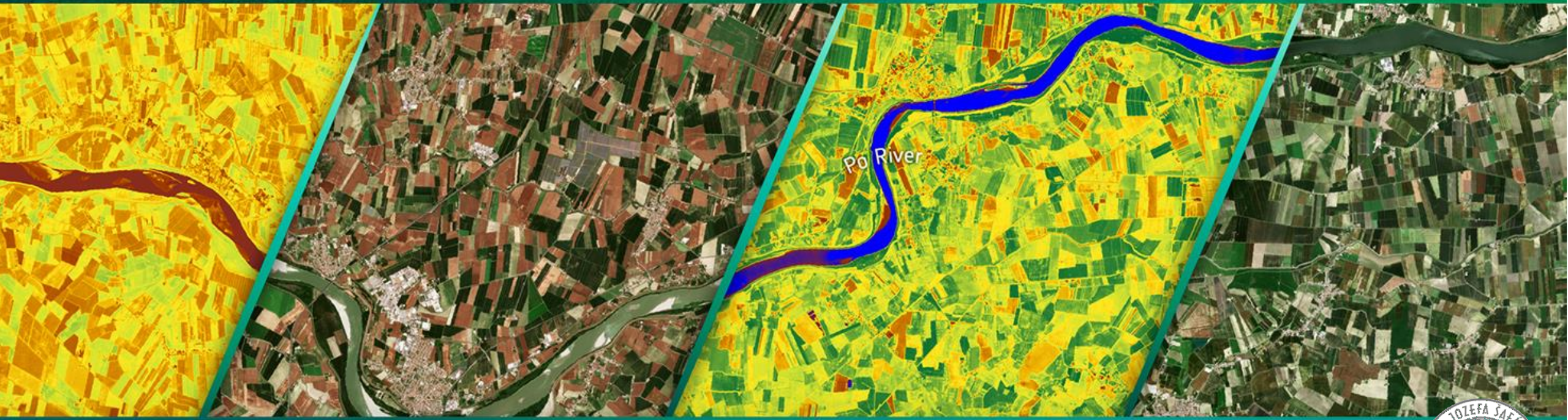


DIAĽKOVÝ PRIESKUM ZEME

- princípy a aplikácie



doc. Mgr. Michal Gallay, PhD.
Mgr. Katarína Onačillová, PhD.





Obsah seminára

1

Diaľkový prieskum Zeme

- teoretické princípy,
- vyžarovanie a odrazivosť,
- farebné kompozície a spektrálne indexy

