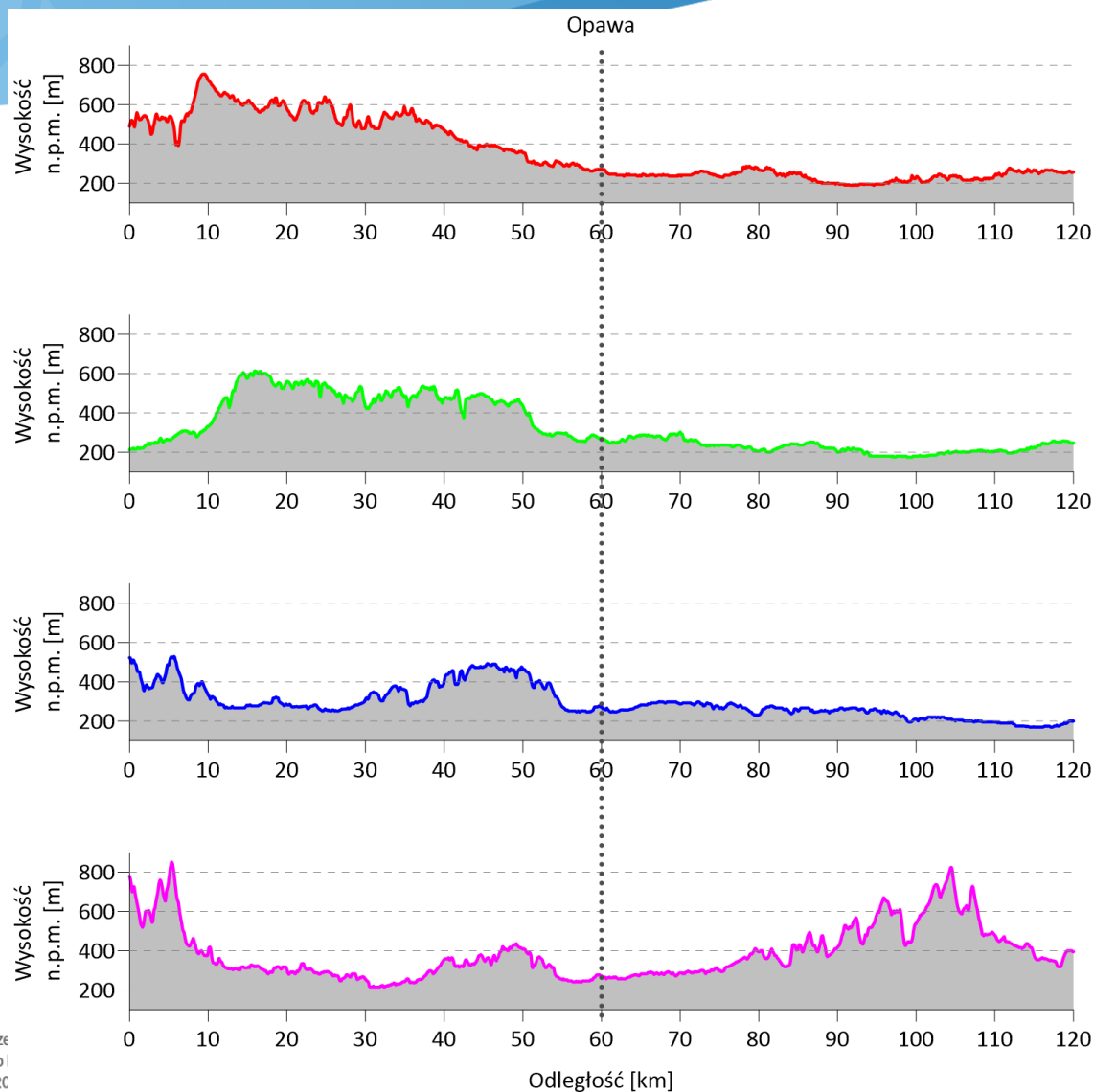
# Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia zanieczyszczeń

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

## Obszar badań HEALTHAIR



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj



\*Projekt jest współfinansowany przez  
2014-2020 w ramach Europejskiego  
V-A Česká republika – Polsko 2014-20

Warunki meteorologiczne w ok. 70% determinują stężenia zanieczyszczeń powietrza poprzez:

- termiczne sterowanie emisją (im niższa temperatura tym większa emisja głównie komunalna)
- warunki pogodowe, głównie temperatura i warunki wentylacyjne (inwersja) powodują, że zanieczyszczenia kumulują się przy powierzchni Ziemi

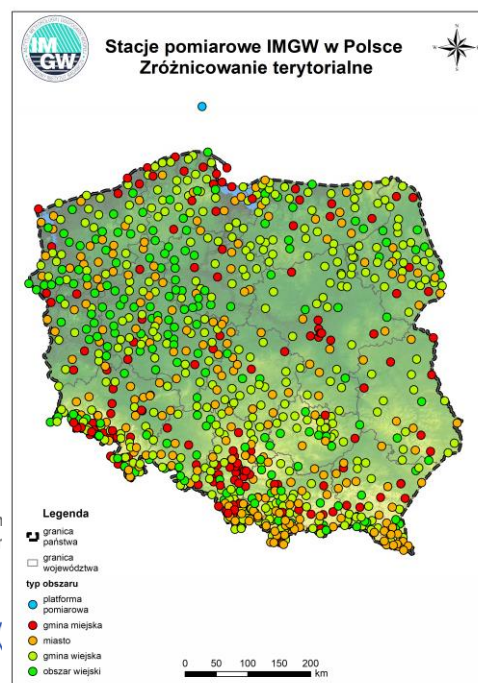
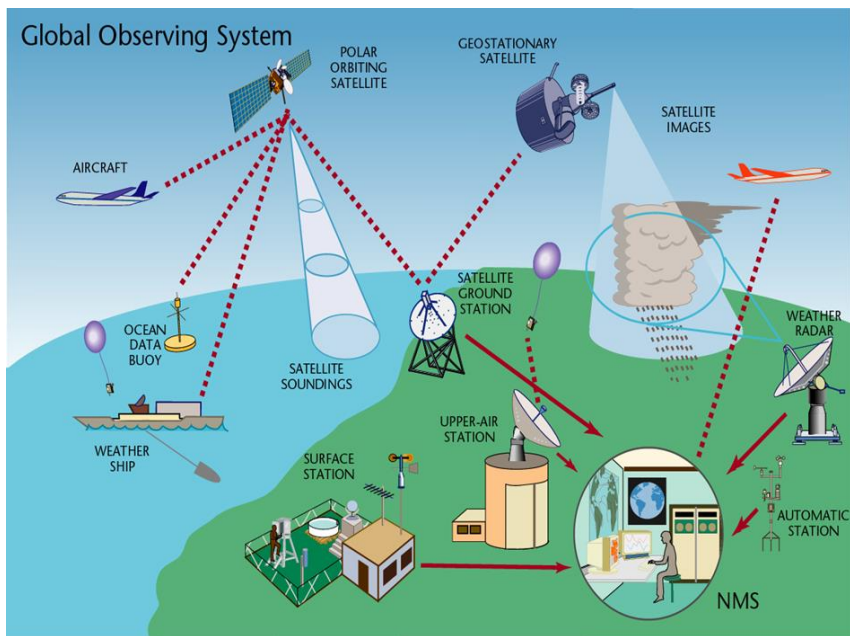
Wysokie koncentracje zanieczyszczeń, głównie pyłowych występują nie tylko w wielkich skupiskach miejskich ale także i w małych osadach

