World from Space s.r.o.

SATELITNÍ ANALÝZA PLZEŇSKÉHO OVZDUŠÍ 1-6/2019

V červenci 2019 připravili Simona Bočková, Roman Bohovic a Jan Labohý.

HLAVNÍ ZJIŠTĚNÍ

NEJVĚTŠÍ PROBLÉM

NO2

Hlavní znečišťující látkou sledovatelnou z vesmíru je v Plzni oxid dusičitý (NO2). V rámci kraje i celé České republiky patří Plzeň k oblastem nejvíce ohroženým vyššími koncentracemi NO2. Hlavními zdroji jsou pravděpodobně automobilová doprava a spalování uhlí ve výtopnách a místních topeništích. Nejohroženějším územím je centrum města a okolí komunikací vedoucí směrem k dálnici D5.

RELATIVNÍ STAV OVZDUŠÍ

DOBRÝ

Z hlediska koncentrací oxidu siřičitého (SO2) a oxidu uhelnatého (CO) patří Plzeňsko v rámci ČR k průměrným oblastem, což je vzhledem k průmyslovému charakteru města relativně dobrý výsledek.

CHYBÍ SATELITNÍ IMISNÍ

LIMITY

Satelitní monitoring je vhodným nástrojem doplňující pozemní měření znečištění ovzduší o prostorový rozměr. Kvůli absenci stanovených limitů pro tento typ měření z něj však nelze jednoduše identifikovat nebezpečné hodnoty.

OBSAH

02 **HLAVNÍ ZJIŠTĚNÍ**
Shrnutí výsledků

04 **SENTINEL 5P**
O satelitu a datech

05 **ČETNOST DAT**
Množství dostupných dat

06 **IN SITU**
Pozemní měření

07 **NO2**
Oxid dusičitý

10 **SO2**
Oxid siřičitý

12 **03**
Ozon

13 **HCHO**
Formaldehyd

14 **CO**
Oxid uhelnatý

15 **CH4 + AEROSOLY**
Metan a aerosoly

16 **ZÁVĚR**
Poznámky k výstupům

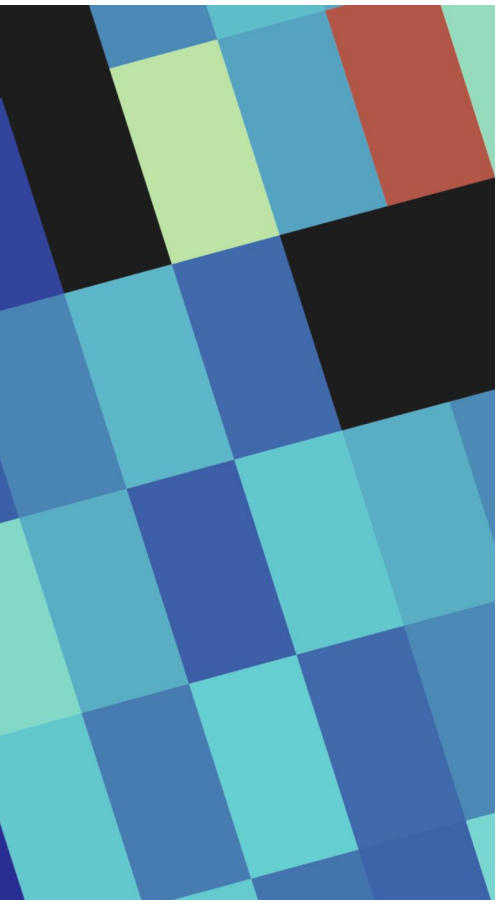
17 **DALŠÍ SPOLUPRÁCE**
Možné navazující projekty

Jako hlavní datový zdroj byl využit satelit Sentinel 5P. Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), který je hlavním orgánem měřící znečištění ovzduší, bohužel nemá otevřenou datovou politiku. K datům z pozemních měření se tak obtížně dostává.

V rámci správné terminologie je na začátek třeba vyjasnit pojmy **emise a imise**. Znečišťování neboli emise je vypouštění škodlivin do ovzduší. Naopak znečištění neboli imise jsou škodliviny rozptýlené v ovzduší. **Satelitní monitoring jako takový je nástrojem měřícím imise, tedy množství škodlivin v ovzduší.**

SENTINEL 5P

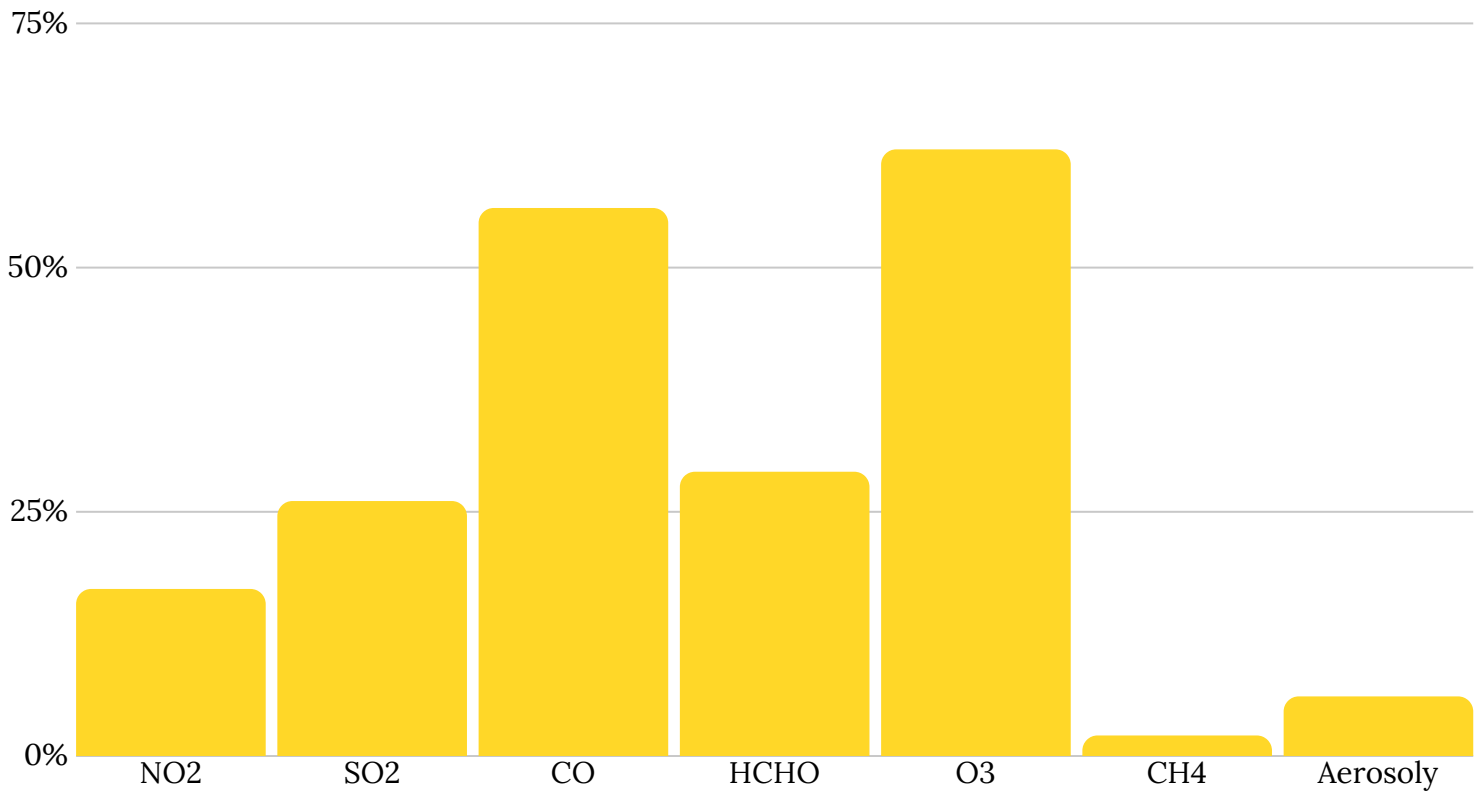
Satelit byl vypuštěn v říjnu 2017, aby celosvětově mapoval znečištění ovzduší. Na jeho palubě se nachází přístroj TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument), který detekuje množství vybraných atmosférických plynů.
Oproti předchozím satelitům umožňuje až 10x přesnější zobrazování znečištění.
Sentinel 5P je součástí systému Copernicus, který provozuje ve spolupráci Evropská komise a Evropská kosmická agentura (European Space Agency, ESA). V rámci programu Copernicus je garantován plný a otevřený přístup k datům a informacím.



DATA

Sentinel měří koncentrace látek znečišťujících ovzduší a typ oblačnost. Každé místo na Zemi snímá **jednou za den** a jeho **prostorové rozlišení je 7 x 3,5 km**.
Satelit měří sluneční světlo, které je rozptýleno zpět do vesmíru zemským povrchem a atmosférou. Detekuje přitom známky plynů v různých částech světelného spektra. Zaměřuje se na ultrafialové a viditelné (270-500 nm), blízké infračervené (675-775 nm) a krátkovlnné infračervené (2305-2385 nm) spektrální pásma.
Výsledné hodnoty koncentrací jsou v molech na metr čtvereční (mol/m2), neboť satelit měří koncentraci znečištění v celém atmosférickém sloupci. Při pozemním měření (např. ČHMÚ) se však využívá jiné jednotky - mikrogramů na metr krychlový (µg/m^3), protože senzory měří pouze znečištění ve vzduchu v jednom místě.
Satelitní měření vyjadřuje jinou vlastnost než měření pozemní a obě měření se navzájem doplňují.
Červená barva v mapách satelitního znečištění tak nutně neznamená nebezpečnou koncentraci, ale pouze její relativně vysoký výskyt.

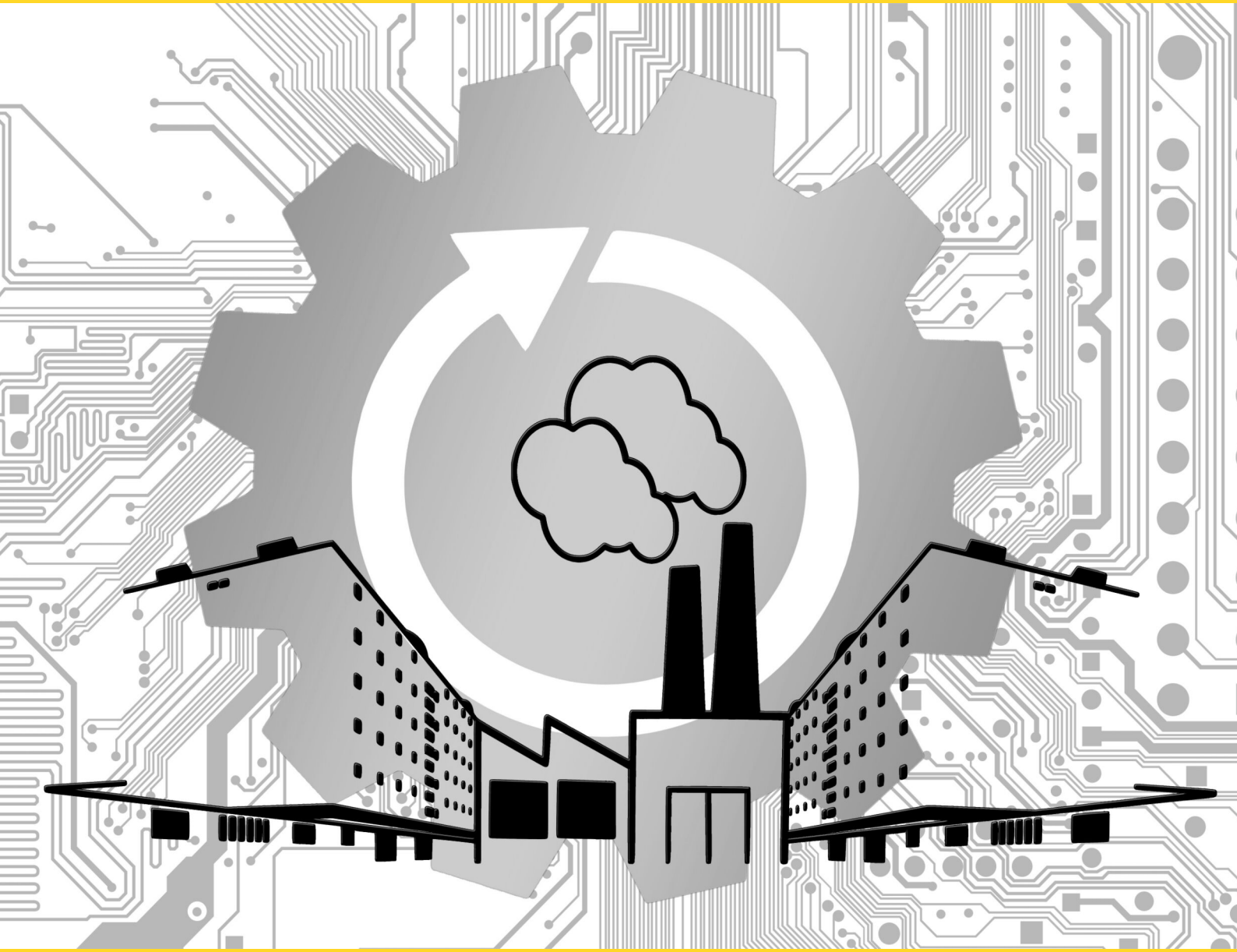
ČETNOST SATELITNÍCH DAT



Satelit Sentinel 5P snímá každé místo na zemi každý den. Četnost dat je závislá zejména na aktuálních atmosférických podmínkách a na kvalitě zpracování dat. Graf vyjadřuje v kolika procentech dní byla k dané škodlivině dostupná data pro Plzeň.

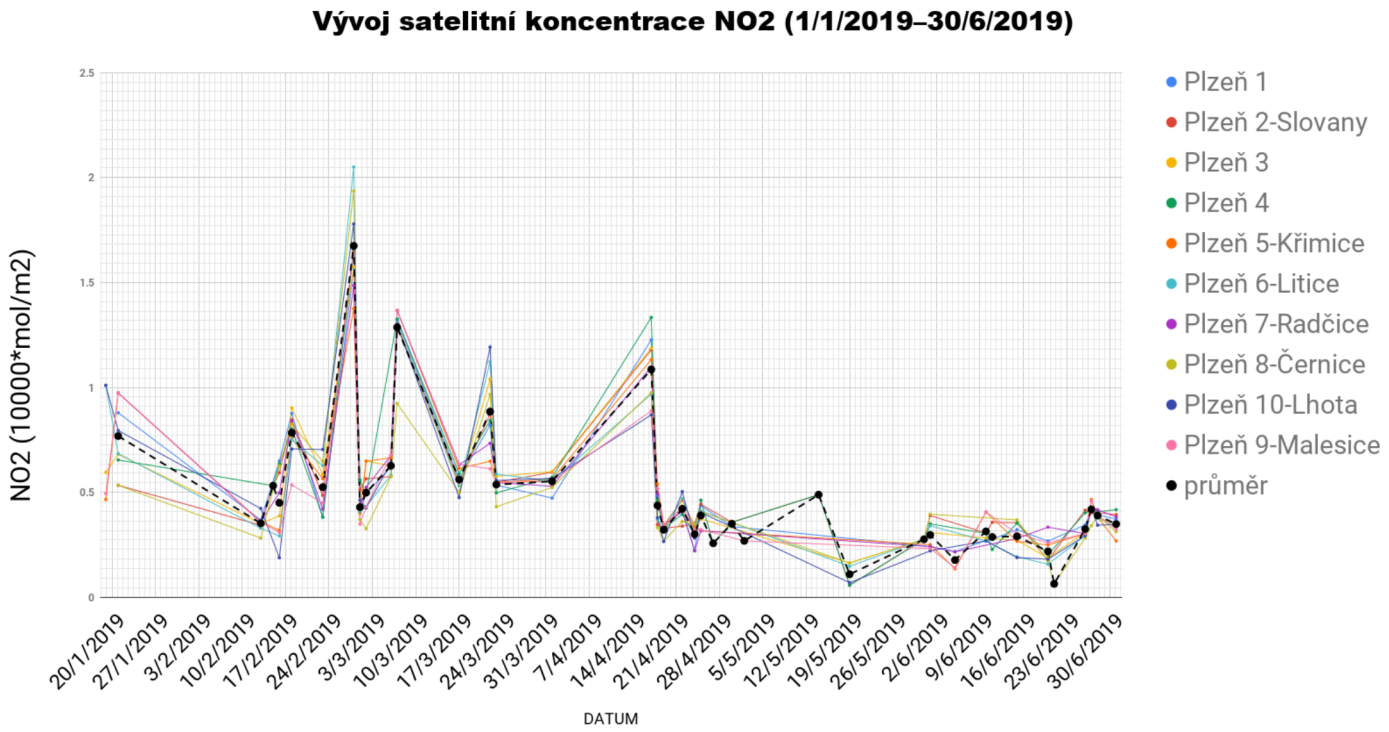
Dostupnost dat je důležitou proměnnou pro smysluplnost celého monitoringu. Kde je dat málo, vzrůstá pravděpodobnost, že výsledek nebude relevantní. Četnost satelitních dat o znečištění ovzdušší je řádově vyšší než četnost dat ze satelitů v optickém spektru (Sentinel 2). Vzhledem k vysoké proměnlivosti situace se znečištěním ovzduší je však dat ve skutečnosti relativně méně. U některých prvků tak není v místním měřítku měření relevantní. Nižší množství dat lze částečně kompenzovat analýzou delší časové řady. Ta však není z důvodu stáří satelitu prozatím k dispozici. Množství dostupných dat je tak v současné době hlavním limitujícím faktorem satelitního monitoringu ovzduší.

POROVNÁNÍ S IN SITU



Termínem "in situ" označujeme data, která jsou měřena přímo v místě, ke kterému se vztahují. V oblasti imisí jsou to stanice měřící automaticky nebo manuálně koncentraci škodlivin ve vzduchu. Jedná se ve své podstatě o opak situace, kdy jsou data sbírána dálkově, např. pomocí satelitů v rámci tzv. dálkového průzkumu Země. Proto má smysl oba typy dat porovnávat.

V České republice zpracovává imisní in situ monitoring Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Ten zveřejňuje informace o aktuální situaci, přehledy a ročenky. Data z aktuálního roku ale nejsou plně dostupná. Informace o koncentracích NO2 a SO2 v první polovině roku 2019 byly získány ze stránek rozhlas.cz, zobrazující data ČHMÚ.

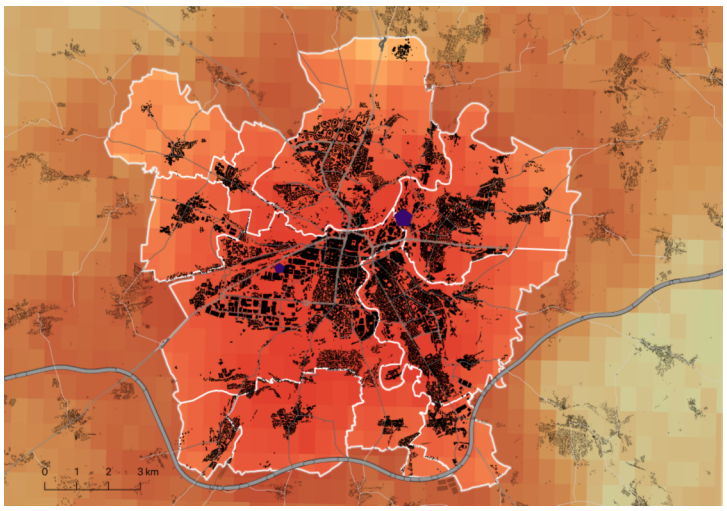


NO2

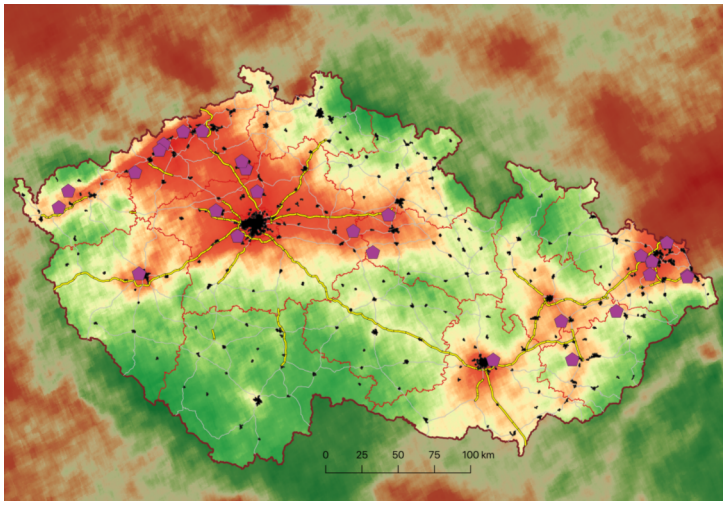
Podle dat ze satelitu patří Plzeň k místům nejvíce znečištěným oxidem dusičitým (NO2) v rámci ČR. Nejznečištěnějším územím je centrum města. Obecně vyšší koncentrace znečištění v průběhu zimy jsou nejspíše způsobeny lokálními topeništi a centrálními zdroji tepla spalujícími uhlí. V celorepublikovém měřítku je zřetelná souvislost koncentarce NO2 s dálnicemi a většími sídly.

Dálnice D5 má dopady na kvalitu ovzduší v Plzni, nejedná se ale o dopad zcela zásadní. Znečištění na severovýchodě od Plzně je nejspíš způsobeno převažujícím směrem větru, který znečištění odnáší.

Situaci v centru města by pozitivně ovlivnila změna paliva v obou plzeňských teplárnách z uhlí na zemní plyn, redukce automobilové dopravy a změna paliva lokálních topenišť či jejich napojení na centrální zdroje tepla .

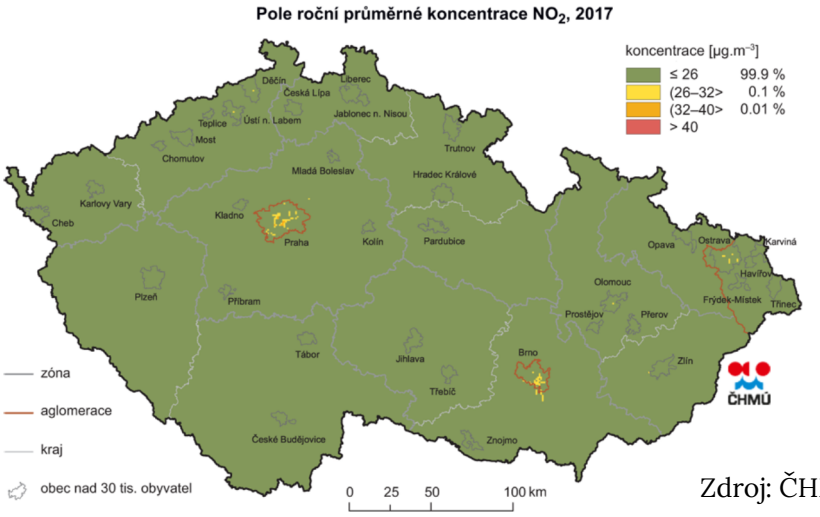


Průměrné hodnoty NO2 v Plzni 1-6/2019. Zdroj: WFS



Průměrné hodnoty NO2 v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS

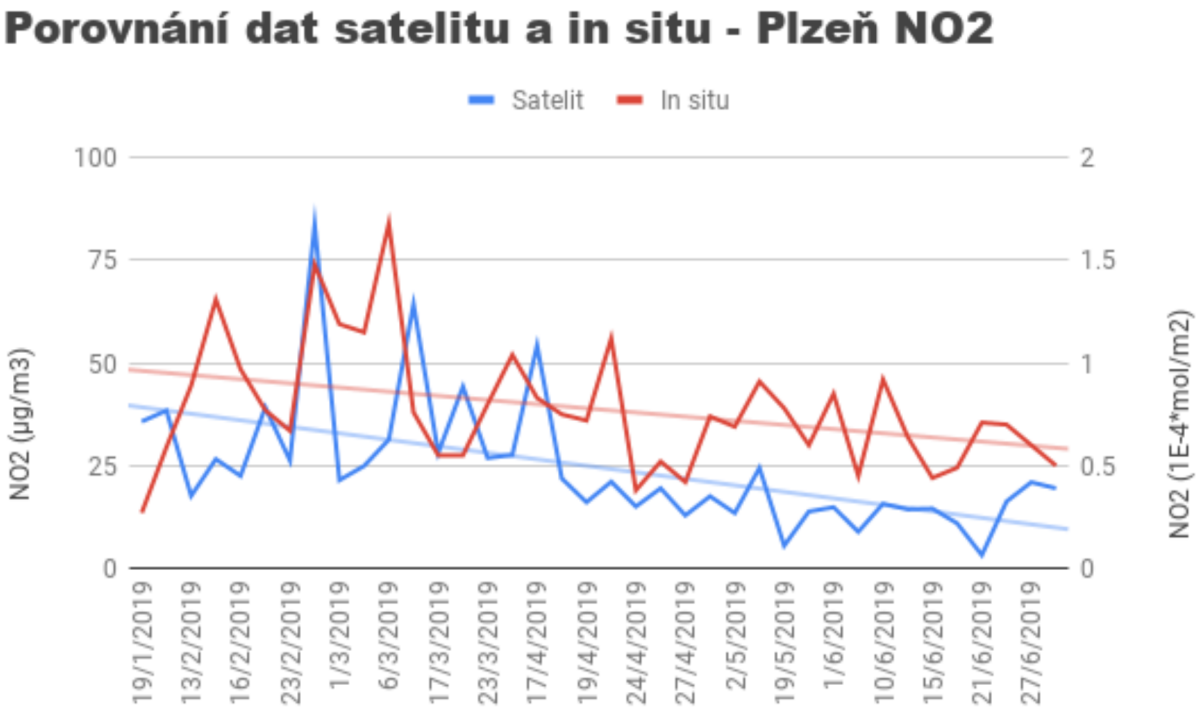
POROVNÁNÍ S IN SITU



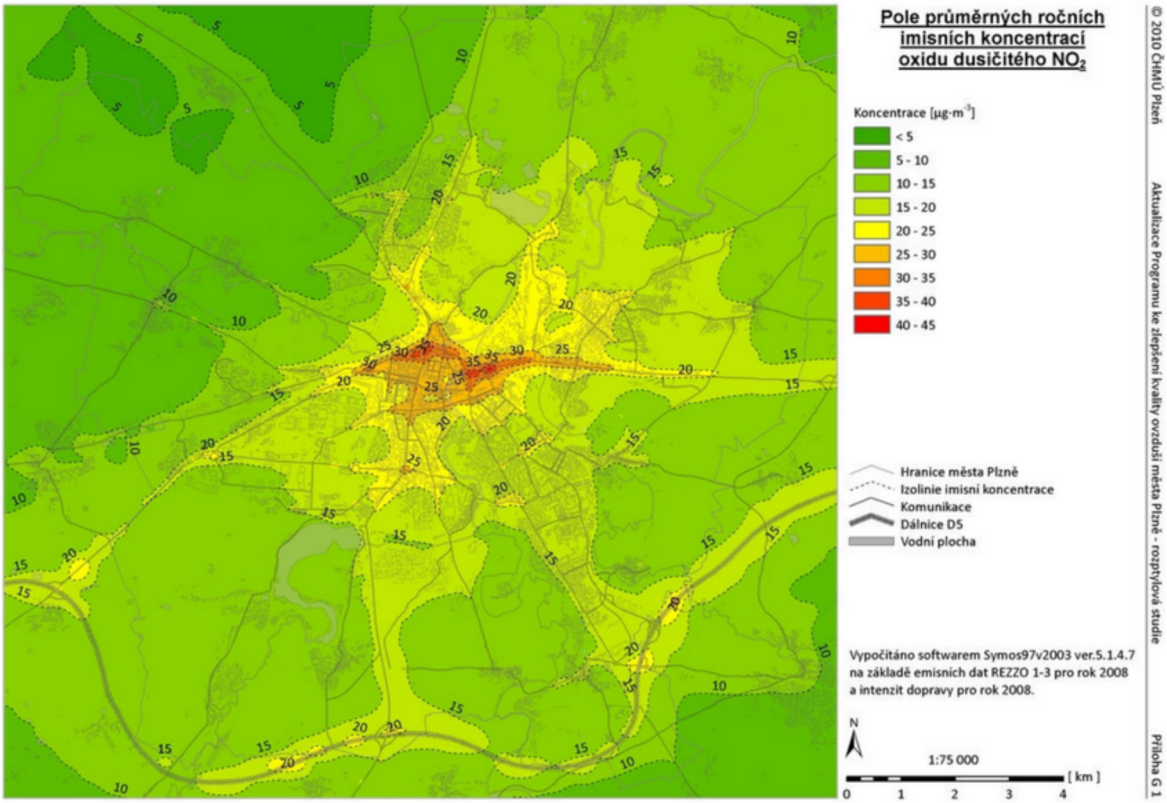
Zdroj: ČHMÚ

V souladu s výsledky ČHMÚ jsou nejohroženějšími místy v ČR Praha, Brno a Ostravsko, z dat ze satelitu je však vidět i další ohrožené území. Při porovnání hodnot ze satelitního a místního měření lze v grafu vidět zachycení stejného trendu, ovšem s jinými výkyvy.

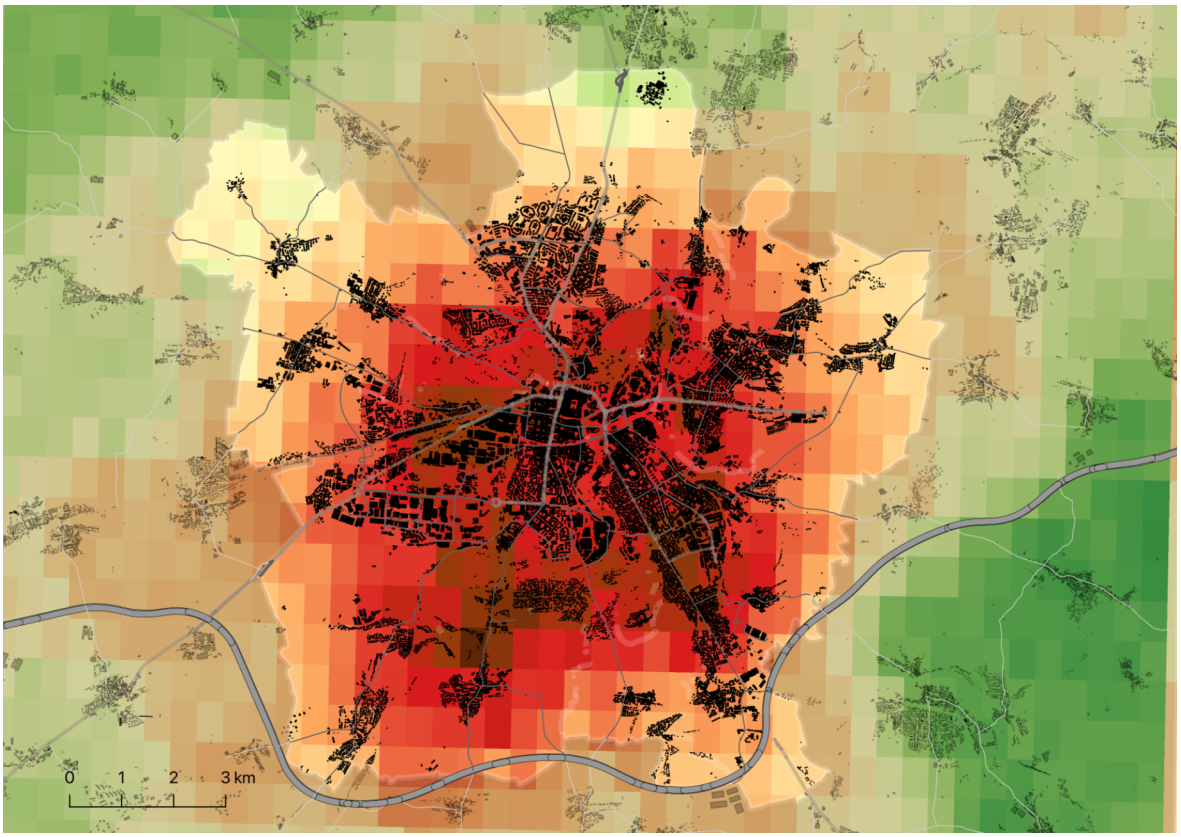
Na následující stránce můžete porovnat relativní rozlišení nejohroženějších zón v Plzni na základě modelování ČHMÚ (2011) a resamplování dlouhodobého průměru ze satelitních dat. Satelitní data ukazují, že NO2 je problémem v celém širším centru města a nejen na dopravních hotspotech.



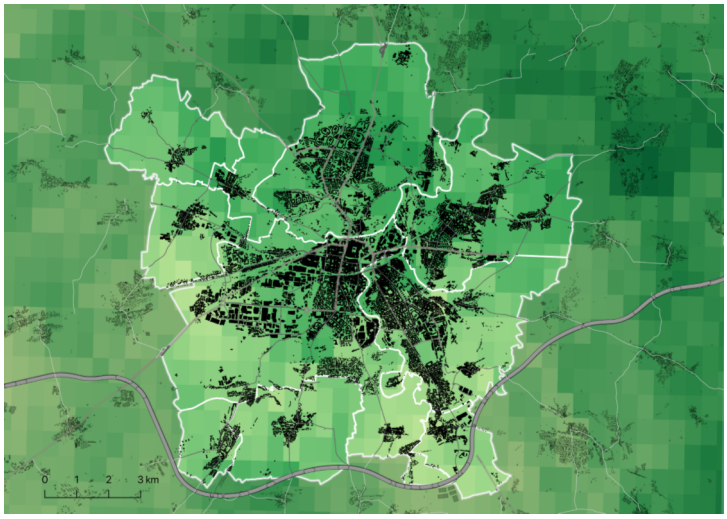
PLZEŇSKÉ ZÓNY ZNEČIŠTĚNÍ NO2



Zdroj: Rozptylová studie znečištění ovzduší města Plzně, ČHMÚ 2011



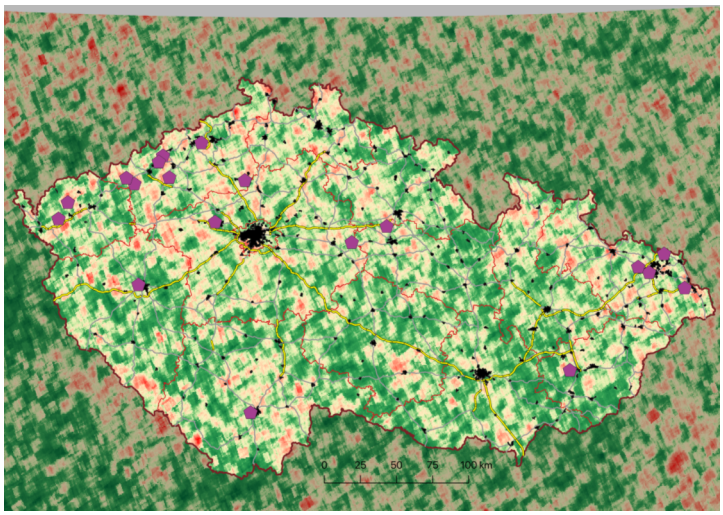
Relativní znečištění NO2 v rámci města Plzně 1-6/2019. Zdroj: WFS
Barevná škála je upravena, aby lépe zobrazila rozdíly v rámci města.



Průměrné hodnoty SO2 v Plzni 1-6/2019. Zdroj: WFS

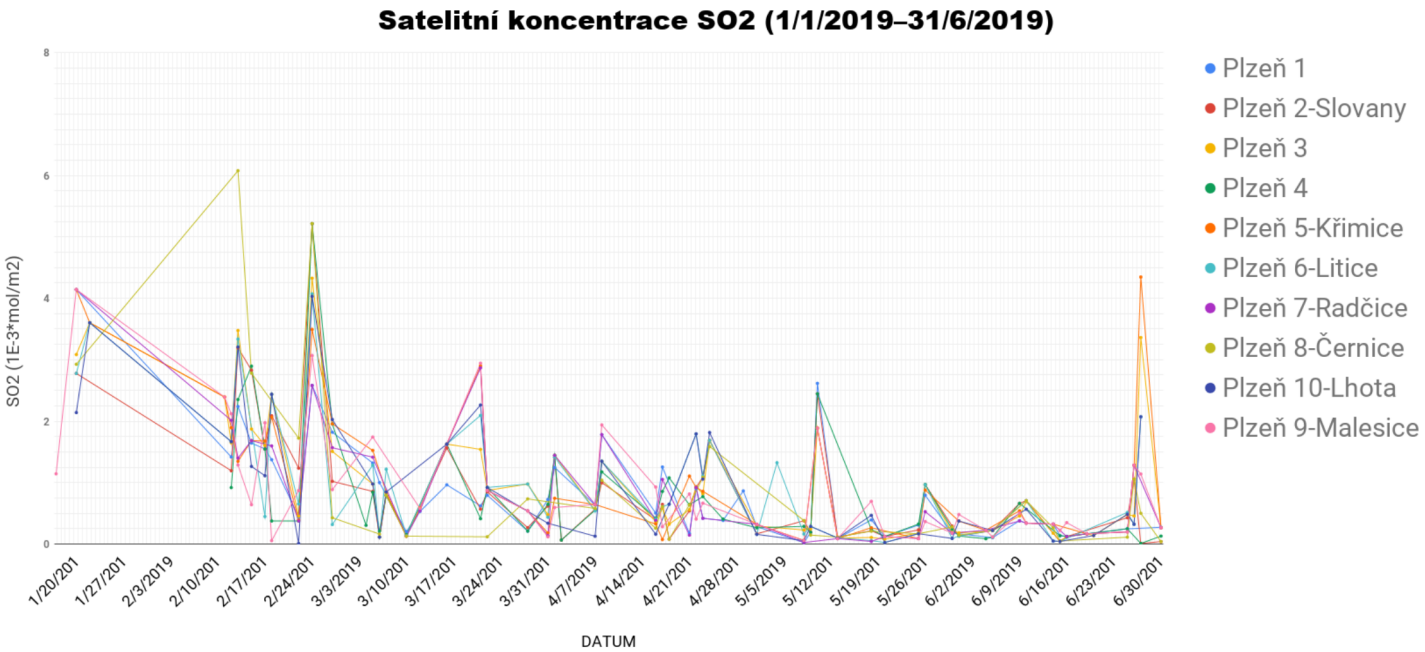
SO2

Oxid siřičitý (SO2) byl hlavním problémem znečišťování a kvality ovzduší v období před rokem 1989. V současné době není SO2 vážným problémem, ke zvýšení jeho koncentrací dochází lokálně. Hlavními zdroji SO2 jsou teplárny a elektrárny, které používají nekvalitní oleje či uhlí s vysokým obsahem síry a lokální topeniště využívající tuhá paliva.

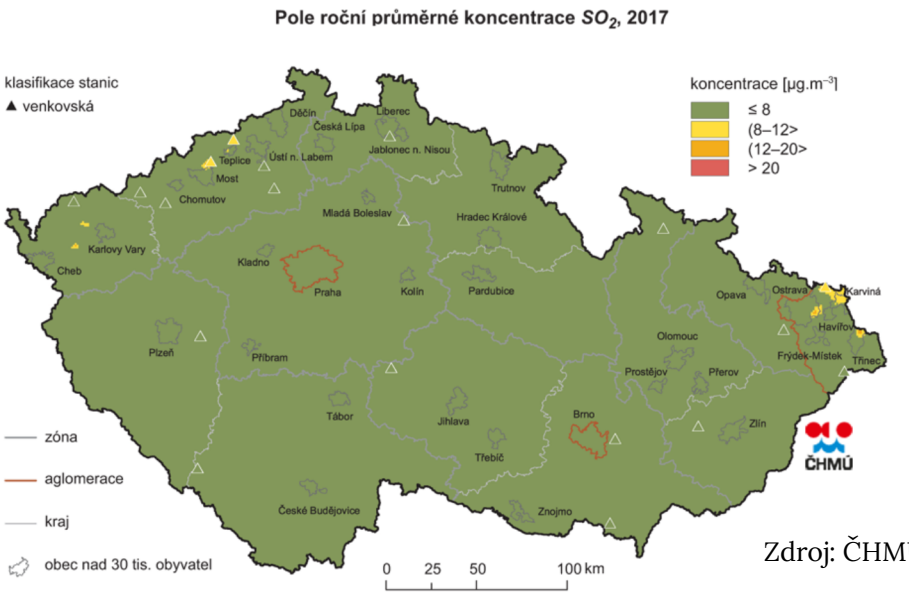


Průměrné hodnoty SO2 v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS

V rámci analýzy dat jsme u SO2 neobjevili prokazatelné souvislosti mezi bodovými zdroji, místním měřením a daty ze satelitu. Je možné, že vzhledem k nízkým koncentracím SO2 nad územím ČR je citlivost satelitu vyšší než reálná proměnlivost hodnot. V současné době tedy nejsme schopni posoudit využitelnost satelitního měření SO2.



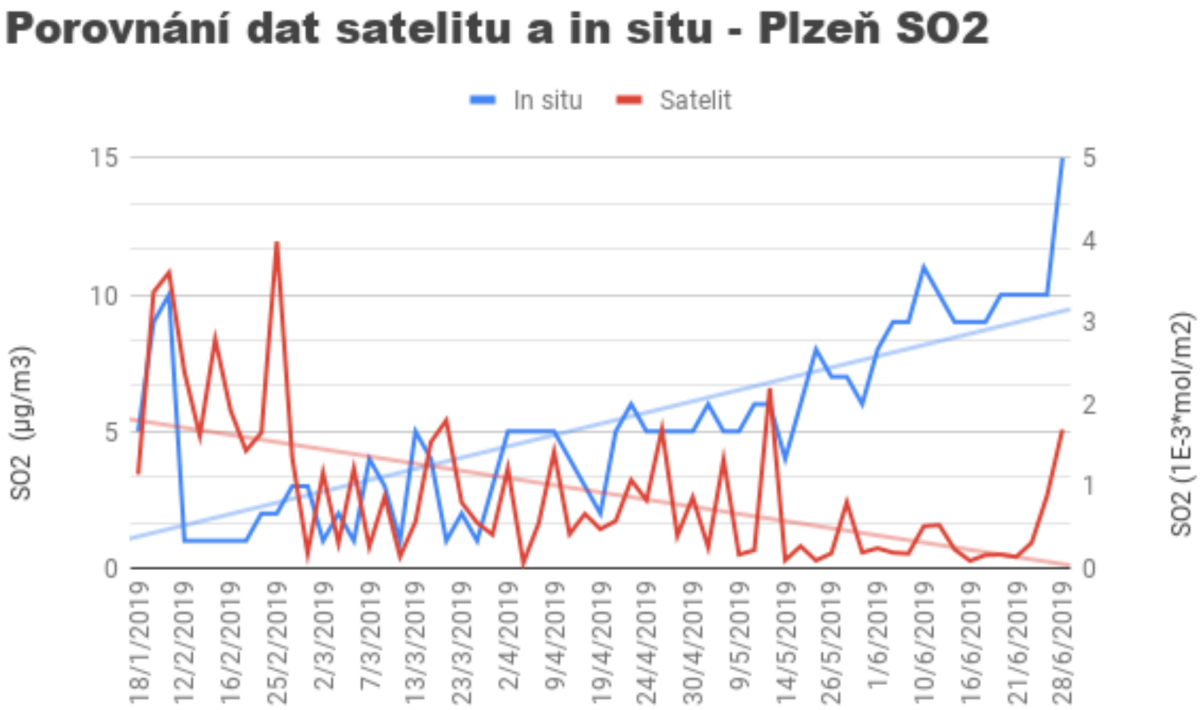
POROVNÁNÍ IN SITU



Zdroj: ČHMÚ

Data ČHMÚ na rozdíl od satelitního monitoringu určují jednoznačně nejvíce ohrožená území v ČR. Satelitní pozorování je mnohem proměnlivější. Při porovnání dat naměřených přímo v Plzni vychází z obou datových zdrojů obrácený trend (v grafu níže).

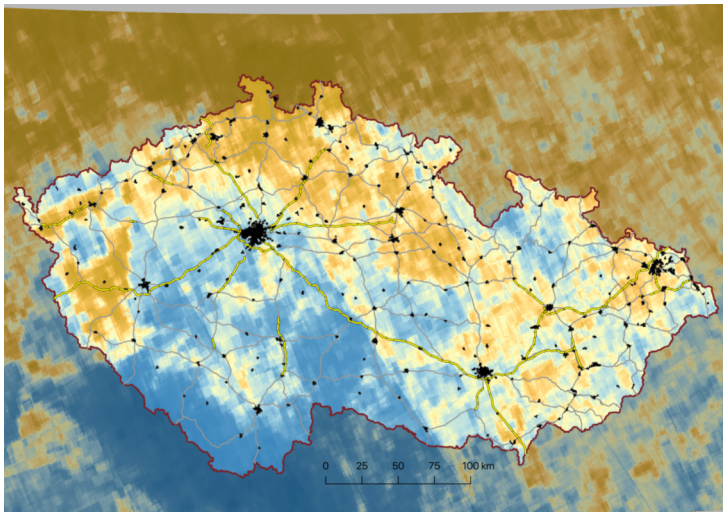
Zatímco in situ sleduje v průběhu času nárůst, satelit sleduje pokles. Zajímavou otázkou je, proč imise SO2 z pozemních dat mají během roku vzestupný trend, když k hlavním zdrojům znečištění patří vytápění. S tím by více souhlasil trend zaznamenaný satelitem.



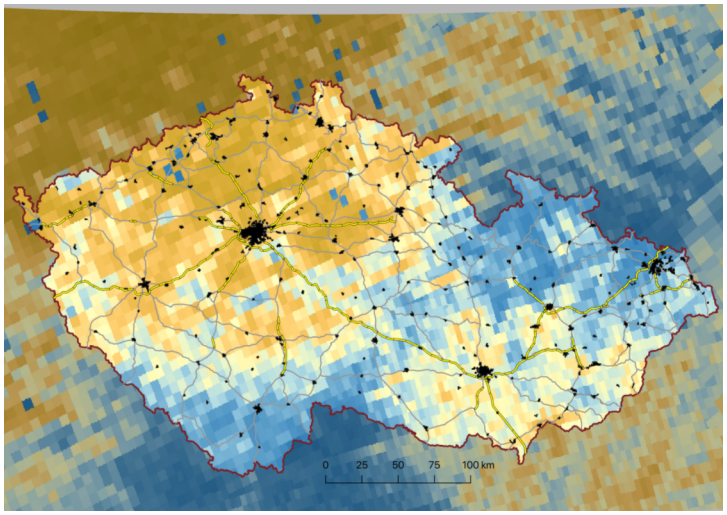
O3

Nástroj Tropomi umožňuje rozlišovat dva typy ozonu. Stratosférický ozon tvoří ozonovou vrstvu, která nás chrání před ultrafialovým zářením. Přízemní ozon je naopak škodlivý. Nemá přímý zdroj, ale vzniká druhotnými reakcemi dalších škodlivin. Za jeho prapůvodce lze v městském prostředí považovat automobilovou dopravu a uhelné elektrárny. Nebezpečný je zejména při kombinaci s vlnami vedra, které významně podporují jeho tvorbu.

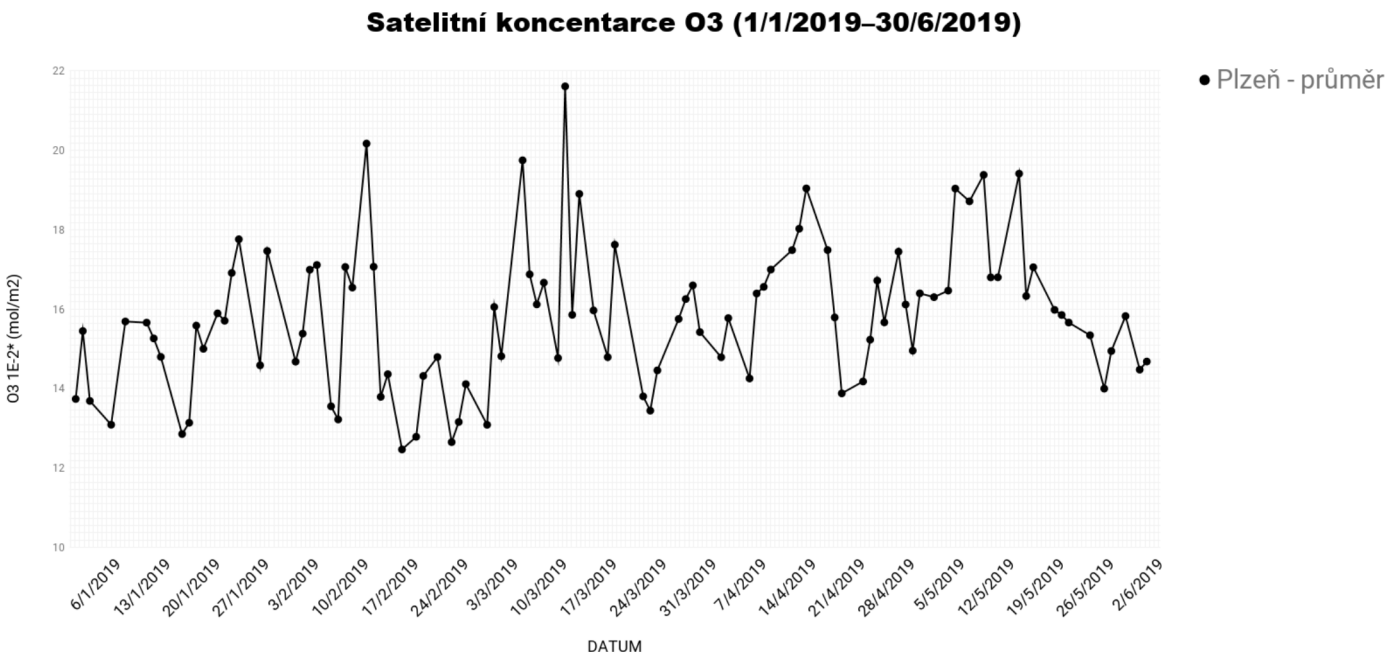
Data o přízemním ozonu jsou prozatím dostupná pouze v módu OFFLINE. Plně dostupný je v současné době tzv. “celkový sloupec ozonu”, který oba typy ozonu kombinuje a není proto samostatně využitelný pro měření znečištění ovzduší ve městě. Pro využití dat o přízemním ozonu bude třeba počkat na jejich plnou integraci.

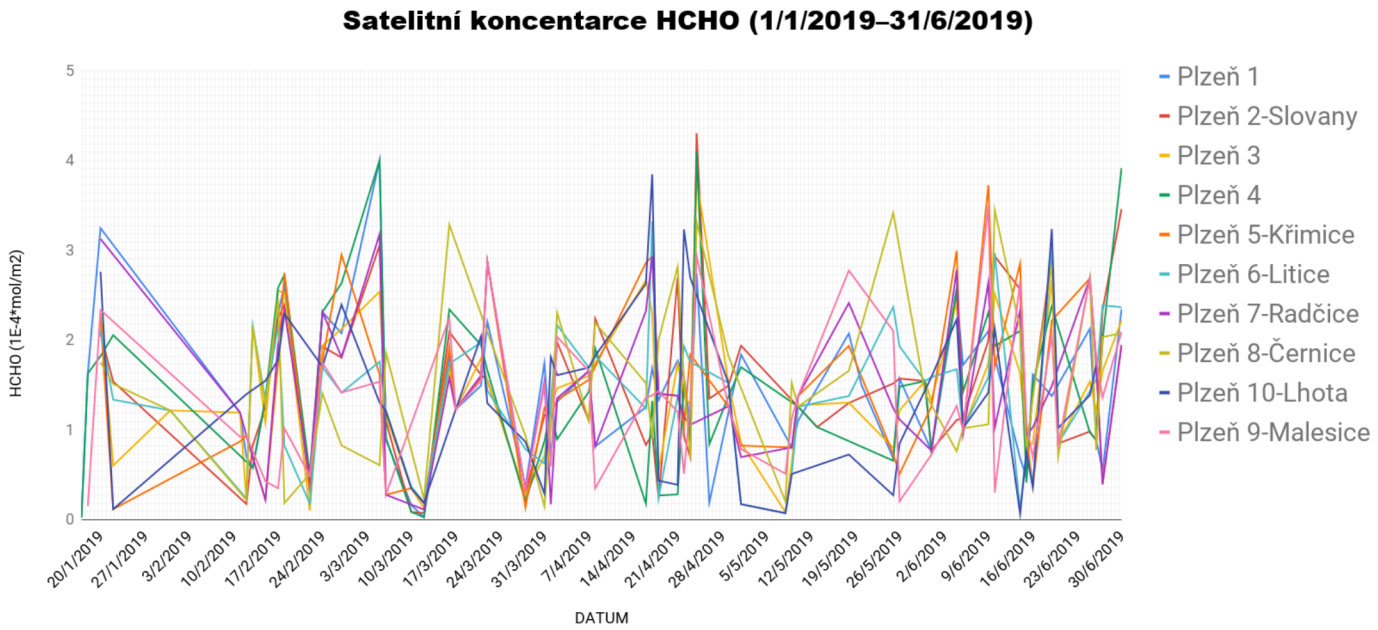


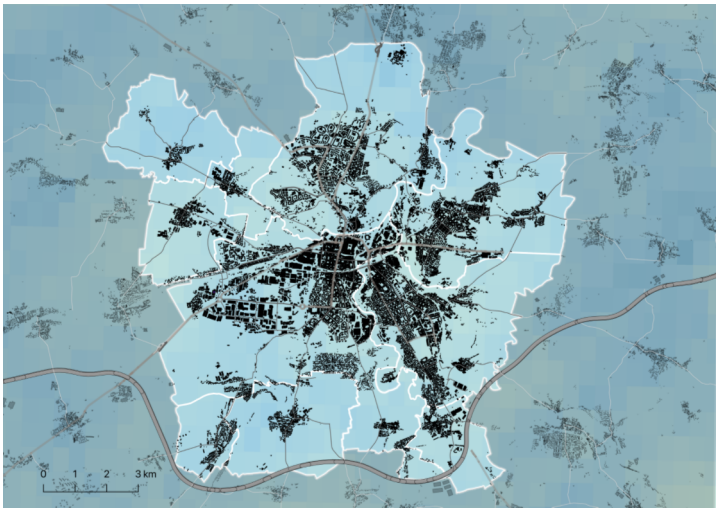
Průměrné hodnoty O3 v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS



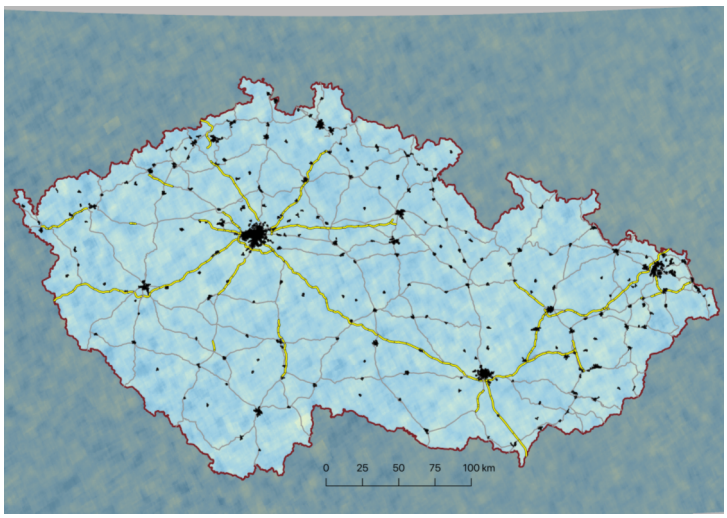
Maximální hodnoty O3 v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS







Průměrné hodnoty HCHO v Plzni 1-6/2019. Zdroj: WFS



Průměrné hodnoty HCHO v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS

HCHO

Formaldehyd vzniká podobně jako dříve popsaná znečištění při nedokonalém spalování fosilních paliv či odpadů. Mezi největší zdroje v městském prostředí patří výfukové plyny a domácí topeniště.

Do prostředí se uvolňuje také při výrobě, zpracování a skladování nebo při lesních požárech. Stejně jako jiné těkavé organické látky (VOC) reaguje s dalšími znečišťujícími látkami v ovzduší, čímž může přispívat k tvorbě přízemního ozonu a fotochemického smogu. V českém prostředí je HCHO problematický zejména ve vnitřním prostředí budov.

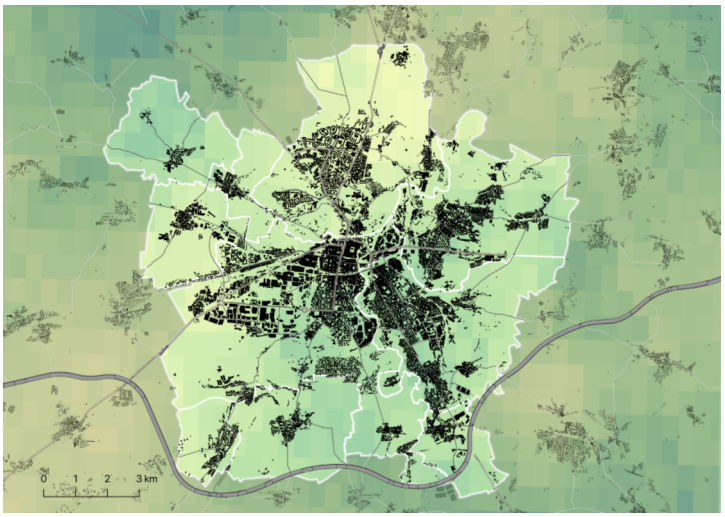
V rámci analýzy se potvrdilo, že na území Plzně, ani České republiky není žádná oblast s dlouhodobě vysokou koncentrací formaldehydu.

CO

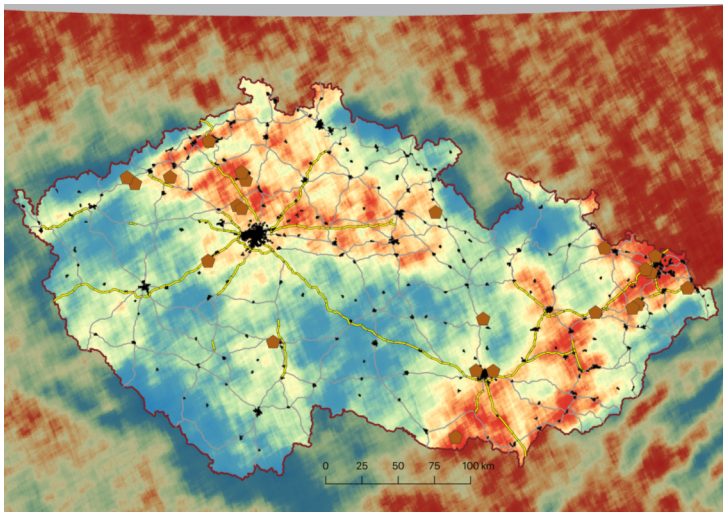
Oxid uhelnatý (CO) vzniká při nedokonalém spalování uhlíku a organických látek. V městském prostředí je vytvářen především automobily, lokálními topeništi, energetickým a metalurgickým průmyslem.

V rámci ČR jsme zaznamenali nejvyšší hodnoty v Krušných horách, Polabské nížině, na Jižní Moravě a na Ostravsku. I tato území ale nejsou významně znečištěná v porovníní s Polskem či Německem. Plzeň a její okolí vychází z analýzy jako území s průměrnými koncentracemi CO v rámci ČR. Během sledovaného období je možné sledovat trend mírného nárůstu od lenda do dubna a poklesu znečištění od dubna do června.

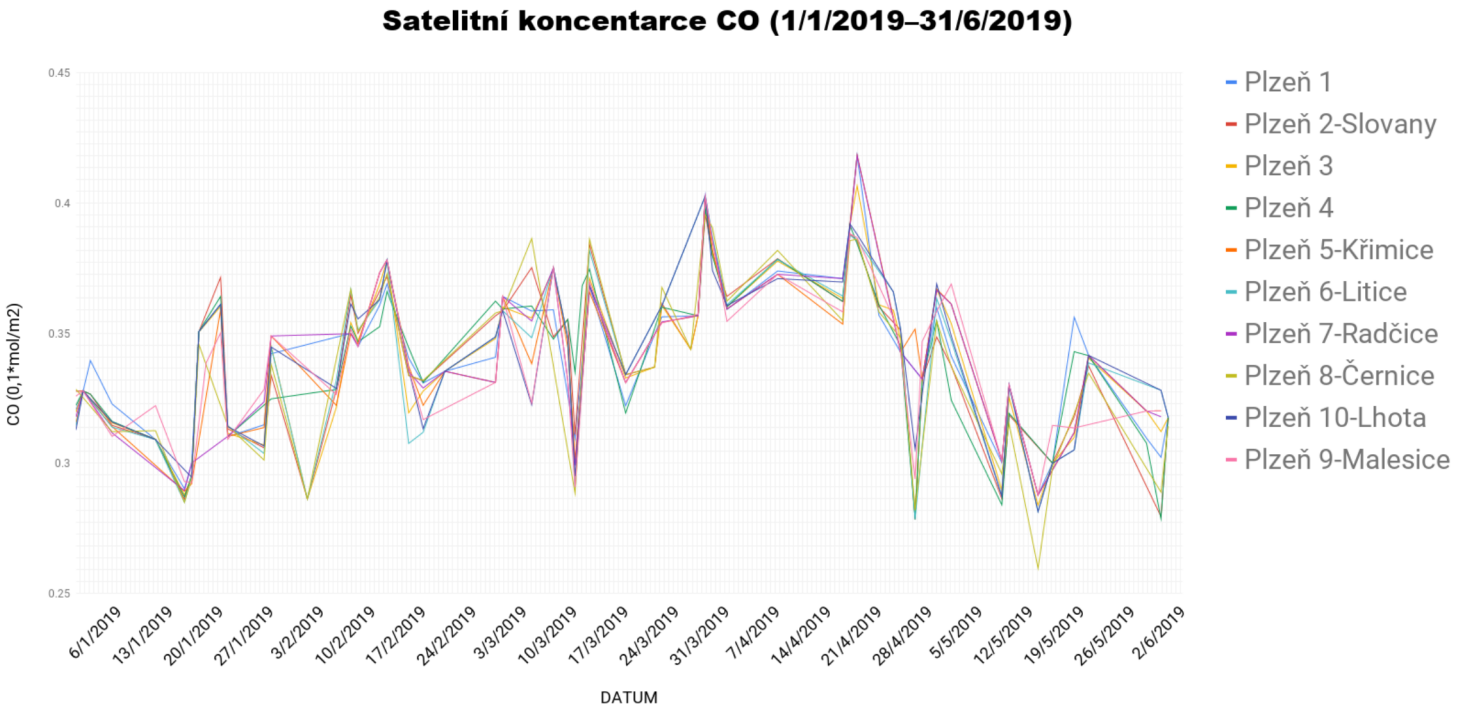
V měřítku celé ČR lze sledovat zajímavou spojitost nižších koncentrací CO nad zalesněným územím a naopak vyšší ch koncentrací nad zemědělskou krajinou.



Průměrné hodnoty CO v Plzni 1-6/2019. Zdroj: WFS



Průměrné hodnoty CO v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS



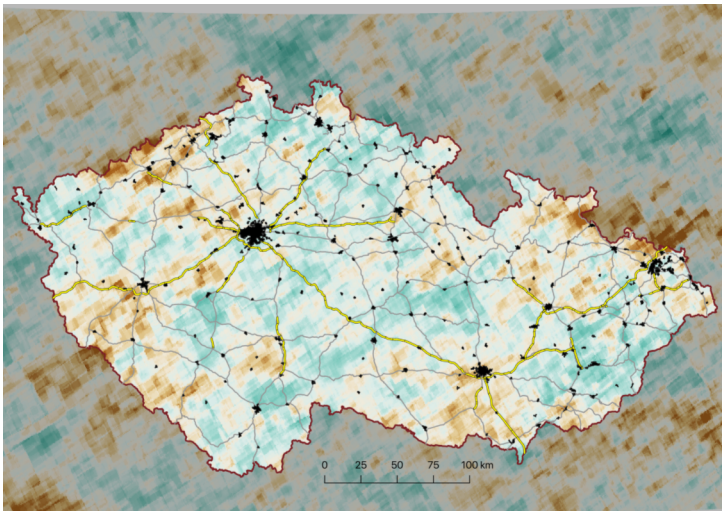
AEROSOLY

Aerosoly jsou směsí malých, pevných nebo kapalných částic v plynu. Nejčastěji se při inventarizaci emisí rozlišují velikostní frakce PM10 a PM2,5.

Velké množství aerosolů se dostává do ovzduší během sopečné činnosti, pouštních bouřích či během lesních požárů. V městském prostředím jsou hlavními původci průmysl, spalování fosilních paliv, výtopny a automobily.

Produkty měření Sentinelu 5P jsou primárně zaměřeny na sledování vulkanické činnosti a písečných bouří pro bezpečnost letového provozu.

Pro sledování městského prostředí nejsou tato data v současné době využitelná.

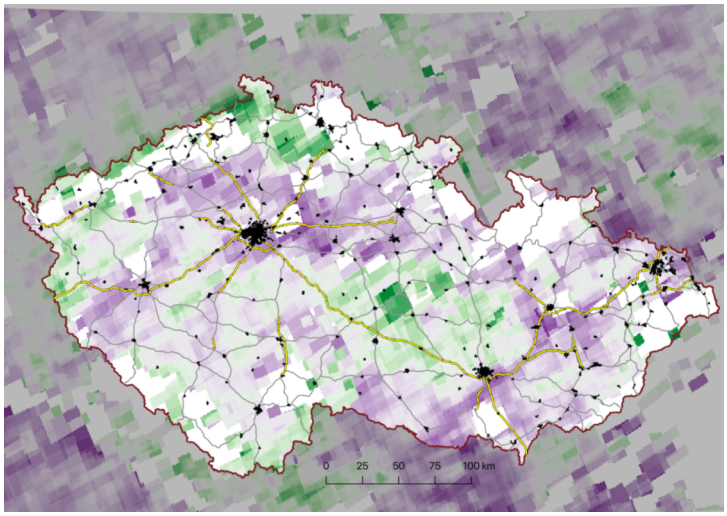


Průměrné hodnoty aerosolů v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS

METAN

Metan je jeden z nejdůležitějších skleníkových plynů, způsobujících současnou změnu klimatu. Jeho největšími lidskými zdroji jsou chov hospodářských zvířat, skládkování a spalování fosilních paliv. Přirozenými zdroji jsou močály a rozklad organického materiálu.
V atmosféře je metan schopný cestovat velké vzdálenosti. Jeho poločas rozpadu se odhaduje na čtyři roky. Není proto zcela jasné, kde jsou jeho největší zdroje.

Vzhledem k nízkému množství dostupných dat je monitoring metanu v současné době taktéž nepoužitelný.



Průměrné hodnoty metanu v ČR 1-6/2019. Zdroj: WFS

ZÁVĚREM

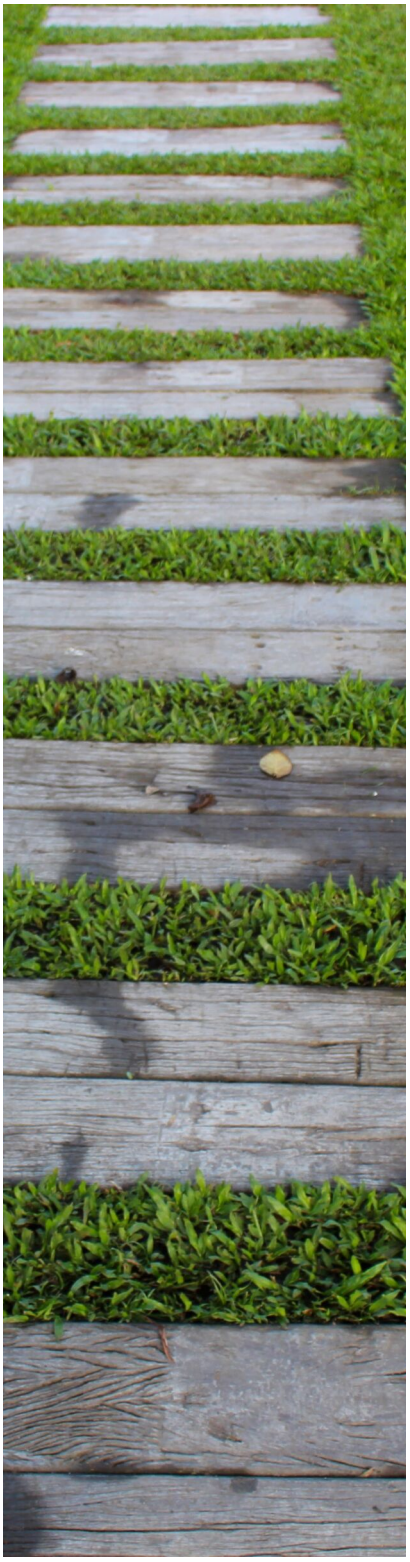
- Satelit Sentinel 5P je stále ve své úvodní fázi, je tedy možné očekávat, že se kvalita i kvantita dat bude postupně zvyšovat.
- Bude zajímavé sledovat, nakolik relevantní budou datové saty o přízemním ozónu a aerosolech po jejich plné integraci.
- Pro kvalitnější porovnání satelitních dat s in situ daty by bylo třeba znát hodinovou koncentraci škodlivin v době, kdy nad místem prolétá satelit. K tomu by bylo třeba získat přístup k datovým sadám ČHMÚ, které jsou v současné době nedostupné.

CO S OVZDUŠÍM A SATELITNÍM MONITORINGEM

Satelitní analýza se hodí k dlouhodobému sledování vývoje NO2, SO2 a CO a k identifikaci změn v celém území. Může tak fungovat jako jeden z indikátorů udržitelného rozvoje města. Satelitní monitoring ovzduší v současné době nedoporučujeme k průběžnému monitorování stavu ovzduší pro účely informovaní obyvatel a předpovědí.

Pro sledování aktuálního stavu a předpovědi znečištění je možné využívat otevřená data systému CAMS Copernicus, která jsou dostupná na stránkách atmosphere.copernicus.eu. Data a předpovědi poskytuje Evropské centrum pro střednědobou předpověď počasí (ECMWF).

MOŽNOSTI DALŠÍ SPOLUPRÁCE



MONITORING OVZDUŠÍ

PRODLOUŽENÍ SLEDOVANÉHO OBDOBÍ OD 7/2018 DO KONCE ROKU 2019. PŘESNĚJŠÍ POROVNÁNÍ S DATY ČHMÚ. WEBOVÁ APLIKACE.

INDIKÁTORY A DASHBOARDY

VIZUALIZACE SATELITNÍCH INDIKÁTORŮ VÝVOJE MĚSTA 2016-2019 POMOCÍ INTERAKTIVNÍCH DASHBOARDŮ A WEBOVÉ APLIKACE.

SUCHO 2019

ANALÝZA STAVU A VÝVOJE SUCHA NA ZÁKLADĚ OTEŘENÝCH A KOMERČNÍCH SATELITNÍCH DAT.

ZELENÉ STŘECHY

ANALÝZA AKTUÁLNÍHO ROZŠÍŘENÍ ZELENÝCH STŘECH V PLZNI.

NA ČEM PRACUJE
WORLD FROM SPACE

POSKYTUJEME

- Satelitní monitoring pro smart cities
- Vizualiazce dat a webové aplikace pro veřejnost
- Satelitní integrace pro smart agriculture
- Analýza průmyslových objektů

Kdybyste se mohli každý týden podívat na svět z ptačí perspektivy, co byste rádi sledovali? Nabízíme pravidelné informace o aktuálním stavu a změnách v oblastech vegetace, sucha, infrastruktury či hospodářské aktivity.

Analyzujeme skutečný a aktuální stav, ne statistiku. Pracujeme s libovolně velkým územím a pravidelným monitoringem.

Informace získáváme analýzou volně dostupných satelitních dat programu EU Copernicus. Na zakázku využíváme i přesnějších komerčních satelitních dat.

Naše služby
Provádíme analýzy aktuálního množství a stavu zeleně. Počítáme indikátory kvality života, zasakování povrchů či kompaktnosti zástavby. Definujeme oblasti ohrožené suchem, sledujeme index zastavěné půdy a aktuální land cover. Dodáváme podklady pro územní a strategické plánování.