2

Aplikácie diaľkového prieskumu Zeme

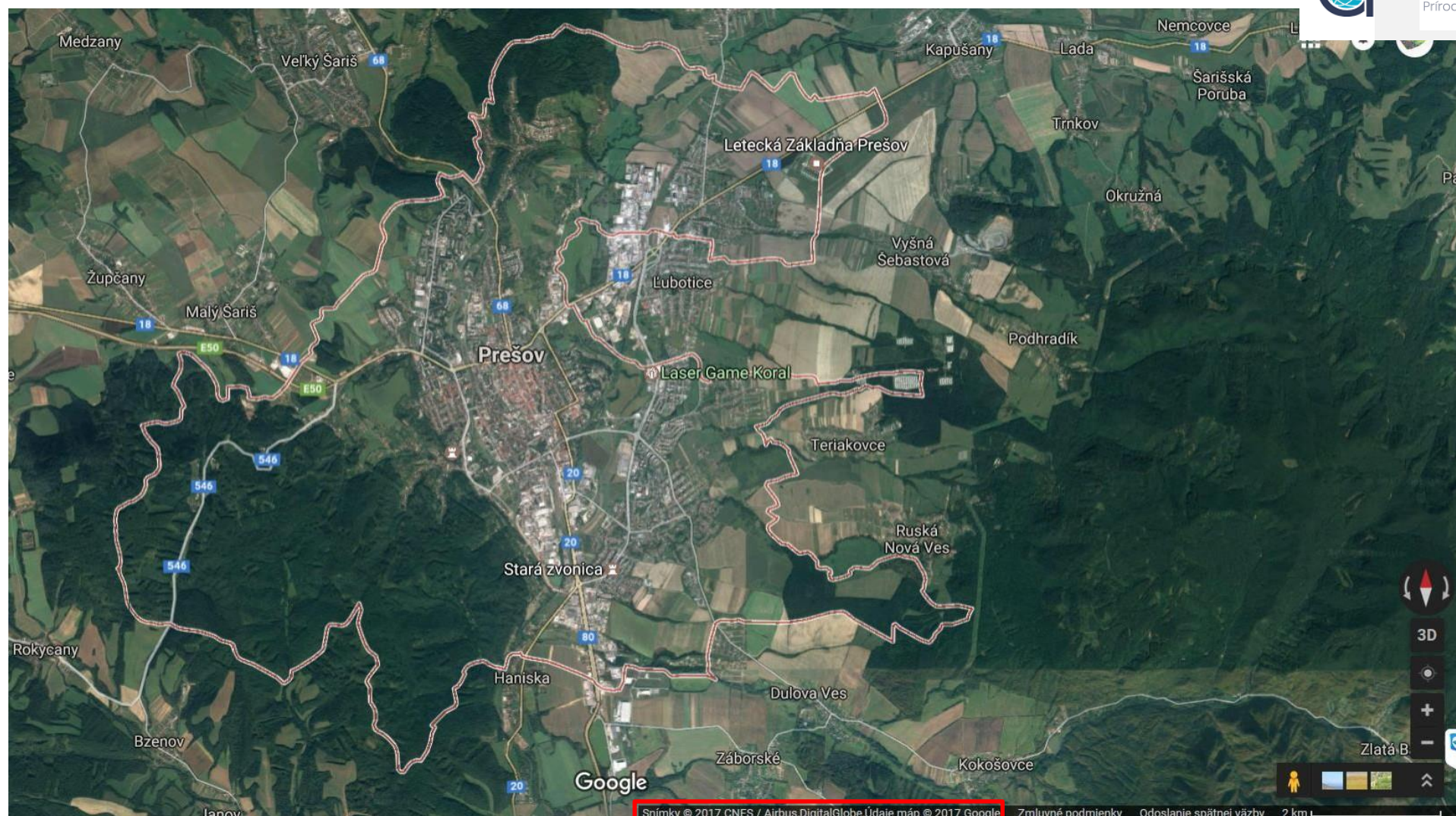
3

Sentinel Hub – EO Browser – praktické ukážky

DPZ je součástí každého dne



Podklad pre mnohé webové mapové služby



Snímky © 2017 CNES / Airbus, DigitalGlobe, Údaje máp © 2017 Google

Najstaršia? snímka Košíc a okolia

29. máj 1975 Landsat 1 MSS, NASA , rozlíšenie 80 m



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach



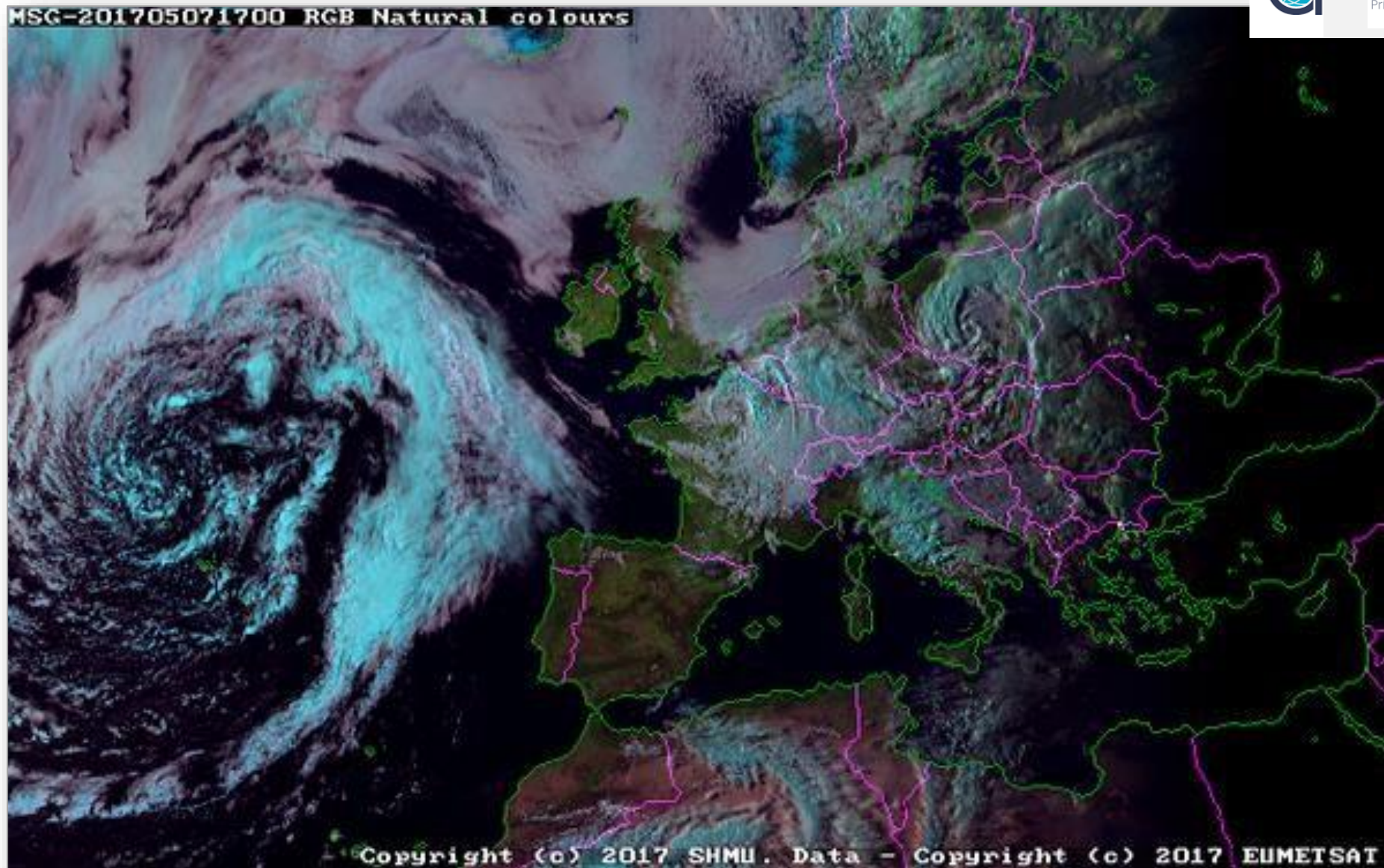
Predpoved' počasia – jeden satelit



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach



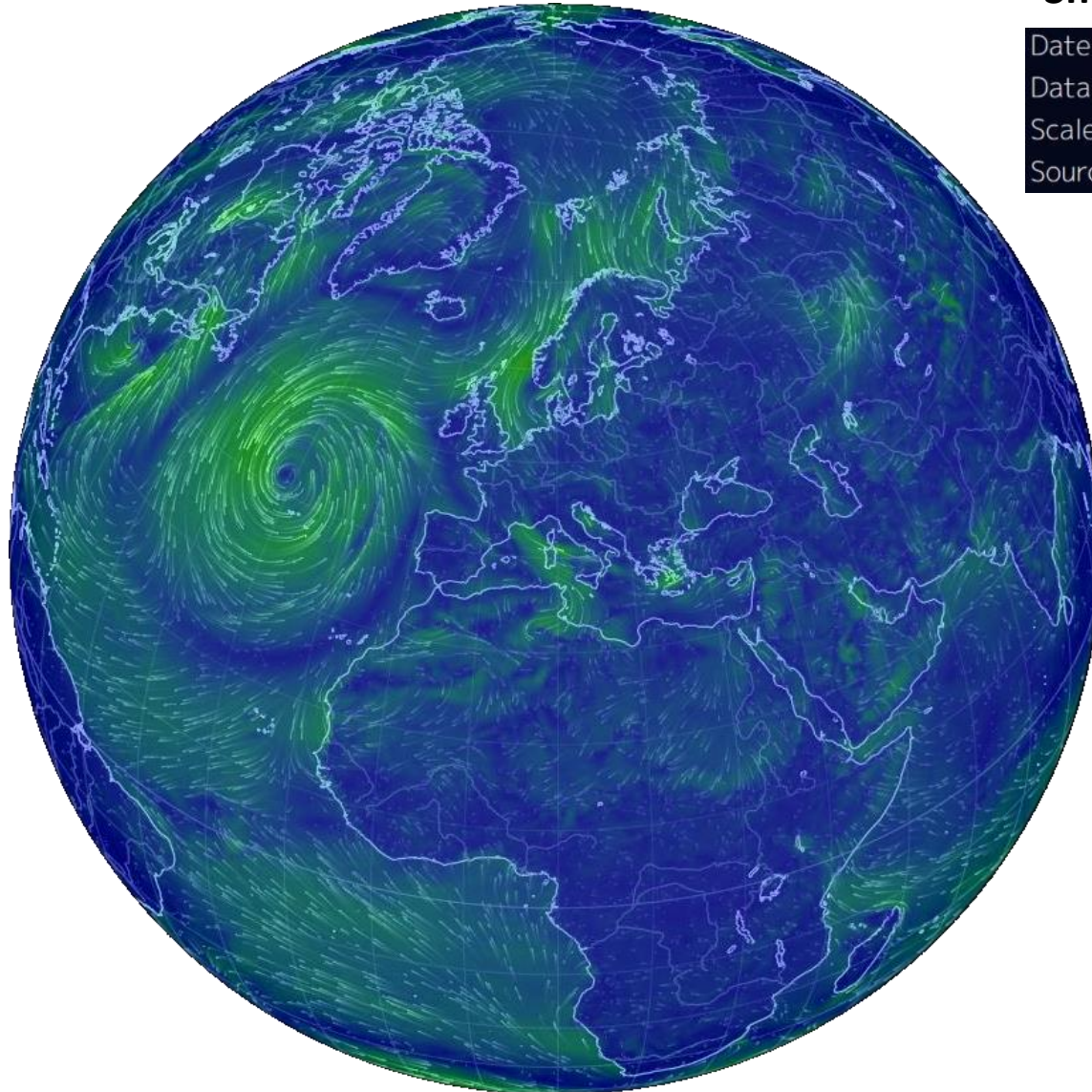
Monitoring globálneho počasia : integrácia dát z mnohých satelitov