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego /

\*\* Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

# Skąd czerpiemy wiedzę o warunkach meteorologicznych i jakości powietrza ?

## Meteorologia

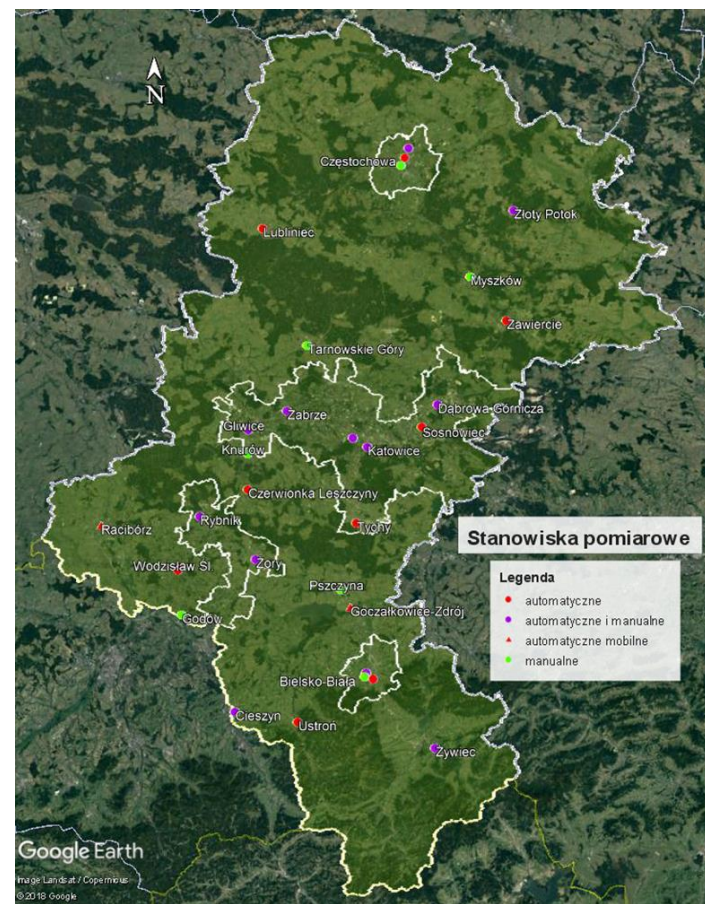


\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczan 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů program V-A Česká republika – Polsko 2014–2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

