

Jakość powietrza z satelity – satelitarny monitoring atmosfery

Bożena Łapeta², Jolanta Godłowska¹, Monika Hajto², Kamil Kaszowski¹

¹ Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Protection, IMGW-PIB

² Satellite Remote Sensing Department, IMGW-PIB



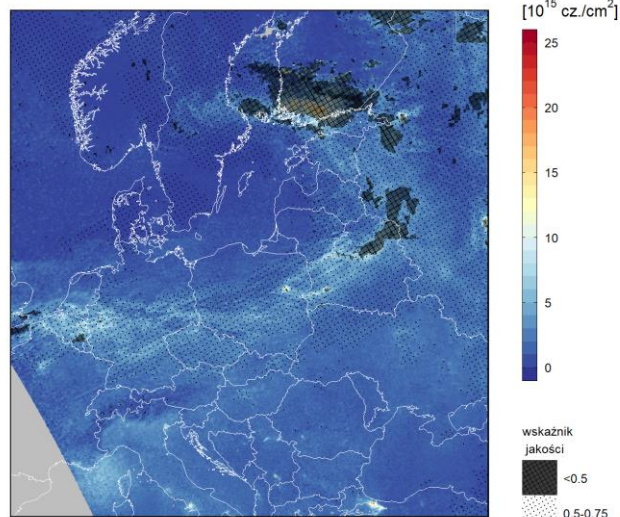
METEO
IMGW-PIB
meteo.imgw.pl

Prace prowadzone w IMGW-PIB koncentrują się na monitorowaniu składu chemicznego atmosfery w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem danych satelitarnych Sentinel-5P/TROPOMI oraz JPSS/OMPS.

Monitorowanie w czasie zbliżonym do rzeczywistego (NRT)

2024-04-14 godz. 11:20:34 - 11:35:46 UTC

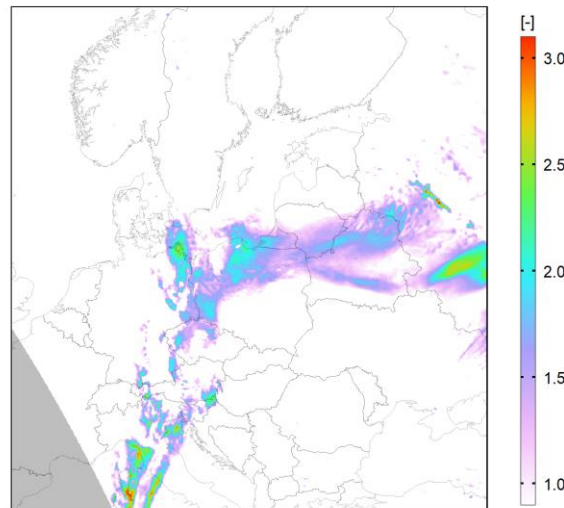
Zawartość dwutlenku azotu (NO_2) w kolumnie troposfery



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

2024-04-09 godz. 11:27:09 - 11:31:56 UTC

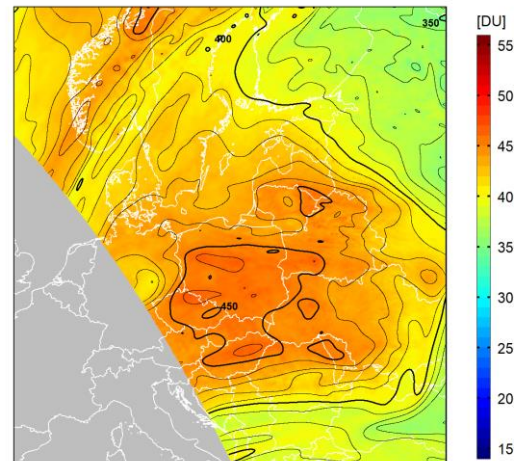
Wskaźnik aerozolu absorbującego



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

2024-04-22 godz. 10:34:52 - 10:43:38 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

janus.imgw.pl/sat/index_pl.html

IR 3.74 (Kanal 3B) Anomalia temperatury MetOp (A, B) Europa Europa Centralna Polska
 IR 10.8 (Kanal 4) NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 IR 12.8 (Kanal 5) NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 IR 10.8 colour-enhanced NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 Brightness Temperature 200-240 K MetOp (A, B) Europa Europa Centralna Polska
 RGB Clouds NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 RGB False Colour NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 RGB Natural Colour MetOp (A, B) Europa Europa Centralna Polska
 RGB Day Microphysics NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska
 RGB Night Microphysics NOAA (C1, C2, C3, C4) Europa Europa Centralna Polska

Sondaż atmosfery z sondami NOAA (MetOp) (przez: ATOVS, tj. HIRS, AMSU-A, MHS):

Temperatura	850 - 700 - 500 - 300 hPa
Temperatura punktu rosy	850 - 700 - 500 - 300 hPa
Wysokość gęstościowa	850 - 700 - 500 - 300 hPa
Para wodna	całkowita zawartość
Ozon	całkowita zawartość

Monitoring składu chemicznego atmosfery:

Produkt satelitarny (parametr)	Satelita Przyrząd	Dotyczy geograficzna	Północ
Zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery	Satellit-NPP/OMPS	Europa Centralna	10 km
Zawartość dwutlenku azotu (NO_2) w kolumnie troposfery	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	10 km
Zawartość dwutlenku azotu (NO_2) w kolumnie troposfery	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Zawartość formaldehydu (HCHO) w kolumnie troposfery	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Zawartość tlenku węgla (CO) w kolumnie atmosfery	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Zachmurzenie (ogólny pokrycie chmurami)	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Głębokość opadów chmur	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Zawartość dwutlenku siarki (SO_2) w kolumnie atmosfery	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km
Wskaźnik aerozolu absorbującego	Satellit-5P/TROPOMI	Europa Centralna	5 km

