



Družicová data a program Copernicus
jako zdroj informací pro podporu
udržitelného rozvoje měst a adaptace na změnu klimatu

Kateřina Jupová, Jan Kolomazník

katerina.jupova@gisat.cz





Copernicus for Urban Resilience in Europe

Vývoj aplikací pro podporu
udržitelného rozvoje měst a regionů
a adaptace na klimatickou změnu
s využitím dat z evropského programu Copernicus

FORTH, DLR, UWE, ApHER, GEOVILLE,
GISAT, TECNALIA, VITO, UNIBAS

› 27 January 2020, Brussels, Belgium

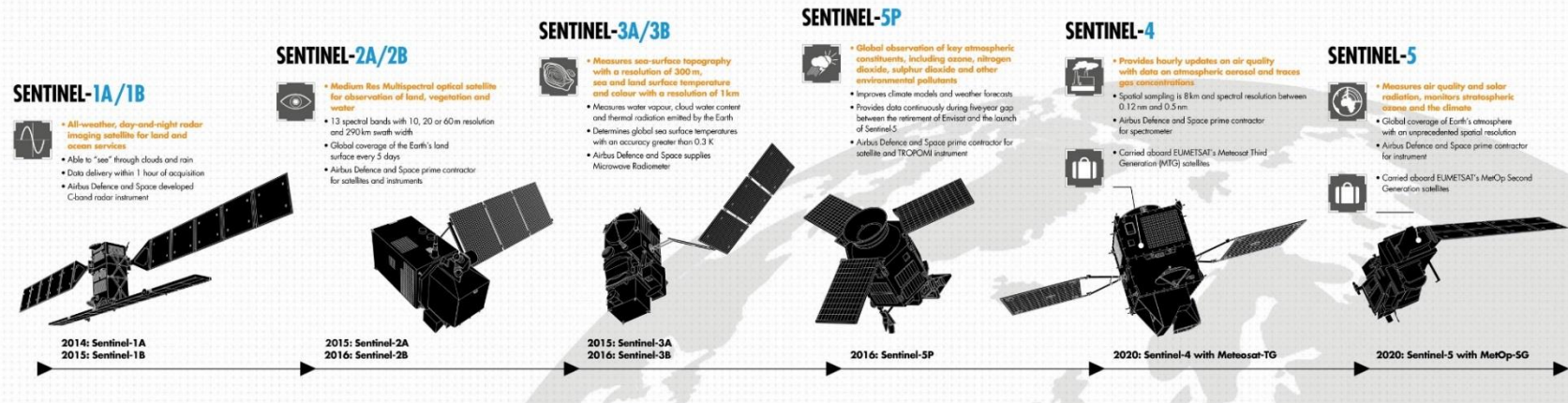
<http://cure-copernicus.eu/>



EU/ESA program Copernicus – družicová data Sentinel

COPERNICUS AND ITS SENTINELS

Observing our planet for a safer world. The European Earth Observation Programme Copernicus provides geo-information products and services based on satellite imagery.



- **Free and Open Policy** - data programu Copernicus zdarma
- **Optická i radarová data**
- **Kontinuální monitoring** stavu a změn povrchu Země
- **Časové řady** – několikadenní interval snímání od r. 2014 (předchůdce např. družice Landsat od r. 1984)



Copernicus – harmonizovaná evropská prostorová data



CLMS



CAMS



C3S

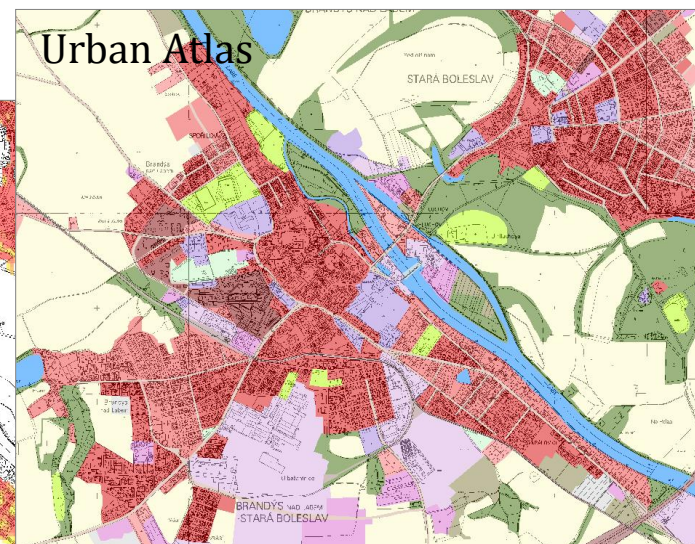
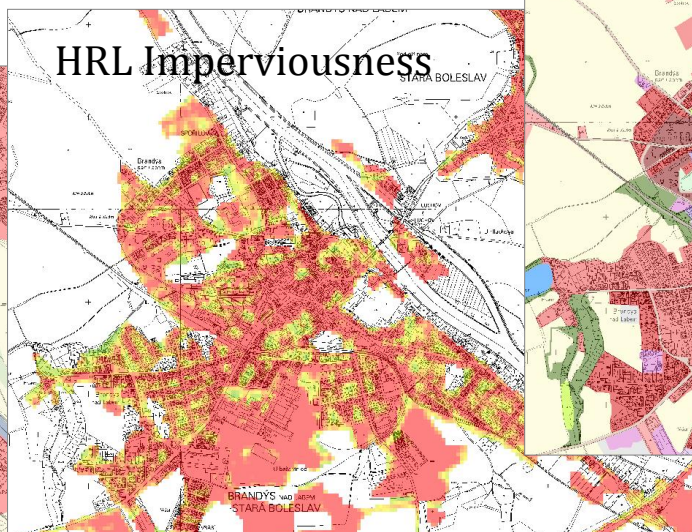
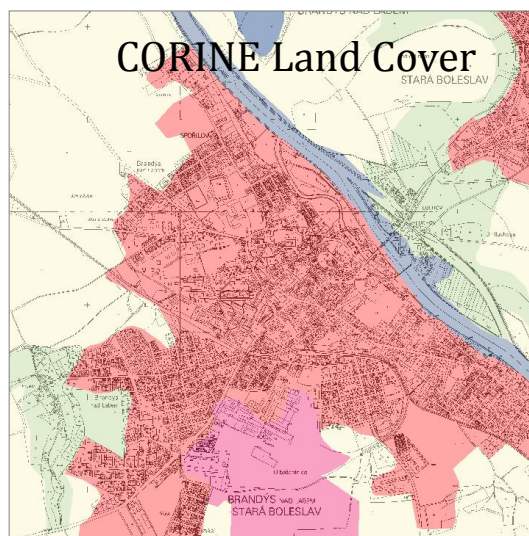


EMS

- CLMS – Copernicus Land Monitoring Service <https://land.copernicus.eu/>
- CAMS – Copernicus Atmosphere Monitoring Service <https://atmosphere.copernicus.eu/>
- C3S – Copernicus Climate Change Service <https://climate.copernicus.eu/>
- EMS – Emergency Management Service <https://emergency.copernicus.eu/>



CLMS



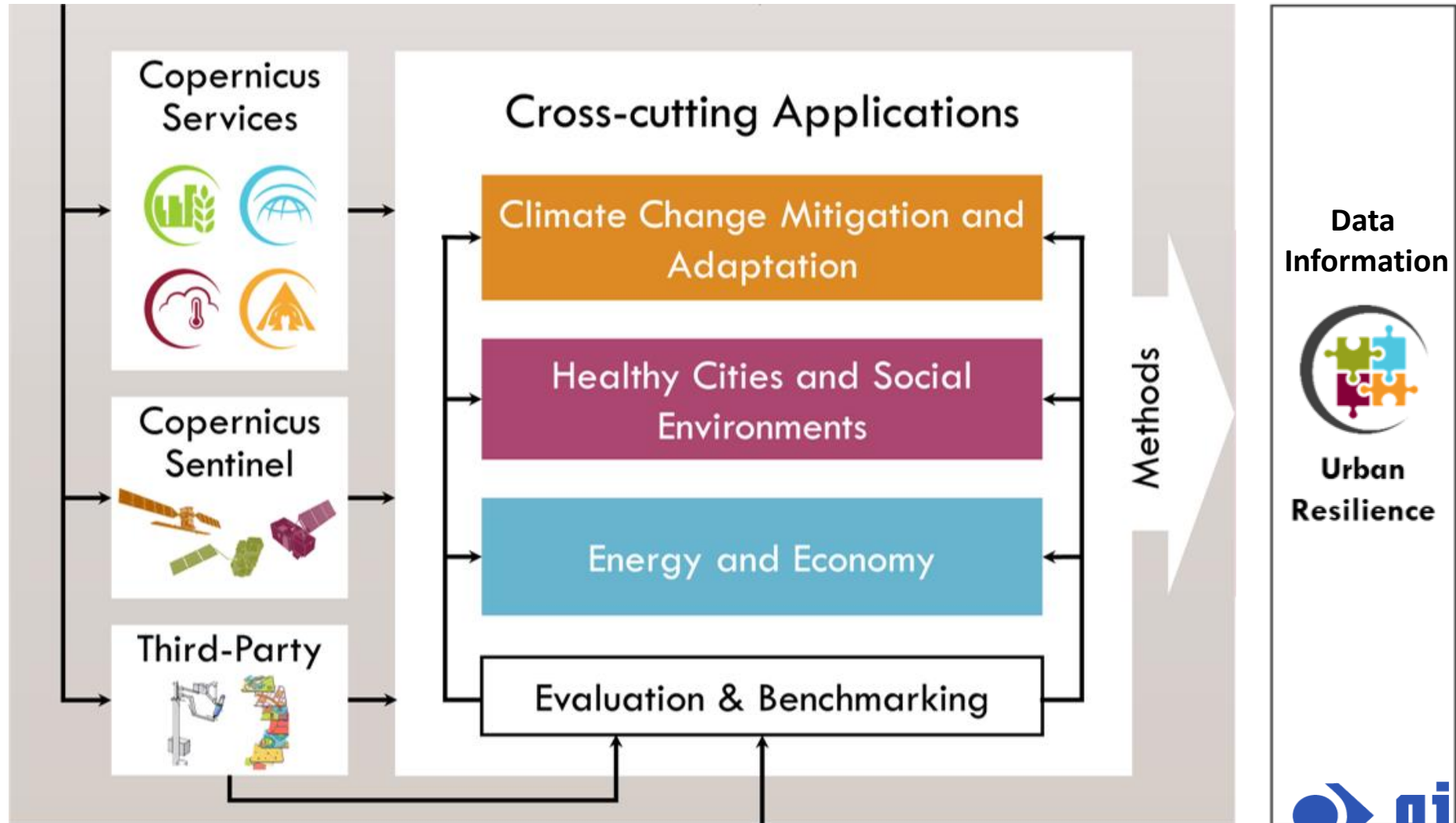
44 classes,
MMU=25ha

0-100%,
MMU=20x20m grid

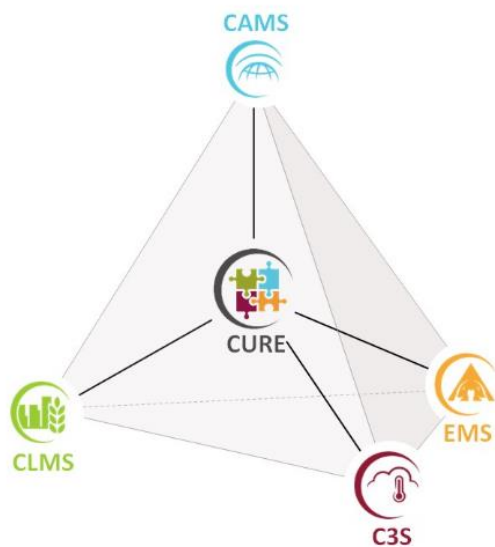
22-27 classes,
MMU=0.25ha



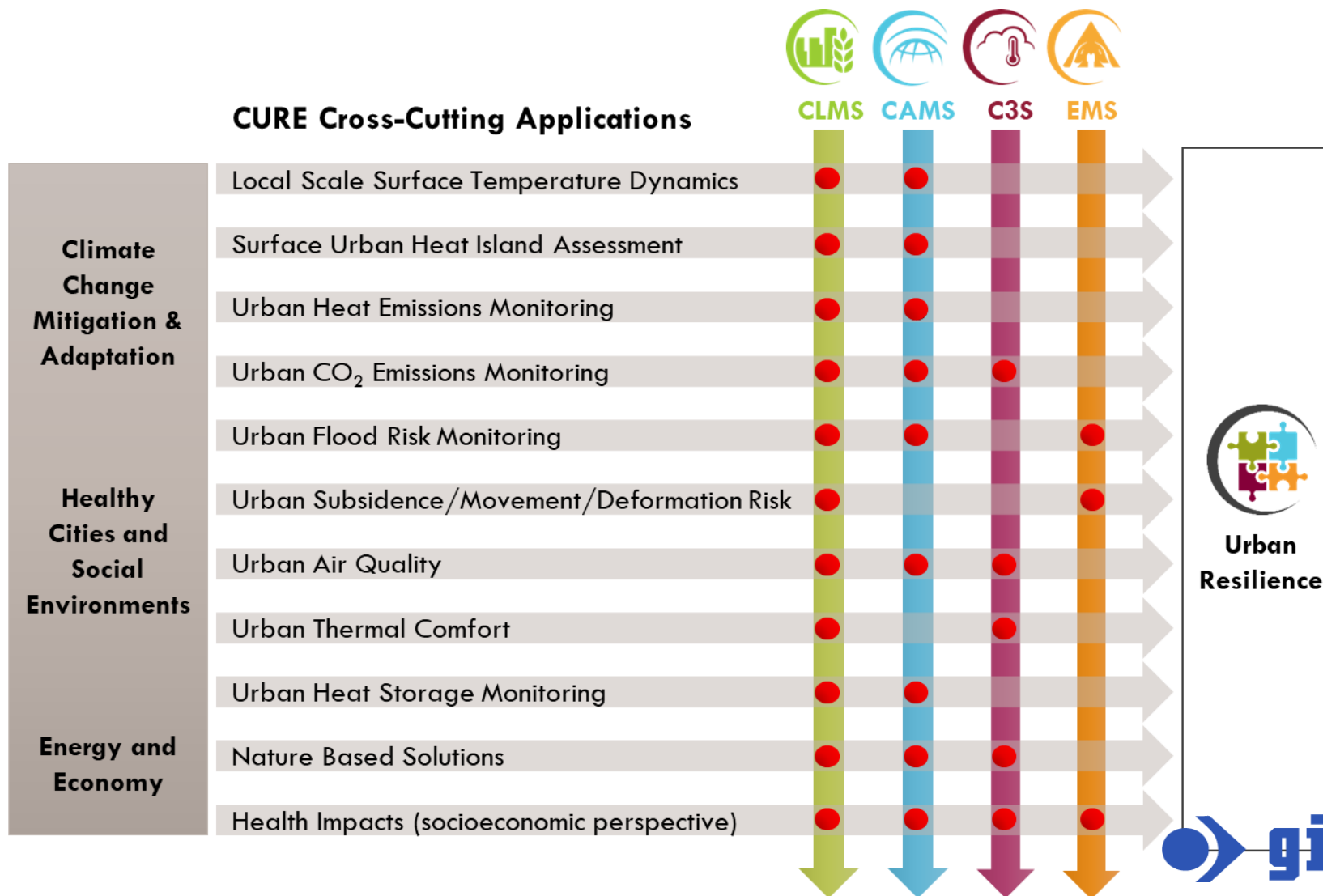
Konzept projektu CURE



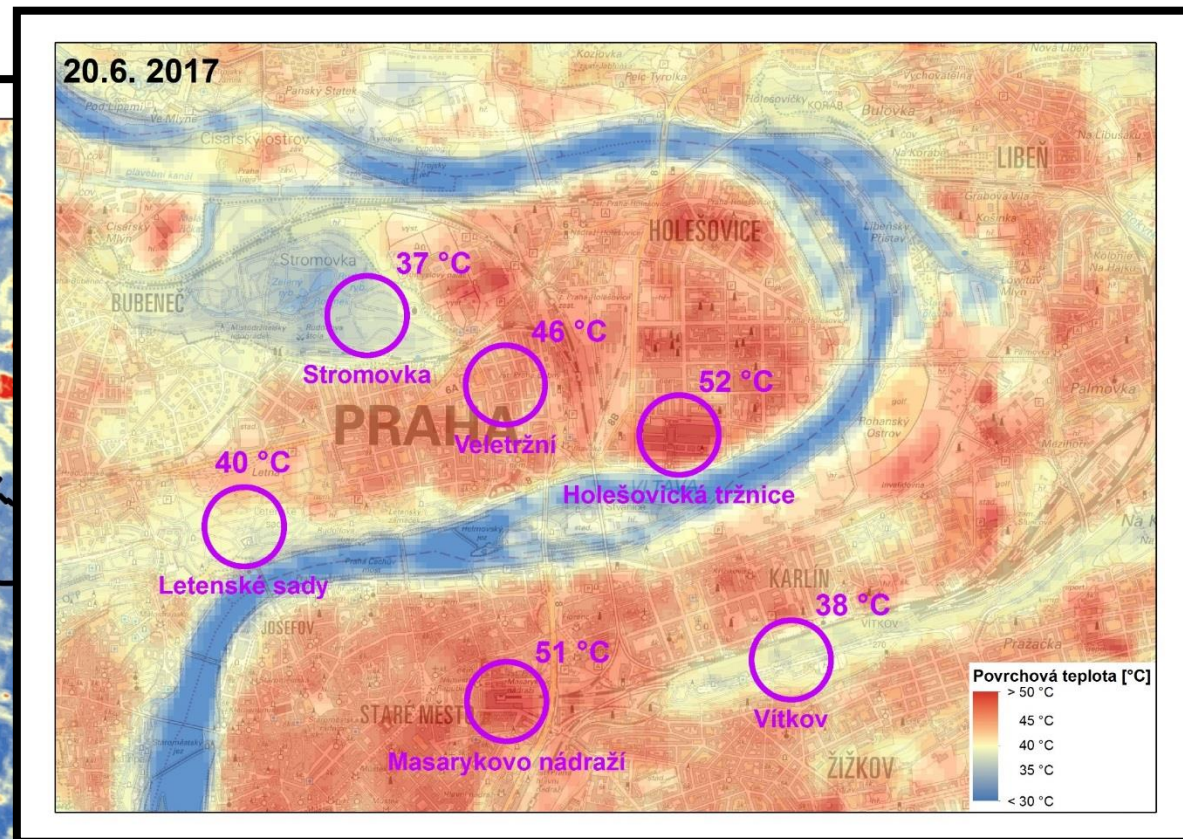
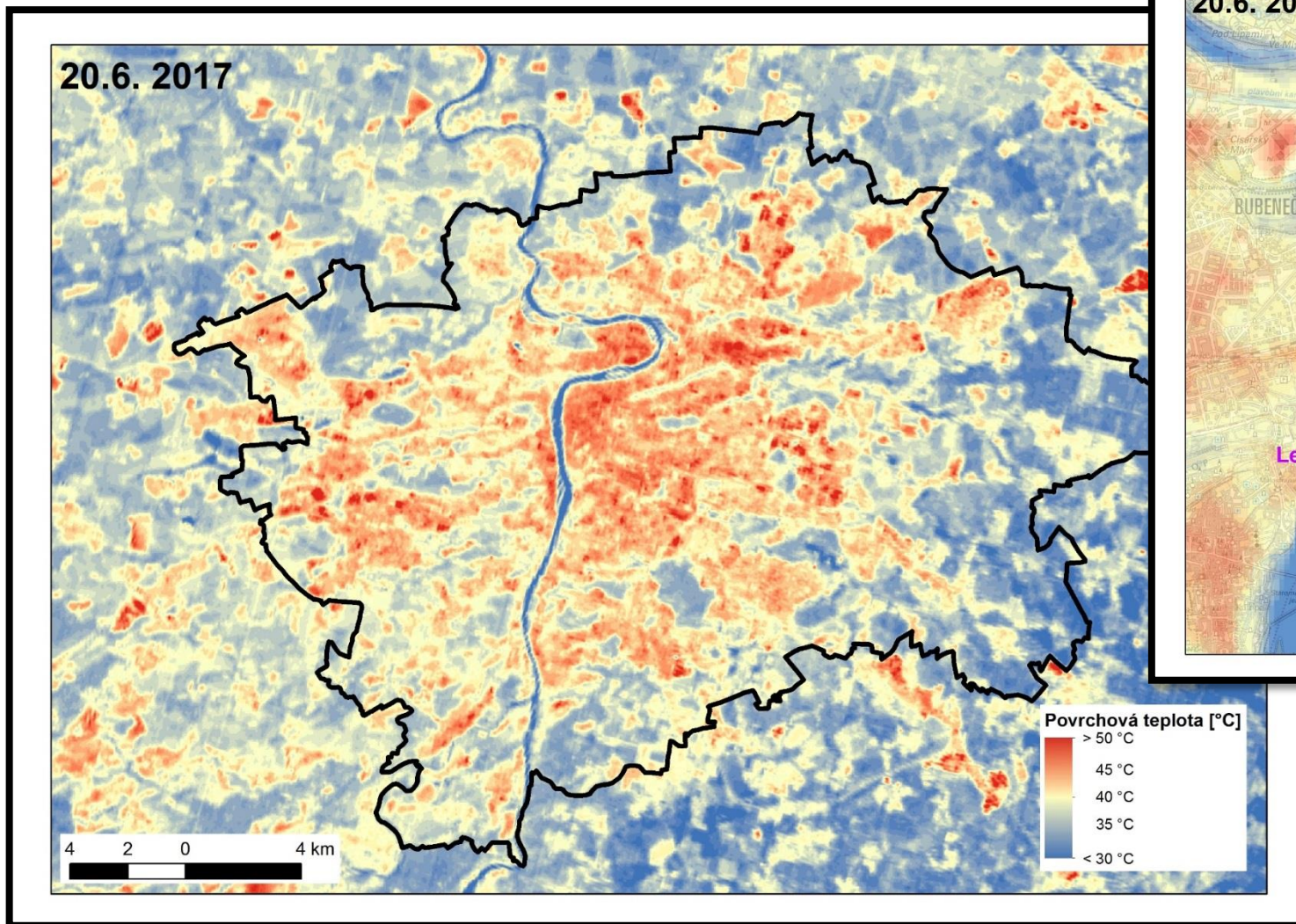
Tematické aplikace projektu CURE



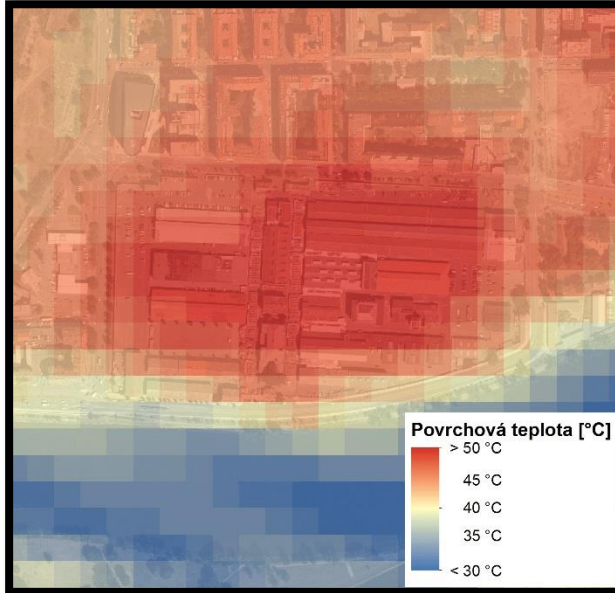
CURE Cross-Cutting Applications



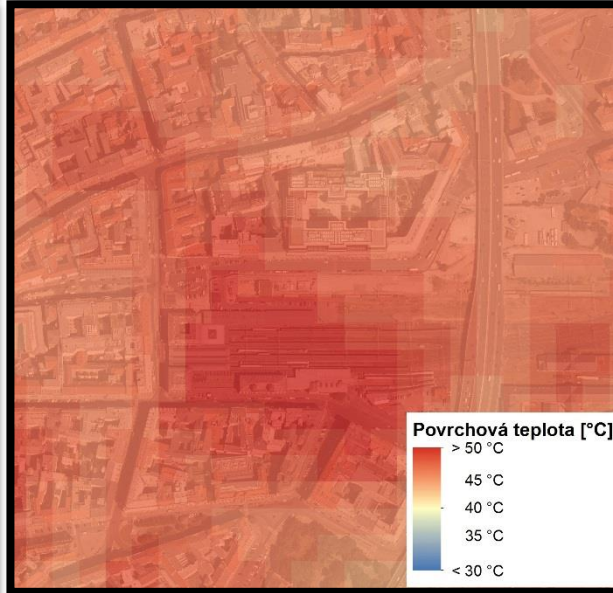
Měření povrchové teploty z družice



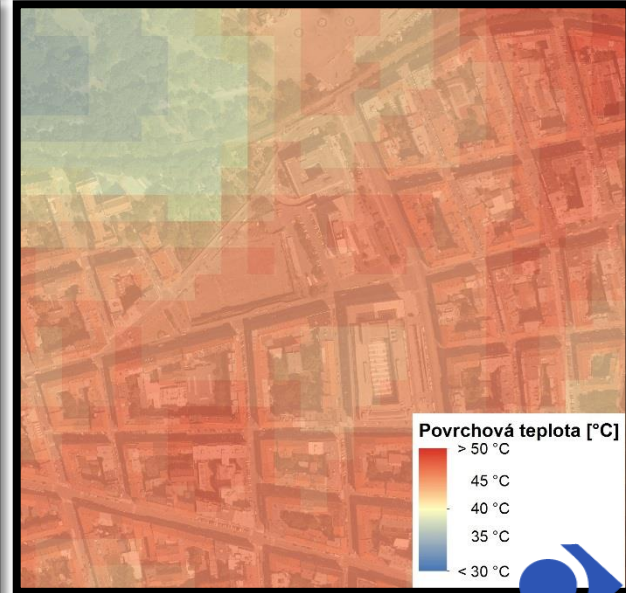
Vliv typu zástavby na povrchovou teplotu



Holešovická tržnice

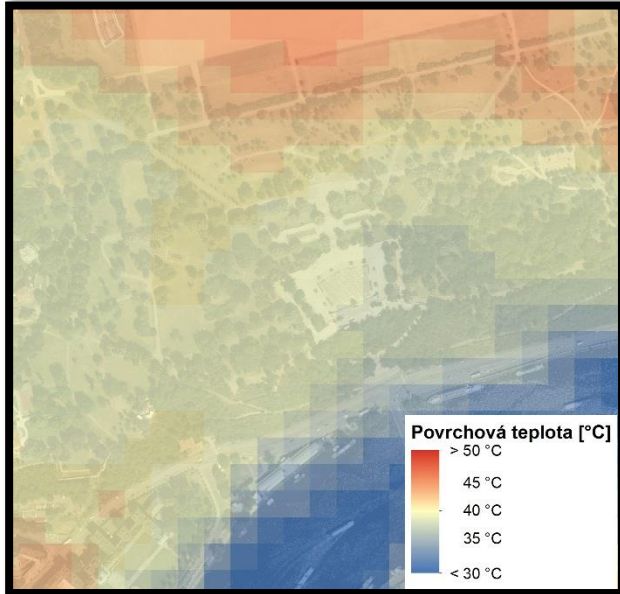


Masarykovo nádraží

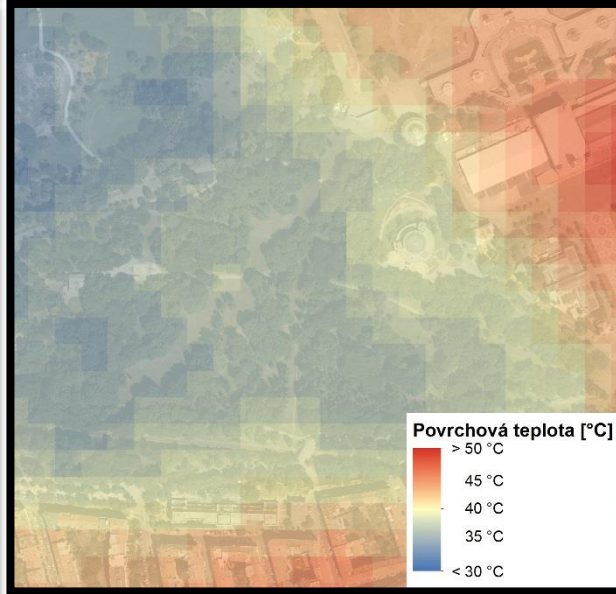


Veletržní

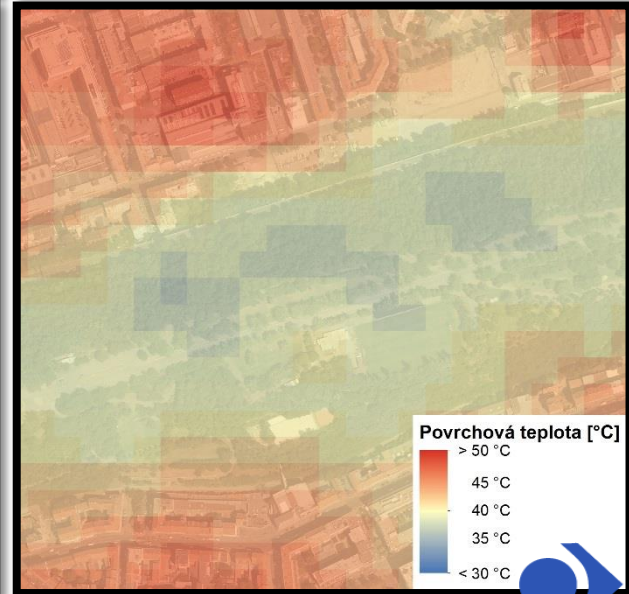
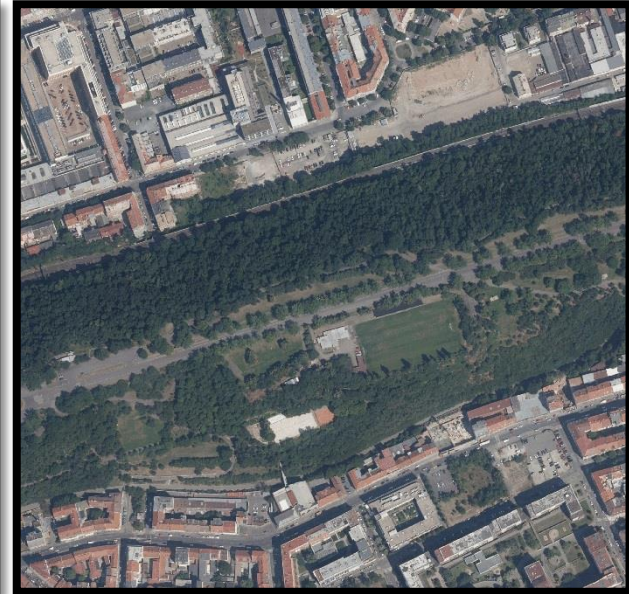
Vliv vegetace a vodních ploch na povrchovou teplotu



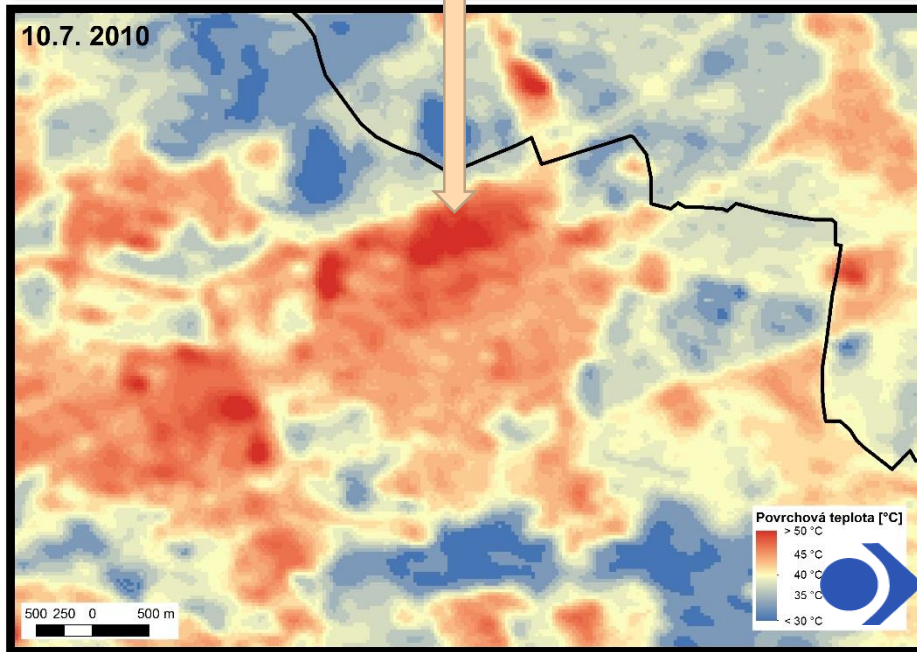
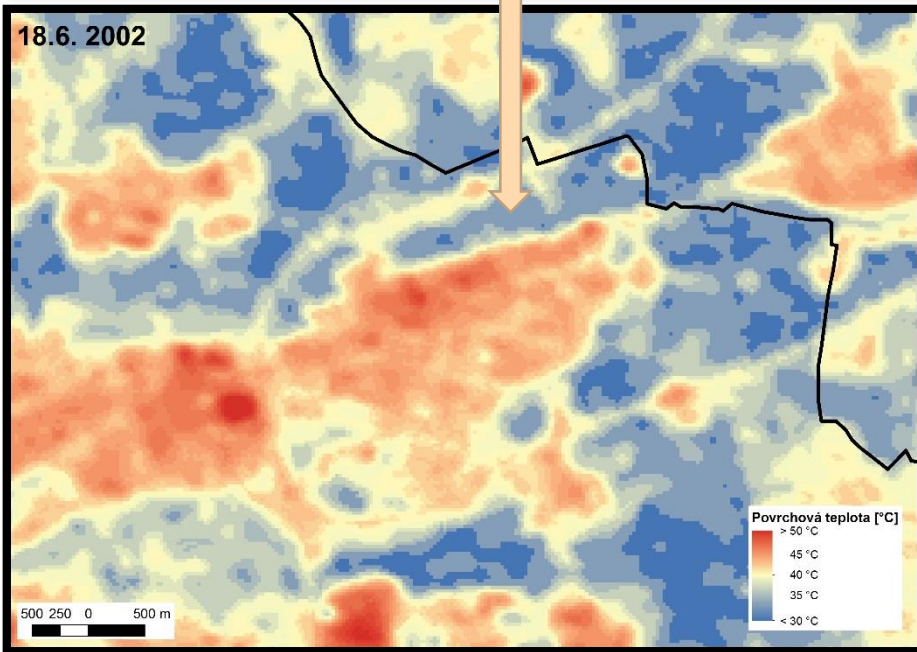
Letenské sady



Stromovka

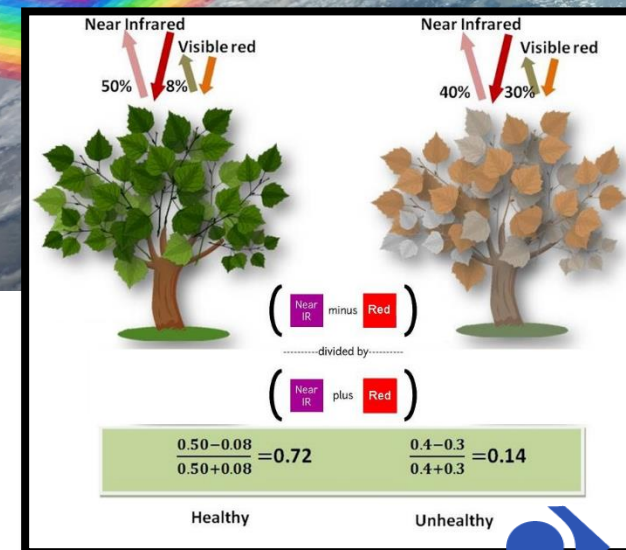
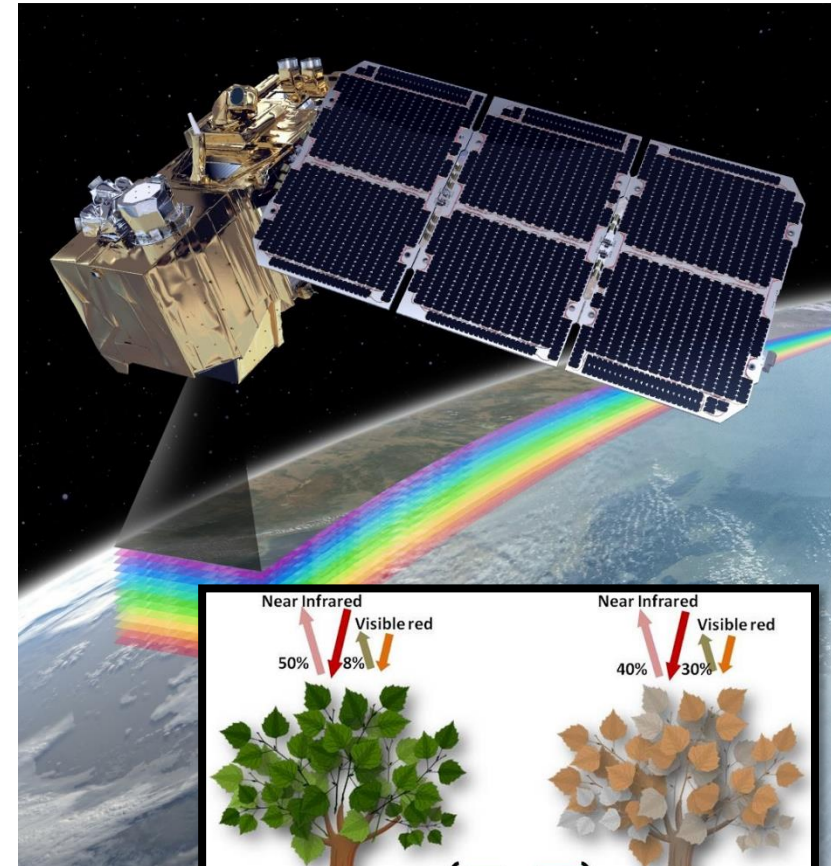


Vítkov



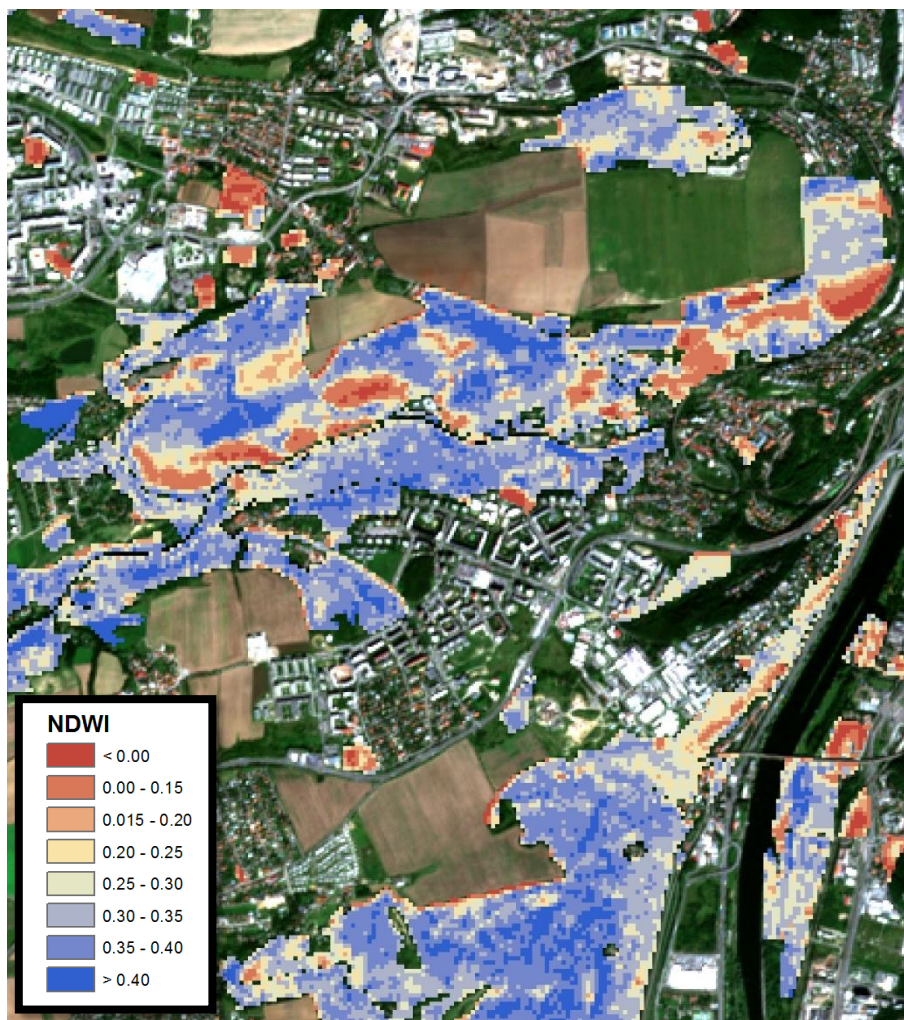
Monitoring stavu vegetace pomocí družic

- Monitoring základních charakteristik vegetace prostřednictvím družicových dat
 - Sentinel-2, Landsat-8
- Obrazový záznam záření odraženého od povrchu Země na různých vlnových délkách v oboru viditelného a infračerveného záření
- Odrazivost vegetace v různých vlnových délkách souvisí s jejími **biofyzikálními charakteristikami** – možnost sledování **zdravotního stavu vegetace**
- **Vegetační indexy**: normalizované rozdíly dvou spektrálních pásem
 - **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index): korelace s množstvím zelené biomasy, indexem listové plochy (LAI), obsahem chlorofylu apod.
 - **NDWI** (Normalized Difference Water Index): korelace s množstvím biomasy, indexem listové plochy a obsahem vody

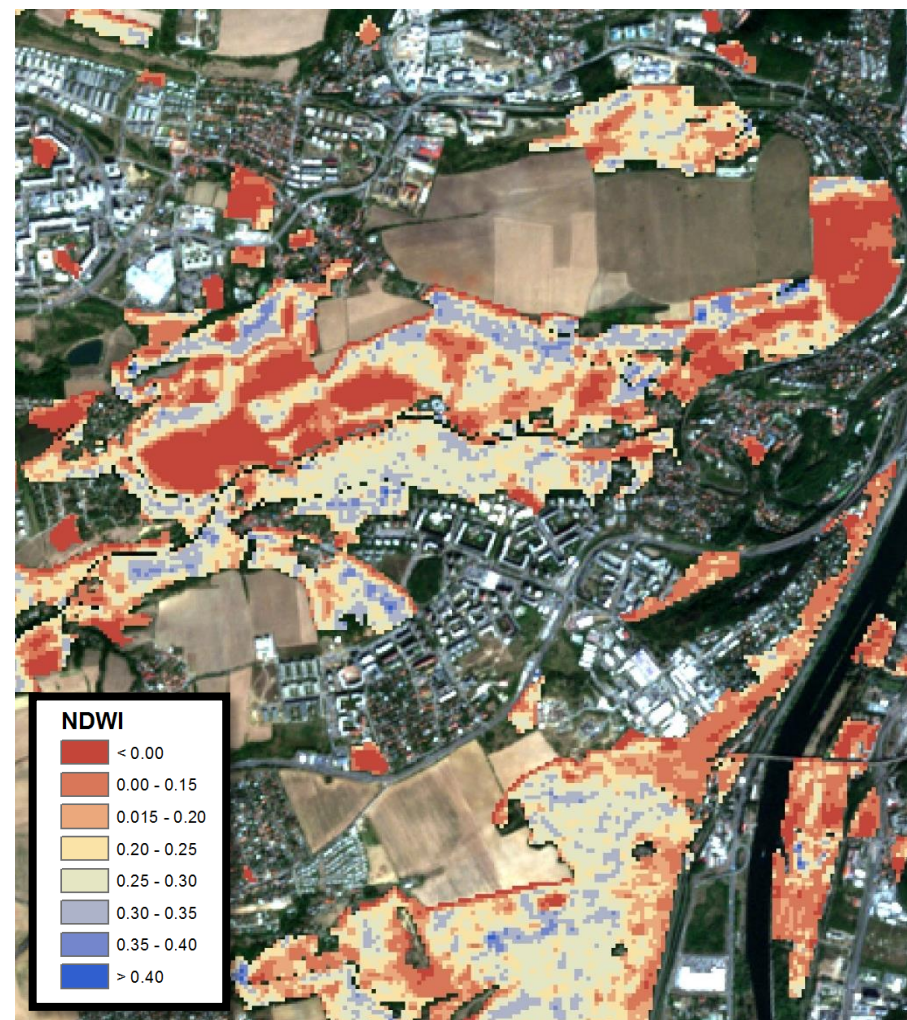


- **Certifikovaná metodika**

Monitoring stavu vegetace z družicových dat



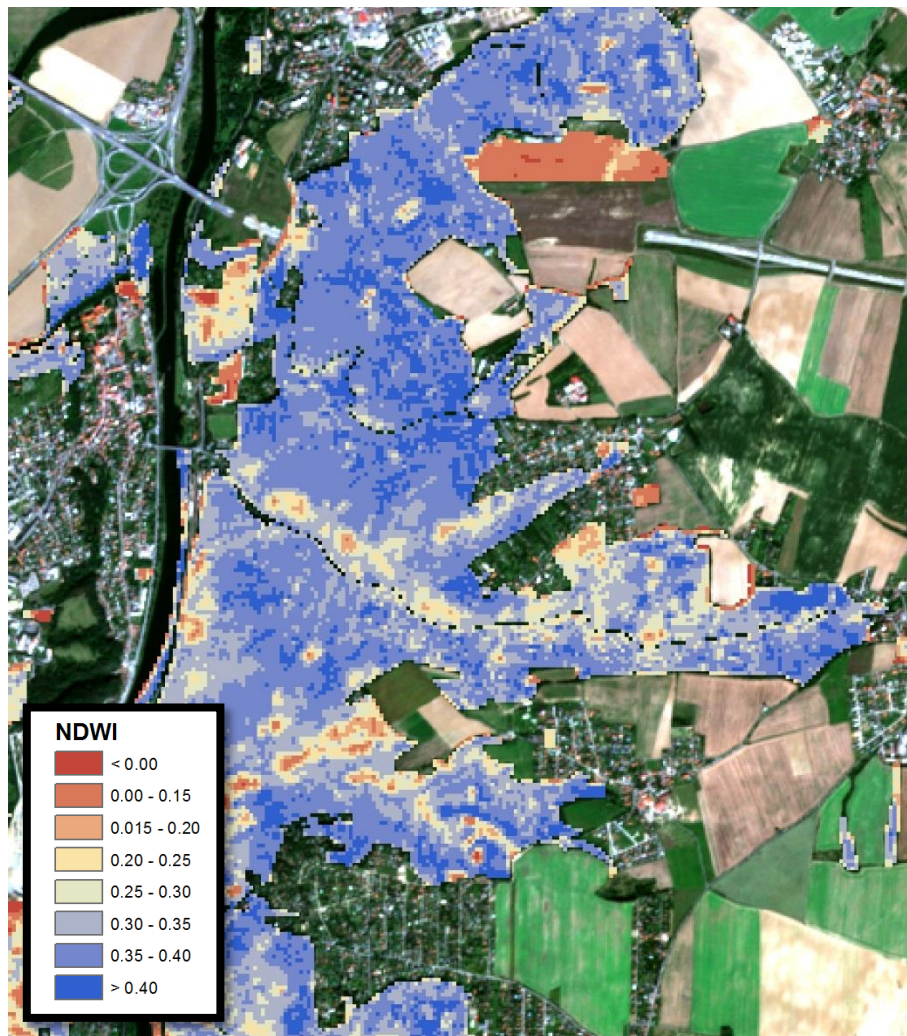
29.8. 2017



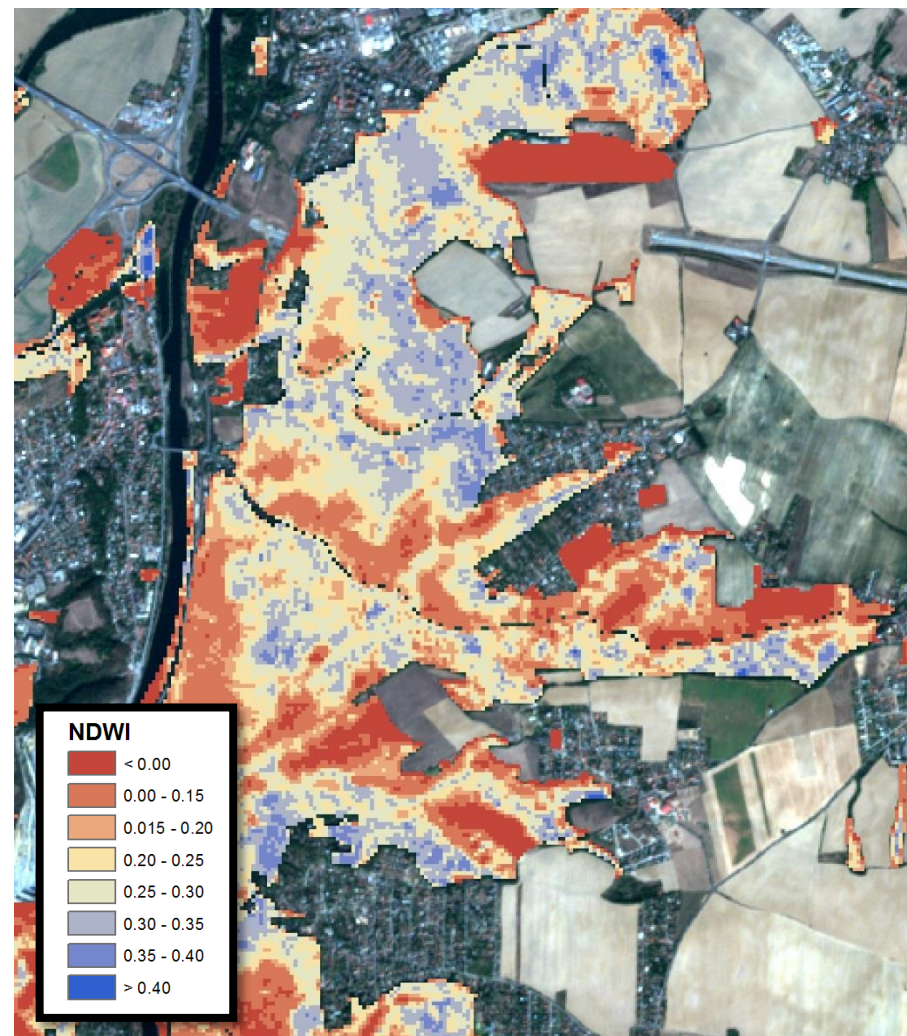
29.8. 2018

Prokopské údolí

Monitoring stavu vegetace z družicových dat



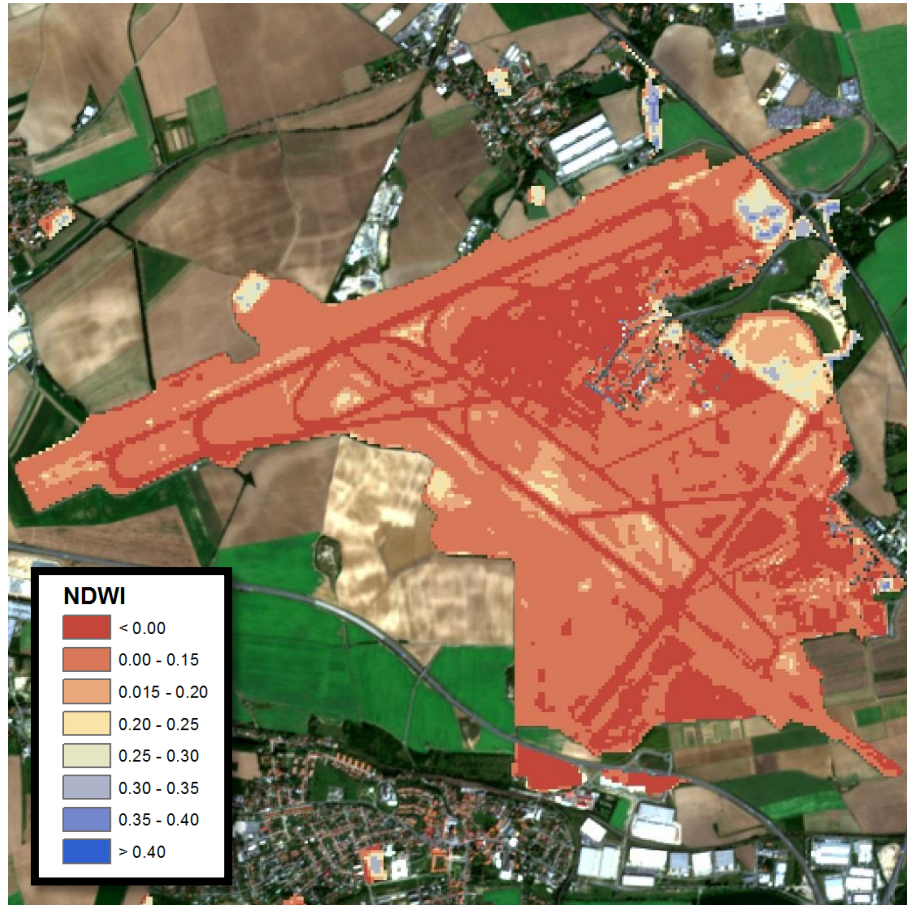
29.8. 2017



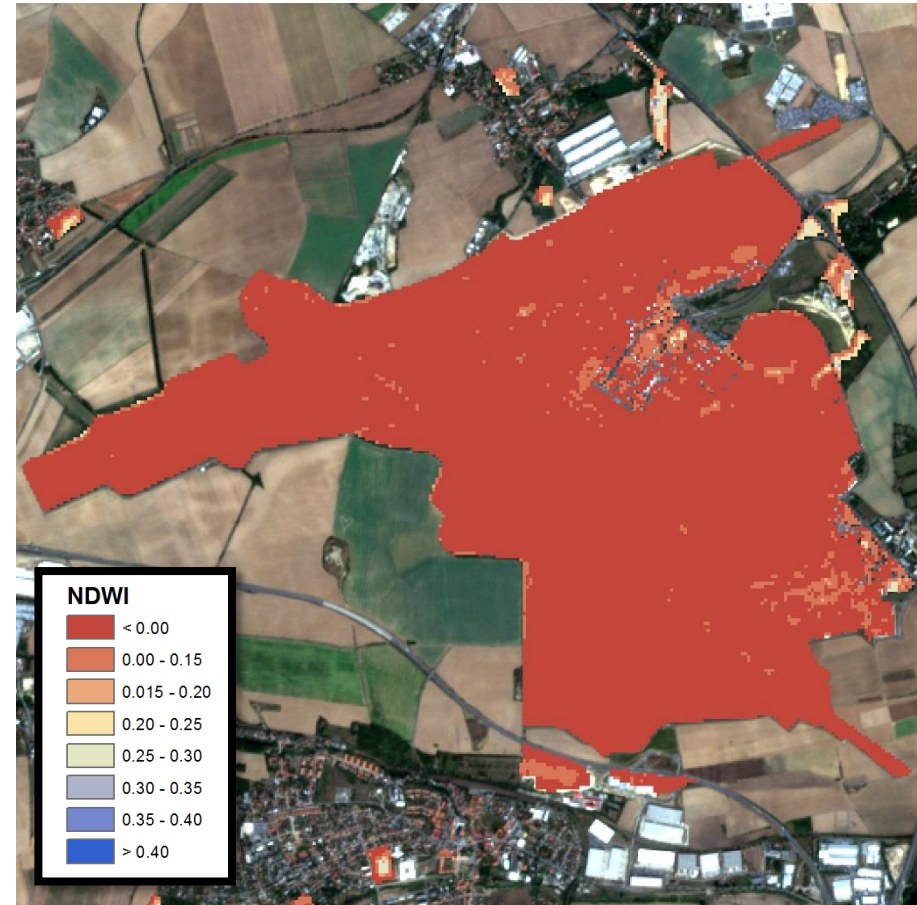
29.8. 2018

Praha - Točná

Monitoring stavu vegetace z družicových dat



29.8. 2017



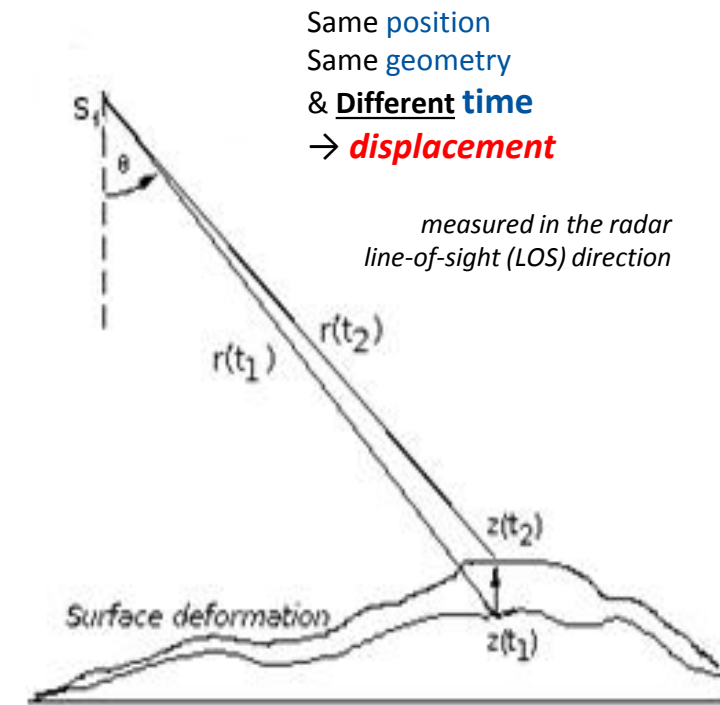
29.8. 2018

Letiště Praha - Ruzyně

Mapování pohybů terénu pomocí družicový dat (SAR)

Princip multi-temporální radarové interferometrie (MT-InSAR)

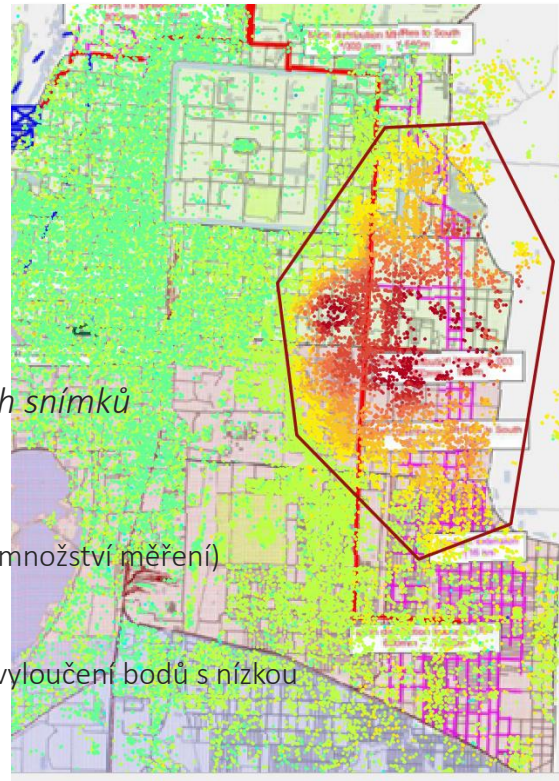
- Měření pohybu povrchu Země z časových řad radarových družicových snímků
 - Rozdíly fází odražené radarové vlny mezi 2..n měřeními ze stejného místa na oběžné dráze udává změnu polohy zemského povrchu nebo objektu na něm (*bez ohledu na příčinu pohybu*)
 - „Bodová“ měření z ploch/objektů, odkud se odrazil signál
 - Filtrace bodů na základě kritérií kvality
 - *vybírány jen kvalitní body*
 - *Stabilní odrazivost, fázová koherence*
 - Frekvence měření: dle periody opakovaných přeletů konkrétní družicové konstelace: 4-46 dnů
 - *Sentinel-1: 6 dnů (od r. 2016)*
 - Odhad průměrné rychlosti deformace (mm/rok)
- Výsledky měření jsou **relativní** – vůči zvolenému referenčnímu bodu



Zdroj obrázku: podle ESA

Výsledky z multi-temporální radarové interferometrie

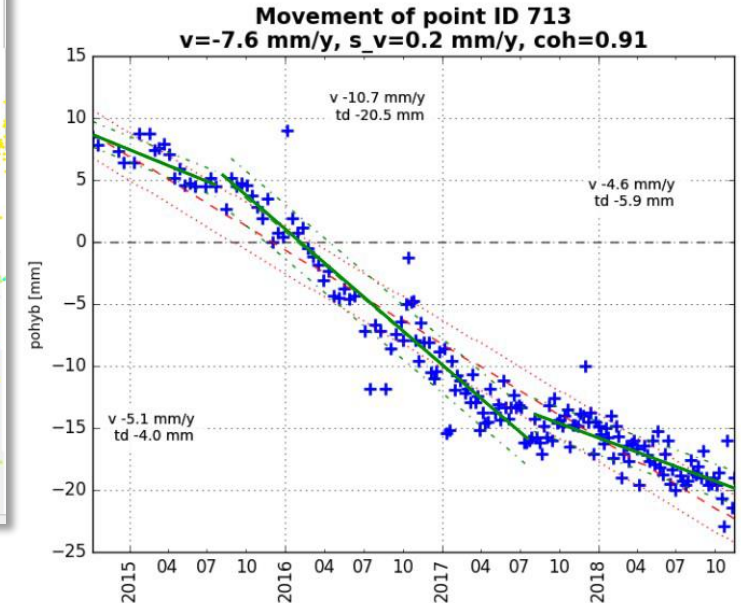
- 2 základní módy vyhodnocení:
 - 1) „Forezní“: Retrospektivní mapa deformací
 - vyhodnocení pohybů zpětně ze snímků dostupných v archivu (např. 2015-2020)
 - 2) „Proaktivní“: Včasné varování
 - cyklické vyhodnocování změn trendu pohybů z nových snímků
- Mapa deformací – bodová vrstva. Pro každý bod:
 - Rychlost pohybu (přesnost: mm – cm / rok, závisí na stabilitě odrazu a množství měření)
 - Kumulativní posun vlivem pohybu (mm)
 - Metriky přesnosti: Směrodatná odchylka, koherence (kvalita bodu) -> vyloučení bodů s nízkou kvalitou
 - Odhad teplotních vlivů na měření
 - Časový průběh pohybu a jeho charakteristiky
- Kvalita a denzita výsledků závisí na krajinném pokryvu a charakteru povrchů
 - Městská oblast, kvalitní odražeče → nejlepší kvalita, vysoká denzita bodů
 - Vegetace → nízká kvalita, nízká denzita bodů



Rychlost deformace terénu



Temporální profil deformace



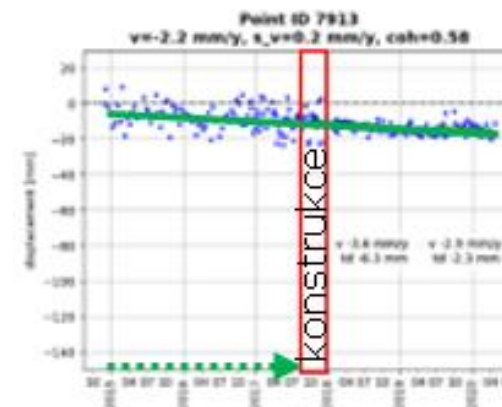
Klasifikace průběhu deformace

- Vývoj
- Dynamika
- Posun za relevantní periody
- Vývoj šumu
- Anomálie
- Varování

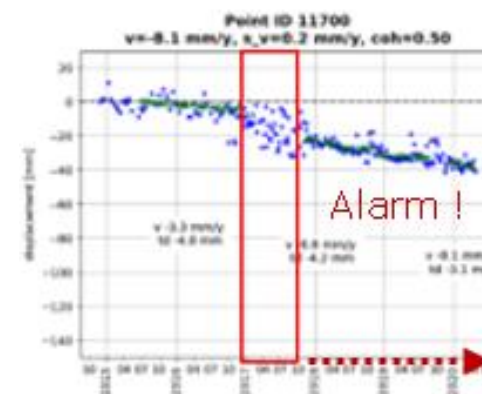
Mapování pohybů terénu pomocí družicový dat (SAR)



Temporální profil bez výkyvu

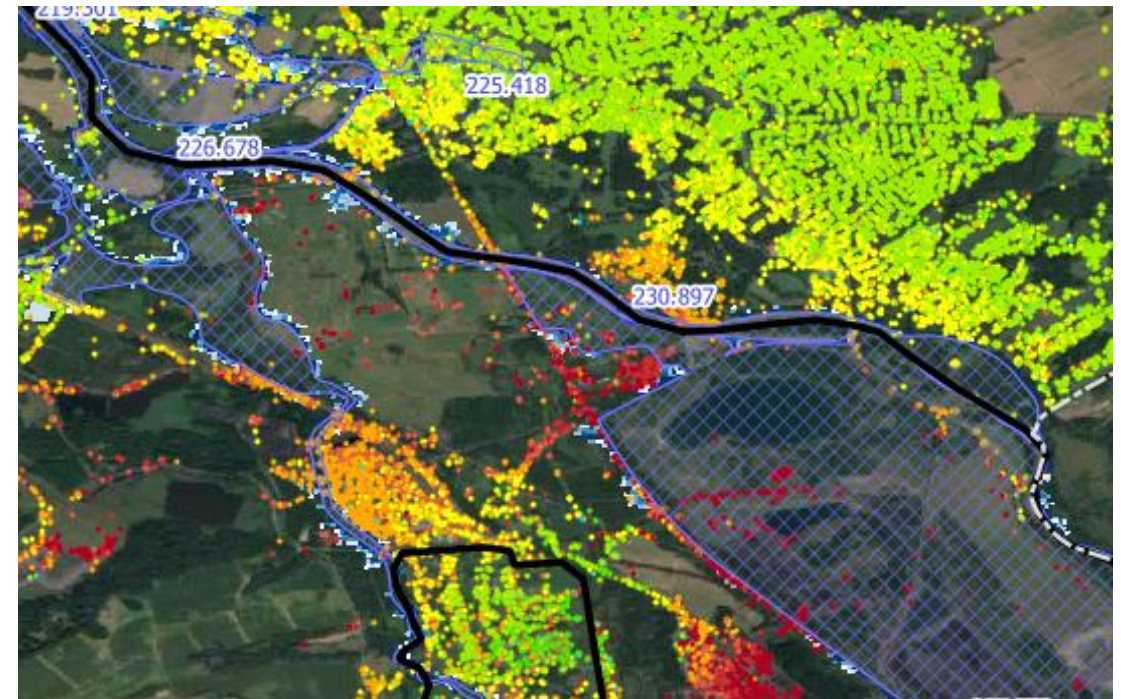


Temporální profil s výrazným výkyvem



Subsidenční procesy a ohrožení záplavami

- › Pokles povrchu může vést ke zvýšení míry rizika záplav v záplavových oblastech a jejich okolí či ohrožení některých prvků infrastruktury (potrubí, kanalizace atd.)
- › Záplavy mohou vyvolat či urychlit subsidenční procesy



Děkuji za pozornost

Kateřina Jupová

katerina.jupova@gisat.cz