## Skąd czerpiemy wiedzę o warunkach meteorologicznych i jakości powietrza ? Jakość powietrza



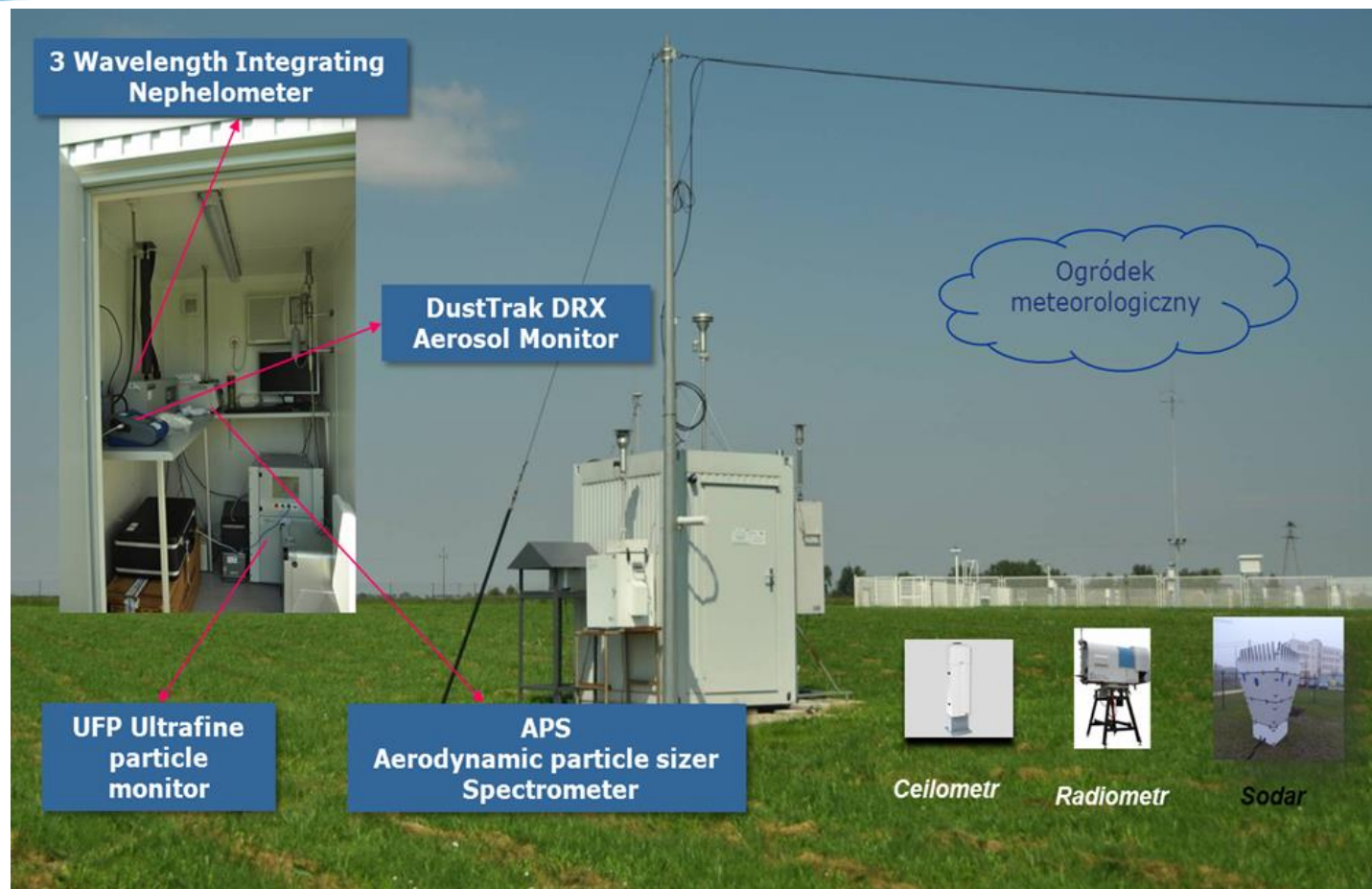
Stacja PM<sub>10</sub> np. Zielona Góra



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

Rozmieszczenia stacji PMS w woj. śląskim

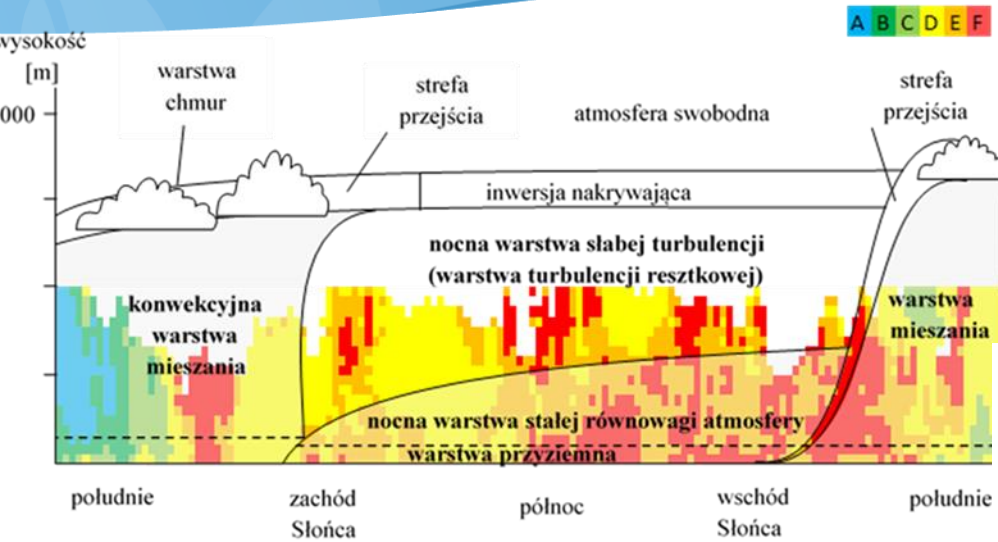
## Pomiary specjalne



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014–2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014–2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj



## Przebieg warunków wentylacyjnych atmosfery w ciągu doby

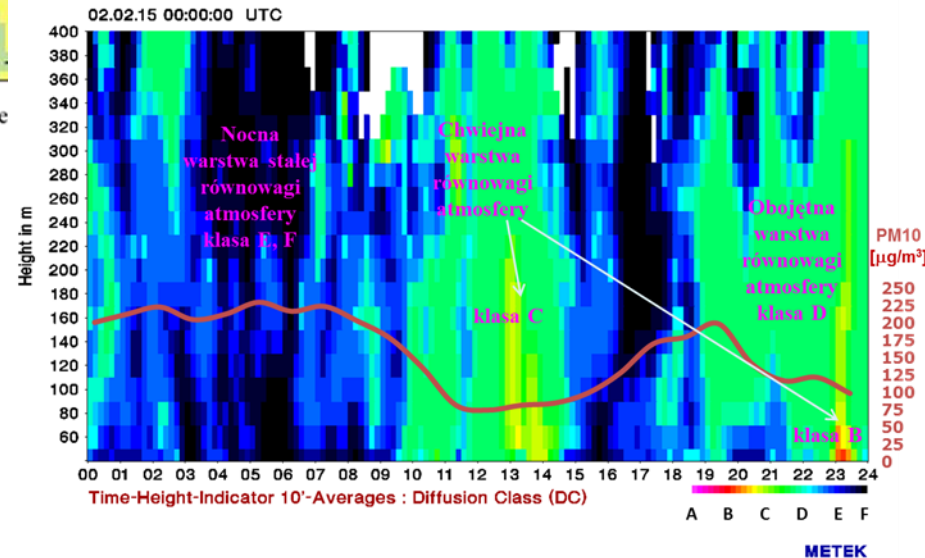


## Stężenia zanieczyszczeń na tle klas stabilności z sodaru

### Warunki wentylacyjne na tle klas stabilności z sodaru

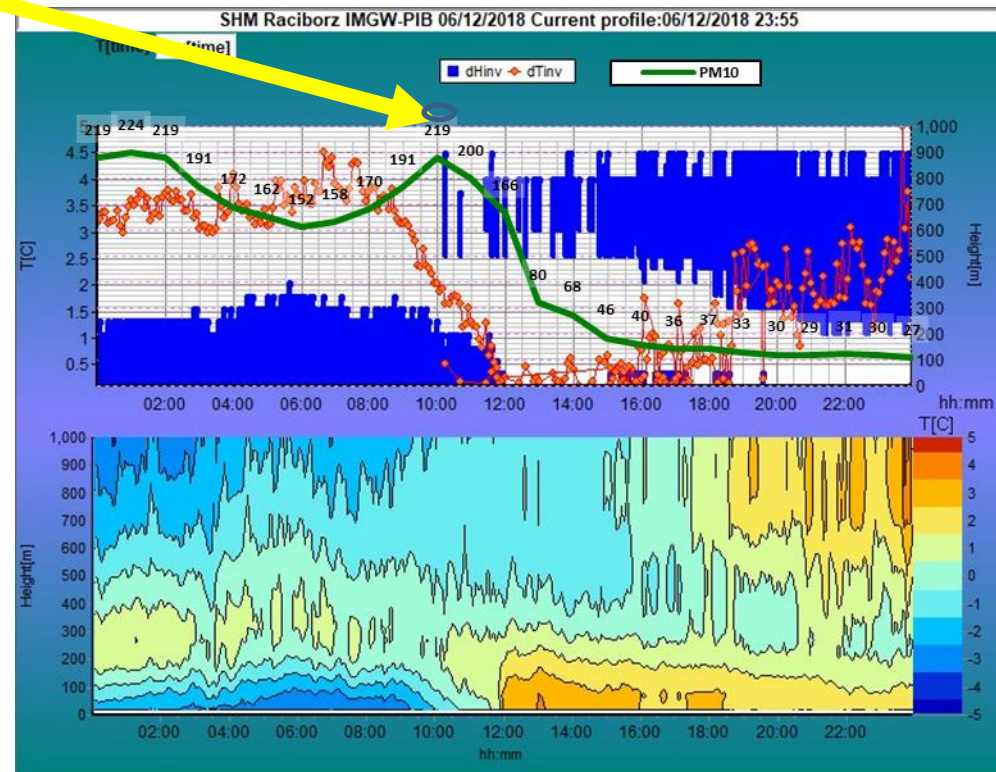
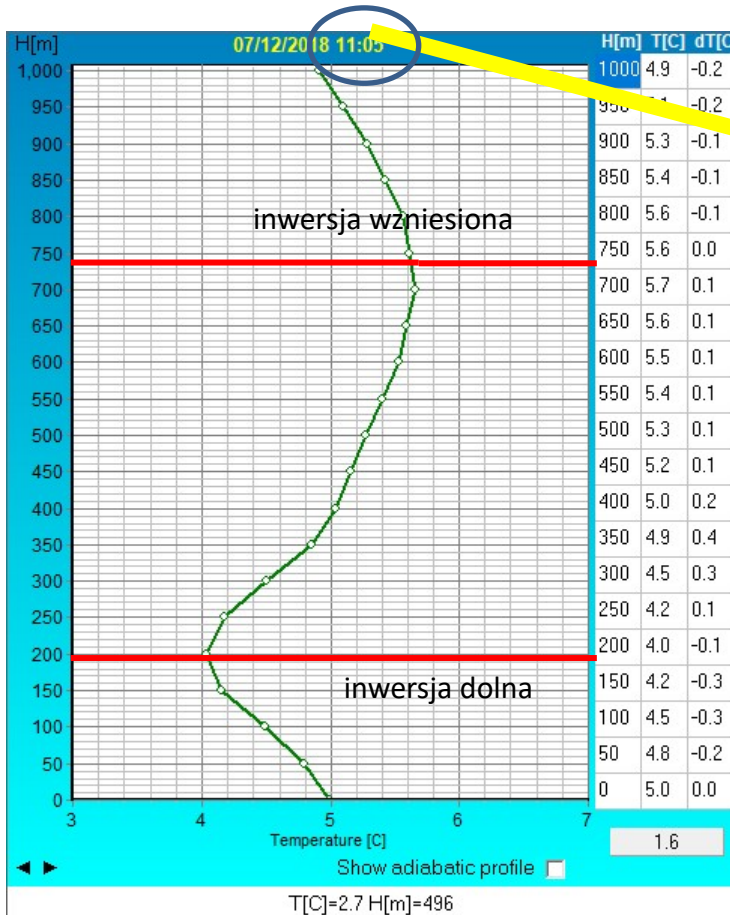
**klasa A** atmosfera bardzo niestabilna – idealne rozpraszanie zanieczyszczeń

