

VYUŽITÍ DAT SENTINEL-1/2 V OBLASTI MONITORINGU A VYHODNOCENÍ ANTROPOGENNÍCH A PŘÍRODNÍCH RIZIK

Veronika Strnadová
Jan Jelének
Kateřina Fárová

Česká geologická služba

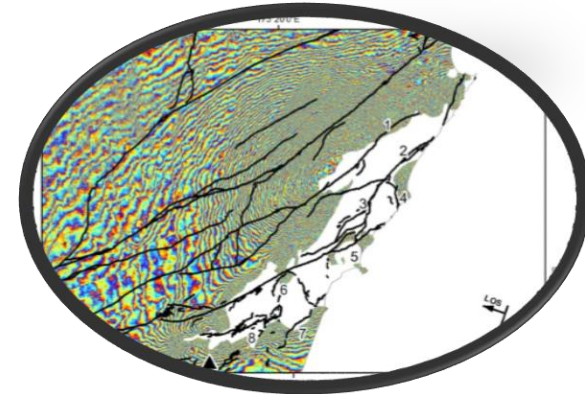
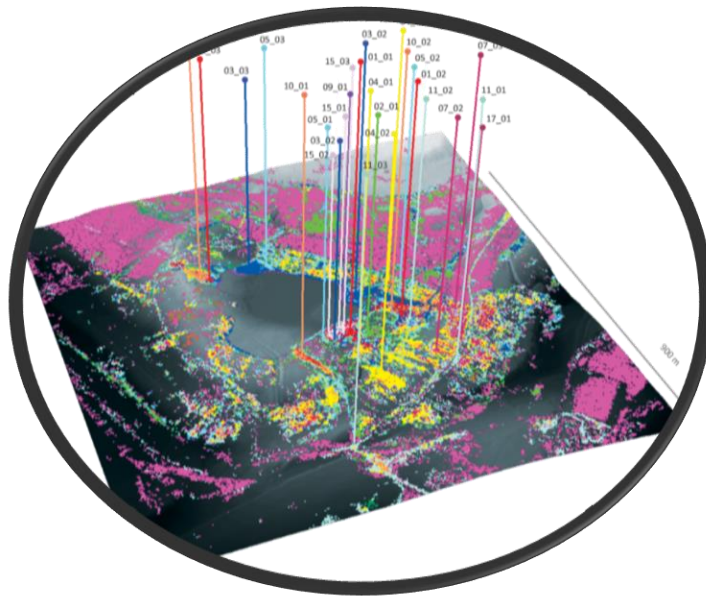
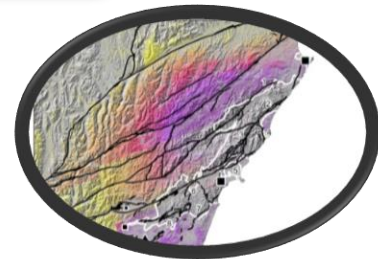
veronika.strnadova@seznam.cz

Nové aplikace a metodické postupy vyvinuty na ČGS

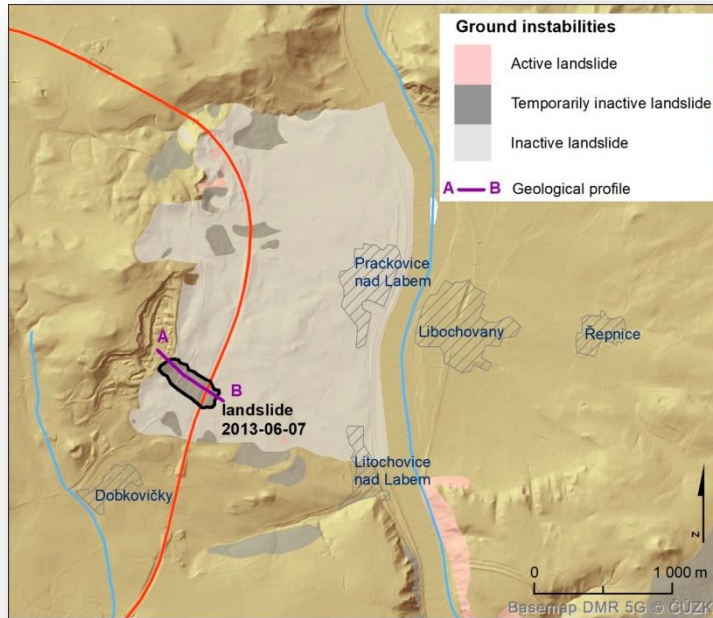
- detekci vertikálních pohybů ohrožují silniční infrastrukturu (studie pro D8)
- monitorování subsidence v okolí činných dolů (studie pro Turow)
- mapování post-seismických povrchových změn (studie pro Nový Zéland)
- mapování kyselých substrátů a půd
- Projekty a mezinárodní aktivity DPZ (ČGS)

Distanční data

- **Sentinel-1 (04/2014, ESA Copernicus)**
- **Sentinel-2 (05/2015, ESA, Copernicus)**
- Hyperspektrální data (letecká)
- Multi/hyperspektrální data (UAV)



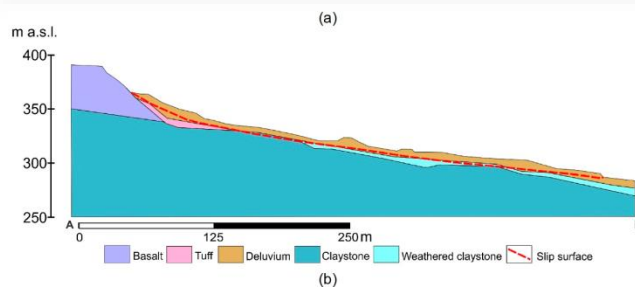
Detekci vertikálních pohybů ohrožují silniční infrastrukturu (studie pro D8)



- Masivní sesuv 06/2013 (Dobkovičky)
- DinSAR (pár, SNAP SW)
- PSI (časová řada, SARPROZ SW)

Table 1. Analyzed datasets.