Serwis krajowego operatora danych Copernicus: dane.sat4envi.imgw.pl

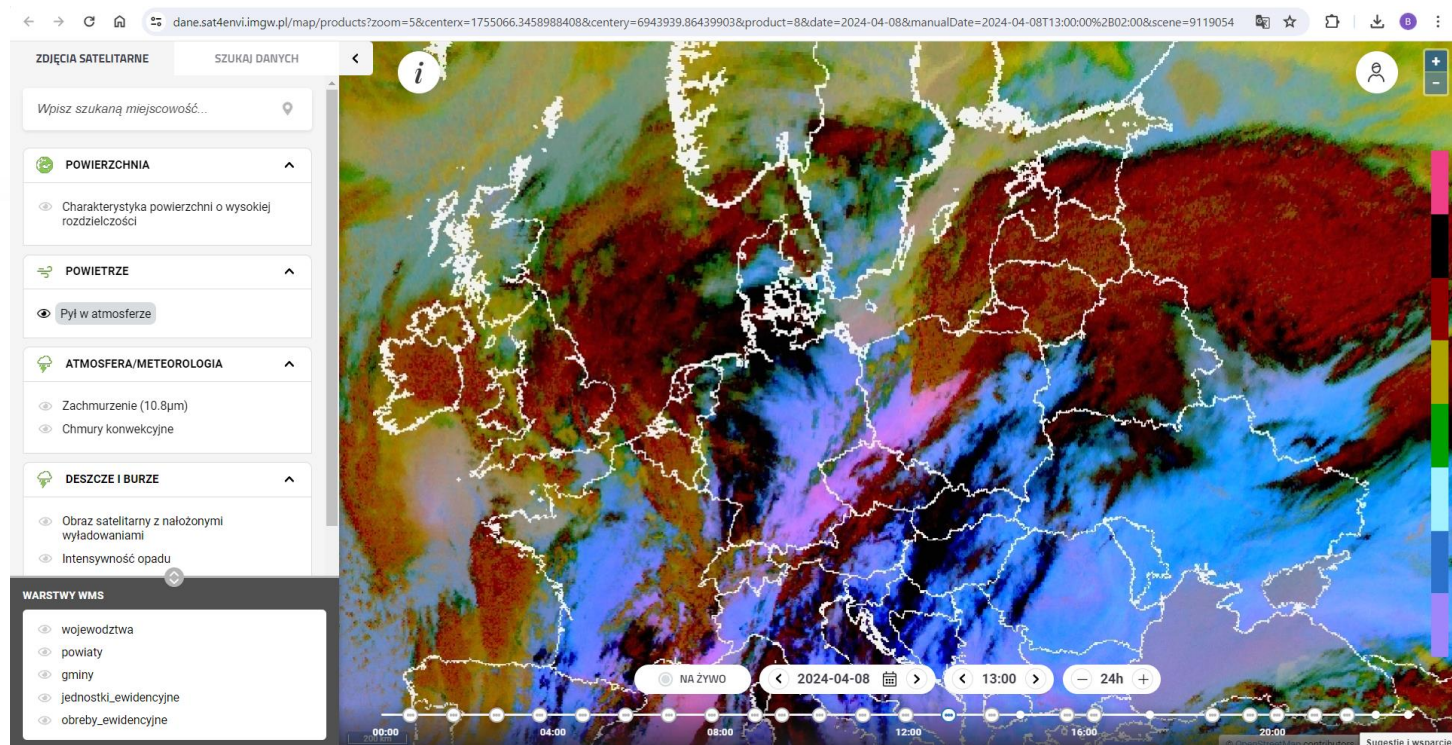
Dane satelitarne na wyciągnięcie ręki

Kompleksowy system udostępniania danych satelitarnych z programu Copernicus oraz z innych satelitów środowiskowych i meteorologicznych

[PRZEJDŹ DO APLIKACJI](#)

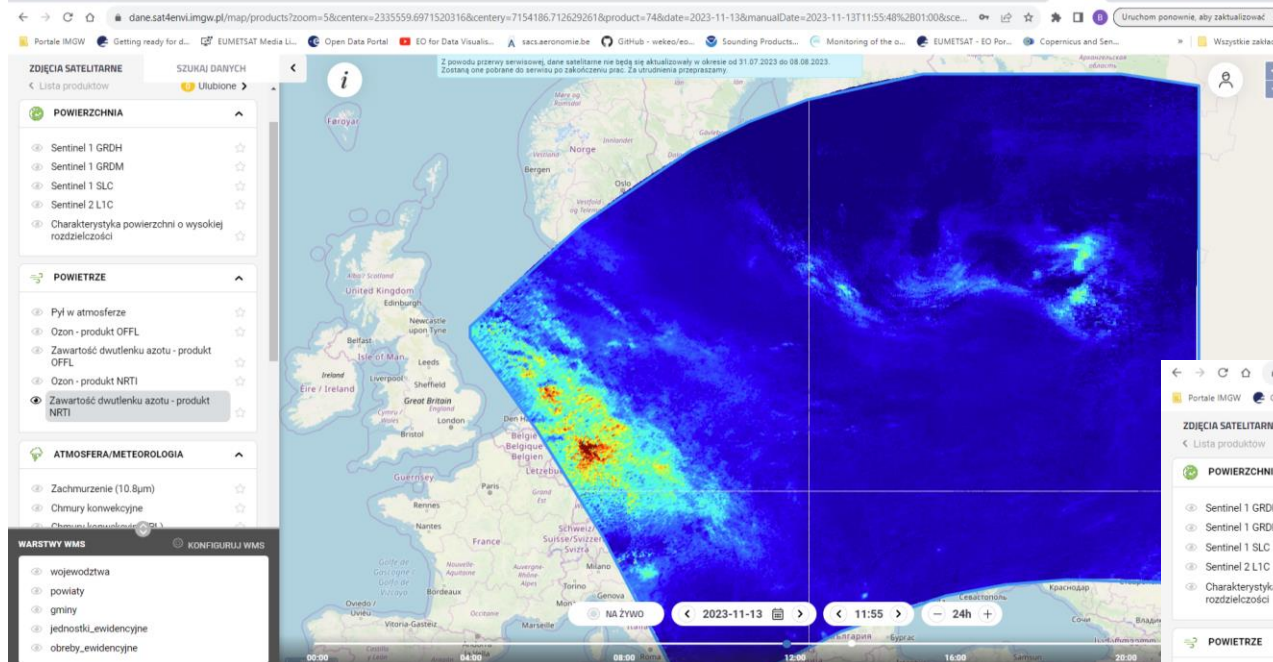


Użytkownik niezarejestrowany (tylko możliwość przeglądania danych)