.....  
**klasa F** atmosfera silnie stabilna – stagnacja zanieczyszczeń przy Ziemi



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

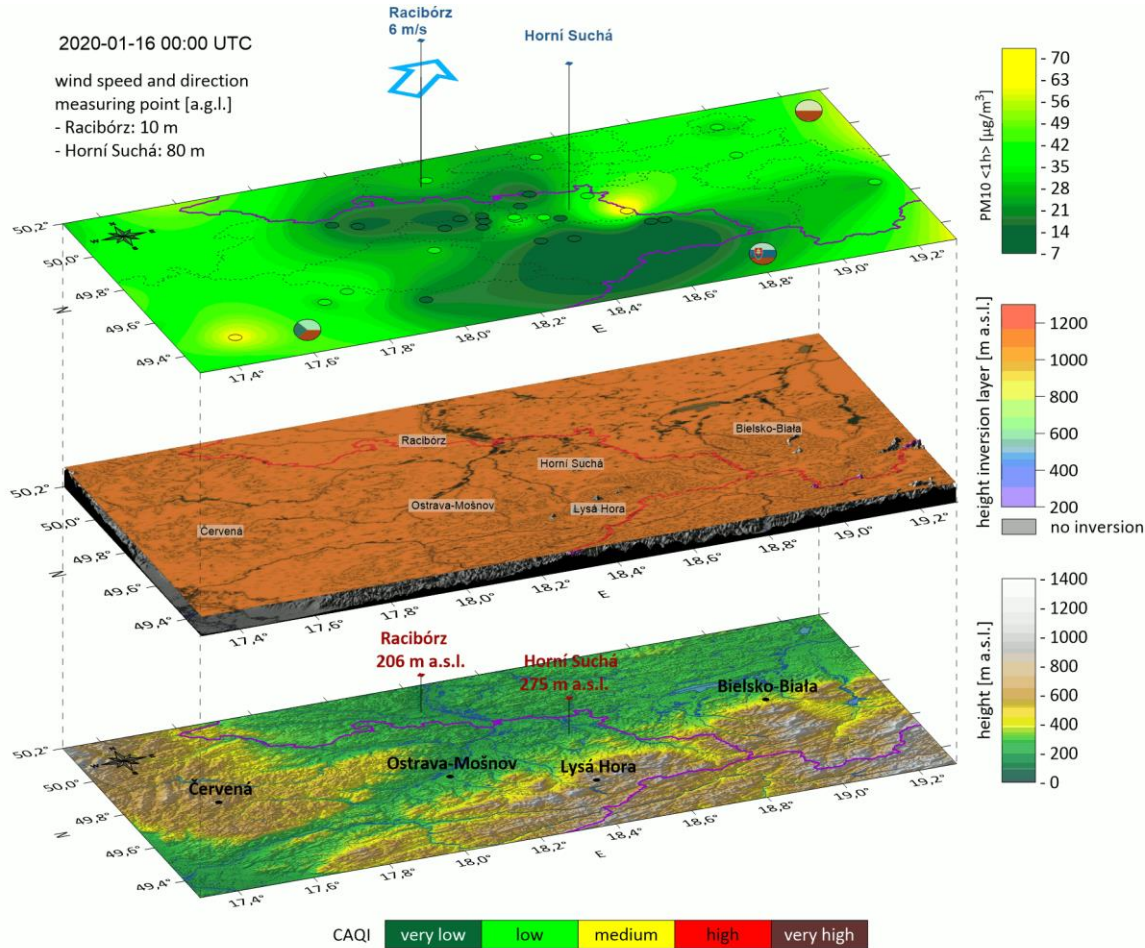
## Stężenia PM10 a pionowy rozkład temperatury