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach



Smer a rýchlosť vetra

Date | 2017-05-07 20:00 Local ⇌ UTC
Data | Wind @ Surface
Scale | 
Source | GFS / NCEP / US National Weather Service

<https://earth.nullschool.net>

Rovnaký čas ako na
predchádzajúcom slide

Monitoring globálneho počasia : integrácia dát z mnohých satelitov



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



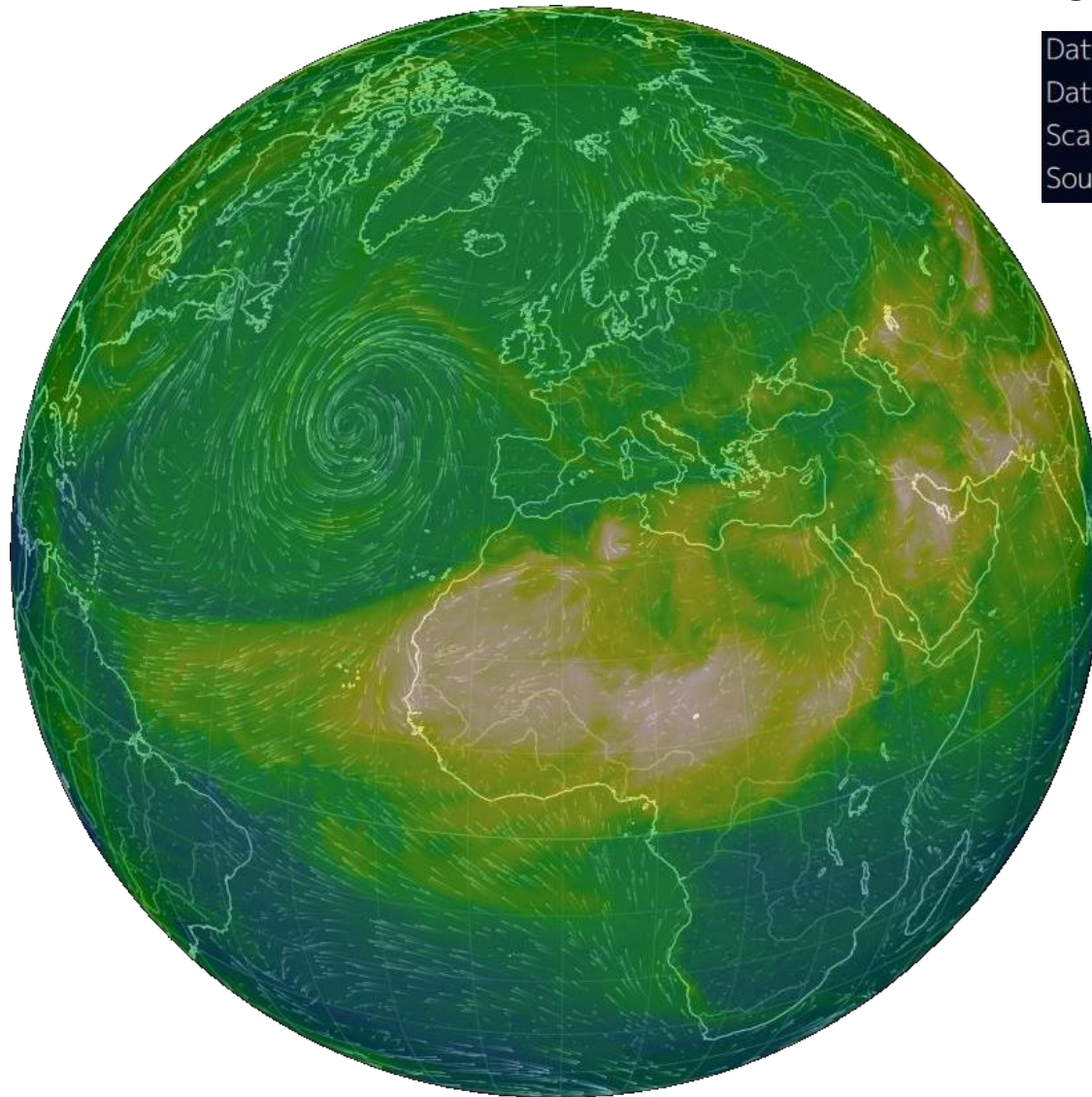
ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Obsah prachových častíc v atmosfére

Date | 2017-05-07 20:00 Local ⇌ UTC
Data | Wind @ Surface + Dust Extinction (AOT)
Scale | 
Source | GEOS-5 / GMAO / NASA

