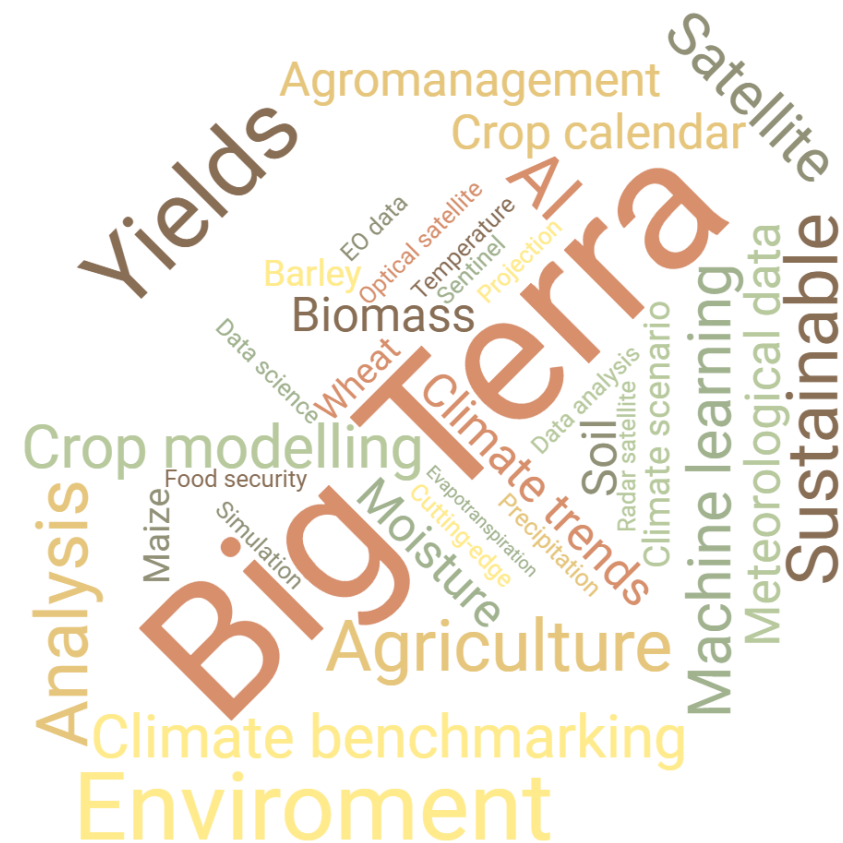


Možnosti a limity radarových satelitních snímků v rámci monitorování zemědělských plodin

Ing. Lukáš Tůma Ph.D.

Obsah přednášky

1. Úvod – Big Terra
2. Úvod do problematiky SAR
3. První zkušenosti a využití SAR
4. Současný vývoj
5. Potenciální využití a cíle
6. Závěr



Crop Modeling



The **Big** data about our **Terra**

Data Science

Machine Learning

Weather

Environment

Agriculture

EO Data

Úvod – Kdo jsme?



Založena roku 2017



Členové



ESA BIC



Status

Úvod – Příležitosti

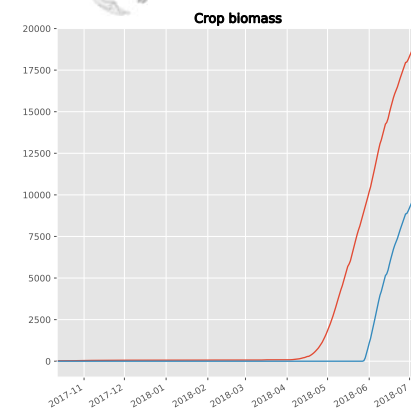
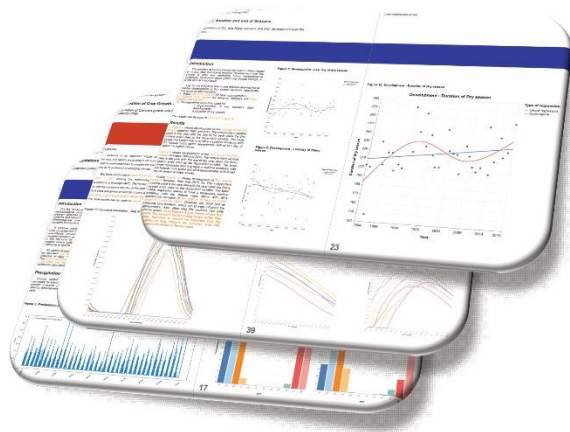
- Nové výzvy v zemědělském sektoru Rozvoje světa
- Nárůst populace a rapidní změny v struktuře společnosti v Rozvojových zemích
- Datová analýza (Umělá inteligence, Modelování, Statistika)
- Dostupnější satelitní snímky (Ale obecně všechna EO data)
- Klimatické změny (Rapidní změny biofyzikálních procesů)
- Nové zemědělské praktiky (Reg./Uhlíkové zem.; Agrolesnictví)



Úvod – Naše zkušenosti

Projekty a aktivity:

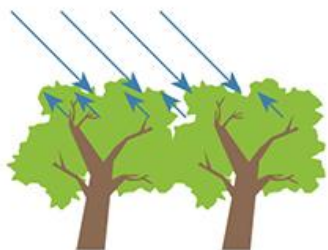
- **Analýzy ze satelitních dat** – Slovensko, Česká Republika, Zimbabwe, Francie, Moldavsko, Kyrgyzstán
- **Klimatické analýzy** – 2x Sýrie, Irák, Senegal, 2x Etiopie, Tádžikistán, Kambodža, Zambie, Senegal, Ghana, Senegal



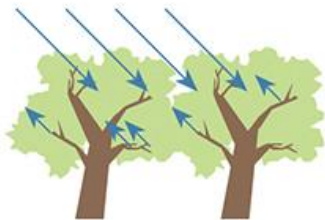
Úvod do problematiky SAR

SAR technologie

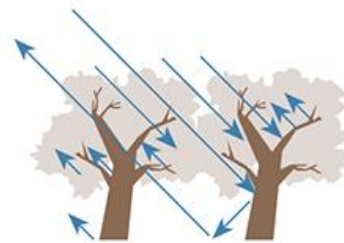
- **Radar se syntetickou aperturou (Synthetic aperture radar):**
Využití Amplitudy, fáze signálu a sekvencí zachycení signálu pro vytvoření mapy radarové odrazivosti
- Signály: VV, HH, VH, HV; dual-pol a quad-pol systémy
- Výhody: Nemá být ovlivněna oblačností