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj



## Transport zanieczyszczeń przez granicę PL- CZ-PL

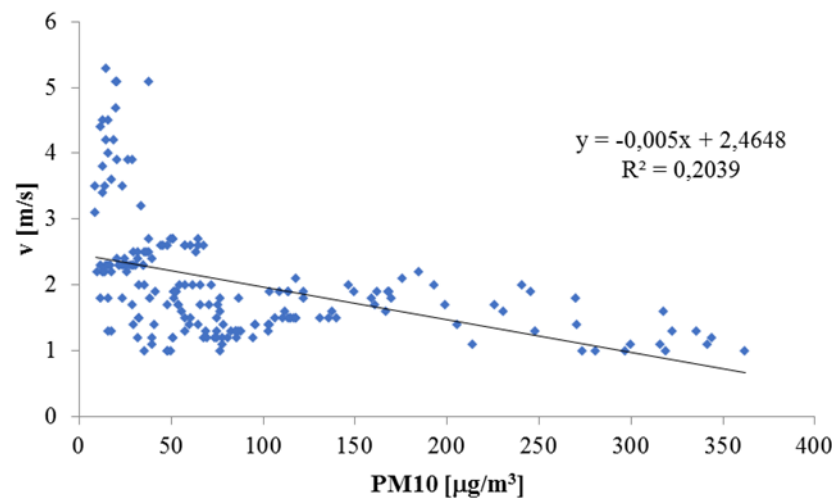
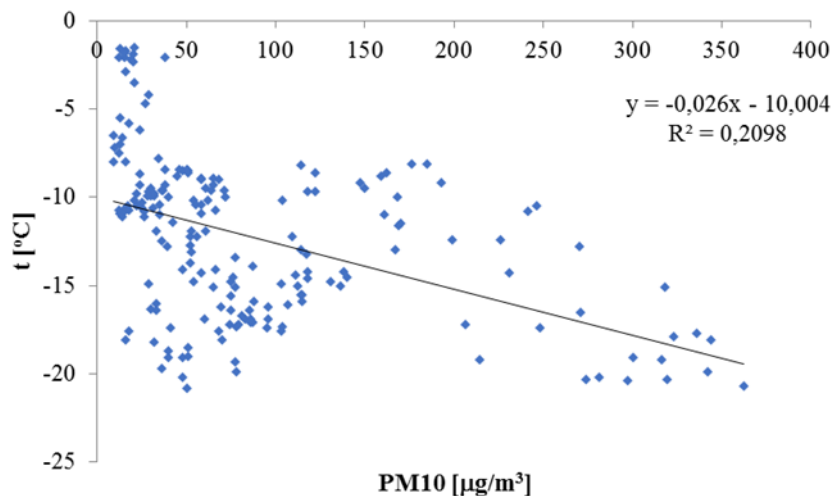


dló: AIR BORDER

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego - Polska 2014-2020, Północno-wschodni obszar przygraniczny



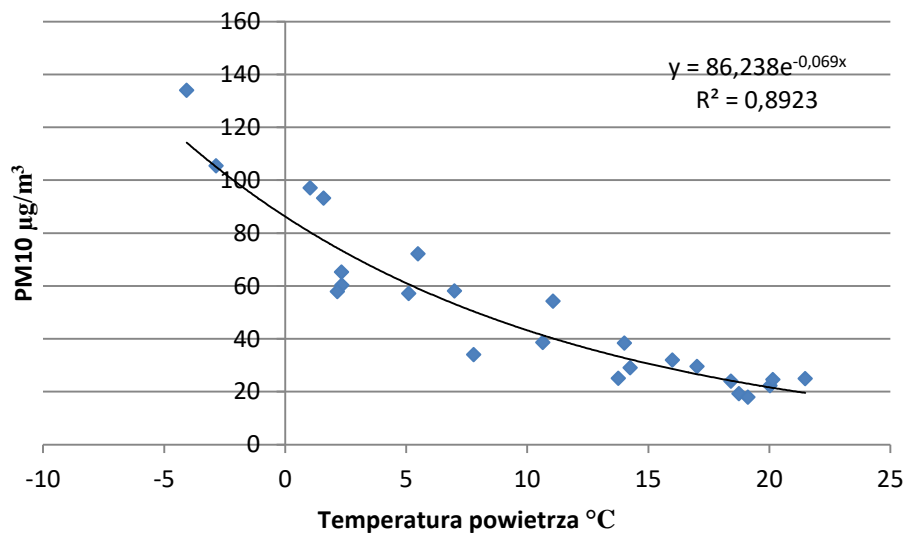
## Zanieczyszczenie powietrza a meteorologia - związki statystyczne



***Współczynnik korelacji Pearsona między stężeniem PM10 a temperaturą powietrza i prędkością wiatru dla epizodu z okresu 21 – 28 stycznia 2010 r.***

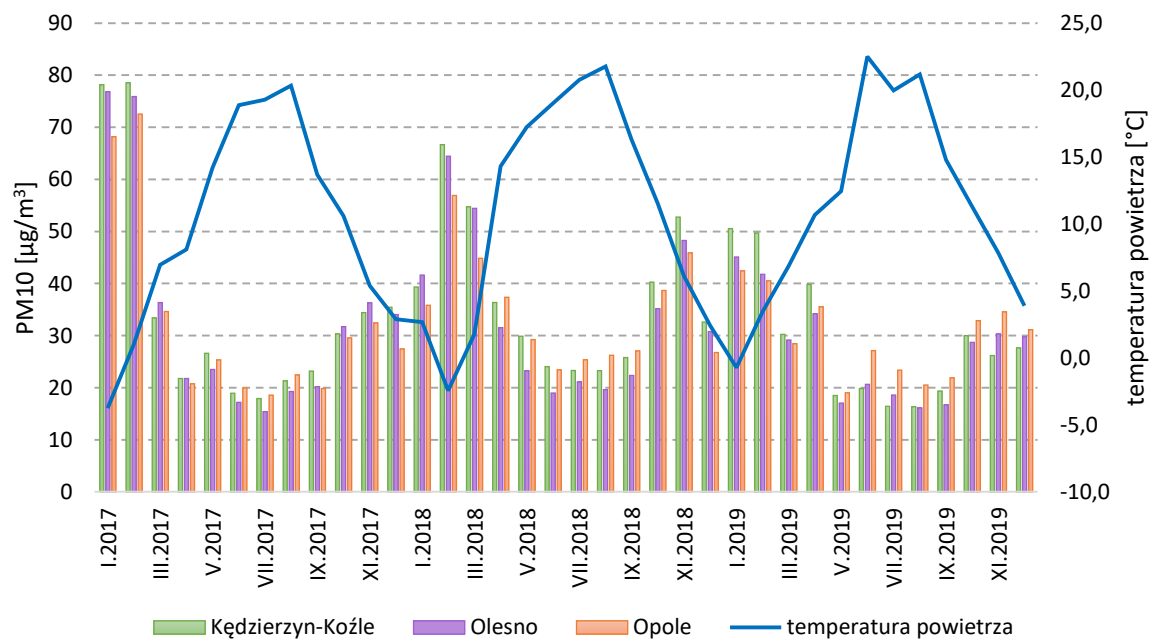
\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