<https://earth.nullschool.net>

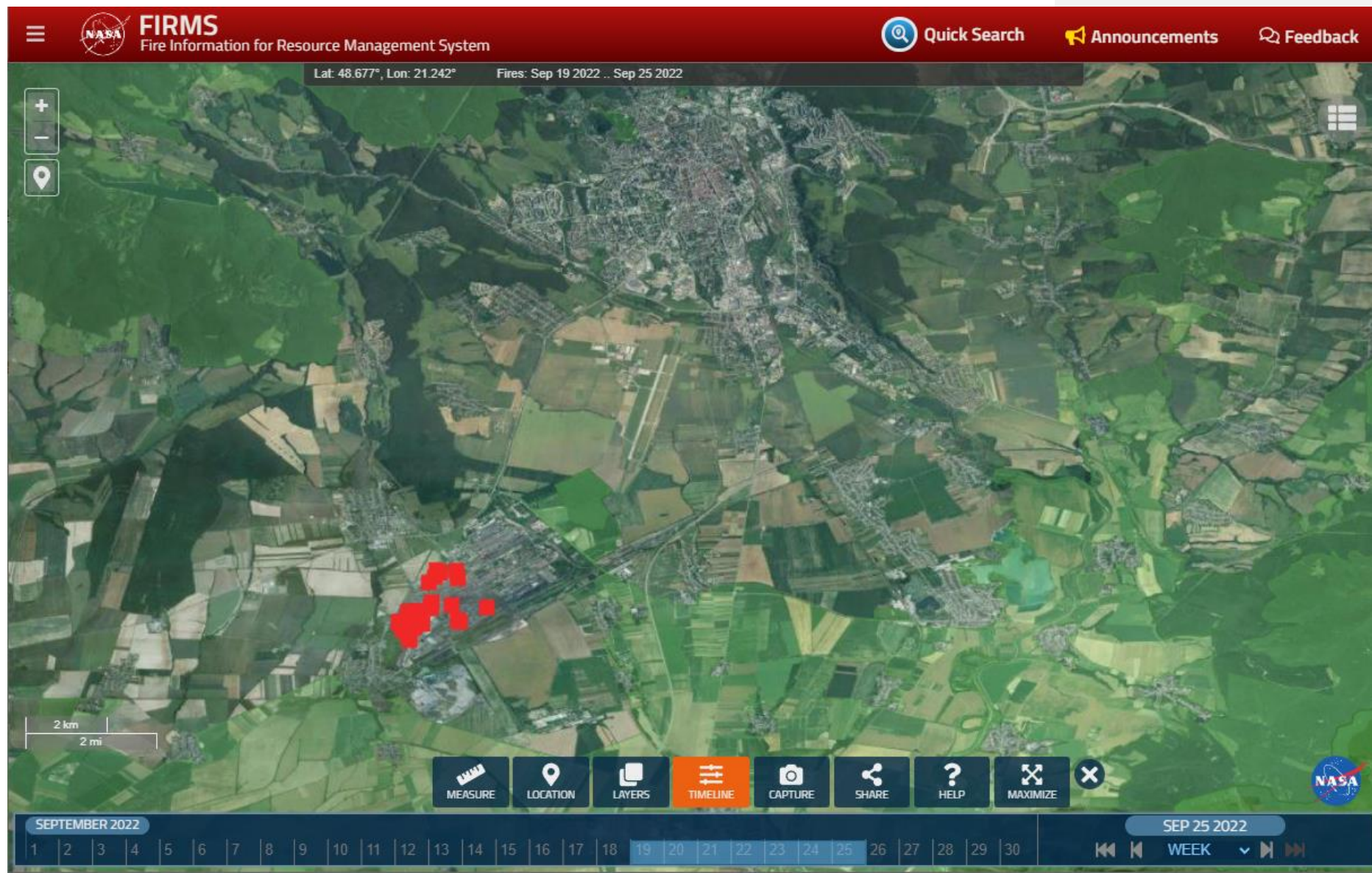
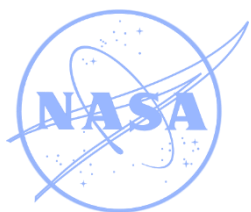
Rovnaký čas ako na
predchádzajúcom slide



Družice NOAA-20, Suomi NPP, Terra a Aqua, denný záznam

Teplotné anomálie, Košice

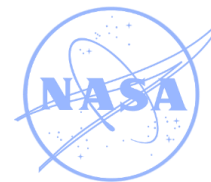
Súčet výskytov za 1 týždeň, september 2022