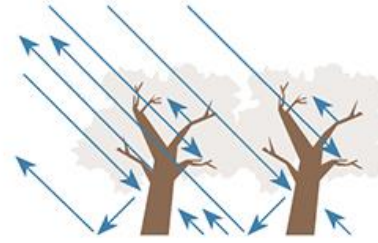
X-BAND 3 cm



C-BAND 6 cm

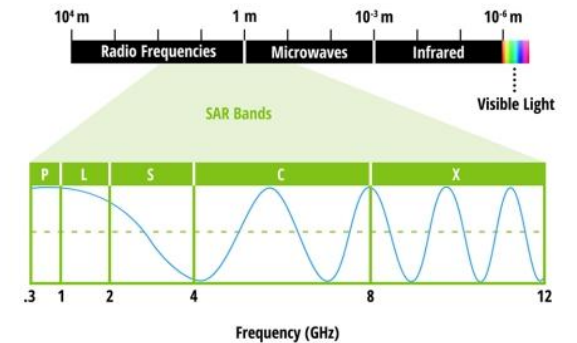
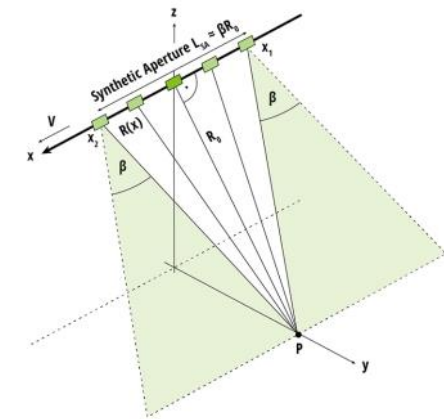


L-BAND 24 cm



P-BAND 65 cm

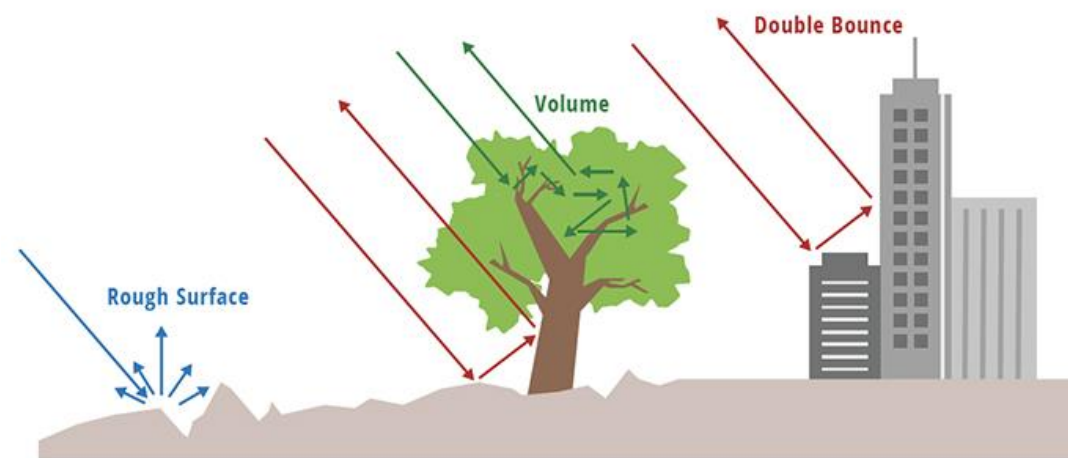
<https://earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/what-is-sar>



Úvod do problematiky SAR

SAR technologie

- VV mód – odkrytá půda nebo vodní plocha
- VH/HV mód – Stromy a větve
- HH – Infrastruktura, budovy ale i kmeny stromů



RELATIVE SCATTERING STRENGTH BY POLARIZATION:

Rough Surface Scattering $|S_{VV}| > |S_{HH}| > |S_{HV}|$ or $|S_{VH}|$

Double Bounce Scattering $|S_{HH}| > |S_{VV}| > |S_{HV}|$ or $|S_{VH}|$

Volume Scattering Main source of $|S_{VV}|$ and $|S_{VH}|$

<https://earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/what-is-sar>

Úvod do problematiky SAR

SAR satelity

Sentinel-1, ERS-1 and 2, ENVISAT, ALOS PALSAR, TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, RADARSAT-2

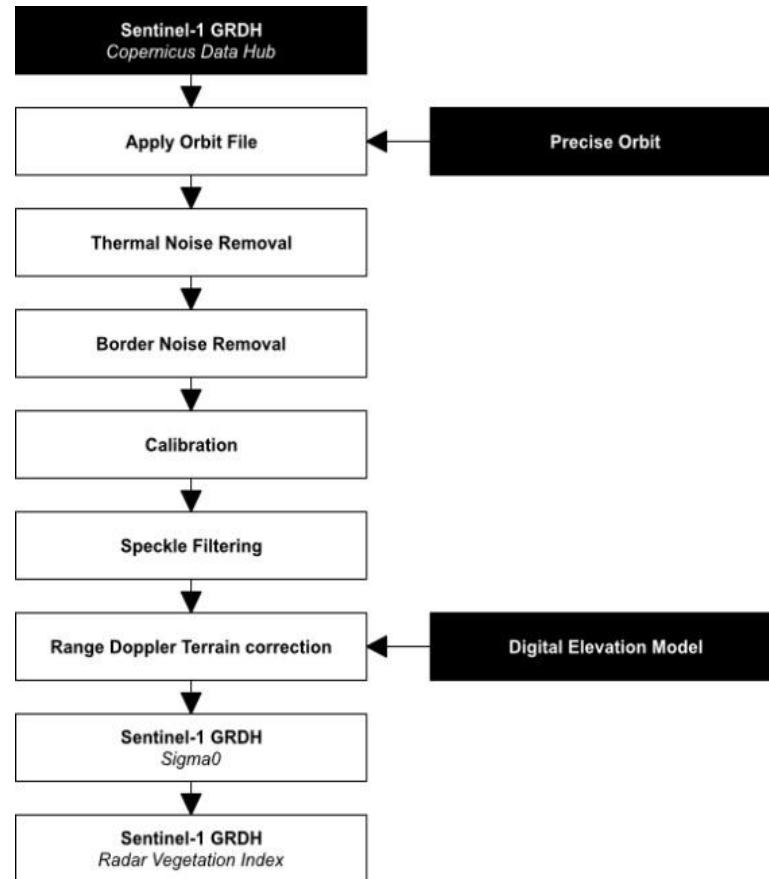
Sentinel-1:

- Dva instrumenty: Sentinel-1A a Sentinel-1B
- C pásmo (5.405 GHz); Dual-pol (VV; VH); Level-1 Ground Range Detected (GRD)
- Frekvence snímání: 6 dní
- Monitorování vývoje vegetace, vlhkosti půdy, identifikace plodin (v tandemu s Sentinel-2)
- Rozlišení: 5x20 metrů