Time Series	Period (yyyy-mm-dd)	Days	Master Scene Acquisition Date (yyyy-mm-dd)	Track	Images Nr. S-1 (S1A + S1B)
A	2017-04-05 to 2018-03-13	348	2017-09-08	95	55 (29 + 26)
B	2017-04-05 to 2017-10-20	198	2017-07-28	95	32 (15 + 17)
C	2017-04-02 to 2018-04-15	378	2017-09-17	146	64 (32 + 32)
D	2017-04-02 to 2017-10-17	198	2017-07-19	146	33 (17 + 16)



Detekci vertikálních pohybů ohrožují silniční infrastrukturu (studie pro D8)

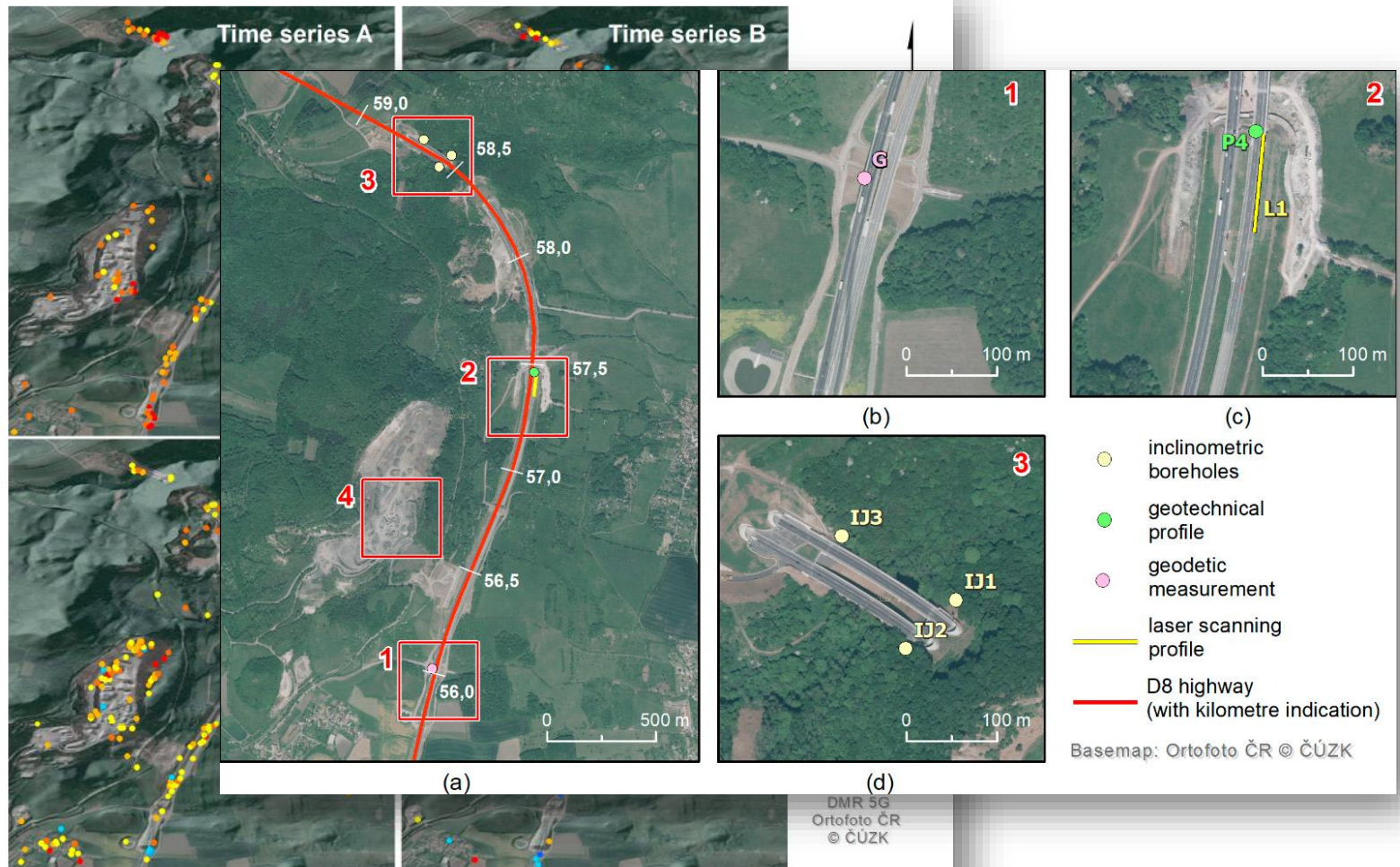
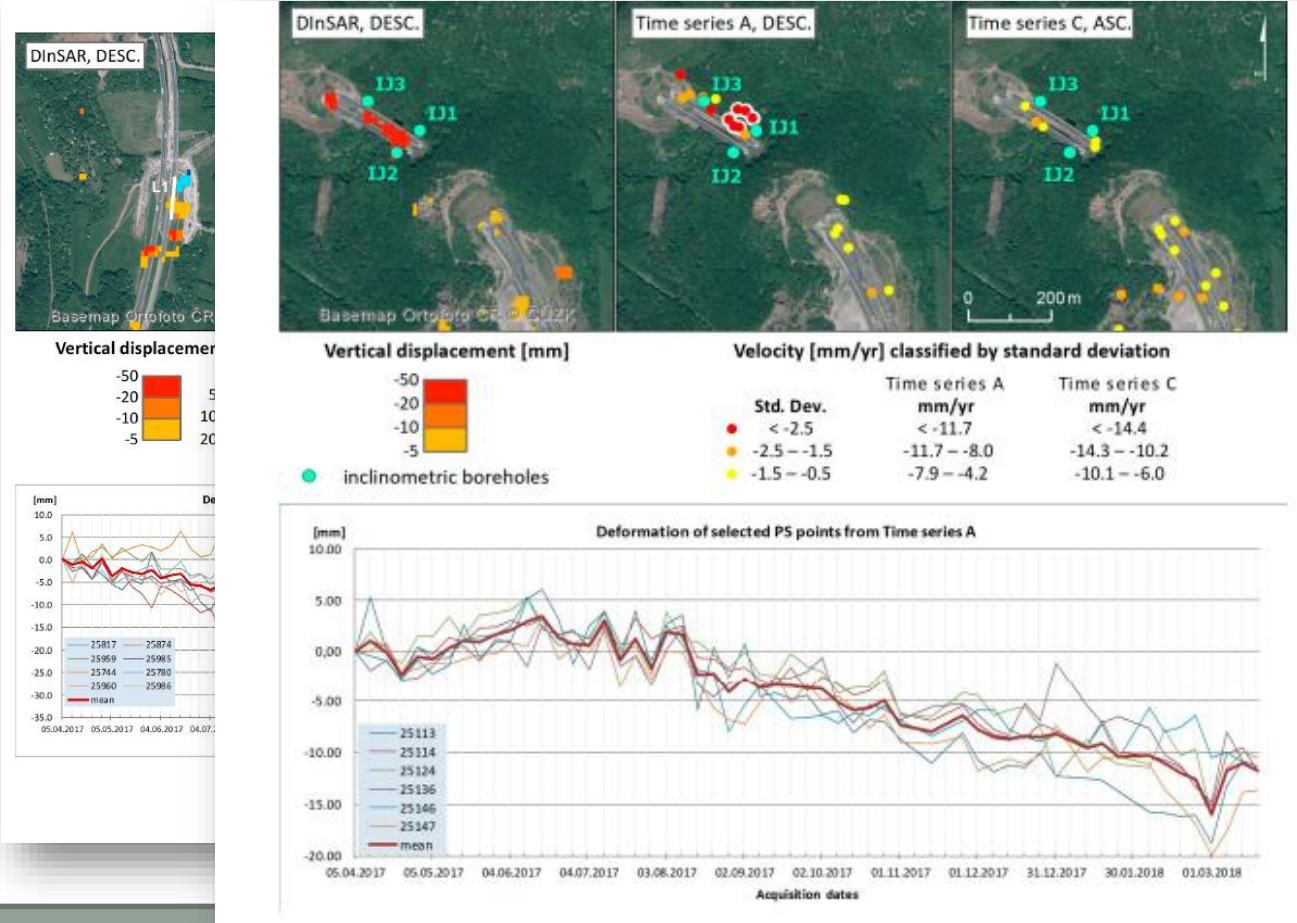


Figure 10. Displacement velocity (in LOS) of all processed time series (A-D).

- Detekce 4 polygonů s vertikálními pohyby, validace in-situ

Detekci vertikálních pohybů ohrožují silniční infrastrukturu (studie pro D8)



- Detekovaná subsidence (až 20 mm/rok)
- Shoda s pozemními in-situ daty

Fárová K, Jelének J, Kopačková-Strnadová V, Kycl P. Comparing DInSAR and PSI Techniques Employed to Sentinel-1 Data to Monitor Highway Stability: A Case Study of a Massive Dobkovičky Landslide, Czech Republic. *Remote Sensing*. 2019; 11(22):2670. <https://doi.org/10.3390/rs11222670>

Monitorování subsidence v okolí činných dolů: studie pro Turow

- blíže lokalizovat oblasti, kde dochází k **vertikálnímu pohybu a deformaci**
- **metoda** diferenční radarové interferometrie (**DInSAR**) - **PSI** (Persistent Scatterers Interferometry)
- **Data**: volně dostupná radarová družicová data (pásmo C) **ERS-1/-2** (1992-2010) a **Sentinel-1** (od roku 2014, 2016: S-1b)

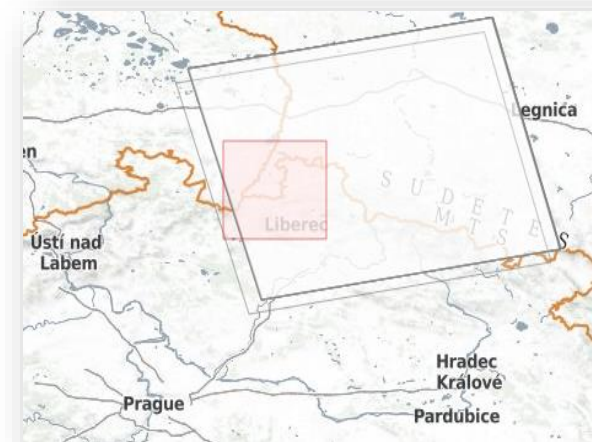
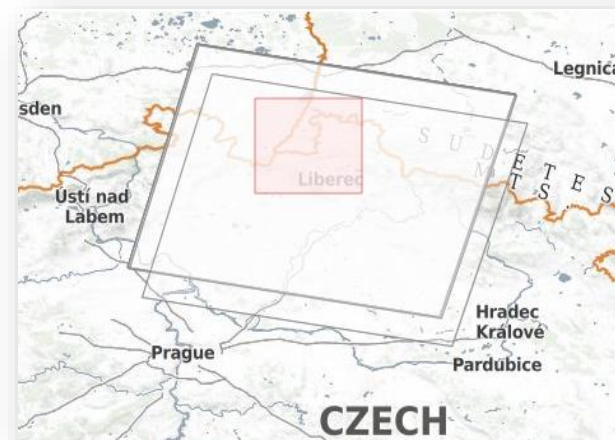
Monitorování subsidence v okolí činných dolů (studie pro Turow)

Tab. 1. Počet stažených snímků družice ERS-1 a 2

časové rozmezí	číslo dráhy	směr letu	počet snímků
1996–2006	501	vzestupný	54
1992–2010	351	sestupný	149

Tab. 2. Přehled využitých snímků družice Sentinel-1. Roky označené * byly z důvodu nízkého počtu scén sloučeny a analyzovány v rámci jedné časové řady. Ostatní roky byly hodnoceny samostatně.

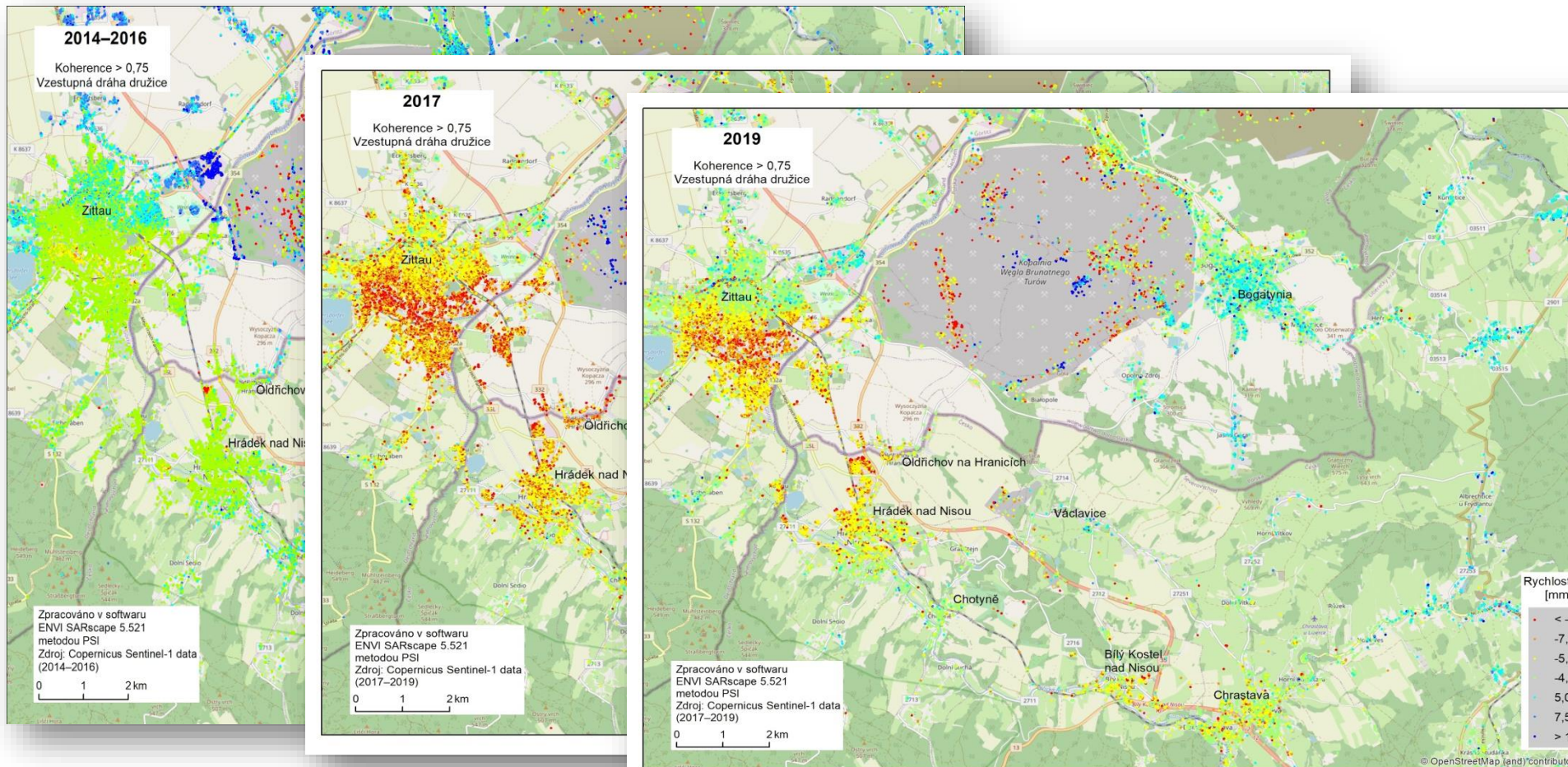
časové rozmezí	číslo dráhy	směr letu	počet snímků; (Sentinel-1A + Sentinel-1B)
2014*	95	sestupný	6 (6 + 0)
	73	vzestupný	3 (4 + 0)
2015*	95	sestupný	25 (25 + 0)
	73	vzestupný	24 (24 + 0)
2016*	95	sestupný	37 (29 + 8)
	73	vzestupný	36 (28 + 8)
2017	95	sestupný	58 (30 + 28)
	73	vzestupný	61 (31 + 30)
2018	95	sestupný	56 (30 + 26)
	73	vzestupný	61 (30 + 31)
2019	95	sestupný	61 (30 + 31)
	73	vzestupný	61 (30 + 31)



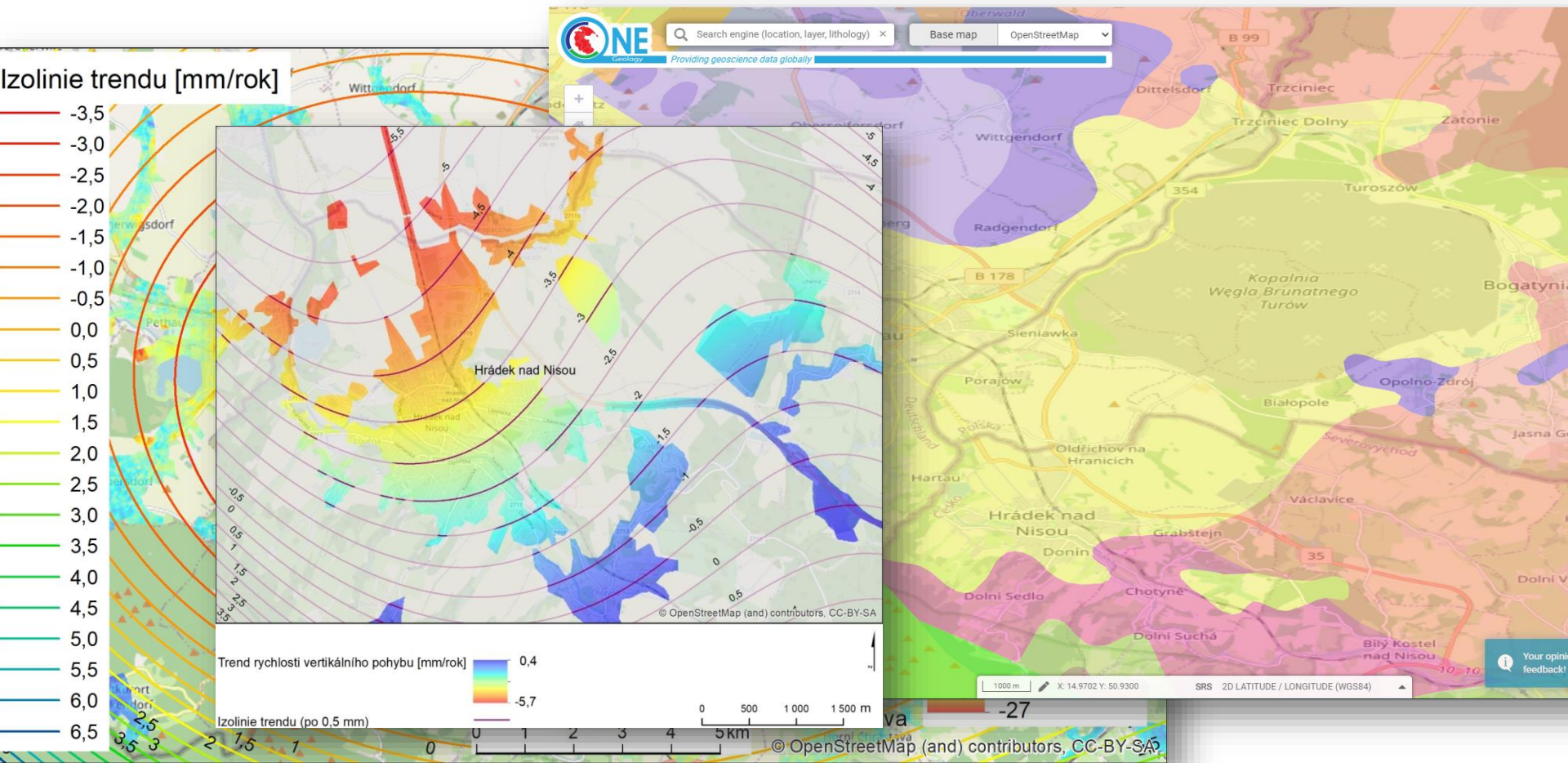
- bylo zpracováno 203 scén družice ERS a 489 scén družice Sentinel-1

Monitorování subsidence v okolí činných dolů (studie pro Turow)

Výsledky ze snímků družice Sentinel-1



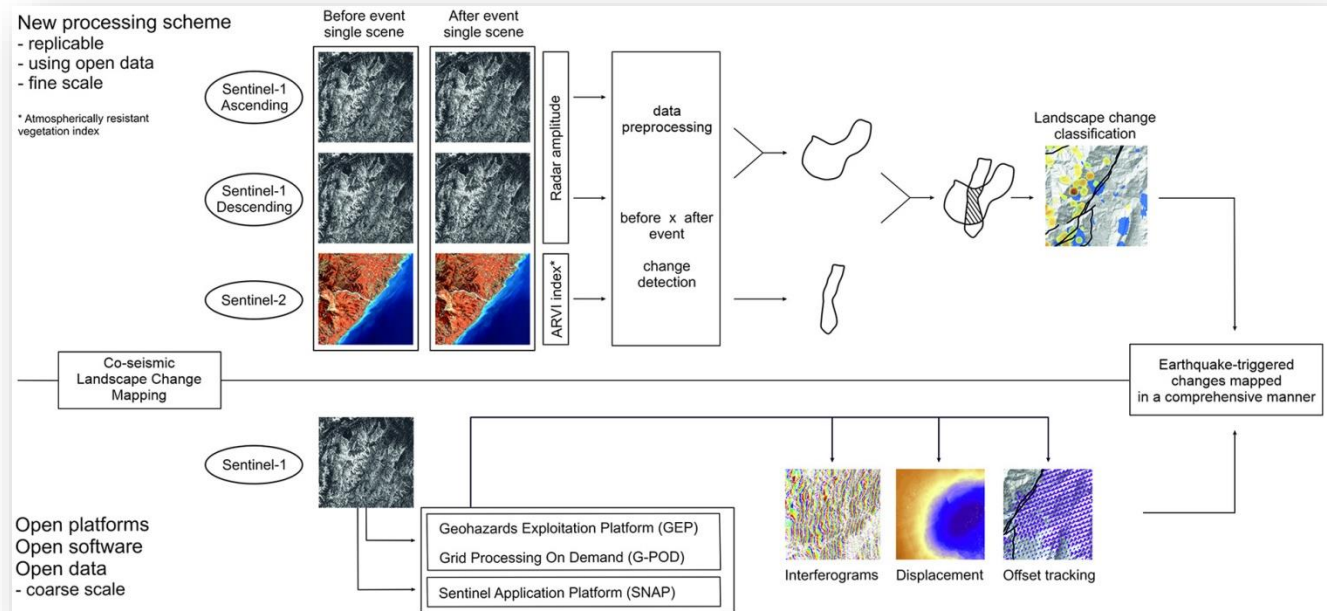
Monitorování subsidence v okolí činných dolů (studie pro Turow)



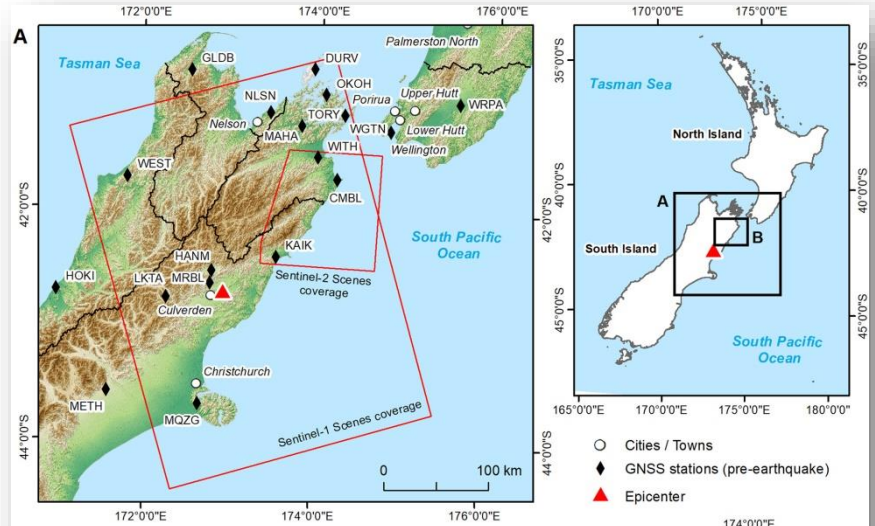
- Průměrná roční rychlost vertikálního pohybu v širším okolí dolu Turow (2017-2019)

Mapování post-seismických povrchových změn (studie pro Nový Zéland)

- Nové procesní schéma umožňující rychlou detekci post-seismických změn (Sentinel-1/2)
- Volně dostupné „cloudové“ služby umožňující vyhodnocení vertikálních pohybů - porovnání
- Validace výsledků



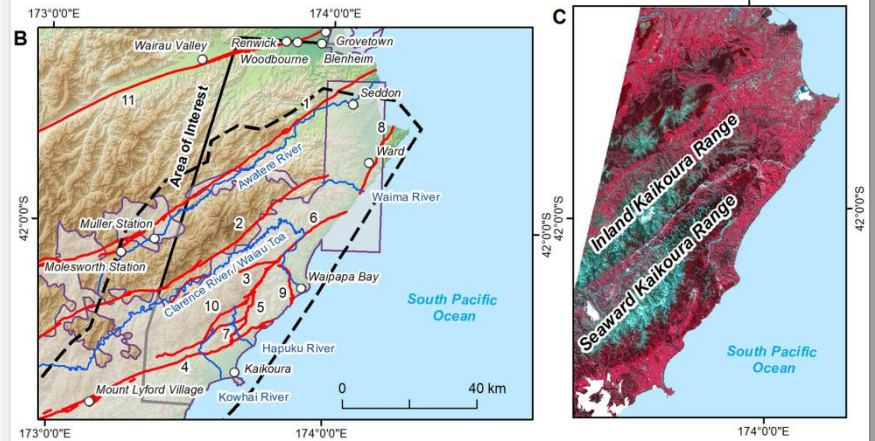
Mapování post-seismických povrchových změn (studie pro Nový Zéland)



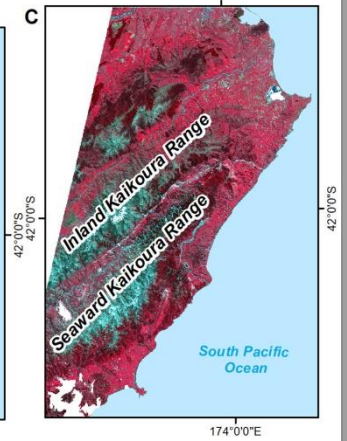
The Kaikoura earthquake, with a reported magnitude of Mw7.8 November 14, 2016

Data:

	Date	Track	Pass
Sentinel-2A	October 3, 2016	129	descending
Sentinel-2A	November 22, 2016	129	descending

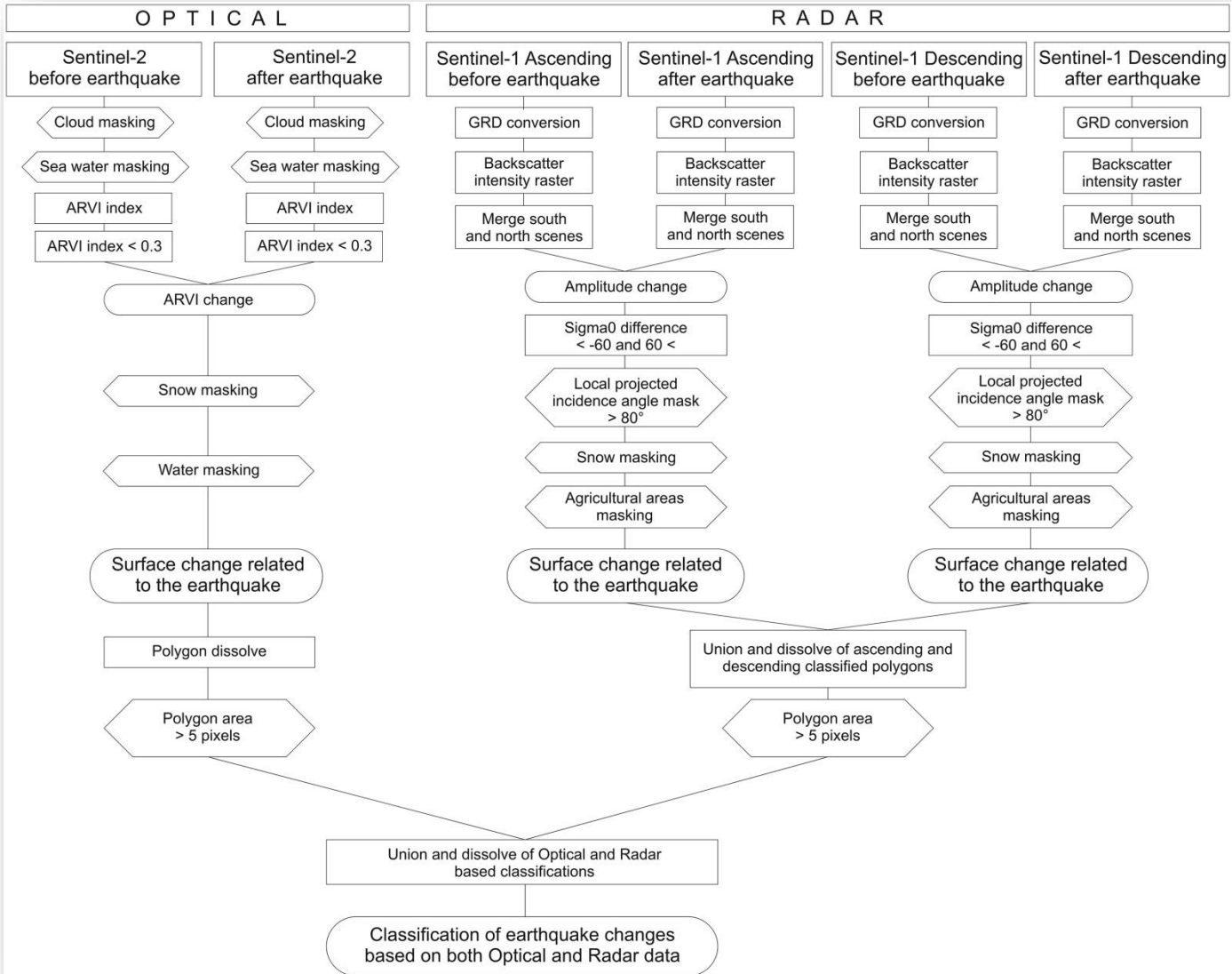


- Administrative Districts
- Selected major faults
- Selected Rivers
- Extent of validation dataset (Massey et al., 2021)
- Extent of validation dataset (Rathje et al., 2017)
- 1 - Awatere Fault
- 2 - Clarence Fault
- 3 - Fidget Fault
- 4 - Hope Fault
- 5 - Jordan Thrust
- 6 - Kekerengu Fault
- 7 - Kowhai Fault
- 8 - London Hill Fault
- 9 - Papatea Fault
- 10 - Upper Kowhai Fault
- 11 - Wairau Fault

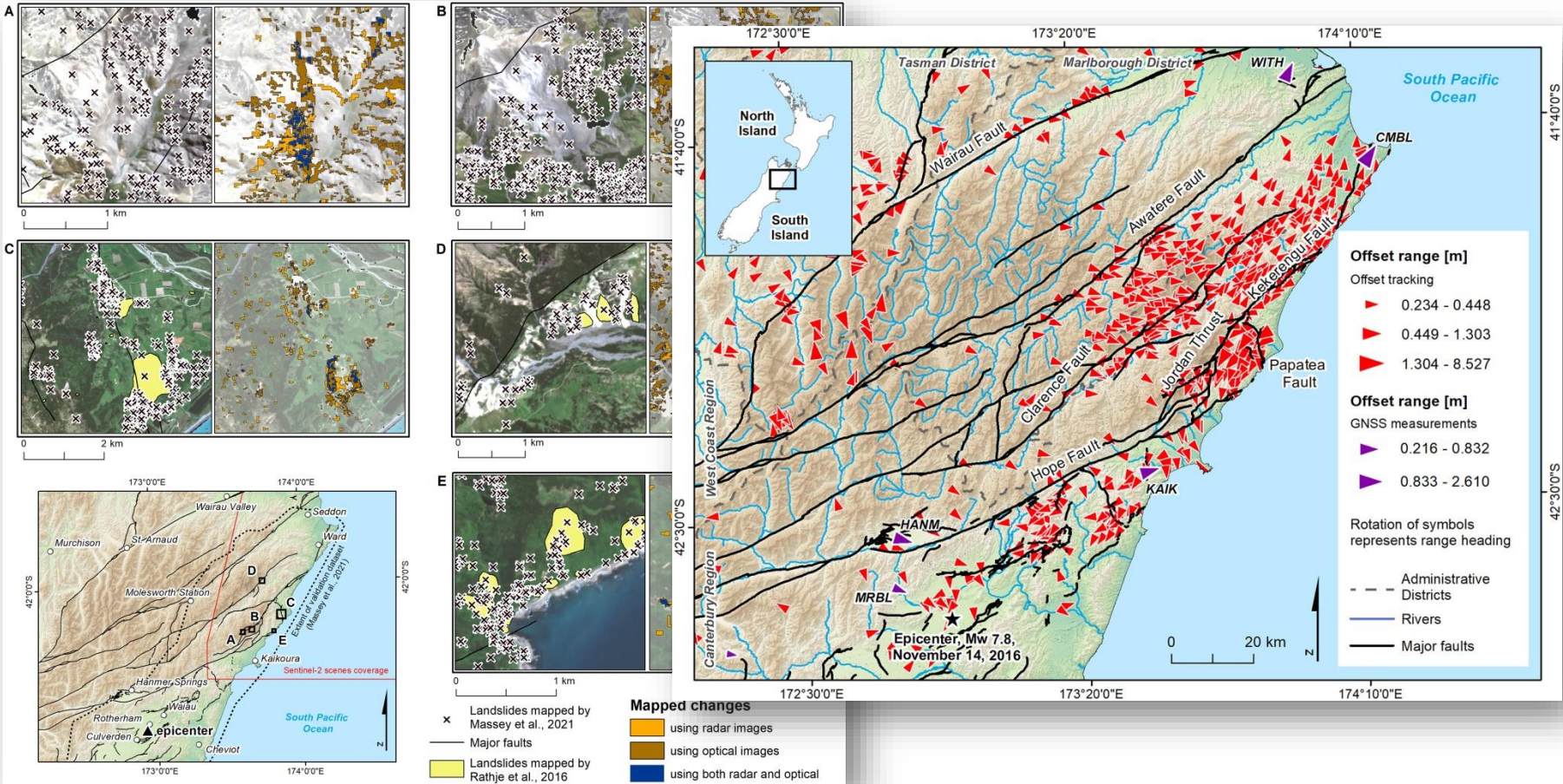


	Date	Track	Pass
Sentinel-1A	November 3, 2016	52	ascending
Sentinel-1B	December 3, 2016	52	ascending
Sentinel-1A	September 5, 2016	73	descending
Sentinel-1B	November 22, 2016	73	descending

Mapování post-seismických povrchových změn (studie pro Nový Zéland)



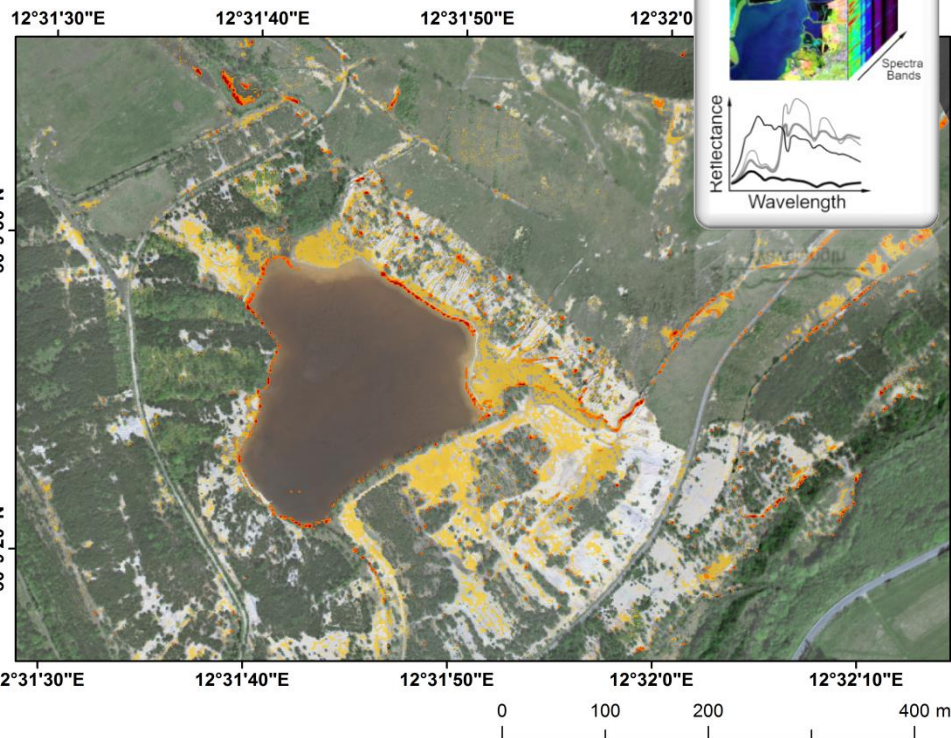
Mapování post-seismických povrchových změn (studie pro Nový Zéland)



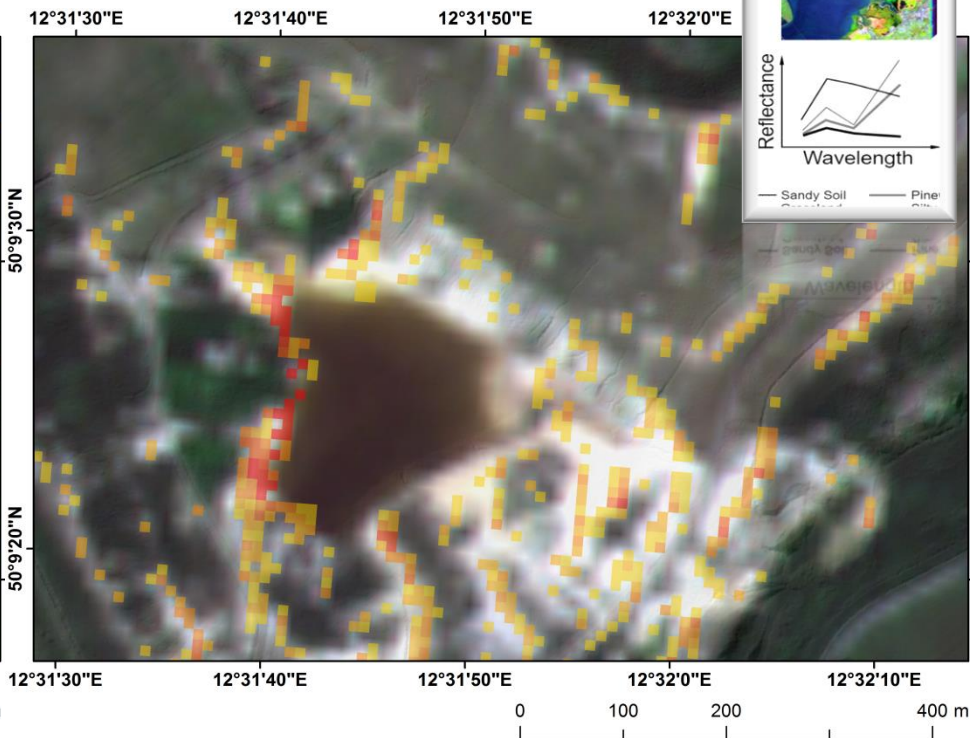
Jelének, J., & Kopačková-Strnadová, V. (2021). Synergic use of Sentinel-1 and Sentinel-2 data for automatic detection of earthquake-triggered landscape changes: A case study of the 2016 Kaikoura earthquake (Mw 7.8), New Zealand. *Remote Sensing of Environment*, 265, 112634.

Mapování kyselých substrátů a půd

CASI: 06/2017

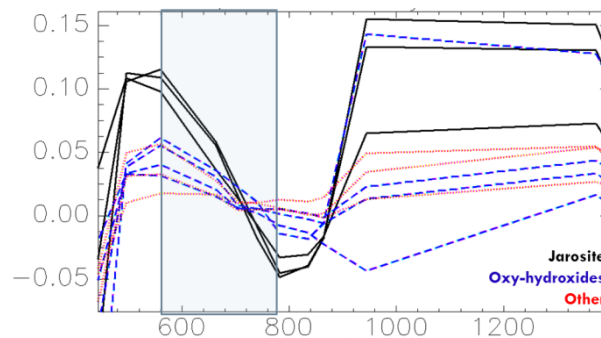


S-2: 06/2017

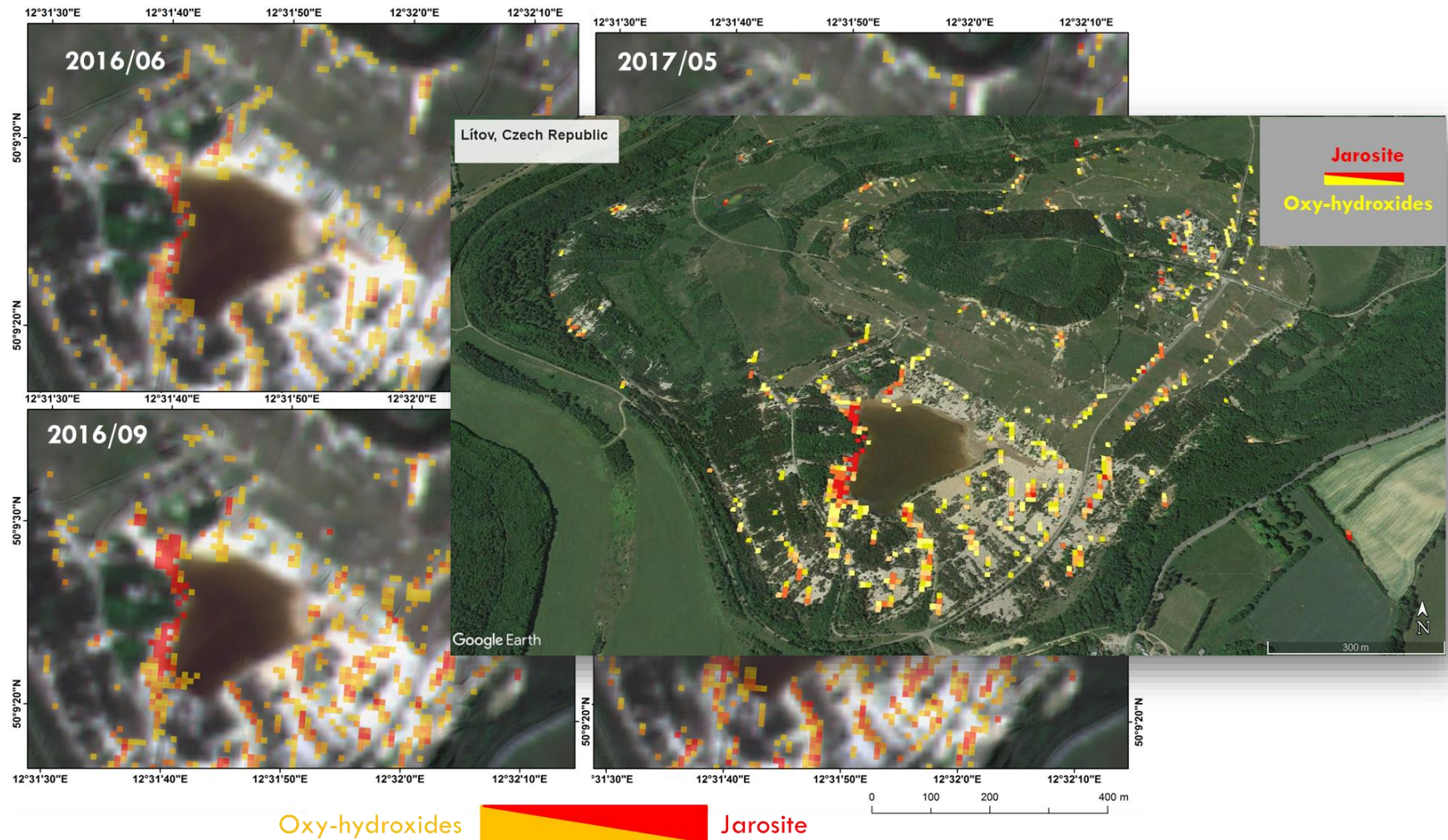


Nový index:

$$D_{S-2 (AMD)} = (D_{560} - D_{664}) + (D_{703} - D_{782})$$



Mapování kyselých substrátů a půd



Oxy-hydroxides Jarosite

0 100 200 400 m

Kopačková, V. (2019, July). Mapping acid mine drainage (AMD) and acid sulfate soils using Sentinel-2 data. In *IGARSS 2019-2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 5682-5685). IEEE.

Mezinárodní projekty/aktivity

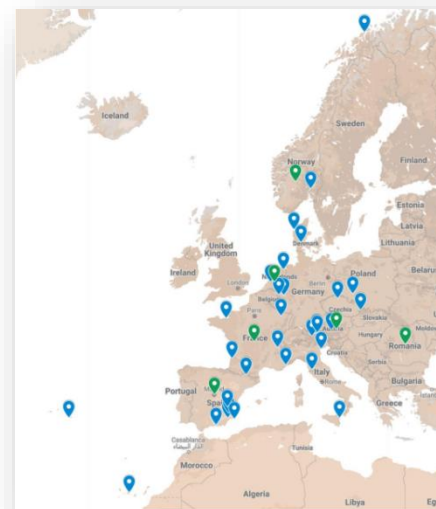
- Earth Observation and Geohazard Expert Group (Eurogeosurveya, EGS)



- e-shape.eu (EuroGEO)



- Services supporting the European Environment Agency's (EEA) implementation of the Copernicus European Ground Motion Service – product validation (ESA, 2022-2025)



Závěr

- Sentinel-1/2: velmi dobrá frekvence snímání
- Volný přístup k datům Copernicus – tvorba nových aplikací umožňující **systematické mapování a monitorování Země**
- Volně dostupné „cloudové“ služby
- S-2:
 - ✓ detekce změn povrchu Země (geohazardy, přírodní katastrofy)
 - ✓ detekce kyselých substrátů (půd) (vlivy těžby, enviro)
- S-1:
 - ✓ data nezávislé na oblačnosti, počasí
 - ✓ velmi přesná detekce vertikálních pohybů (geohazardy, přírodní katastrofy)