## Zanieczyszczenie powietrza a meteorologia - związki statystyczne



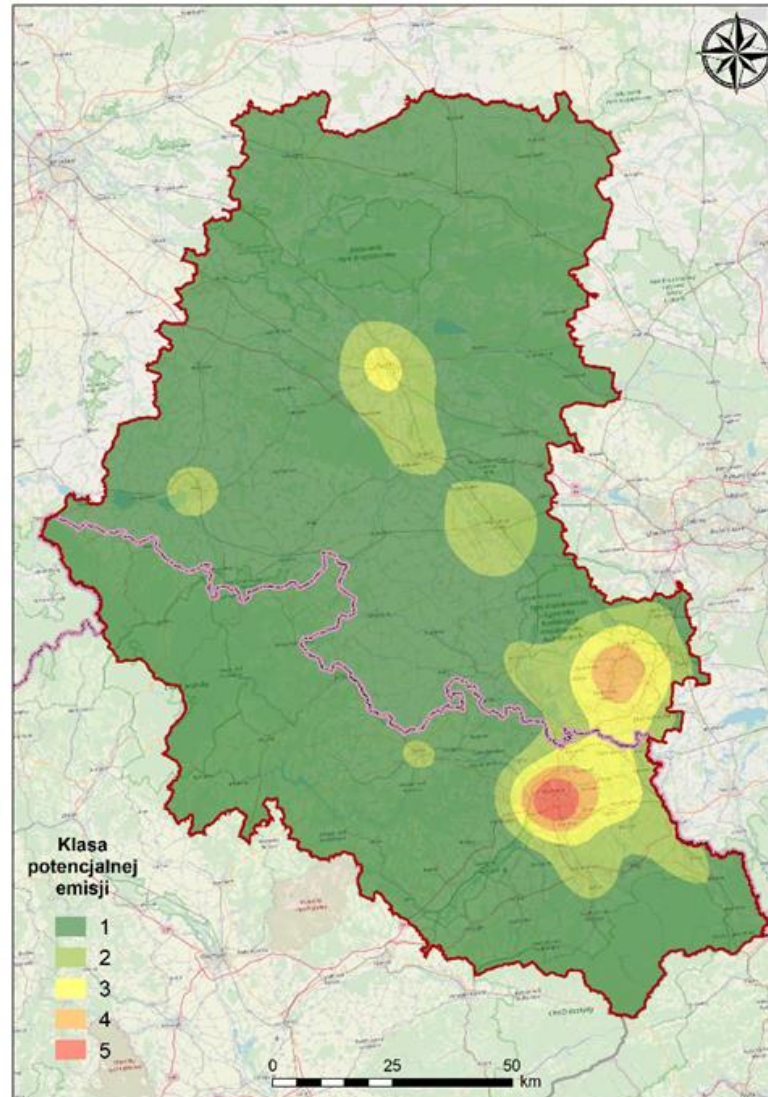
***Zależność stężeń PM 10 od temperatury powietrza –  
średnie miesięczne wartości z okresu 2017-2018.***

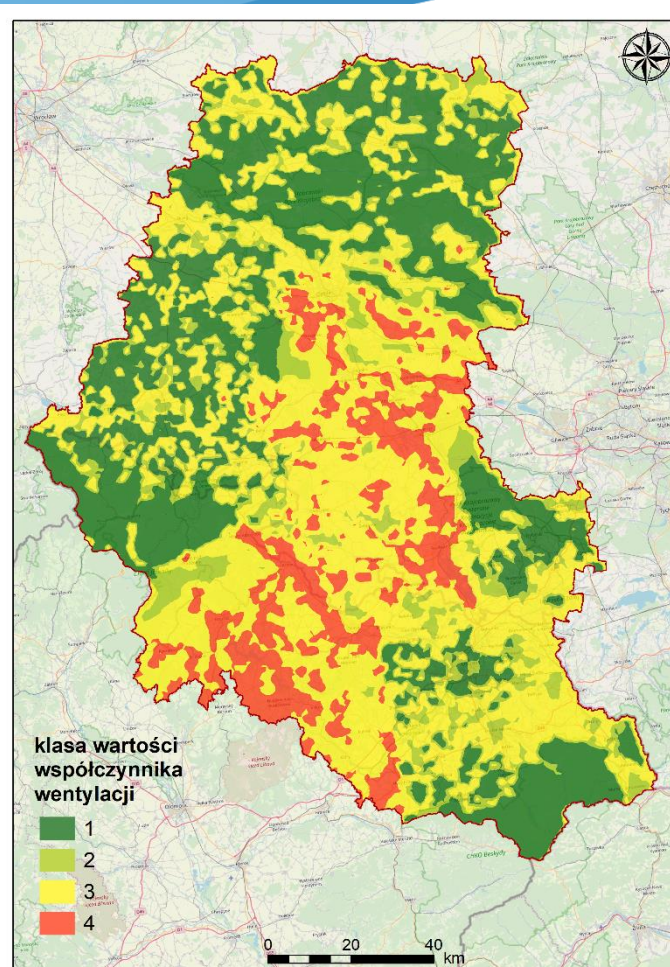
## Zanieczyszczenie powietrza a meteorologia związki statystyczne



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

Rys. Mapa potencjału emisji zanieczyszczeń pyłowych  
(klasa 1 zagrożenie minimalne, klasa 2 zagrożenie małe, klasa 3 zagrożenie umiarkowane, klasa 4 –  
zagrożenie wysokie, klasa 5 – zagrożenie wysokie)





Mapa współczynnika wentylacji

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska – Przekraczamy granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj



# Prognoza jakości powietrza

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

## Wybrane metody modelowania i prognoz jakości powietrza

### Modele matematyczne:

- a) **deterministyczne** – wykorzystują matematyczny opis zjawisk zachodzących w atmosferze, np. równanie transportu zanieczyszczeń i ich depozycji, równania przemian chemicznych (np. WRF Chem)
- b) **stochastyczne** – do generowania prognoz wykorzystują statystyczne zależności pomiędzy informacjami odnośnie źródeł emisji, a stanem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w danym punkcie, który znany może być np. z pomiarów. W modelach stochastycznych brak bezpośredniego opisu zjawisk i procesów mających miejsce w atmosferze (np. CALPUFF)
- c) **sztucznej inteligencji** – wykorzystujące duże bazy danych. Polegają one na symulowaniu dużej liczby połączonych wzajemnie jednostek przetwarzania, które przypominają abstrakcyjne wersje neuronów.

W zastosowaniach wdrożeniowych IMGW- PIB stosuje modele sztucznej inteligencji

## Prognoza implementowania przez IMGW-PIB przy wykorzystaniu metod data mining (sztuczna inteligencja)

### Idea prognozy:

Idea prognozy stężeń zanieczyszczeń opiera się na następujących założeniach:

pogoda (elementy meteorologiczne) dobrze określa jakość powietrza (imisję),

prognozy pogody są wystarczająco podobne do rzeczywistej pogody.