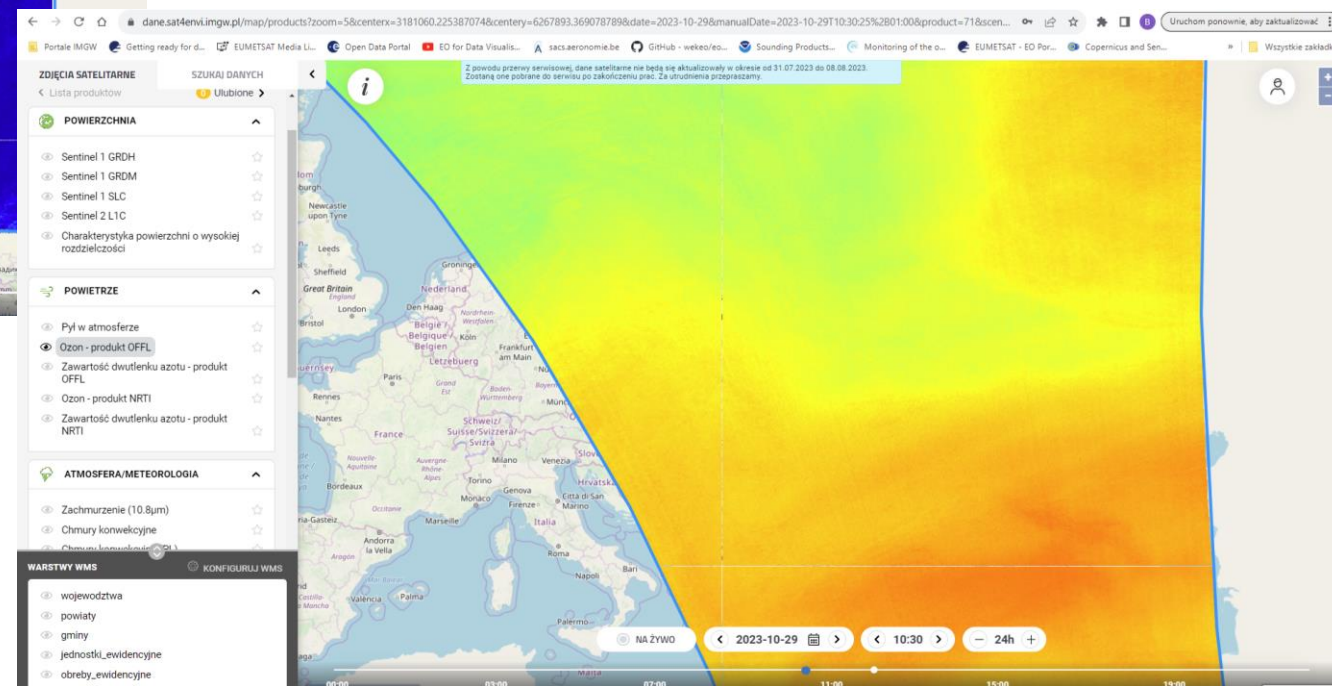


Udostępnianie danych składzie chemicznym atmosfery

Serwis krajowego operatora danych Copernicus: dane.sat4envi.imgw.pl



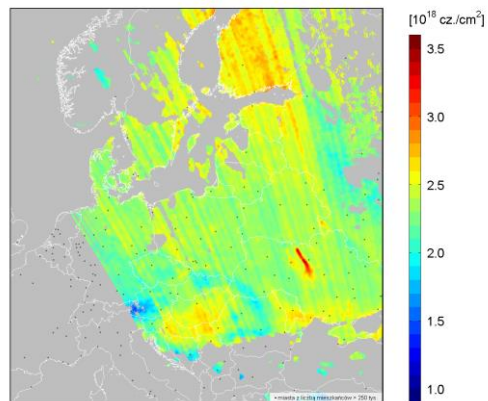
Użytkownik zarejestrowany: więcej produktów oraz możliwość pobierania danych przez stronę oraz API.



Pożar w Czarnobylu, kwiecień 2020

2020-04-05 godz. 10:50:14 - 10:52:58 UTC

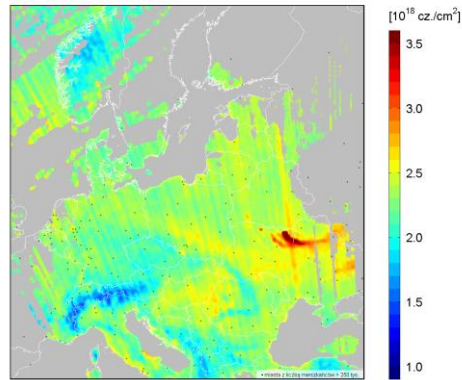
Całkowita zawartość tlenku węgla (CO) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

2020-04-08 godz. 11:34:07 - 11:36:29 UTC

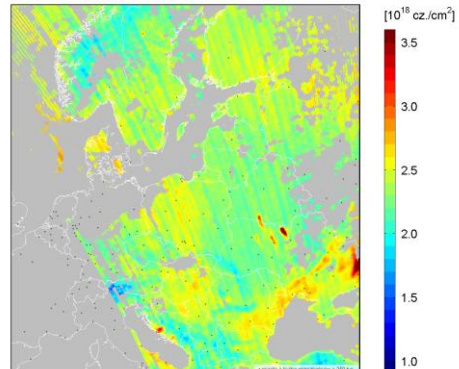
Całkowita zawartość tlenku węgla (CO) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

2020-04-10 godz. 10:56:27 - 10:59:09 UTC

Całkowita zawartość tlenku węgla (CO) w kolumnie atmosfery



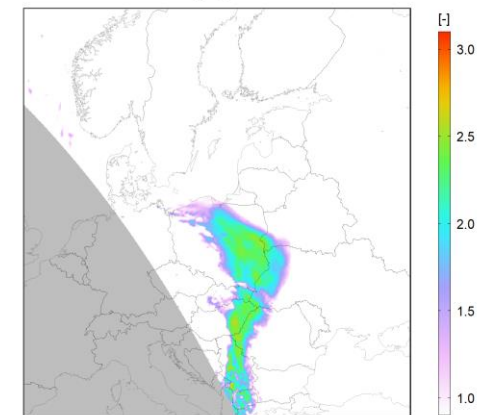
dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

<https://sat4envi.imgw.pl/?p=531>

Napływ piasku saharyjskiego, lipiec 2021 r.

2021-07-14 godz. 10:27:31 - 10:37:43 UTC

Wskaźnik aerozolu absorbującego

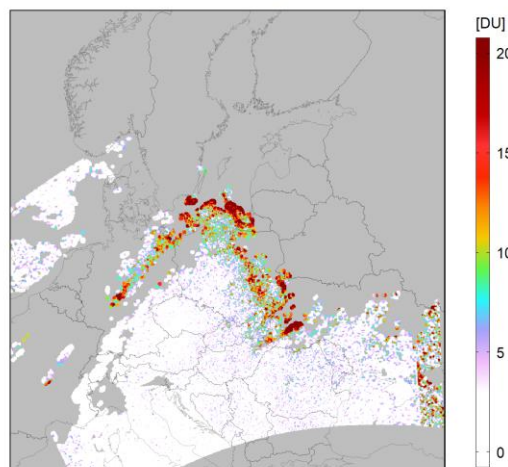


dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

Erupcja wulkanu Cumbre Viejo, październik 2021 r.

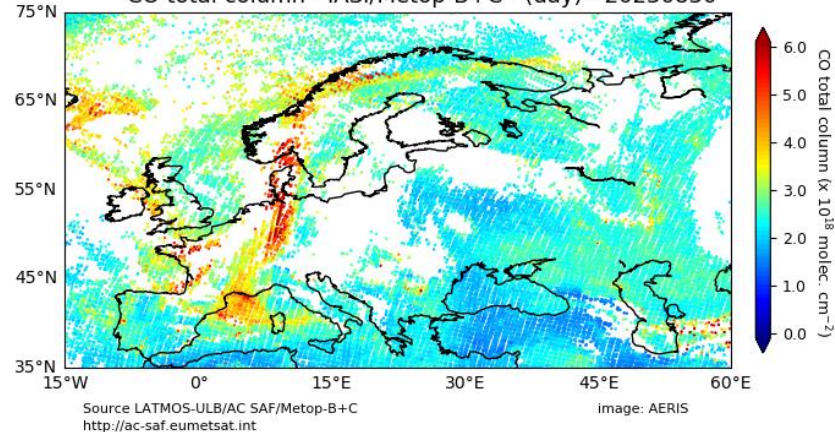
2021-10-20 godz. 11:32:15 - 11:37:14 UTC