<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/overview>

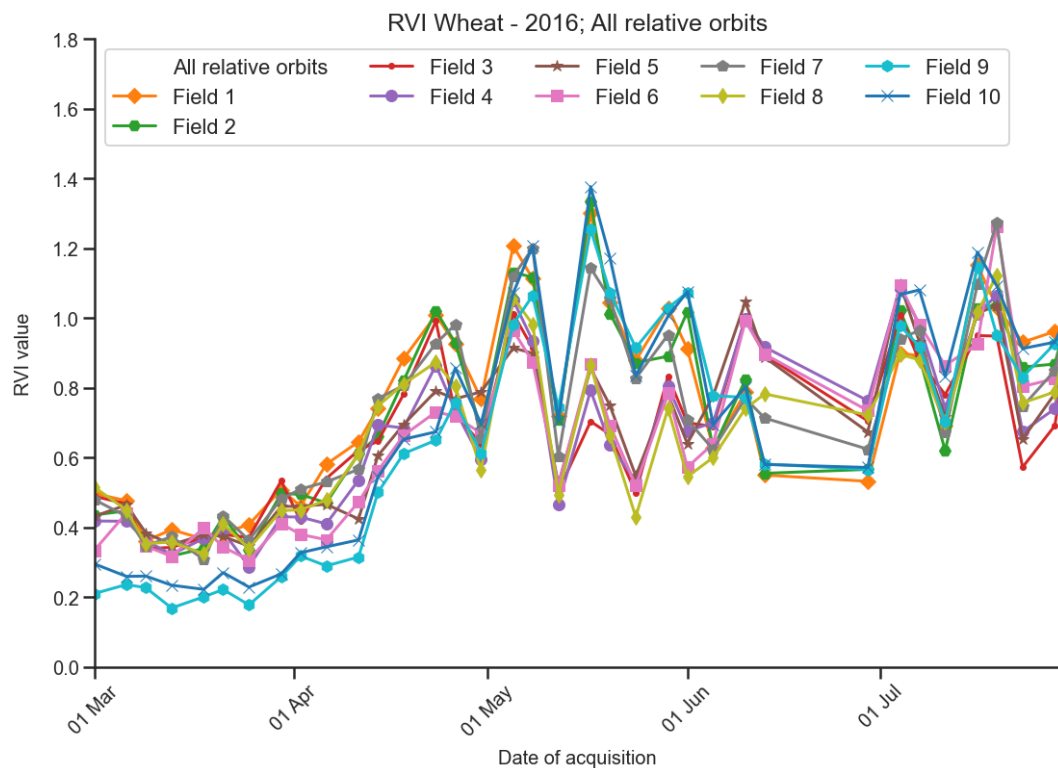
Úvod do problematiky SAR



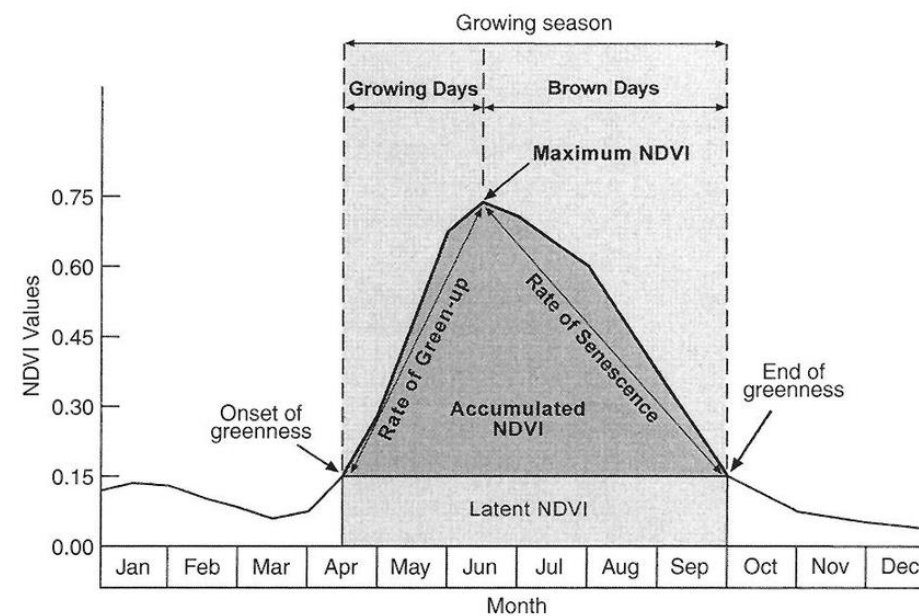
Zdroj: Sentinel-1 Ground Range Detected (GRD) pre-processing and processing workflow. (Source: adjusted from Filipponi 2019)

První zkušenosti a využití SAR

RVI charakteristika



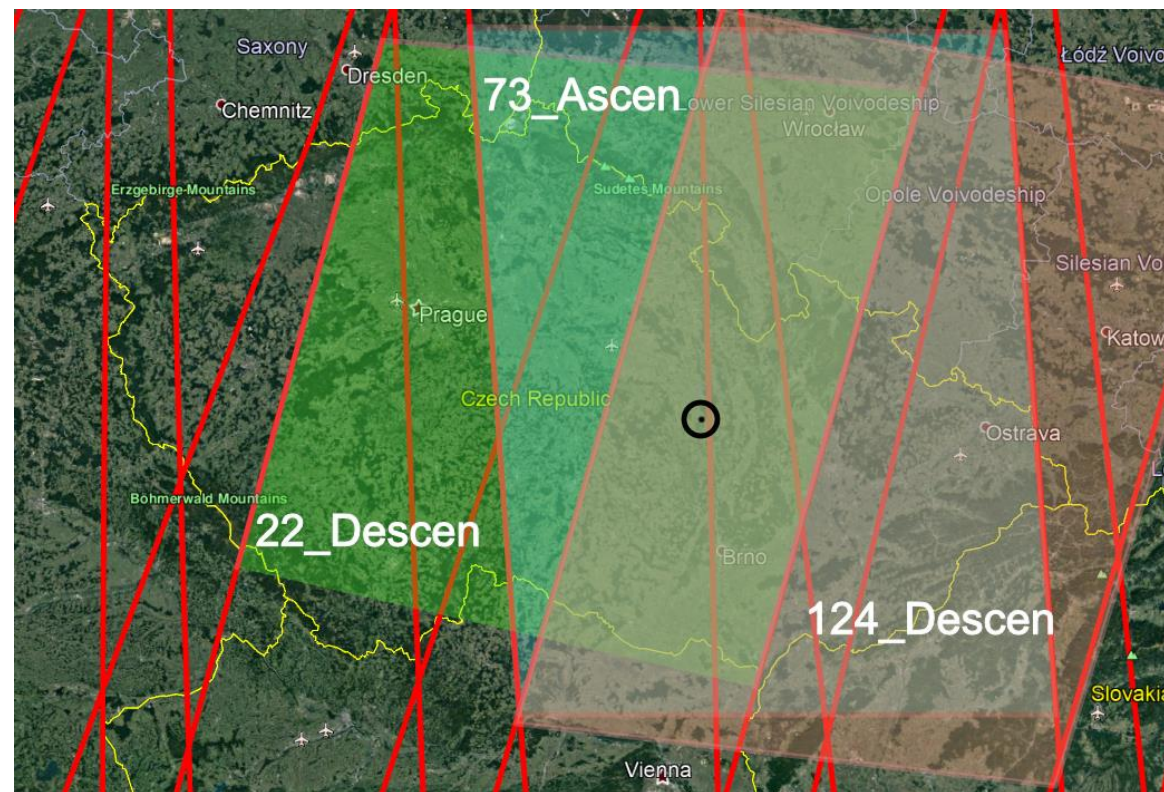
Source: Tůma et al. 2021



Source: Vegetation phenology curve and metrics derived from enhanced AVHRR imagery. (Source: Griffith et al. 2002)