Družice NOAA-20, Suomi NPP, Terra a Aqua, denný záznam

Teplotné anomálie, Ukrajina

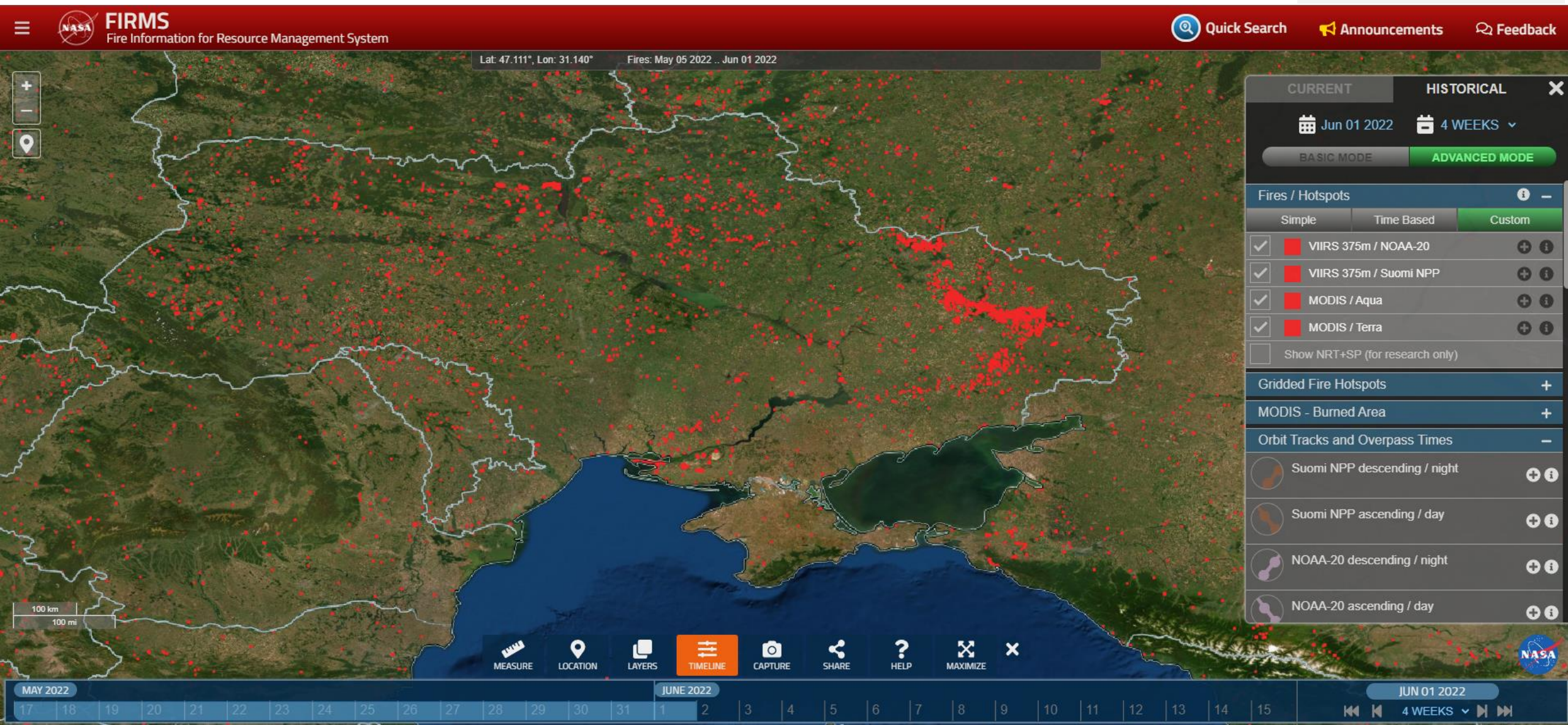
Súčet výskytov za 4 týždne, jún 2022



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

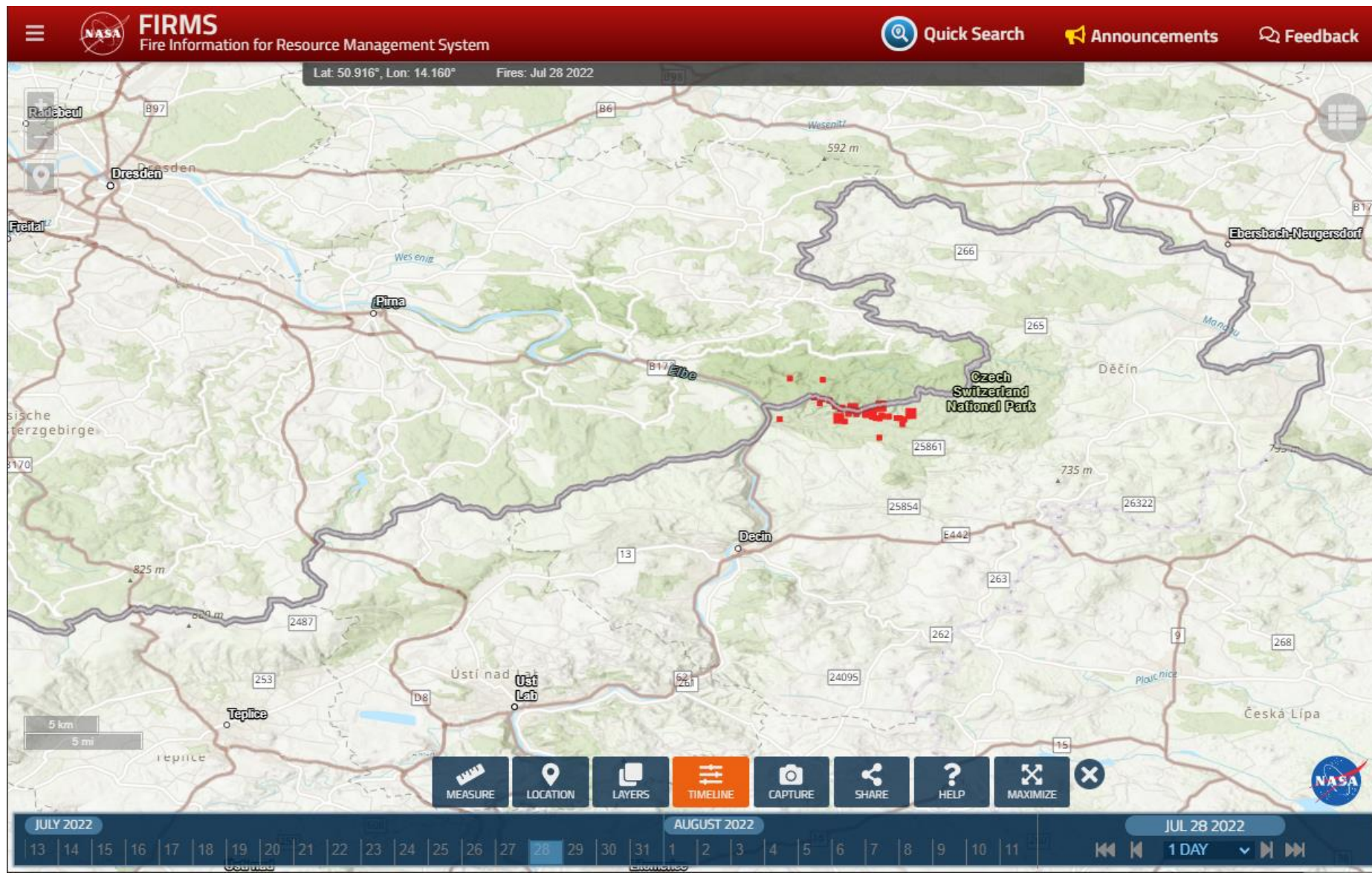
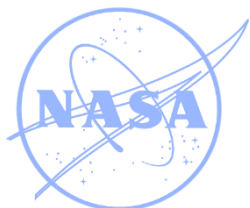


Družice NOAA-20, Suomi NPP, Terra a Aqua, denný záznam



Teplotné anomálie

Lesný požiar v Českom
Švajčiarsku, 28. júl 2022.