## Tworzenie prognozy

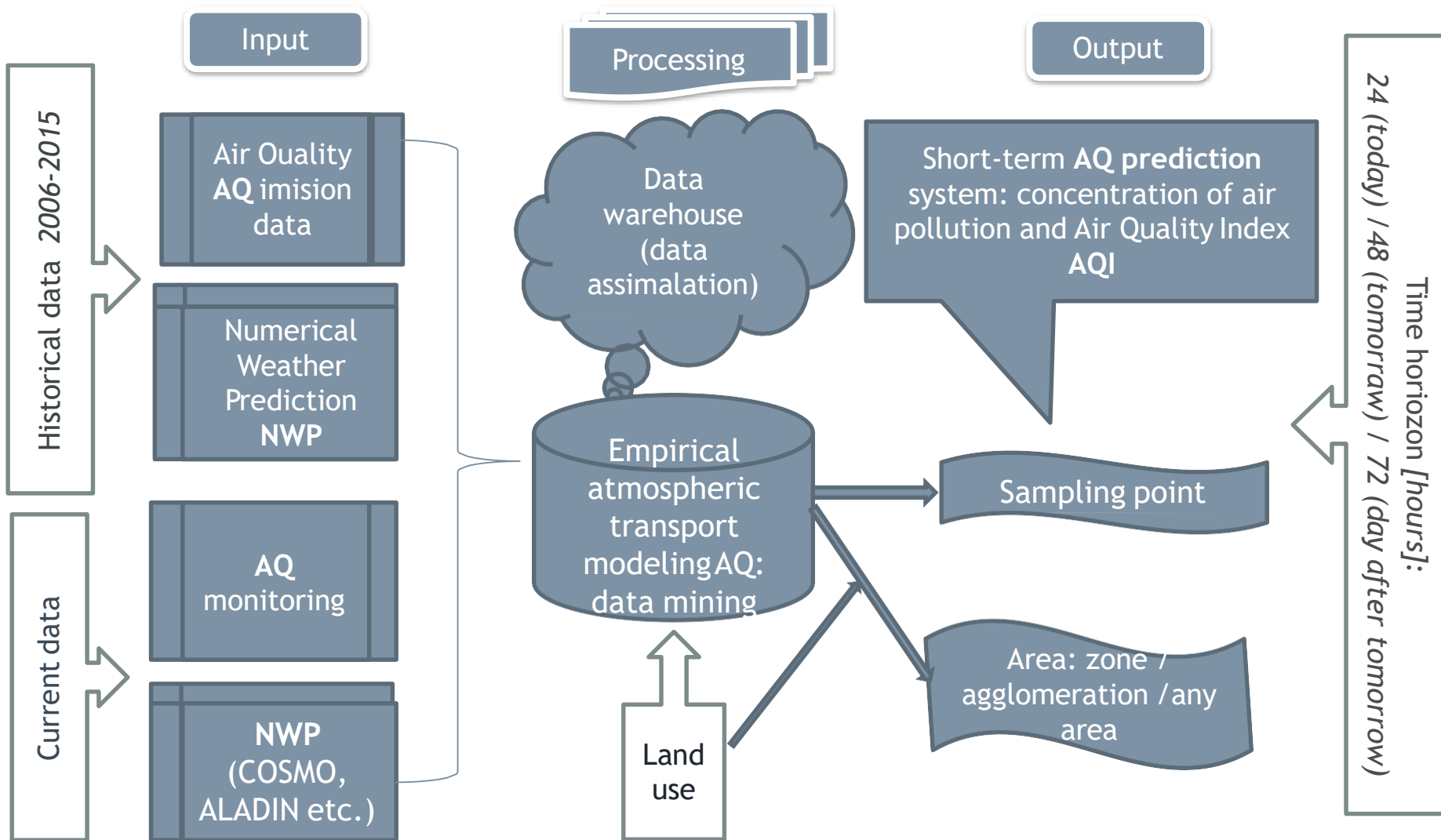
System ten składa się z trzech głównych modułów:

- ✓ moduł wejścia ( input)
- ✓ moduł obliczeniowy
- ✓ moduł wyjścia (output)

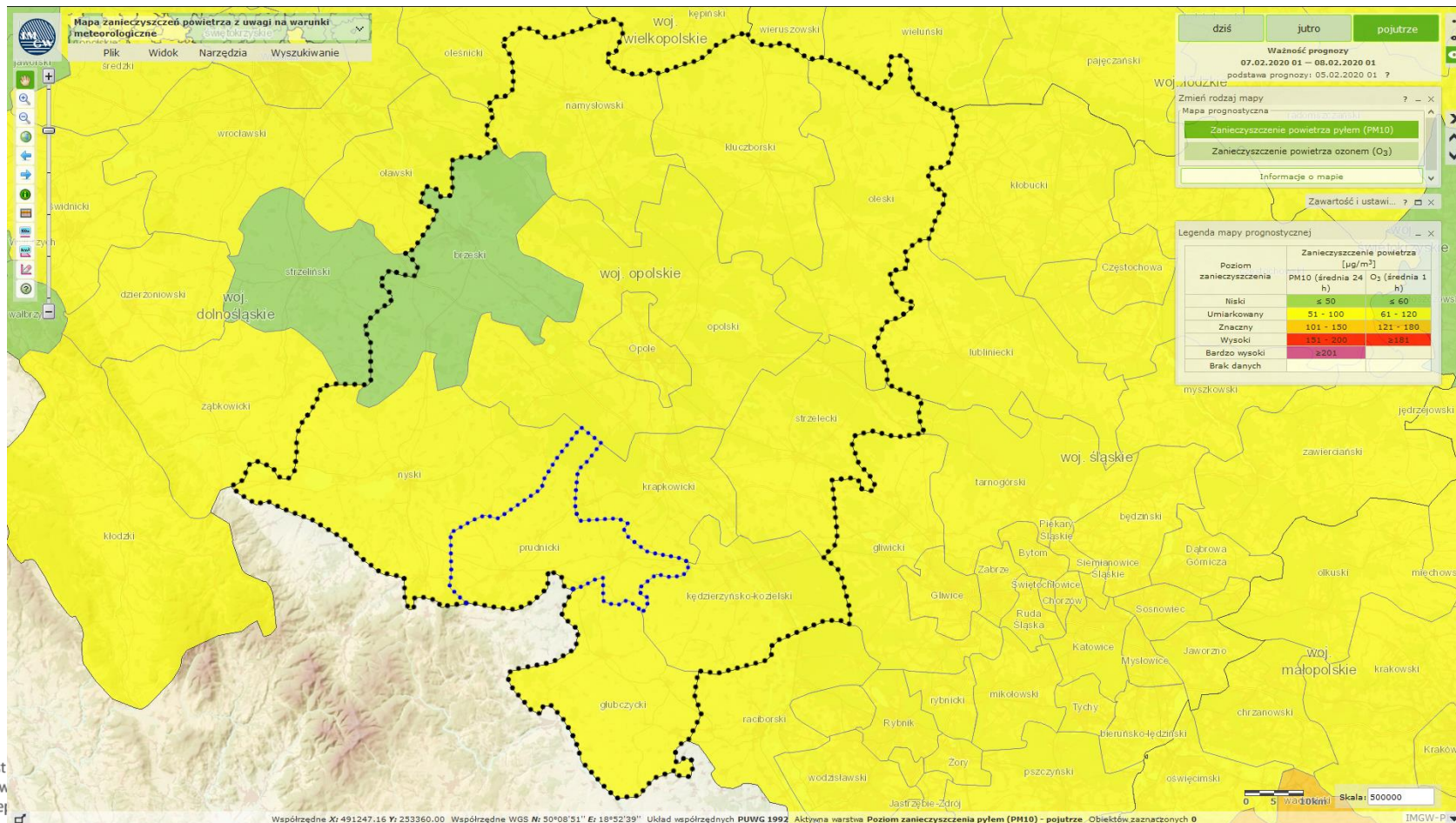
Dane dynamiczne dla modułu wejściowego stanowią:

- ✓ historyczne prognozy pogody modelu COSMO LM,
- ✓ historyczne dane o jakości powietrza z dostępnych stacji monitoringu jakości powietrza obszaru projektu AIR TRITIA,
- ✓ aktualna 72 godzinna prognoza pogody modelu COSMO LM,
- ✓ aktualne dane o jakości powietrza z dostępnych stacji monitoringu jakości powietrza obszaru projektu AIR TRITIA,

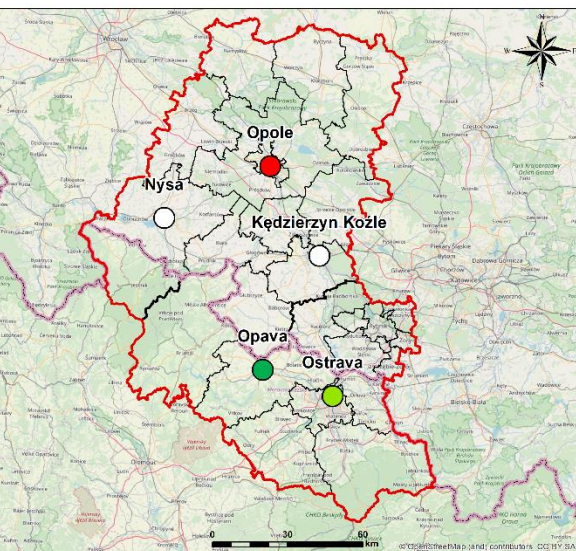
# Schemat powstawania prognozy



## Przykład prognozy PM10 dla powiatów PL Wykonywanej metodą sztucznej inteligencji



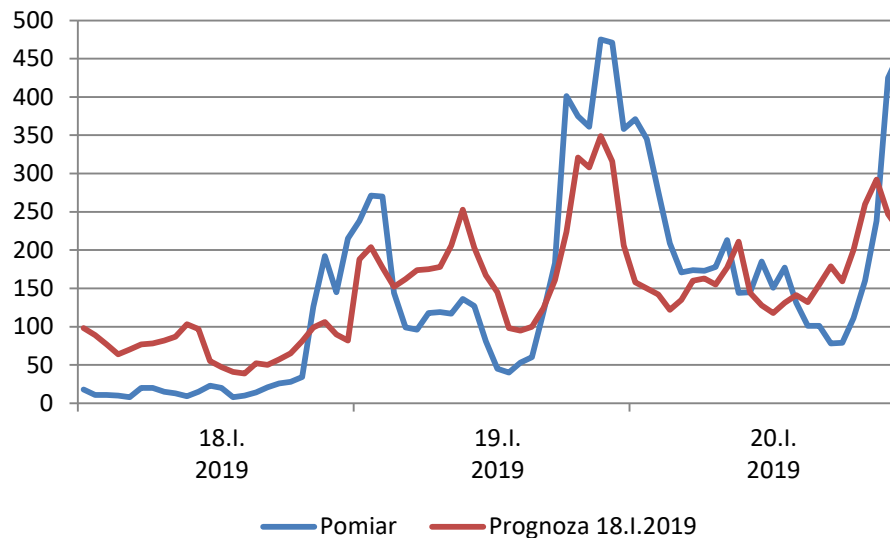
## Prognoza AIR TRITIA z możliwością implementacji do HEALTHAIR



### Legend

- national boundary
- HEALTH-AIR cooperation area
- voivodeship boundary
- county boundary
- PM10 measurement station

CAQI Index class	PM <sub>10</sub> <24h> [µg/m <sup>3</sup> ]
Very high	>100
High	51-100
Medium	31-50
Low	18-30
Very low	0-15
	NO DATA



Miasto	Współczynnik determinacji		
	Dzisiaj	Jutro	Pojutrze
Opawa	0,572	0,477	0,496
Opole	0,662	0,468	0,5
Ostrawa	0,514	0,47	0,438
Rybnik	0,793	0,647	0,482
Žylna	0,533	0,48	0,508

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A republika Czeska – Polska, Przekraczamy granice 2014–2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014–2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

„Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza”<sup>\*\*</sup> /  
Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí<sup>\*\*</sup>



# System ostrzegania

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*\*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj



## Rola systemu ostrzegania

1. Systemy prognoz jakości powietrza poza rolą edukacyjną spełniać powinny także a może przede wszystkim celom ostrzegawczym.
2. Ze względu na konstrukcję systemu prognoz dla obszaru HEALTHAIR które nakierowane są głównie na prognozę godzinową w praktycznym zastosowaniu został wykorzystany indeks CAQI, który znajduje odniesienie do przewidywanych wartości godzinnych stężeń.

## Indeks CAQI dla wartości godzinnych stężeń PM10 wraz z informacją zdrowotną

Kategoria	Stężenie PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Informacja zdrowotna
Bardzo dobry	0-25	Jakość powietrza jest zadowalająca, zanieczyszczenie powietrza nie stanowi zagrożenia, warunki idealne dla aktywności na zewnątrz
Umiarkowany	26-50	Jakość powietrza jest akceptowalna, zanieczyszczenie powietrza może stanowić zagrożenie dla osób narażonych na ryzyko*, warunki dobre dla aktywności na zewnątrz
Dostateczny	51-90	Jakość powietrza jest średnia, zanieczyszczenie powietrza stanowi zagrożenie dla osób narażonych na ryzyko*, które mogą odczuwać skutki zdrowotne, pozostałe osoby powinny ograniczyć spędzanie czasu na zewnątrz zwłaszcza gdy doświadczą takich symptomów jak kaszel lub podrażnione gardło
Zły	91-180	Jakość powietrza jest zła, osoby narażone na ryzyko* powinny unikać wyjść na zewnątrz, pozostałe osoby powinny je ograniczyć, nie zalecane są aktywności na zewnątrz
Bardzo zły	> 180	Jakość powietrza jest niebezpiecznie zła, osoby narażone na ryzyko* powinny bezwzględnie unikać wyjść na zewnątrz, pozostałe osoby powinny ograniczyć wyjścia do minimum, wszelkie aktywności na zewnątrz są odradzane

\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego / \*Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj

# Dziękuję za uwagę

dr Leszek Ośródk

*Zakład Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza*

*IMGW-PIB*

*40-045 Katowice, ul. Bratków 10*

*e-mail: [leszek.osrodka@imgw.pl](mailto:leszek.osrodka@imgw.pl)*

*<https://www.imgw.pl>, <http://www.pogodynka.pl/>*



\*Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska – Polska, Przekraczamy Granice 2014-2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego /

\*\* Projekt je spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika – Polsko 2014-2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj