

**Český
hydrometeorologický
ústav**



Využití dat programu Copernicus pro monitorování celkového sloupce ozonu

Jindřich Štáška

Webinář o službě Copernicus pro monitorování atmosféry
13. 5. 2021

Obsah prezentace

- Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?
- Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?
- Družicové monitorování ozonu.

Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?

Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?

In 2016, **4.2 million people** died from ambient air pollution



@UNStats



Zdroj: [UN Department of Economic and Social Affairs](https://www.un.org/en/development/desa/policy/sdg-indicators/sdg-11-6-01-en.pdf)

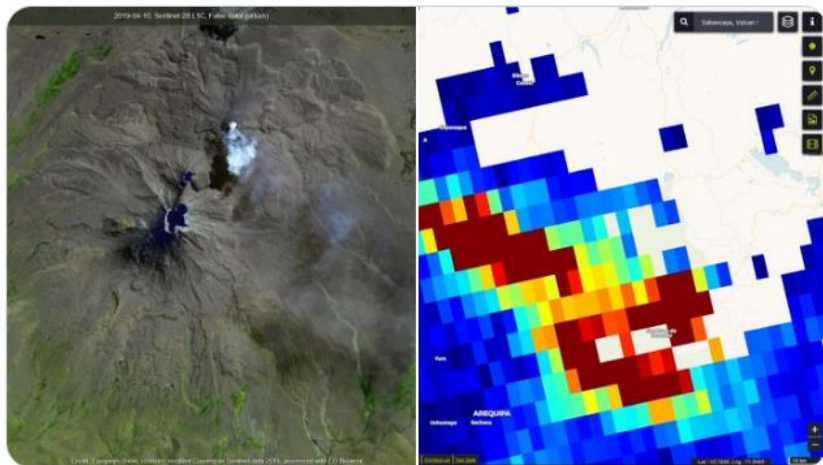
Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?

← Tweet



Mark Walters @MarkWalters_ · Apr 24, 2019

The eruption on the northern slopes of Sabancaya volcano in southern Peru as seen by the Sentinel-2 L1C satellite imagery on 10/4/19 in false color and with the extent of SO₂ emissions mapped from Sentinel 5P on the same day.
[@CopernicusEU](#) [@sentinel_hub](#)



↻ 10

♡ 21

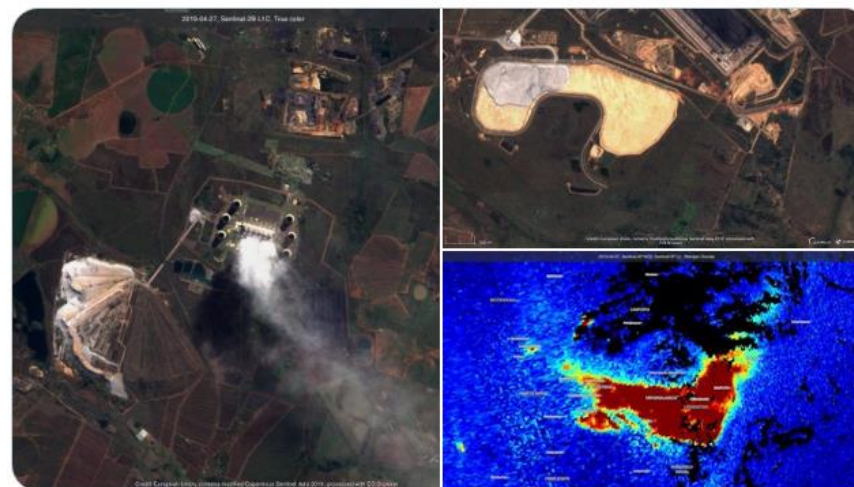


← Tweet



Copernicus EU @CopernicusEU · Apr 28, 2019

Coal-fired power plants in the Mpumalanga province of South Africa have a serious impact on [#AirQuality](#) and affect water resources Kendal and Kusile power stations as seen by [#Sentinel2](#)
 Nitrogen dioxide levels measured by [#Sentinel5P](#)



EU in SA and 9 others

↻ 1

↻ 32

♡ 44



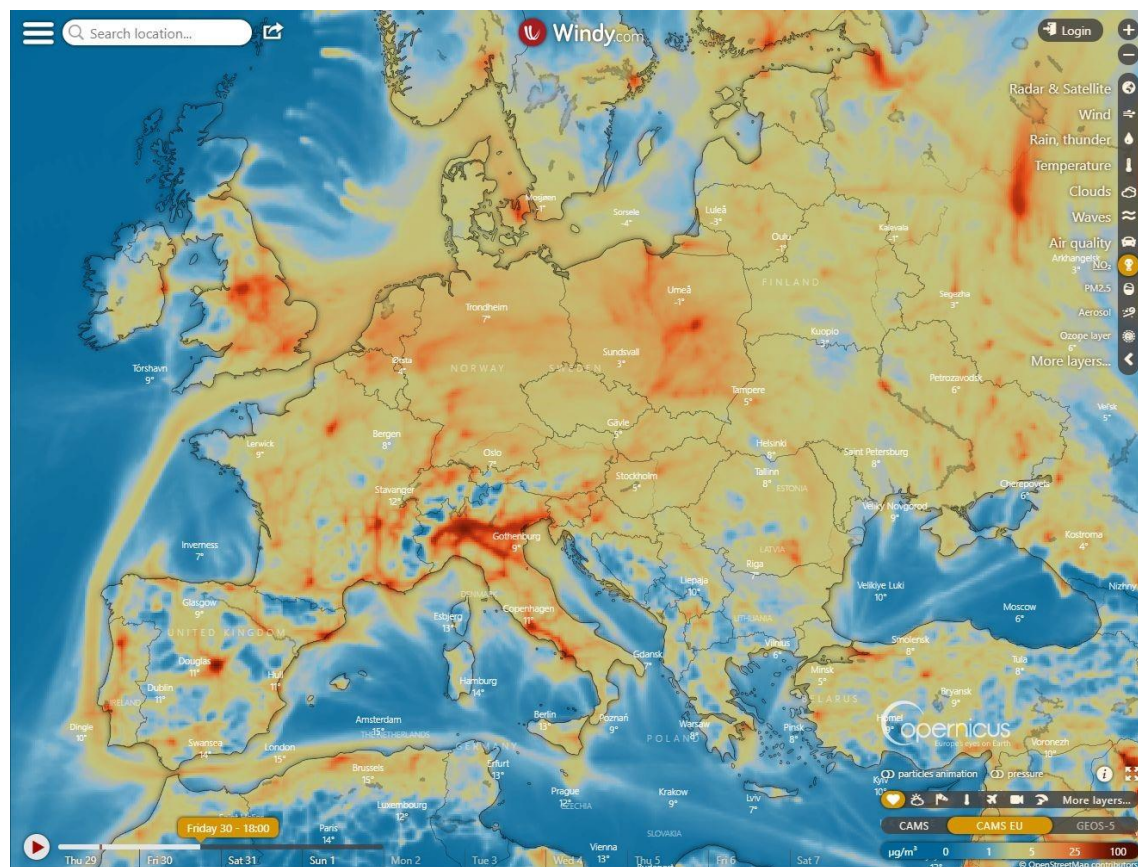
Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?



Mount Pinatubo

erupce 15. 6. 1991 byla jedna z největších během 20. století. Během této erupce se dostalo až **20 megatun SO_2** do spodní stratosféry a je odhadováno, že vlivem této erupce byla v několika následujících letech nižší globální teplota přibližně o **0,5 °C**. (viz např. Self et al. ,1999)

Proč monitorovat ovzduší pomocí družic?



Benefity družicových měření:

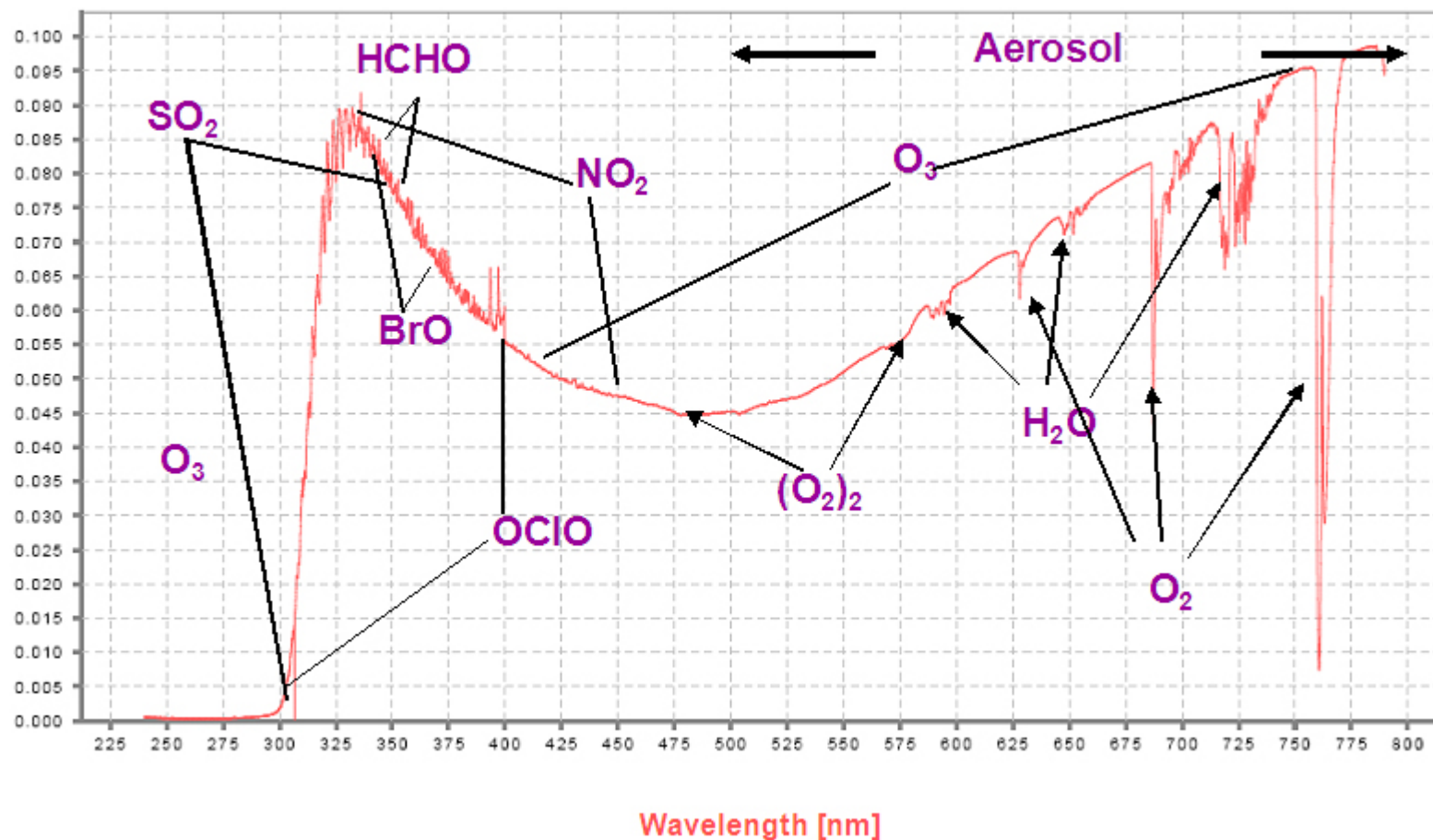
- globální perspektiva (např. při monitorování různých druhů emisí)
- kontinuita měření
- potenciál pro numerické modelování

Zdroj: [Windy.com](https://www.windy.com)

Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?

Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?

GOME-2 main channel transmittance



Zdroj: EUMETSAT

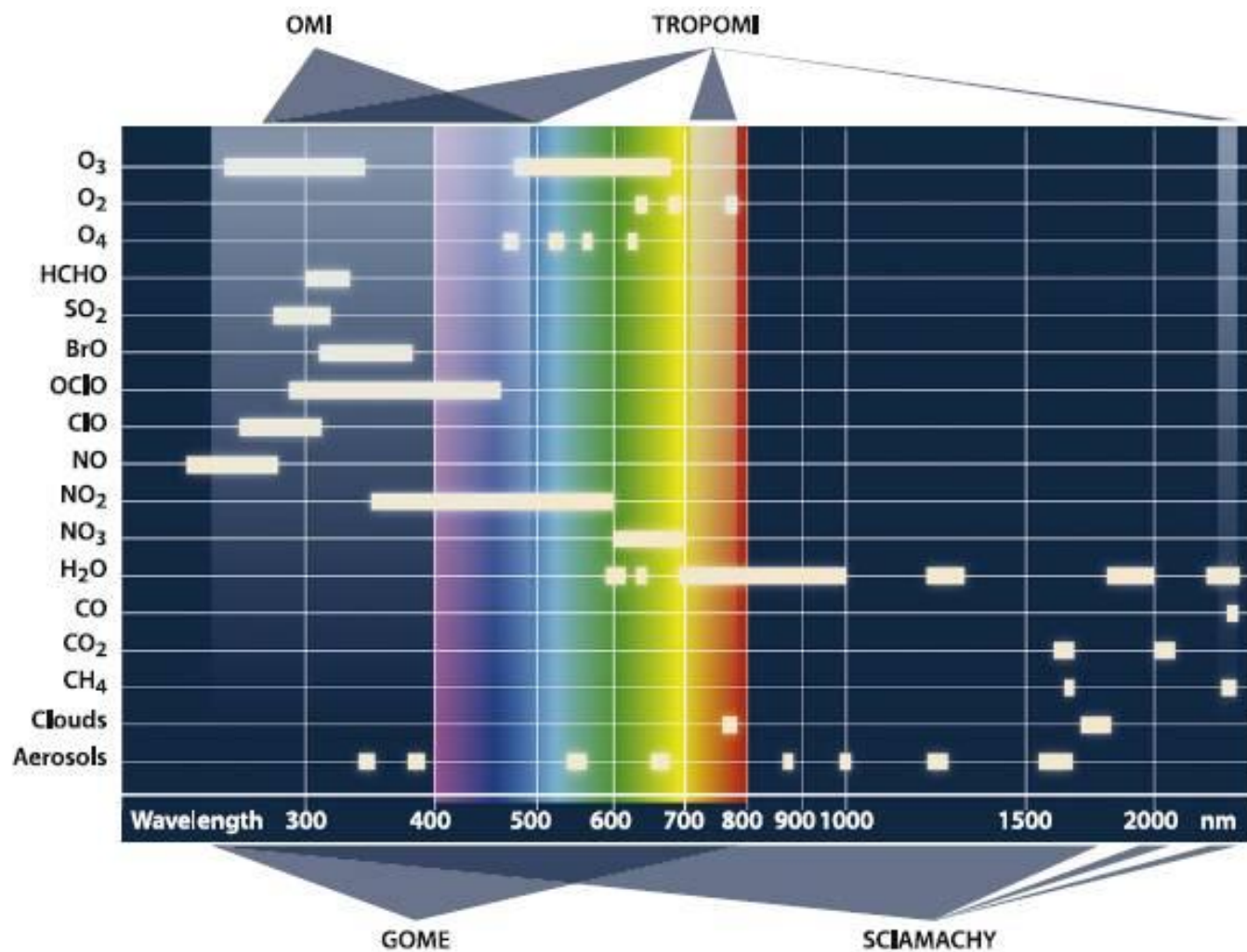
Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?

Instrument	Skenování	Spektrální rozlišení	Prostorové rozlišení (km x km)	Šířka záběru (km)	Čas přeletu	Aktivní
GOME	Whisk-broom (scanning)	UV-VIS-NIR (240-790 nm)	320 × 40	960	10:30 místního času	1995-2011
GOME-2	Whisk-broom (scanning)	UV-VIS-NIR (240-790 nm)	80 × 40	1920	9:30 místního času	2006-doposud
SCIAMACHY	Whisk-broom (scanning)	UV to SWIR (240-2400 nm)	30 × 215	1000	10:00 místního času	2002-2012
OMI	Push-broom (staring)	UV-VIS (270-500 nm)	13 × 24	2600	13:30 místního času	2004-doposud
TROPOMI	Push-broom (staring)	UV-VIS-NIR-SWIR (270 – 2385 nm)	7 × 7	2600	13:30 místního času	2017-doposud
SENTINEL-4	Push-Broom (scanning)	UV-VIS-NIR (305- 775 nm)	8 × 8	NA	geostacionární	plánováno 2021
SENTINEL-5	Push-broom (staring)	UV-VIS-NIR-SWIR (270 – 2385 nm)	7 × 7	2670	9:30 místního času	plánováno 2021

Sentinel 5 a Sentinel 5P (Precursor) využívají to nejlepší ze svých předchůdců kombinací velkého rozsahu vlnových délek (i když s určitými mezerami), kde pásmo SWIR umožňuje detekci molekul jako CH₄ a CO.

Zdroj: colgs.czechspaceportal.cz

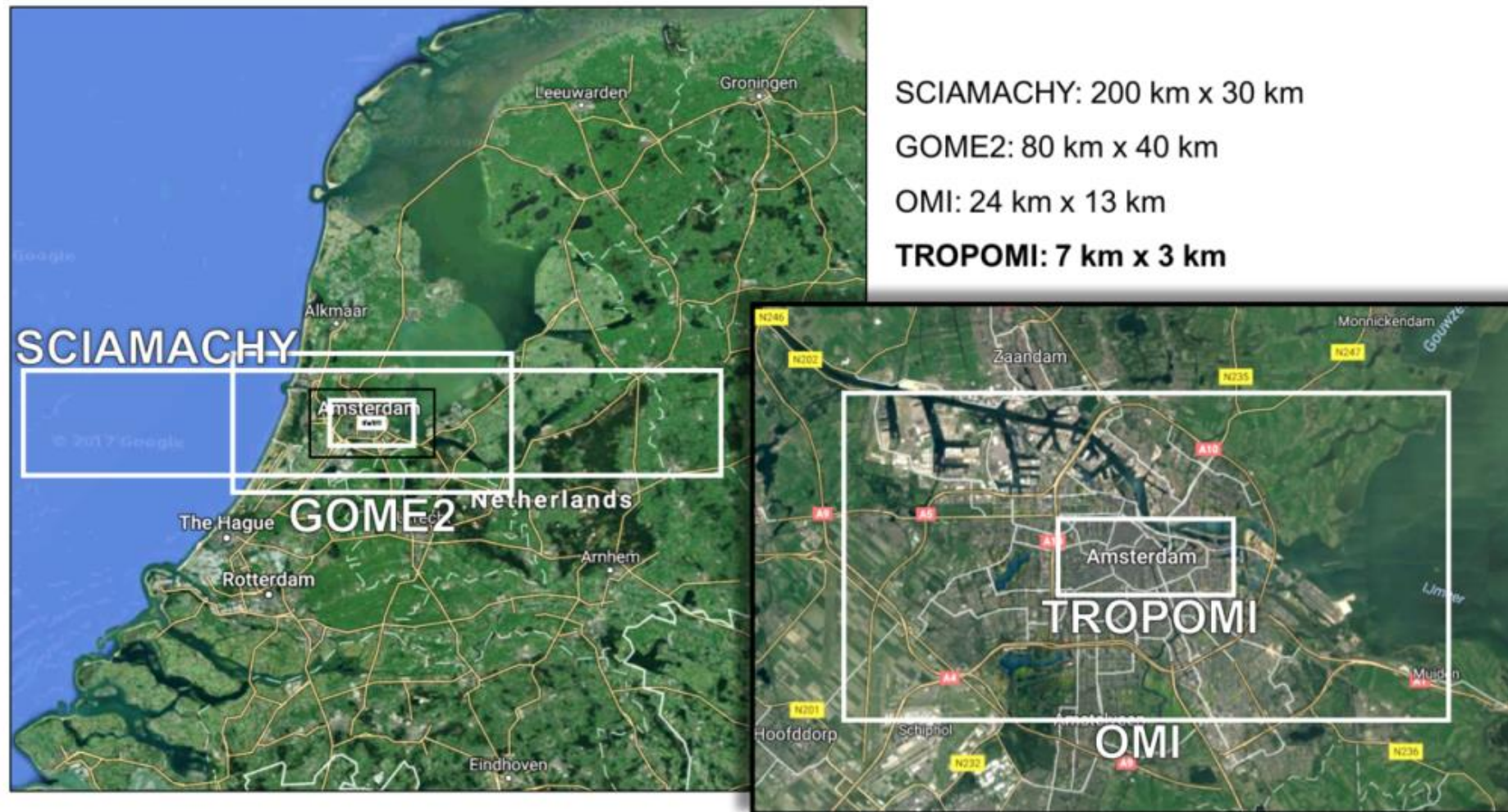
Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?



Výhody TROPOMI:

- větší spektrální rozsah
- lepší poměr signál šum
- lepší detekce oblačnosti
- lepší rozlišení

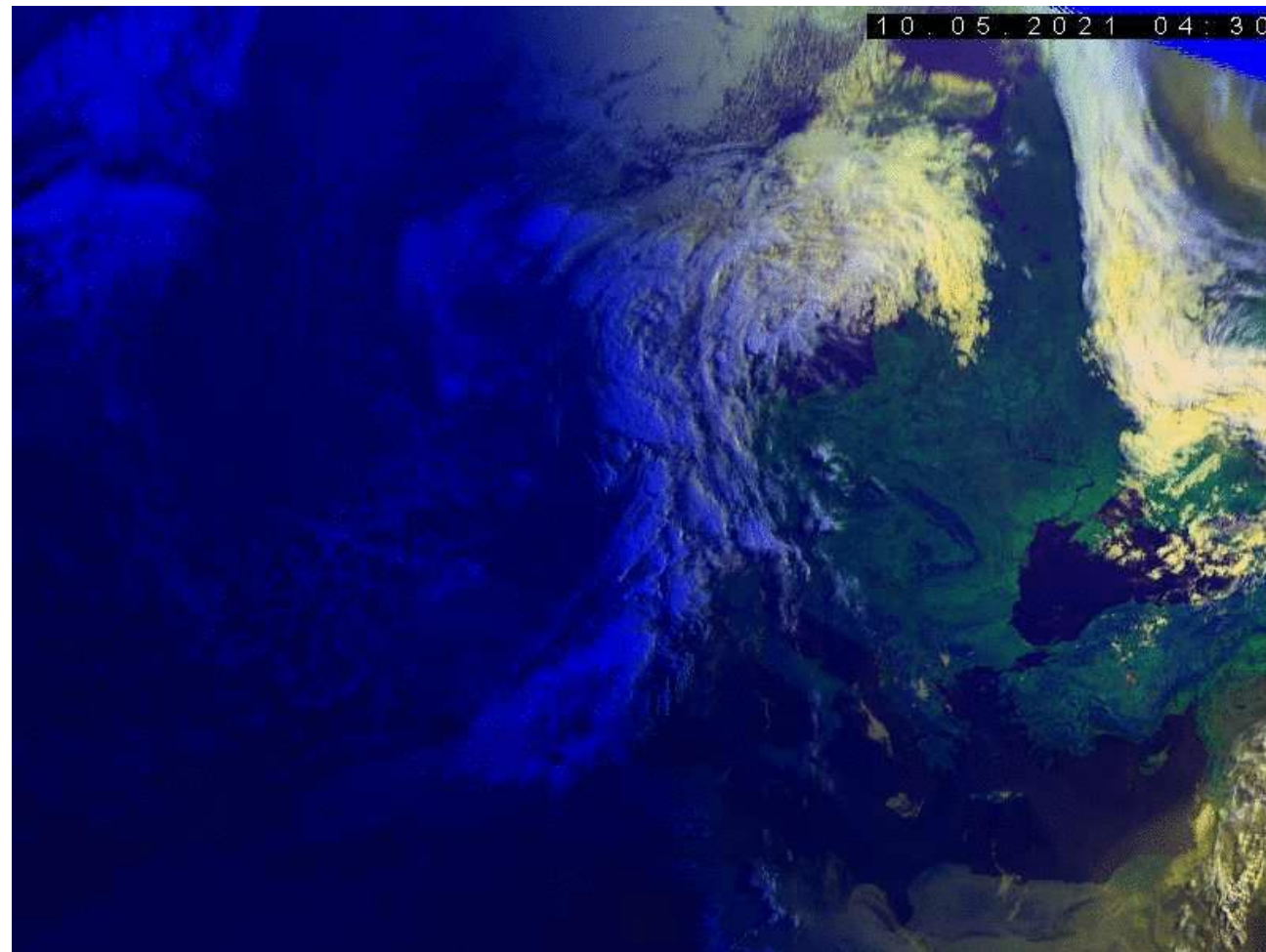
Jak se družice k monitorování ovzduší využívají?



Družicové monitorování ozonu.

Běžné úkoly a data využívané na OD ČHMÚ

- zpracování družicových dat pro podporu met. předpovědi
- nejčastěji jsou využívány imagery [SEVIRI](#), [AVHRR](#) na družicích organizace [EUMETSAT](#) [MSG](#) a [Metop](#).



Proč jsme se začali zabývat družicovým měřením ozonu?

- spektroskopická měření celkového ozonu v atmosféře v **Solární a ozonové observatoři v Hradci Králové** od roce **1961**
- radiosondážní ozonová měření na **aerologické stanici ČHMÚ v Praze-Libuši** od roku **1979**
 - korekce měření

O jaký ozon jde?

Není ozon jako ozon

Často slyšíme o ozonové díře a nutnosti jejího zacelení, proto může být informace o nebezpečí v důsledku vysokých koncentrací ozonu matoucí. Jak to tedy skutečně s ozonem je?

Stratosférický ozon

Když mluvíme o tzv. **ozonové díře**, máme na mysli ozon stratosférický, který tvoří tzv. **ozonovou vrstvu** ve výšce přibližně 10 až 50 km nad zemským povrchem. Pro život na Zemi je tato vrstva velmi důležitá. Působí jako přirozený filtr, který pohlcuje škodlivou složku UV záření o vlnové délce 280 až 320 nm (tzv. UV-B záření).

Přestože je UV-B záření pohlcováno například také oblaky, prachem či atmosférickými aerosoly, je přítomnost a koncentrace ozonu ve stratosféře nesmírně **důležitá**. Narušení ozonové vrstvy vede ke změnám jak regionálního, tak globálního klimatu s možnými vážnými následky na organizmy (nádory, oční zákal, poruchy imunitního systému, narušení vodních ekosystémů atd.).



Troposférický ozon

Na rozdíl od stratosférického ozonu je troposférický (přízemní) ozon považován za **látku znečišťující ovzduší**. Jedná se o tzv. **sekundární polutant** – nemá významný přímý zdroj, ale vzniká až komplexními sekundárními **fotochemickými reakcemi** v ovzduší, především pak reakcemi oxidů dusíku (NO_x) a těkavých organických látek (VOC). Velký význam však mají také meteorologické podmínky. Obecně platí, že koncentrace přízemního ozonu narůstají s rostoucí teplotou a intenzitou slunečního (UV) záření. Celkově zastupuje přízemní ozon přibližně 10 % celkového ozonu v zemské atmosféře, zbylých 90 % připadá na ozon stratosférický.

Zvýšené koncentrace přízemního ozonu mají nežádoucí účinky na zdraví i vegetaci. Mohou způsobovat různá onemocnění dýchací soustavy a mají silně dráždivé účinky na oční spojivky. Pozor by si měly dávat především osoby s chronickými obstrukčními onemocněními a astmatem a malé děti.

Vysoké koncentrace přízemního ozonu tedy mohou být důvodem k vyhlášení smogové situace. Někdy se takovéto smogové situace říká také **letní smog** – to souvisí s faktem, že takové stavy nastávají výhradně v letním období.

Český
hydrometeorologický
ústav



stratosférický vs. troposférický ozon

Shrnující článek na blogu
[ČHMÚ Brno](#) [Není ozon jako ozon.](#)

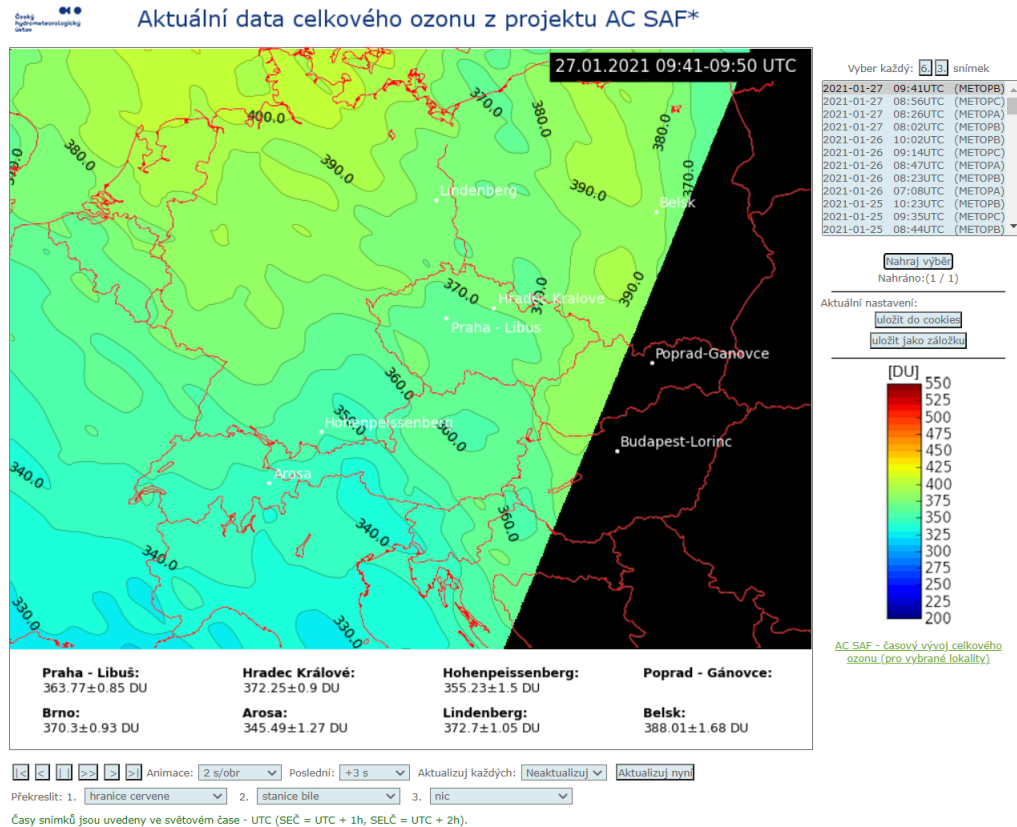
Zdroj: ČHMÚ



Družicové monitorování ozonu na ČHMÚ

- Na **družicové oddělení ČHMÚ v Praze-Libuši** jsme od **2014** začali zpracovávat produkty tzv. **Atmospheric Composition SAFu (AC SAF)** zaměřené na celkový sloupec ozonu, která jsou distribuována pomocí **EUMETCastu** a jsou počítána na základě měření přístroje **GOME-2** na družicích **Metop-A, B a C**.
- Nepřímé měření v části spektra 325 - 335 nm, ze kterých jsou pomocí radičního modelu dopočítány hodnoty celkového ozonu.
- Rozlišení pro data z METOP-A je 40x40 km a z METOP-B a C je 80x40 km.
- Zjištěna velmi dobrá shoda družicových a staničních měření, relativní odchylka překročila 5% pouze ve 3% případů.
- Od roku 2015 používáno jako pomůcka pro verifikaci ozonosondážních měření.

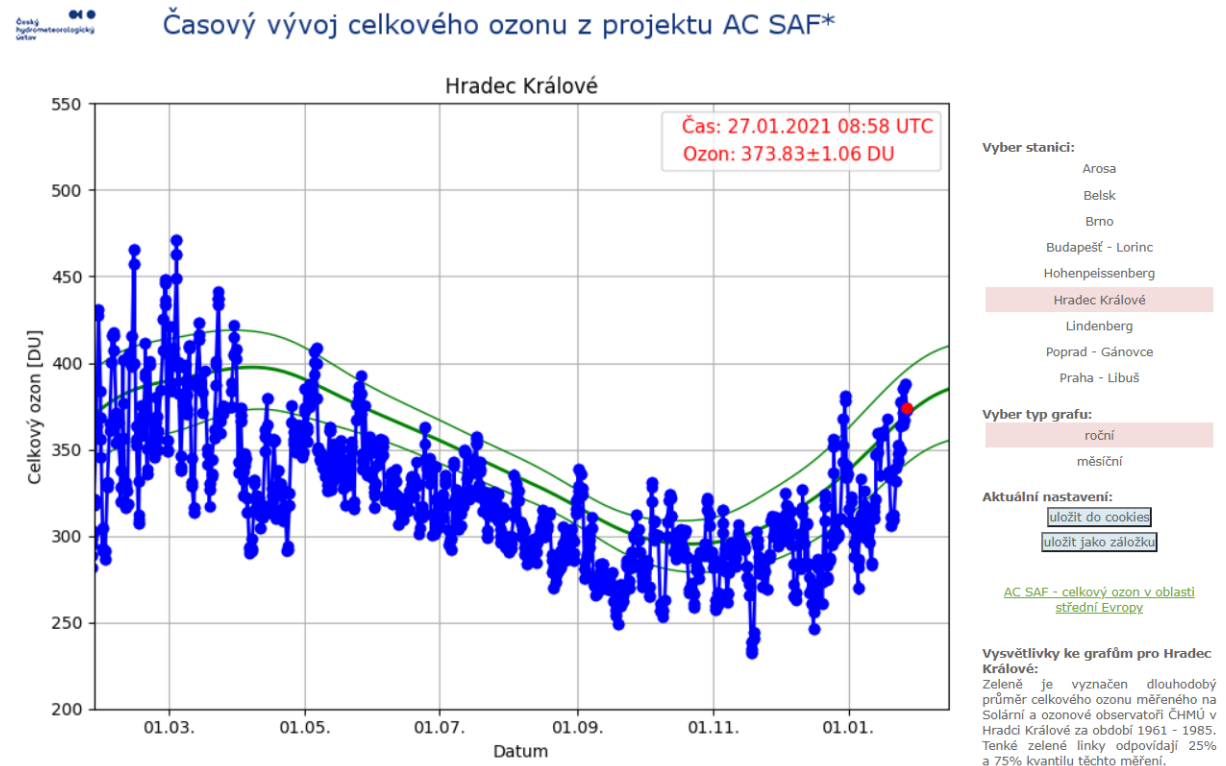
Družicové monitorování ozonu na ČHMÚ



* Projekt AC SAF (dříve nazývaný O3M SAF) je zaměřený na využití družicových dat pro sledování složení atmosféry. Je veden finskou státní meteorologickou službou (FMI). Produkty AC SAF jsou založené na datech z přístroje GOME2 (Global Ozone Monitoring Experiment-2), který je umístěn na družicích Metop. Více informací o projektu AC SAF lze nalézt na [oficiálních internetových stránkách](#).

(c) 2016-2017 ČHMÚ & EUMETSAT | sat@chmi.cz | Zde zveřejňované produkty jsou generovány s použitím dat z projektu AC SAF organizace EUMETSAT. Tyto produkty podléhají [licenčním podmínkám EUMETSATu](#). Na vše ostatní se vztahuje: [CC BY-NC-ND](#) uvedené dílo podléhá licenci [Creative Commons Uveďte autora-Neužívejte dílo komerčně-Nezasahujte do díla 3.0 Česko](#) (plné znění licence)

Mapy celkového ozonu



* Projekt AC SAF (dříve nazývaný O3M SAF) je zaměřený na využití družicových dat pro sledování složení atmosféry. Je veden finskou státní meteorologickou službou (FMI). Produkty AC SAF jsou založené na datech z přístroje GOME2 (Global Ozone Monitoring Experiment-2), který je umístěn na družicích Metop. Více informací o projektu AC SAF lze nalézt na [oficiálních internetových stránkách](#).

(c) 2016-2017 ČHMÚ & EUMETSAT | sat@chmi.cz | Zde zveřejňované produkty jsou generovány s použitím dat z projektu AC SAF organizace EUMETSAT. Tyto produkty podléhají [licenčním podmínkám EUMETSATu](#). Na vše ostatní se vztahuje: [CC BY-NC-ND](#) uvedené dílo podléhá licenci [Creative Commons Uveďte autora-Neužívejte dílo komerčně-Nezasahujte do díla 3.0 Česko](#) (plné znění licence)

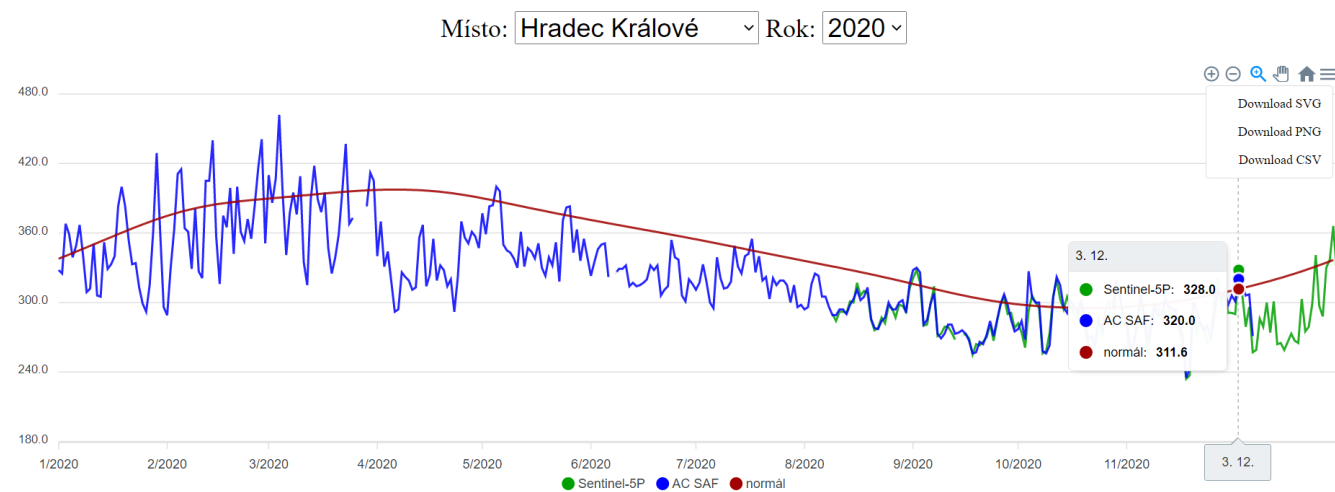
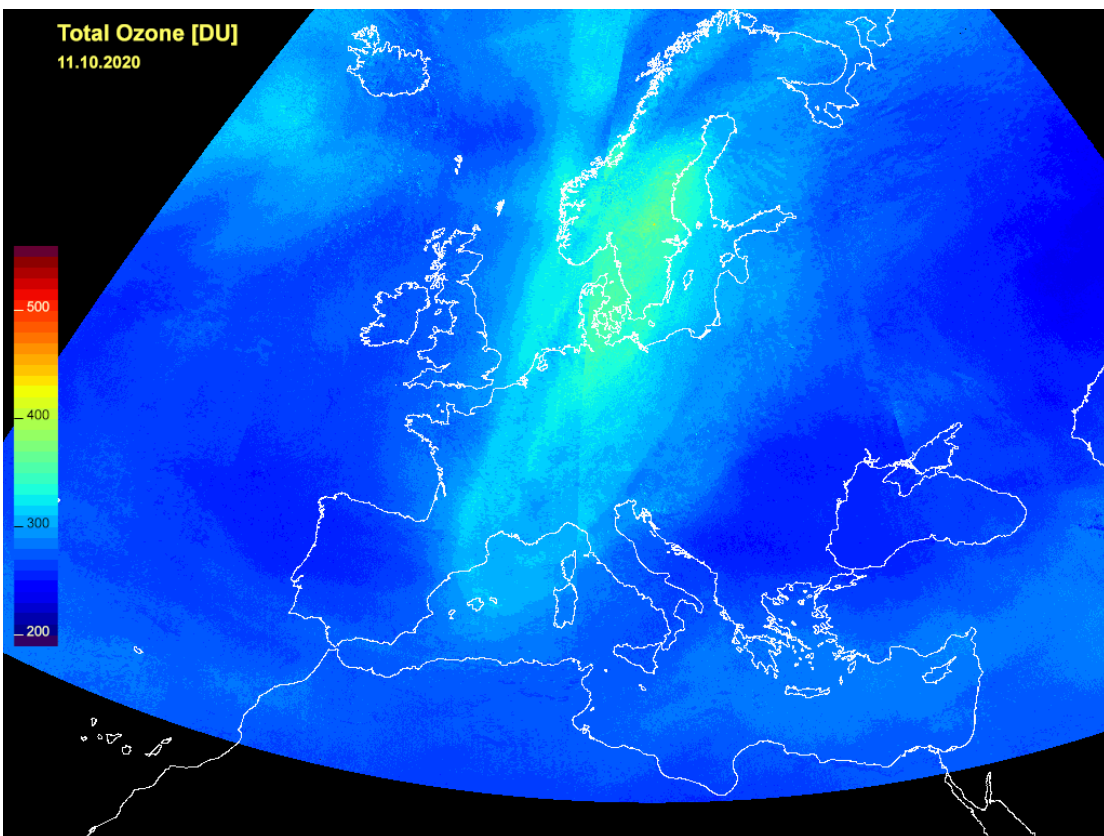
Grafy celkového ozonu

Zdroj: ČHMÚ

Družicové monitorování ozonu na ČHMÚ

- Na **družicové oddělení ČHMÚ v Praze-Libuši** jsme od **2020** začali zpracovávat Level 2 produkty **NRTI total vertical column** zaměřené na celkový sloupec ozonu z **Sentinel-5P Pre-Operations Data Hub** a jsou počítána na základě měření přístroje **TROPOMI** na družici **Sentinel 5P**.
- Algoritmus pro výpočet je velmi podobný jako pro data z přístroje **GOME-2**.
- Rozlišení je po **6. 8. 2019** **5,5x3,5 km**.
- I pro tato data byla zjištěna velmi dobrá shoda družicových a staničních měření.
- Chtěli bychom těmito daty doplnit již operativní data z AC SAF.
- Chtěli bychom otestovat produkt ozonových profilů (mohl by se využít k výpočtu **rezidua ozonu - nad 25 hPa není jiný zdroj dat**).

Družicové monitorování ozonu na ČHMÚ



Zdroj: ČHMÚ

Odkazy na jupyter notebooky

[JupyterHub/Lab](#) v rámci kurzů EUMETSATu např. [zde](#)

[JupyterHub/Lab](#) v rámci kurzů na Wekeo

[<< Index](#) [<< 324 - Metop-A/B GOME-2 time-series analysis](#) [326 - Sentinel-5P TROPOMI time-series analysis >>](#)

30 - CASE STUDIES - AIR POLLUTION

PREREQUISITES

The following 20 - DATA DISCOVERY module is a prerequisite:

- [241 - Sentinel-5P TROPOMI - Carbon Monoxide - Level 2 - Load and browse](#)

It is recommended to go through the module before you start with this module.

3 2 5 Sentinel-5P TROPOMI Tropospheric NO₂ anomaly maps



Děkuji za pozornost

Jindřich Štáška

✉ jindrich.stastka@chmi.cz