První zkušenosti a využití SAR

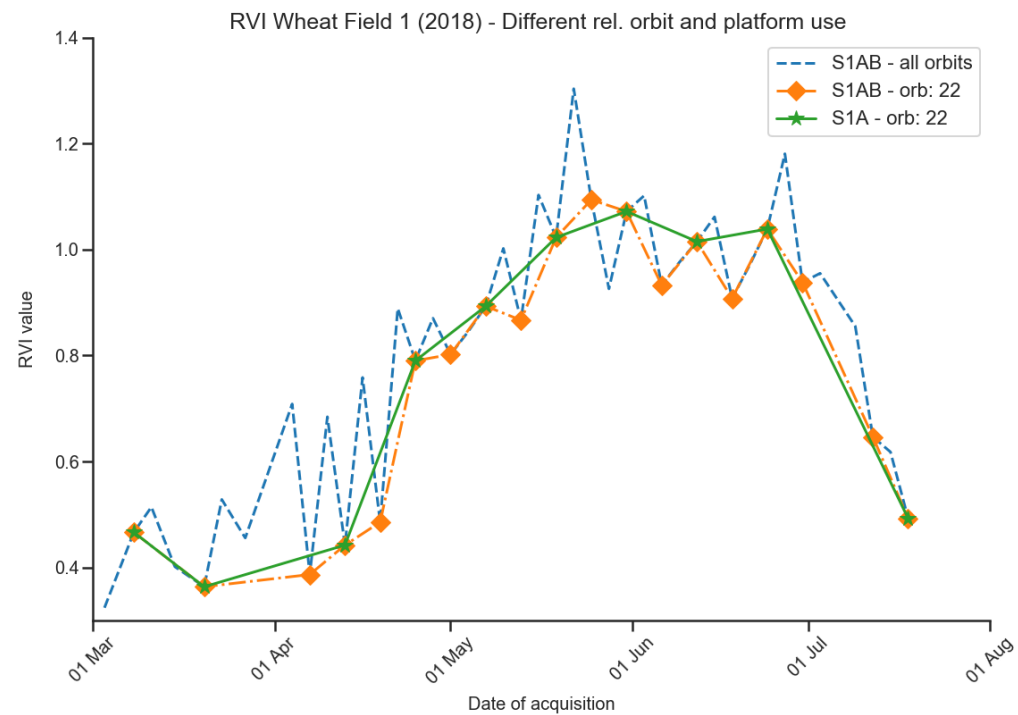
Přelety Sentinel-1 nad ČR



Source: Tůma et al. 2021

První zkušenosti a využití SAR

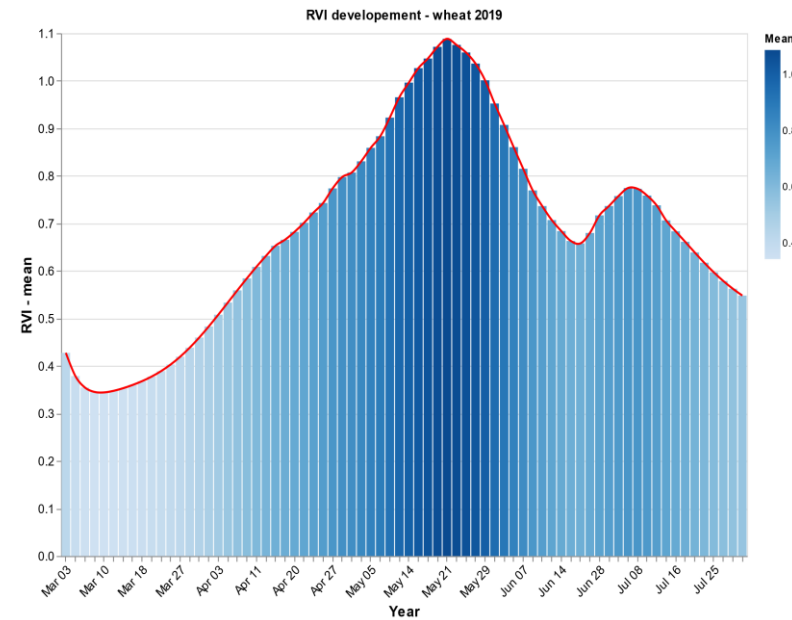
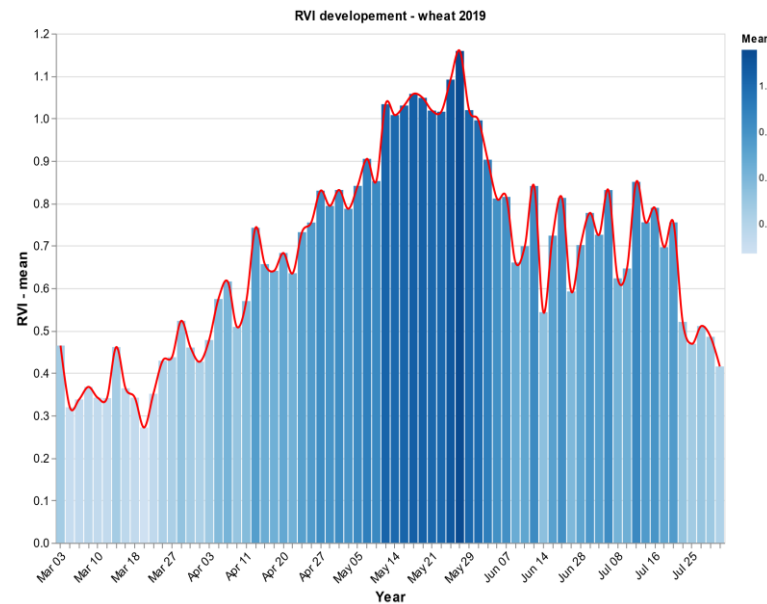
Selekce dat dle orbitální dráhy