TROPOspheric Monitoring Instrument (TROPOMI), družica SENTINEL 5P, od 2017



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH

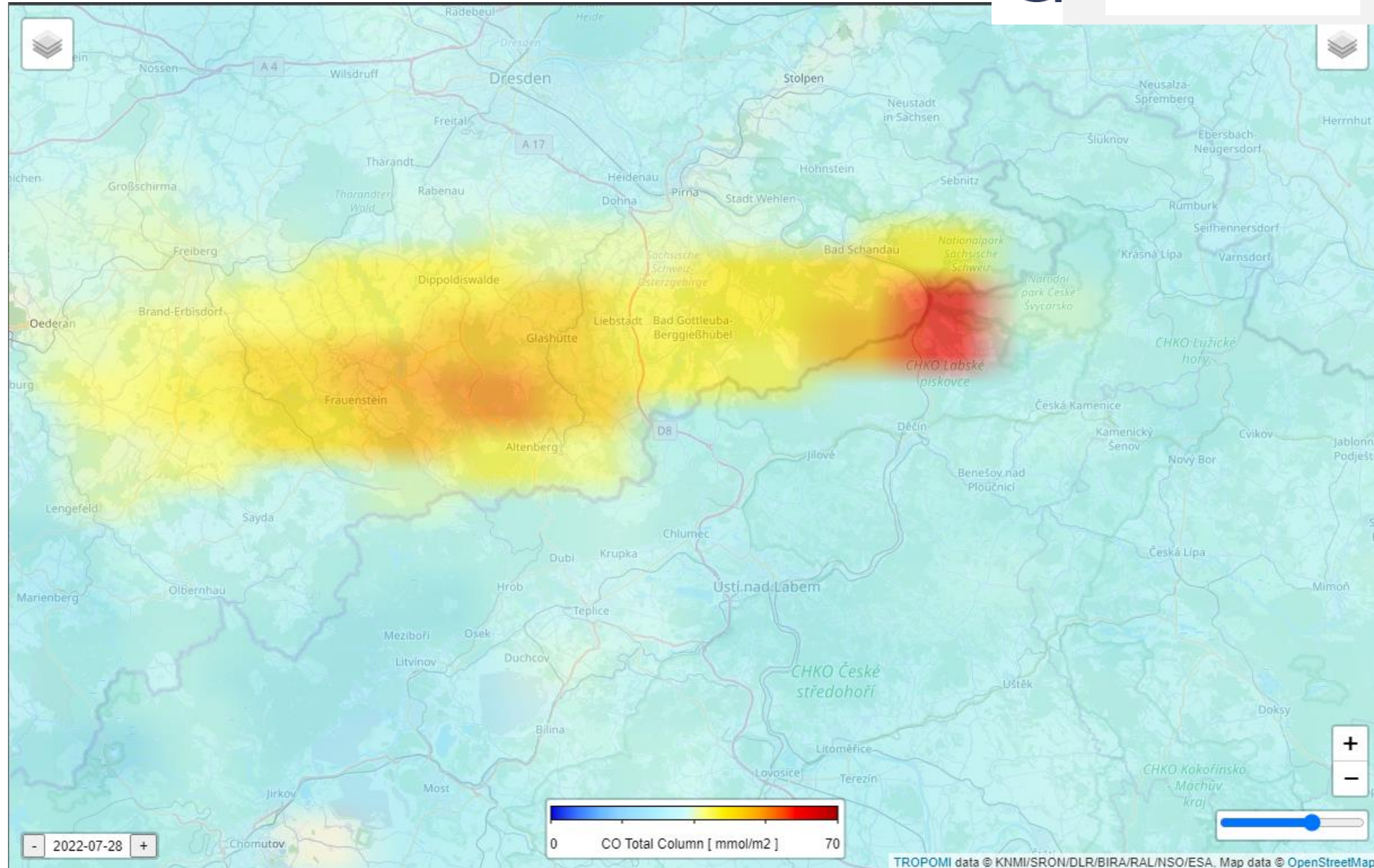


ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Lesný požiar v Českom
Švajčiarsku, 28. júl 2022.

Koncentrácia oxidu
uhľnatého (CO) v
milimoloch, v stĺpci
atmosféry na 1 m².

Spektrálne pásmo
2,34 mikrometra



Scripts Docs Assets

Filter scripts... NEW

Owner (1)

- users/michalgallay/default
 - NO2 Italy window slider
 - NO2 Slovakia
 - NO2 Slovakia final
 - Sentinel 3 example
 - UntitledFile

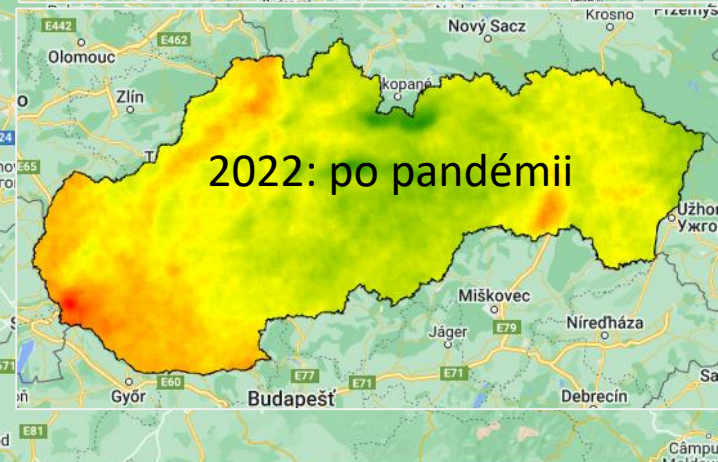
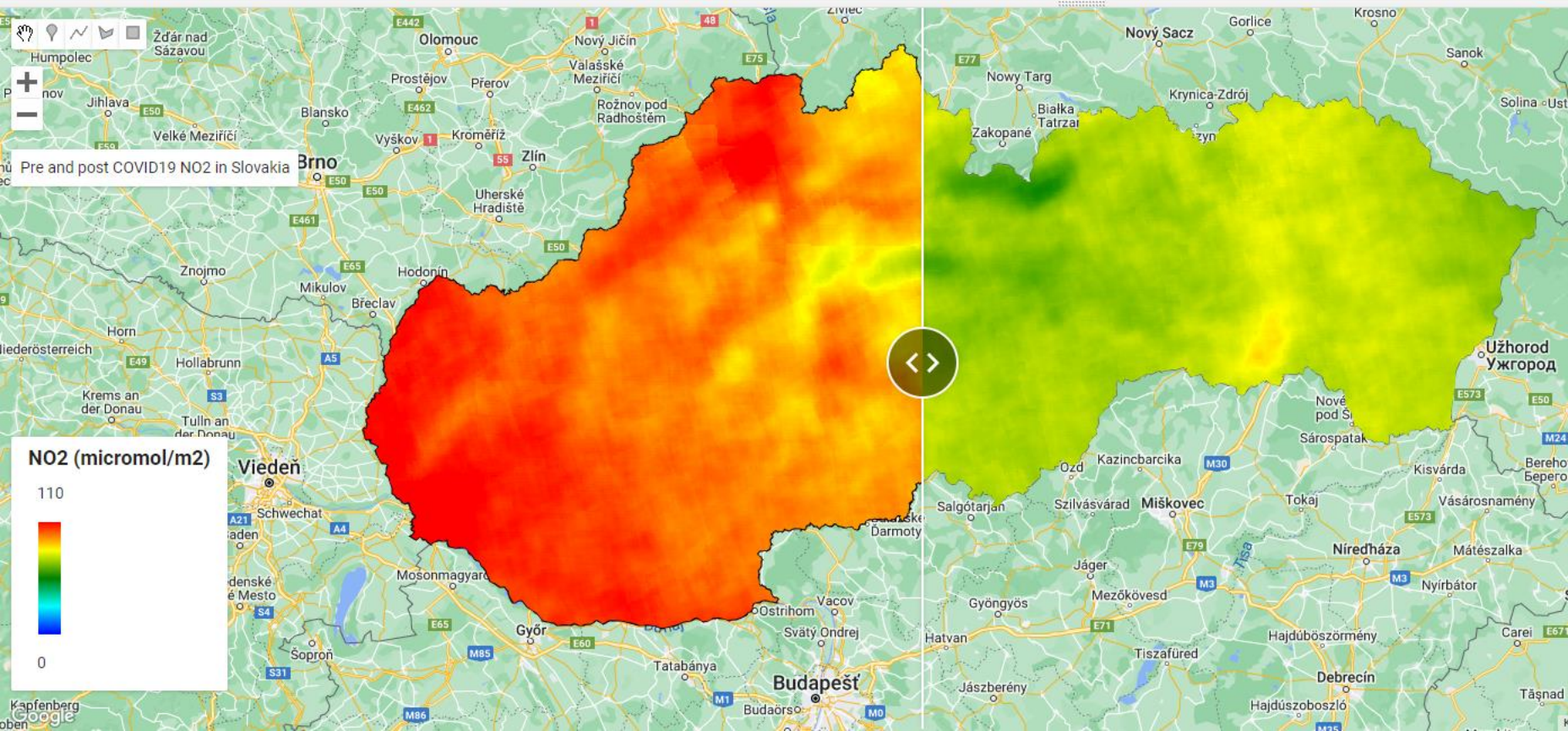
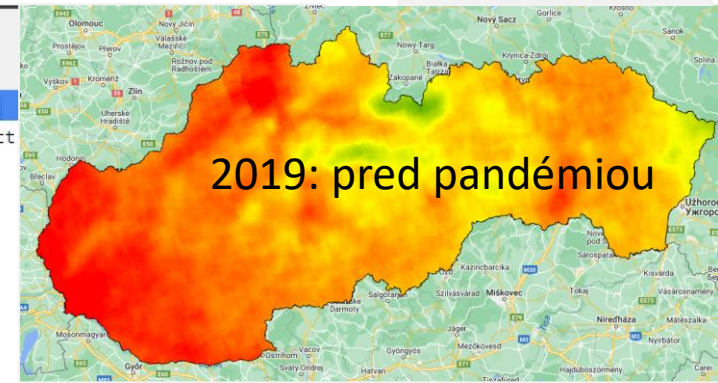
Writer