Zawartość SO₂ w kolumnie atmosfery



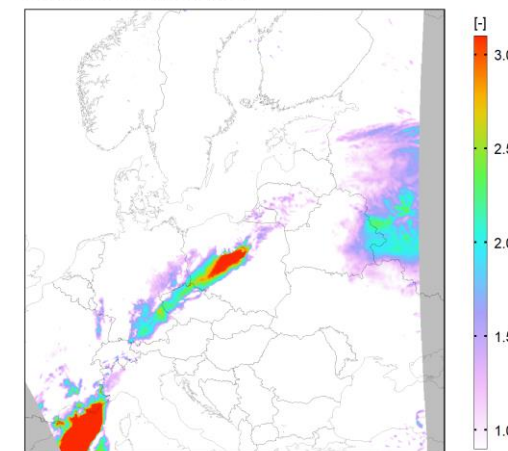
dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

CO total column - IASI/Metop-B+C - (day) - 20230830



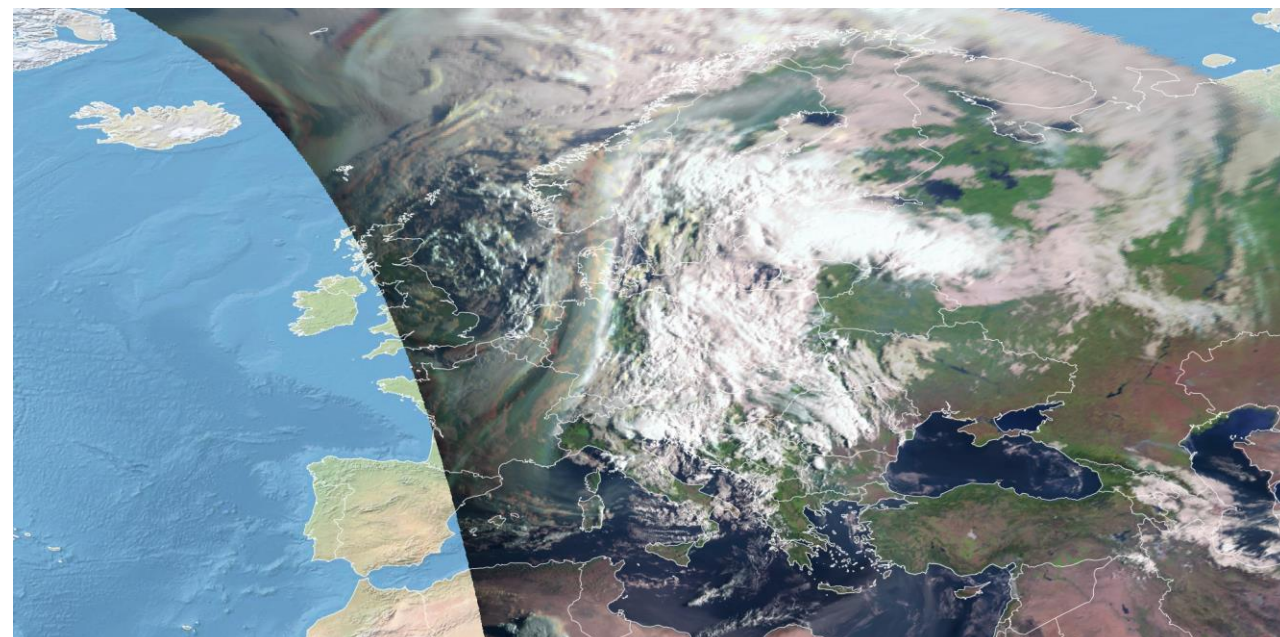
2024-04-08 godz. 11:36:51 - 11:47:02 UTC

Wskaźnik aerozolu absorbującego

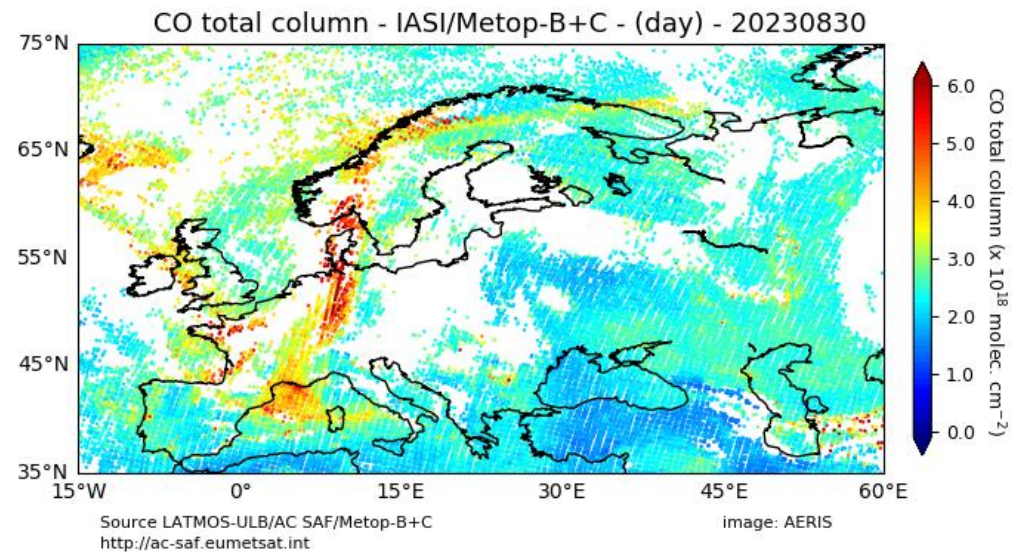


dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

Pyły z pożarów w Kanadzie, sierpień 2023

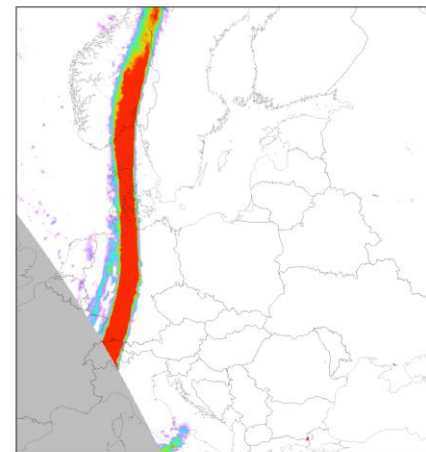


Kompozycja RGB False Colors, METEOSAT/SEVIRI, 30.08.2023, 05:30 UTC



2023-08-30 godz. 10:59:44 - 11:09:55 UTC

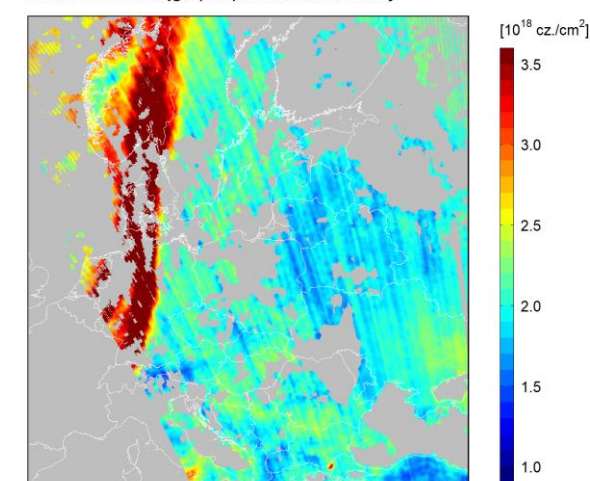
Wskaźnik aerozolu absorbującego



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

2023-08-30 godz. 10:59:44 - 11:09:55 UTC

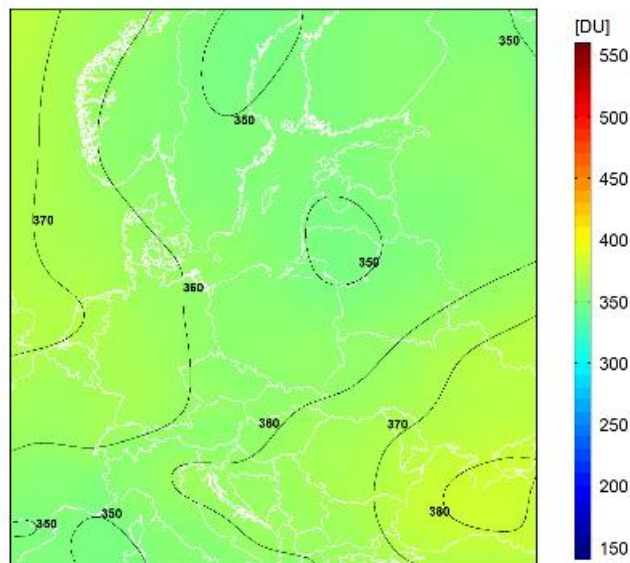
Zawartość tlenku węgla (CO) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Sentinel-5P/TROPOMI

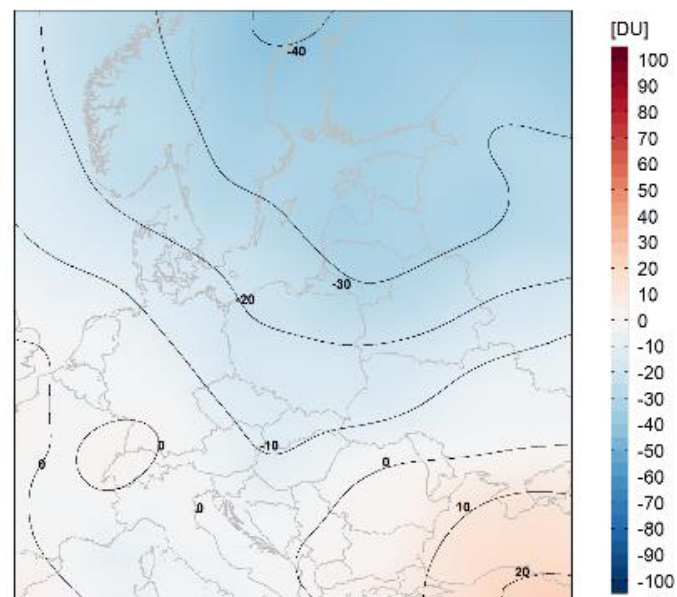
Monitoring całkowitej zawartości ozonu nad Europą Centralną prowadzony jest na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

2022-03 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery

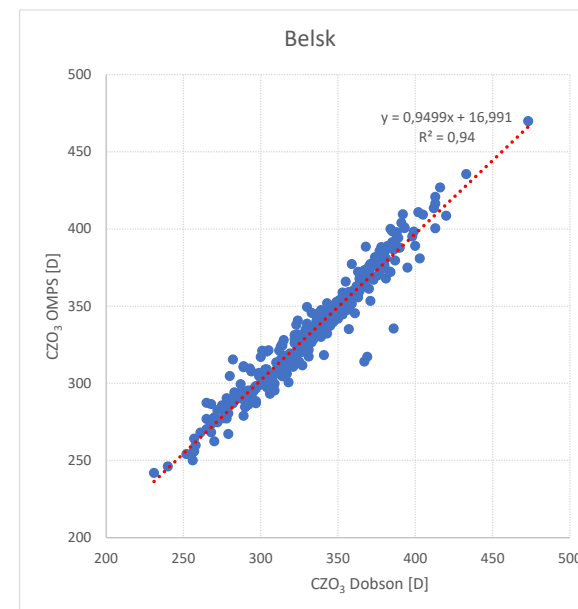


dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2022-03 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2021)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery

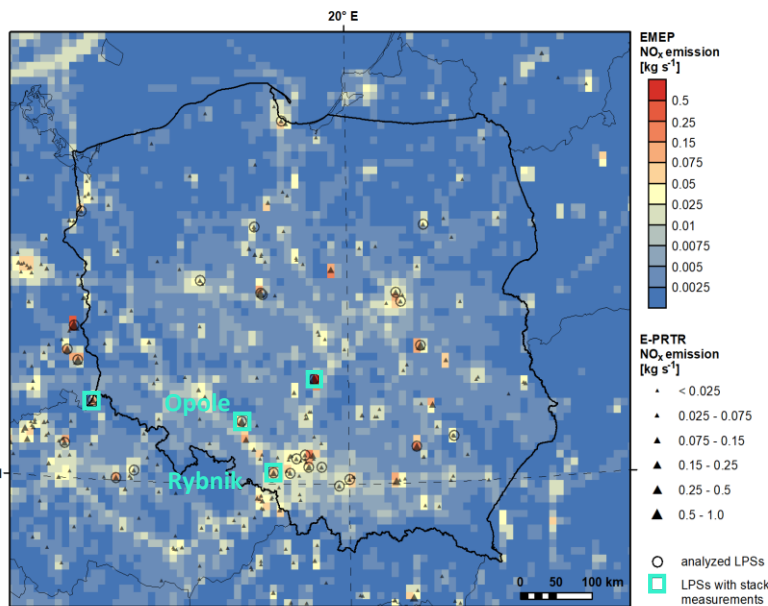


dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

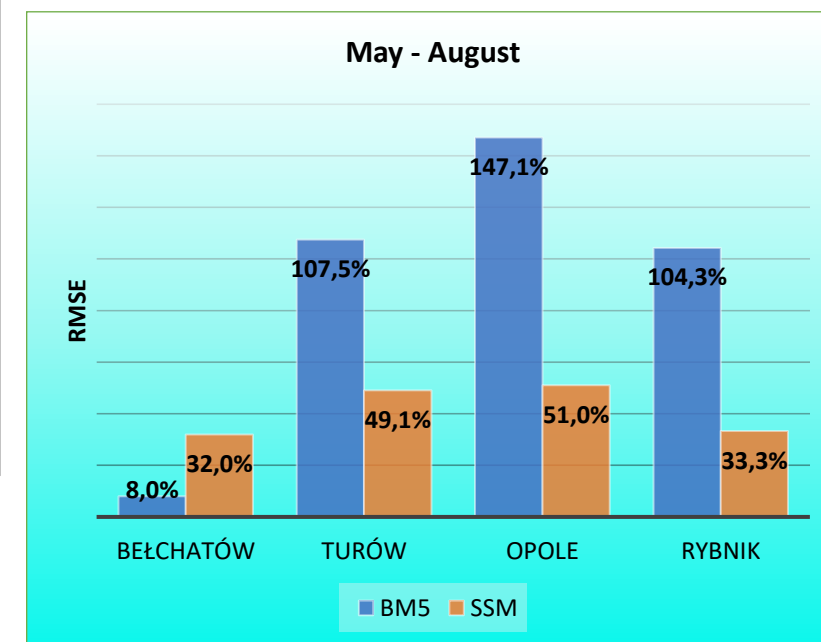
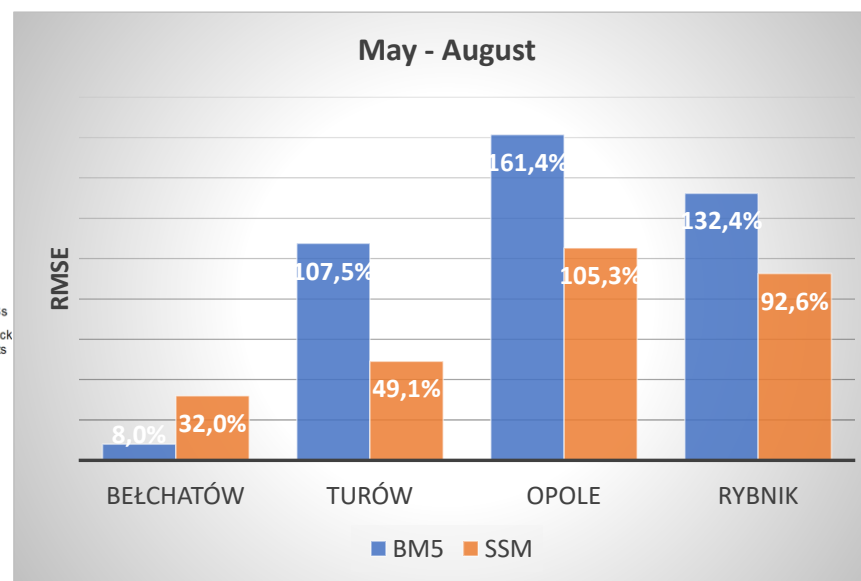


Porównanie całkowitej zawartości ozonu wyznaczonej z danych satelitarnych czujnika OMPS oraz zmierzonej spektrofotometrem dla stacji w Belsku w 2022.

	Korelacja	Średnia różnica [D]	Średnia różnica bezwzględna [D]	RMSE %
Belsk	0,97	0,27	6,64	2,85
Hohenpeissenberg	0,986	0,002	4,48	1,86
Hradec-Kralove	0,986	-0,86	4,652	1,93
Poprad-Ganovce	0,986	0,49	4,61	1,92



Porównanie z pomiarami in-situ (kominowy) dla czterech polskich elektrowni pozyskanymi z PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.



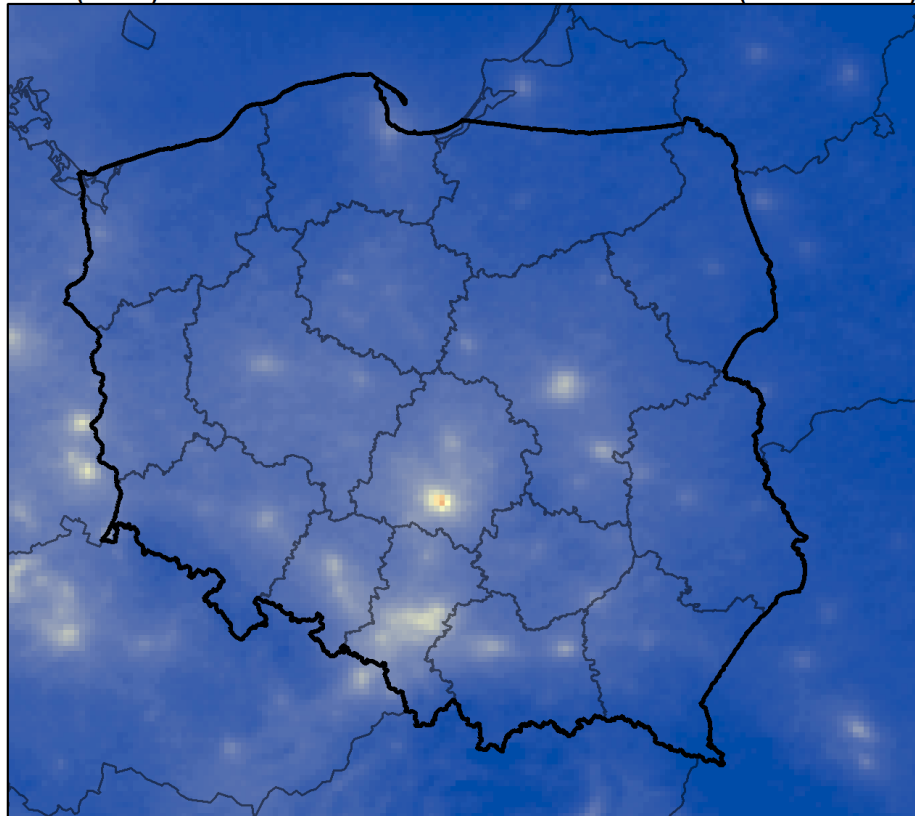
Metodyki:

- BM5 – metodyka z 5 percentylem tła emisji.
- SSM (Search Streak Method) – probabilistyczne wyszukiwanie smugi na obrazach TROPOMI całkowitej zawartości NO₂ w troposferze.

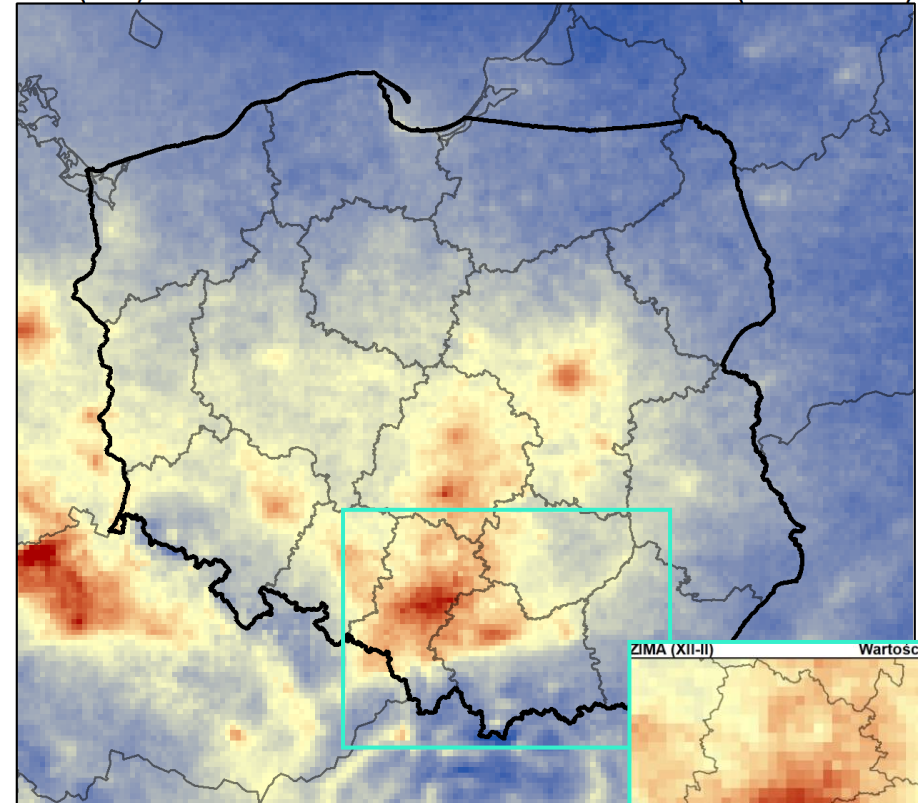
Dla wszystkich sektorów kierunku wiatru

Przy wybranych 4 sektorach kierunku wiatru

LATO (VI-VIII) Wartości średnie NO₂ TROPOMI (V.2018-IV.2023)

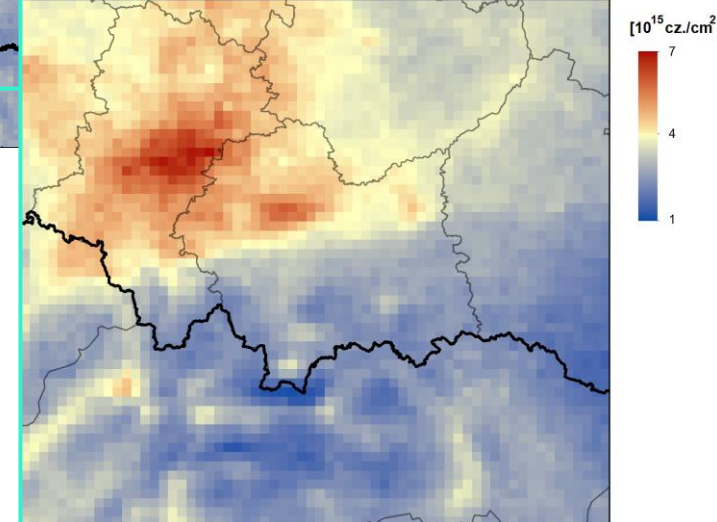


ZIMA (XII-II) Wartości średnie NO₂ TROPOMI (V.2018-IV.2023)



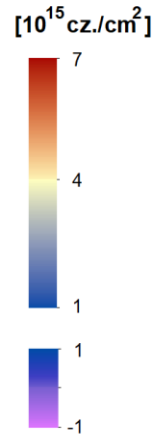
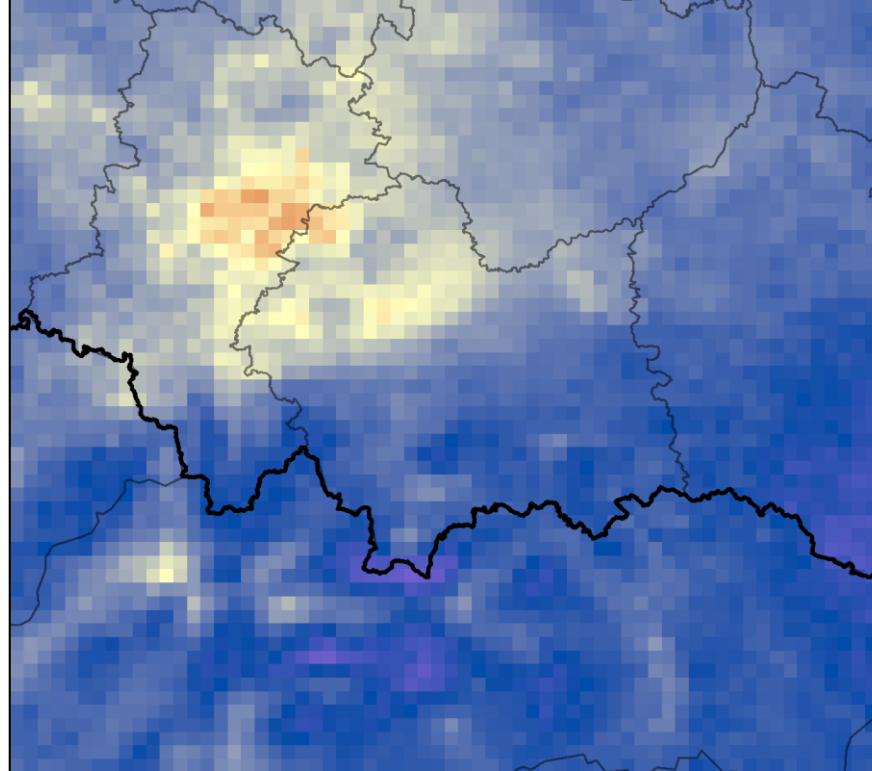
Źródło: ZTS, IMGW-PIB

ZIMA (XII-II) Wartości średnie NO₂ TROPOMI (V.2018-IV.2023)

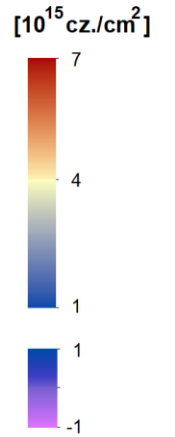
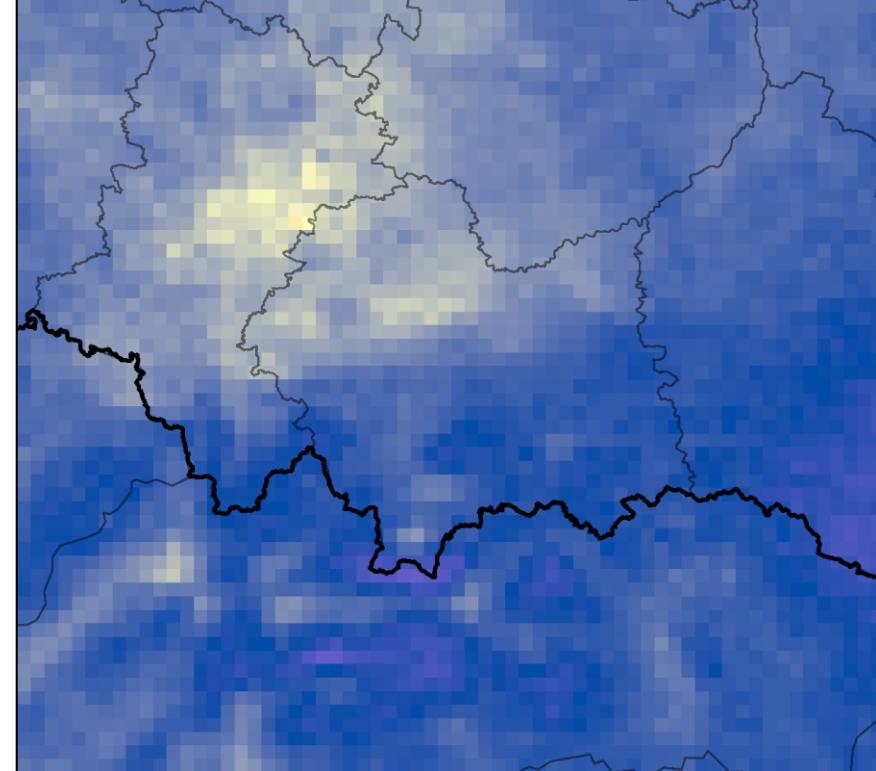


Seria po reprocessingu w marcu 2023

Różnica ZIMA-LATO (rpro) Wartości średnie NO₂ TROPOMI (V.2018-IV.2021)



Różnica ZIMA-LATO (rpro) Wartości średnie NO₂ TROPOMI (V.2018-IV.2023)



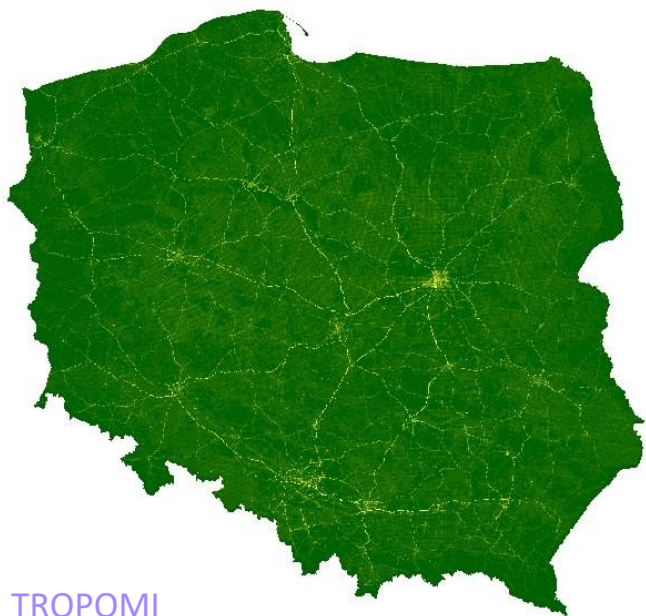
Różnica zawartości NO₂ w troposferze pomiędzy zimą a latem dla Krakowa i Aglomeracji Śląskiej jest mniejsza dla okresu 2018-2023 niż dla okresu 2018-2021.

Jedną z przyczyn obserwowanych spadków zawartości NO₂ wraz z wydłużeniem okresu uśredniania może być wpływ programów wymiany pieców realizowanych w Krakowie (do 2022) i w województwie śląskim (w trakcie realizacji).

Inne możliwe przyczyny to zmiany w emisji ze źródeł komunikacyjnych oraz warunki termiczne w zimie, w latach 2018-2021 i 2021-2023.

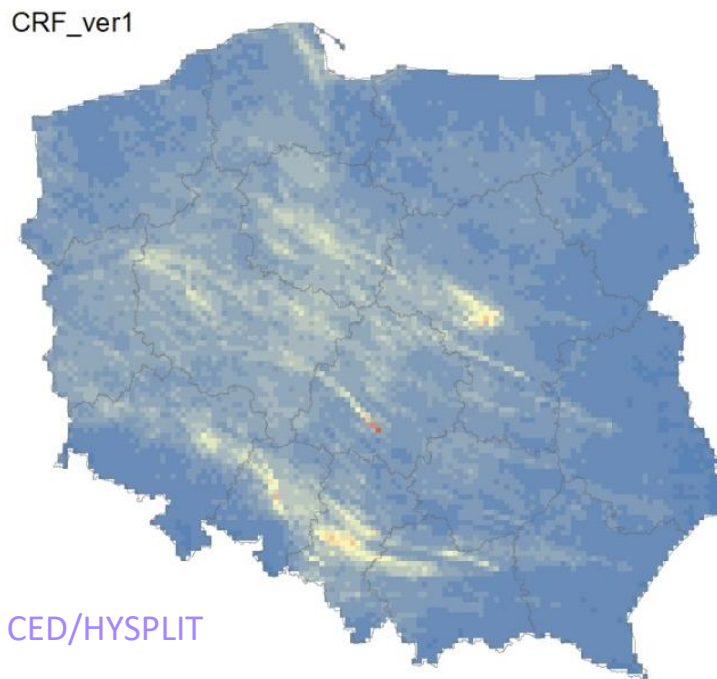
Opracowanie metodyki modelowania rozkładu przestrzennego całkowitej zawartości NO_2 na podstawie inwentaryzacji emisji CED, przy wykorzystaniu modelu NOAA HYSPLIT.

Wykorzystanie danych TROPOMI do wyznaczenia wskaźników zmienności czasowej emisji NO_x .



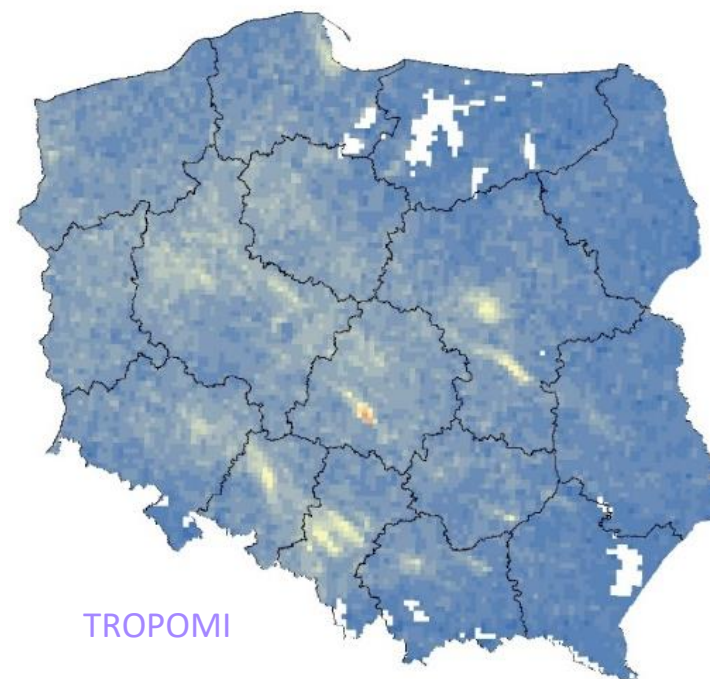
TROPOMI

Rozkład emisji NO_x (w kg/rok) ze wszystkich typów źródeł (kategorie SNAP) w 2020



CED/HYSPLIT

Mapa zawartości NO_2 w kolumnie troposfery dla 25.06.2019, 11:00UTC, wyznaczona przez modelowanie CED/HYSPLIT dla wskaźników zmienności emisji z raportu GIOŚ z 2008 r.



TROPOMI

Mapa zawartości NO_2 w kolumnie troposfery wyznaczona z danych, 25.06.2019, 11:33 UTC

Dziękuję za uwagę

Bożena Łapeta

bozena.lapeta@imgw.pl



METEO
IMGW-PIB
meteo.imgw.pl