Source: Tůma et al. 2021

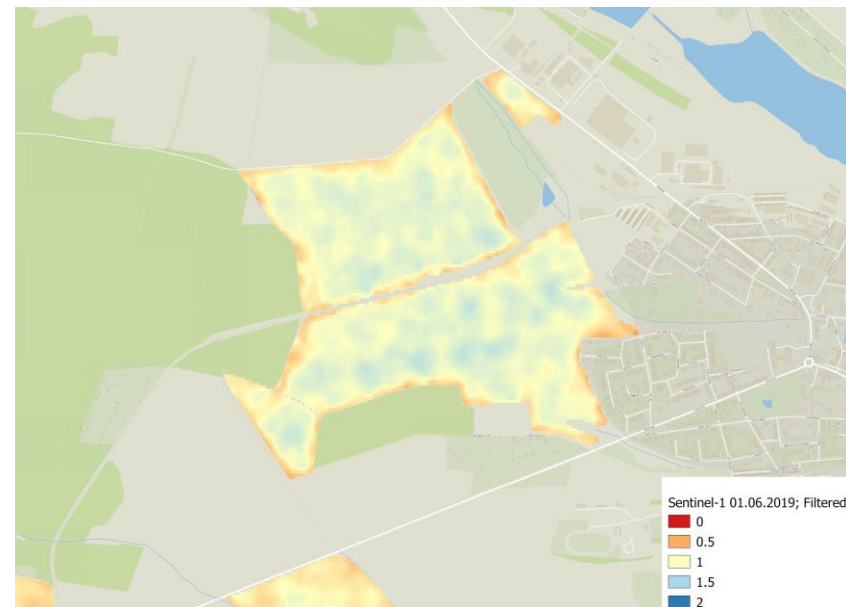
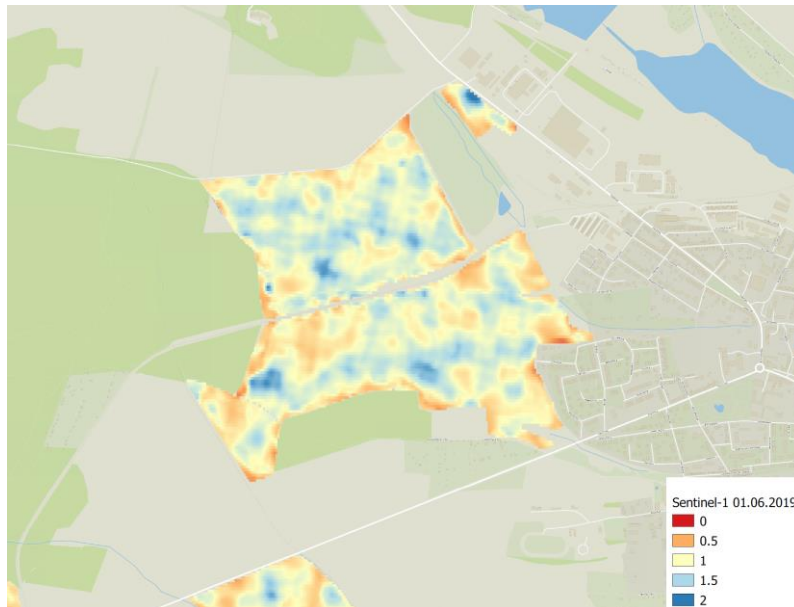
První zkušenosti a využití SAR

Výnosový model opravený SAR RVI daty



První zkušenosti a využití SAR

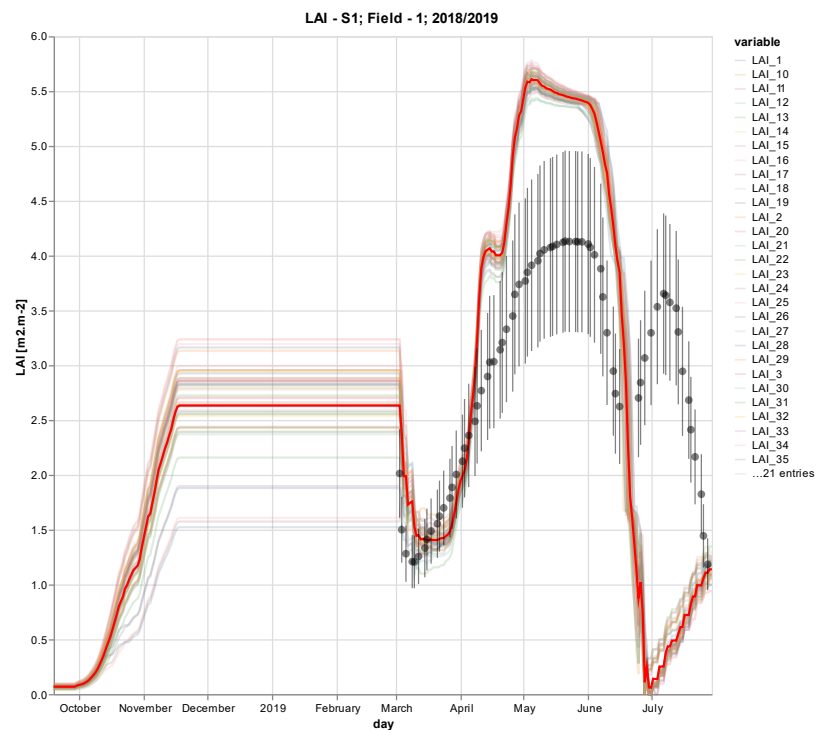
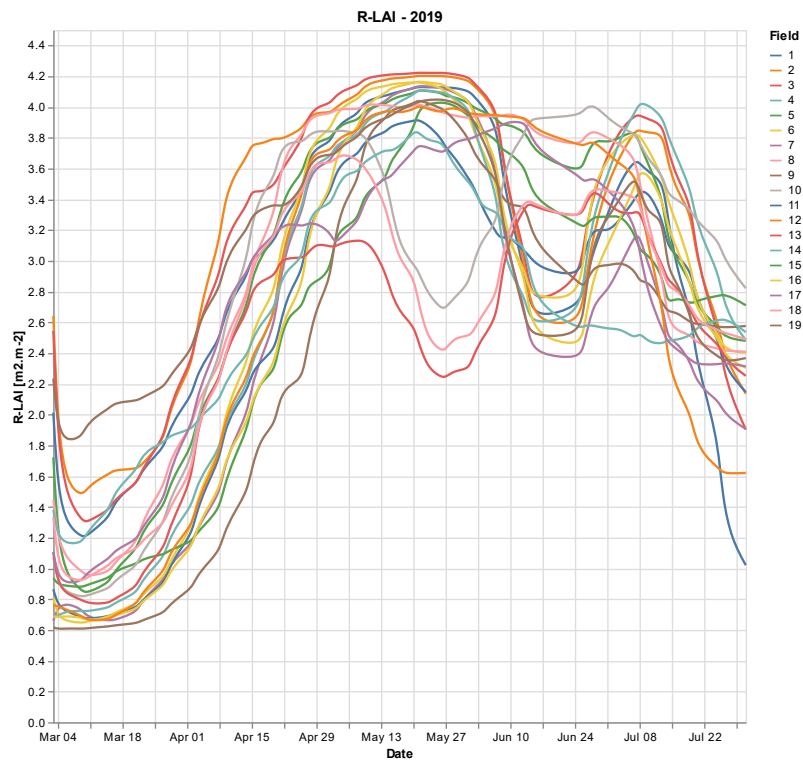
Výnosový model opravený SAR RVI daty



První zkušenosti a využití SAR

Výnosový model opravený SAR RVI daty

Strojové učení (Random Forest)

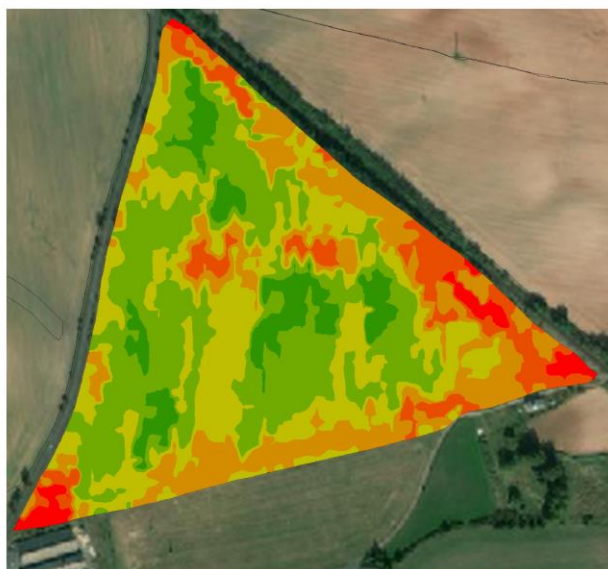


Současný vývoj a aplikace

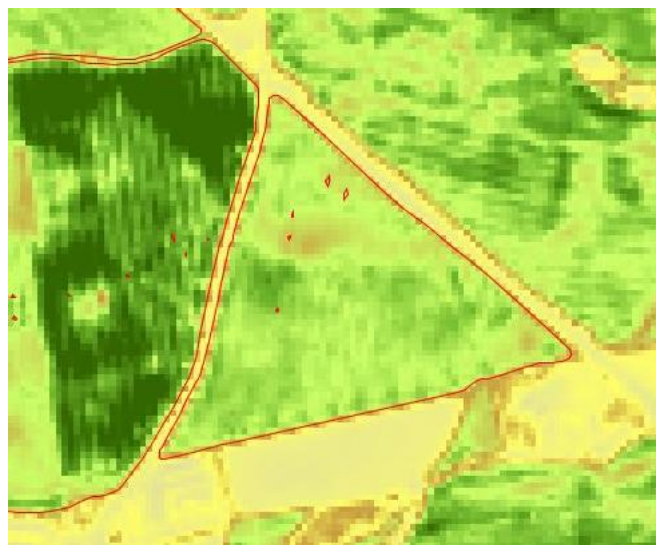
Pomrzlá pšenice a výnosové třídy

Pomrzlá pšenice:

- Detekce postižených ploch za pomoci RVI a pomocných optických a topografických dat
- Jarní mrazy 2019/2020 – silné noční a ranní mrazy
- Lupofyt Lisany

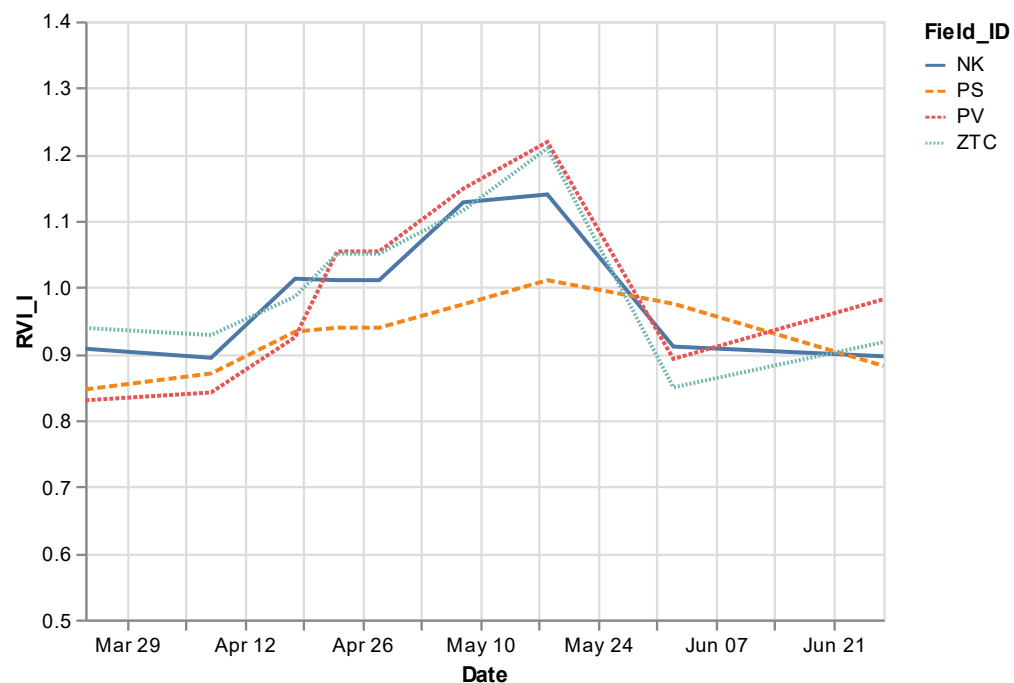


8,2 - 11,9 t/ha	0,00 ha	
7,5 - 8,1 t/ha	1,58 ha	
6,7 - 7,4 t/ha	6,47 ha	
6,0 - 6,6 t/ha	5,50 ha	
5,3 - 5,9 t/ha	4,01 ha	
4,5 - 5,2 t/ha	1,66 ha	
0,5 - 4,4 t/ha	0,47 ha	



Současný vývoj a aplikace

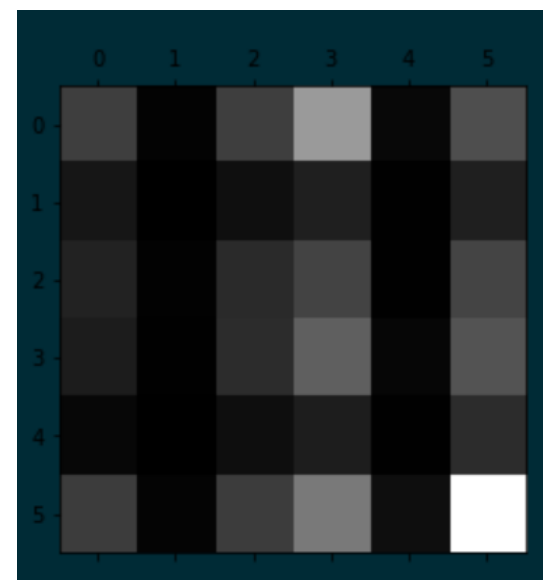
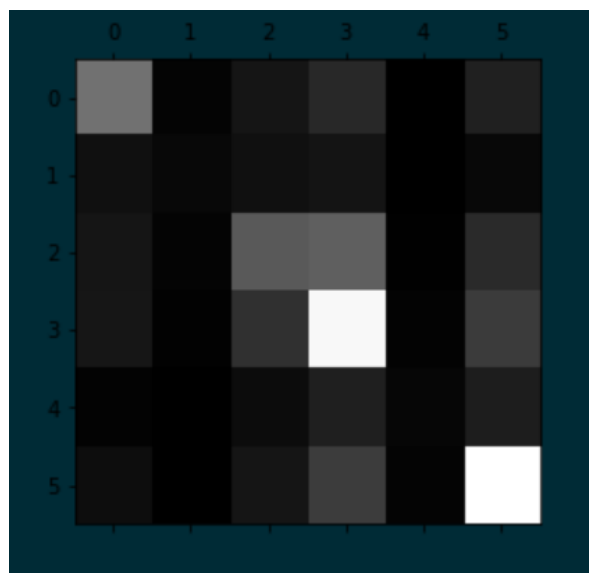
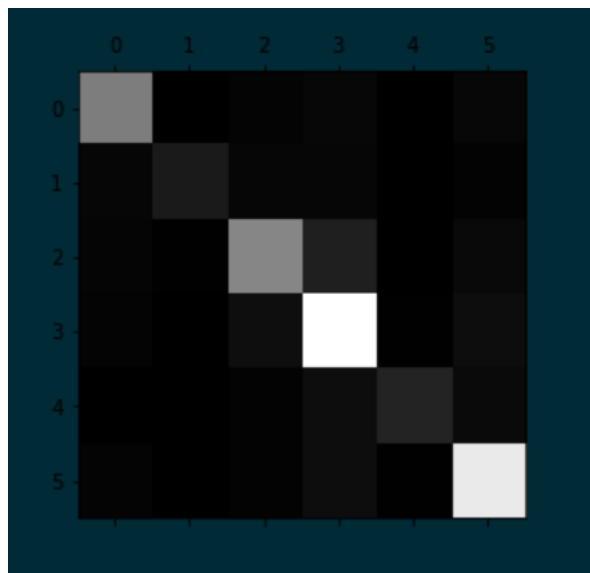
Pomrzlá pšenice a výnosové třídy



Současný vývoj a aplikace

Pomrzlá pšenice a výnosové třídy

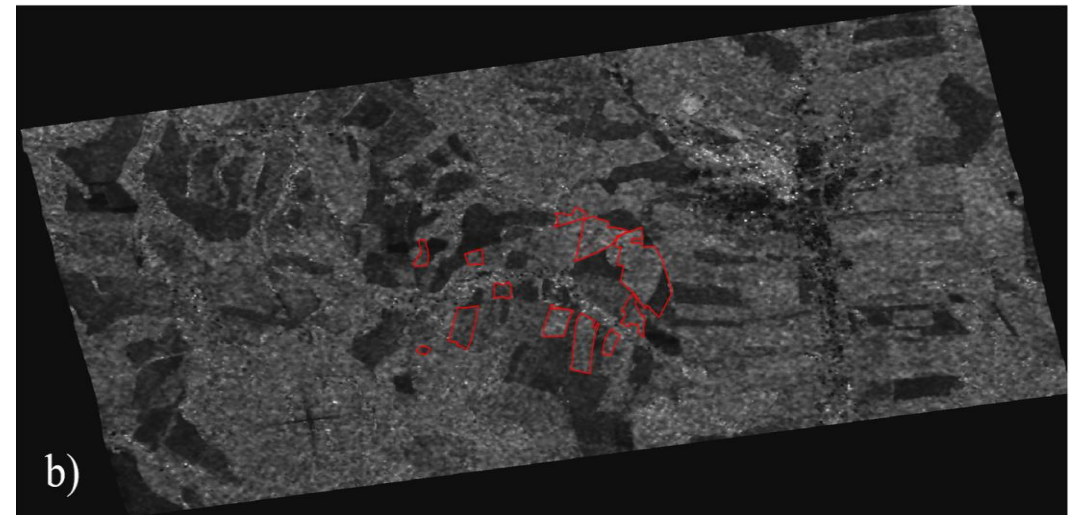
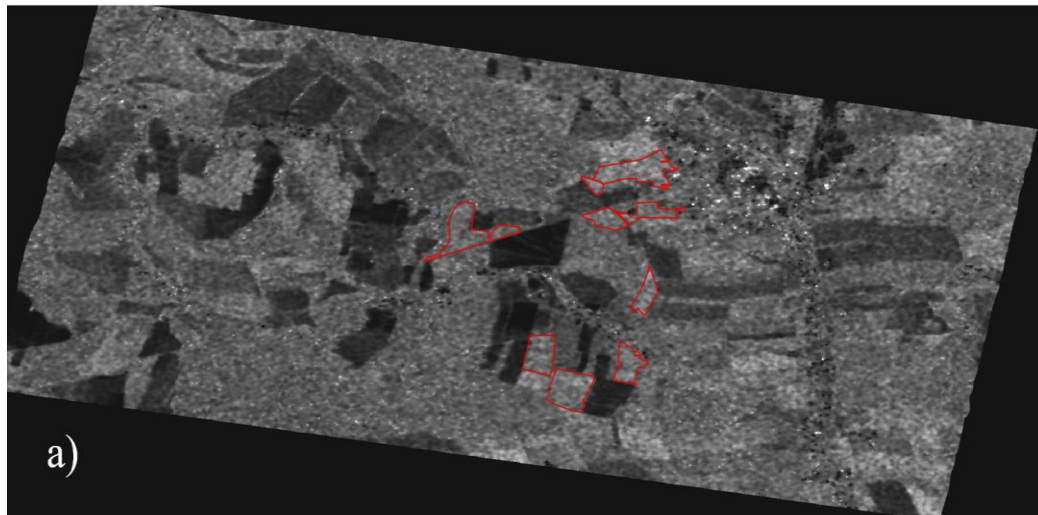
Výsledky



Současný vývoj a aplikace

Pomrzlá pšenice a výnosové třídy

Speckles (zrnitost)



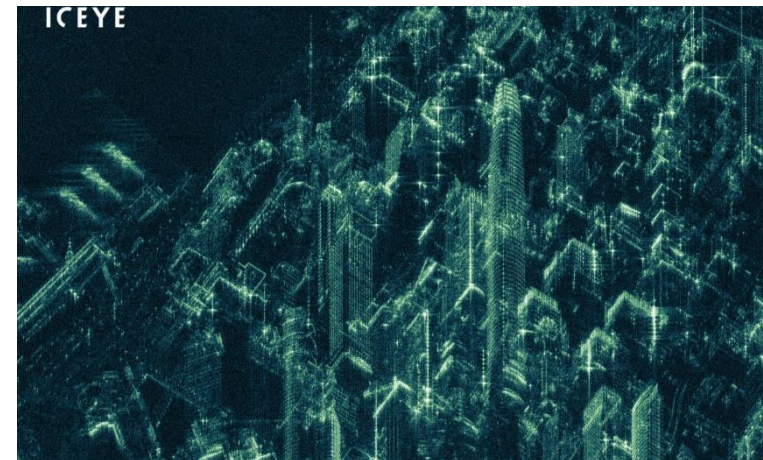
a) Radarový vegetační index - 5.5.2016; b) 3.5.2017 – ukázka zrnitosti

Současný vývoj a aplikace

Pšenice - agregace RVI dat a výnosové třídy

Pšenice výnosové třídy:

- Převzorkování dat z rozlišení 10 m na 50 m a 100 m
- Potlačení zrnitosti (speckles) díky „Resample“ algoritmu
- Předběžné výsledky: Výnosy při 100 m rozlišení začínají korelovat s RVI

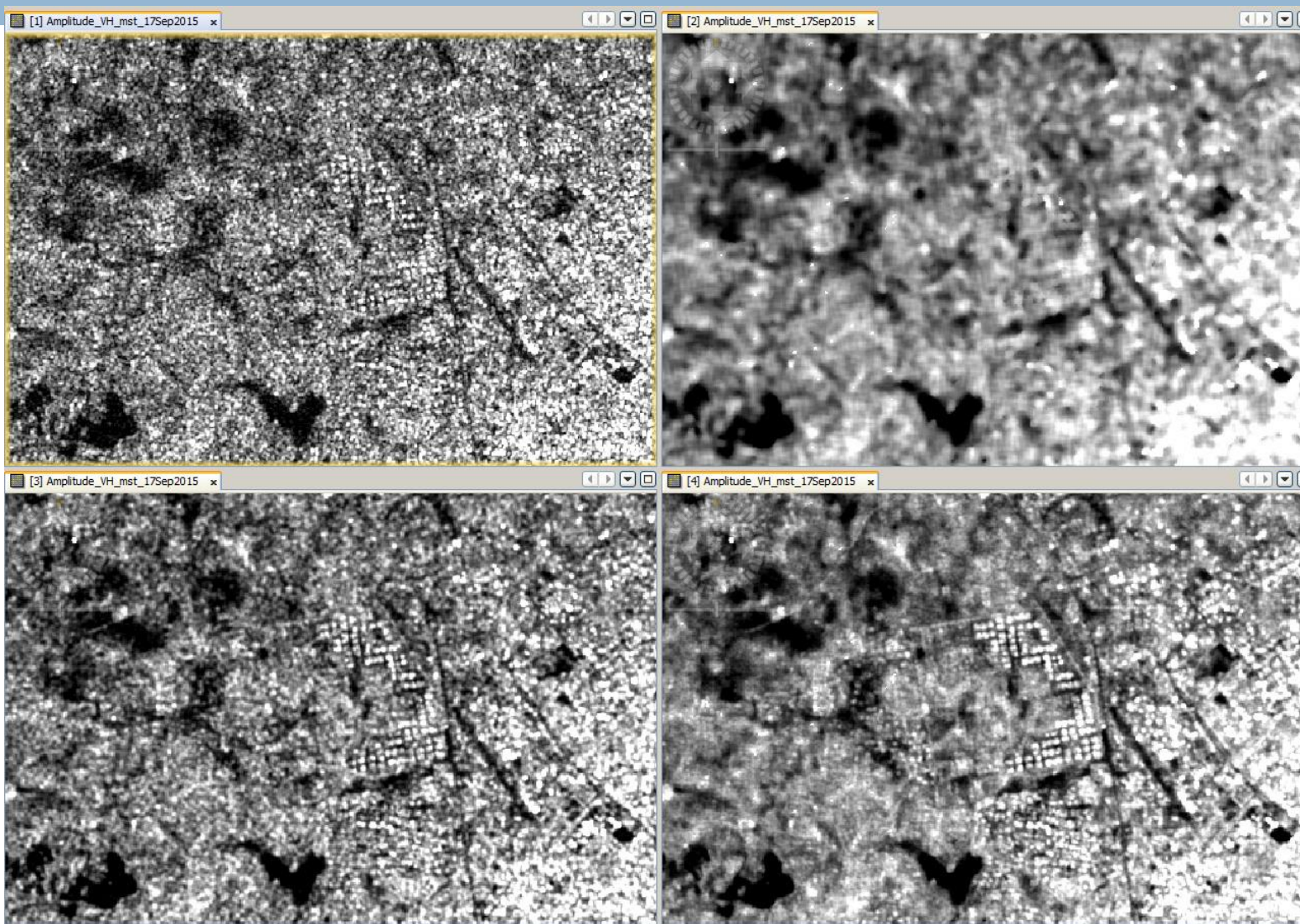


Zdroj: <https://militaryembedded.com/comms/satellites/25-cm-resolution-sar-imaging-achieved-with-smallsats>



Zdroj: <https://www.sandia.gov/radar/pathfinder-radar-isr-and-synthetic-aperture-radar-sar-systems/archive-imagery>

Současný vývoj a aplikace



Zdroj: <https://forum.step.esa.int/t/single-or-multi-temporal-speckle-filter/2139>

Cíle vývoje a potenciální využití

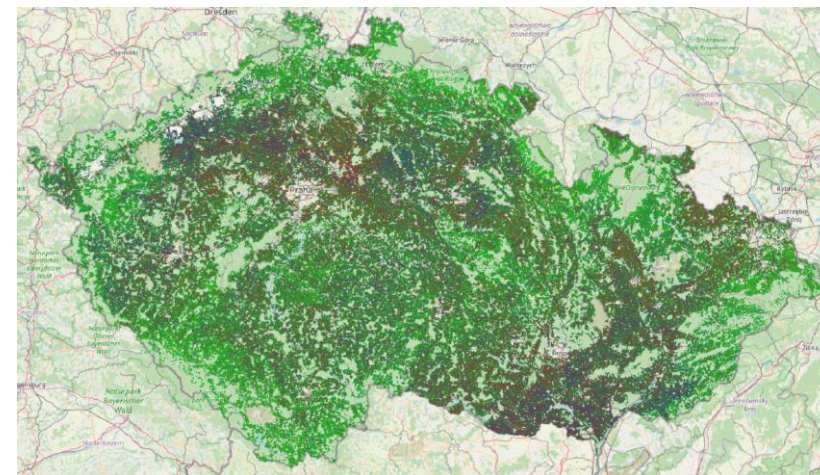
Pšenice - agregace RVI dat a výnosové třídy

Aplikace RVI (a jiných Sentinel-1 produktů)

- Platforma pro online vizualizaci
- RVI (různé druhy – RVI-II, RVI-III) či půdní vlhkost pro ČR
- Pilot - Možnost sledování zemědělských ploch s možností selekce dat

Využití/Potenciál

- Rychlá a předběžná kontrola větších veg. ploch – předstupěň pro drony či optické satelity
- Podpurná data pro optická satelity (synergie mezi S1 a S2)
- Sledování vegetačního pokryvu obecně



Děkuji za pozornost!

Email: lukas.tuma@bigterra.com

Web: <https://bigterra.com/>