Reader (1)

```
NO2 Slovakia final  
13  
14 var no2ic = ee.ImageCollection('COPERNICUS/SSP/NRTI/L3_NO2').select('NO2_column_number_density');  
15  
16 // Filtering and averaging NO2 values  
17  
18 var filterMonth = ee.Filter.calendarRange(2, 5, 'month');  
19 var no2 = no2ic.filter(filterMonth);  
20  
21 var filter19 = ee.Filter.calendarRange(2019, 2019, 'year');  
22 var filter20 = ee.Filter.calendarRange(2020, 2020, 'year');  
23  
24 var no2pre = no2.filter(filter19).mean().multiply(1e6).clip(country);  
25 var no2post = no2.filter(filter20).mean().multiply(1e6).clip(country);
```

Inspector Console Tasks

Click on the map to inspect



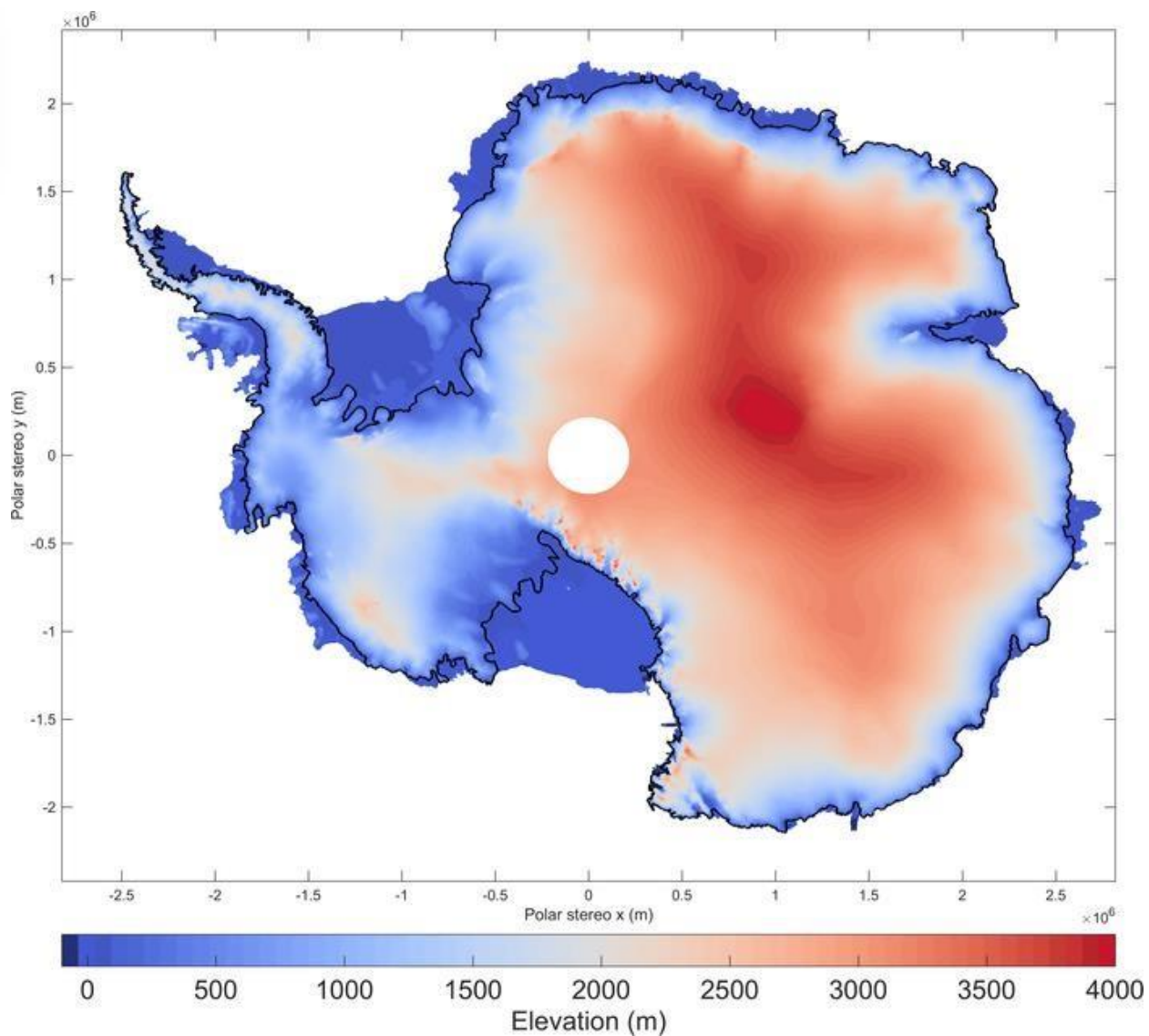
Monitoring povrchu ľadovcov



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH

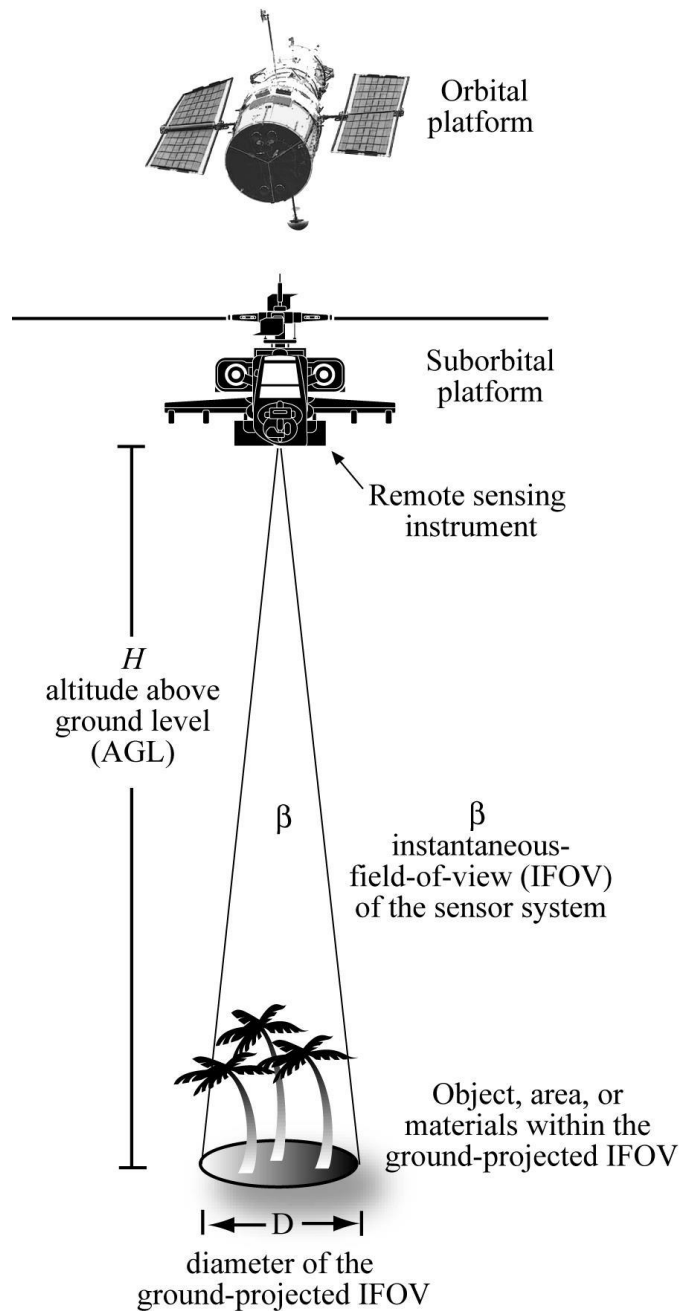


ÚSTAV GEOGRAFIE
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach



Misia CryoSat
radarový výškomer (altimeter)
Medzi 2010-2016

Čo teda je DPZ?

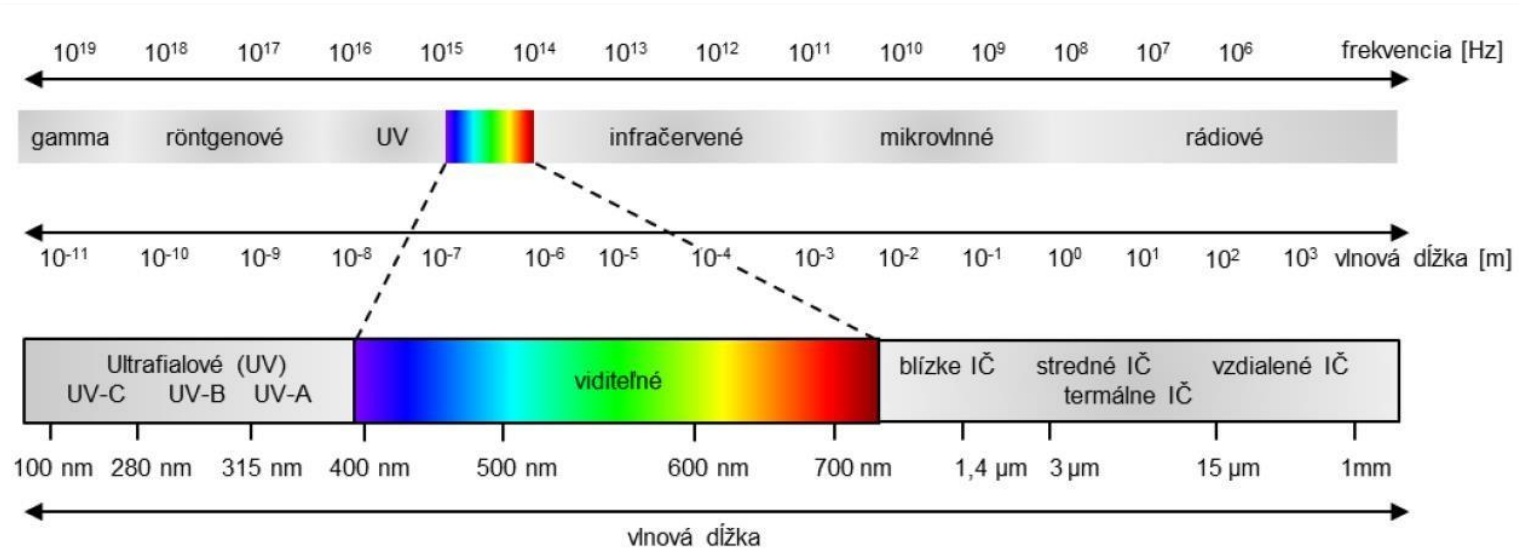
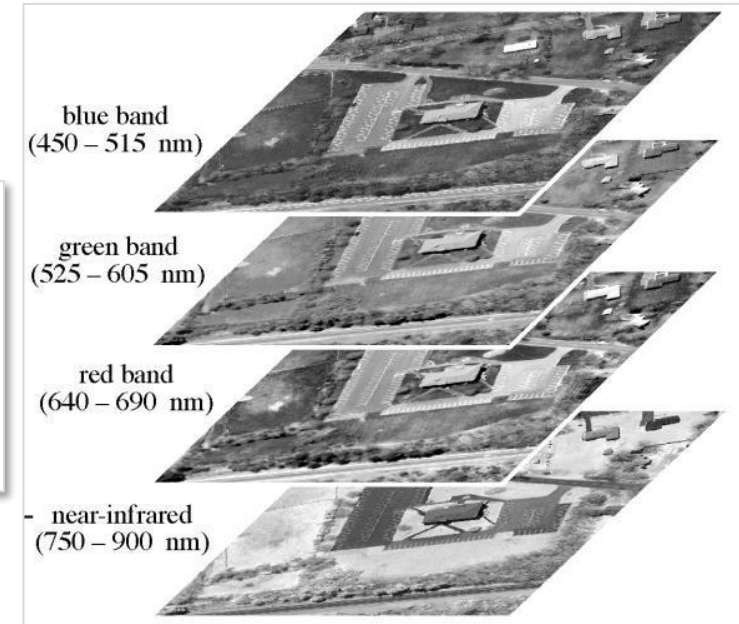


DPZ veda, ktorá sa venuje získavaniu informácií o objektoch alebo javoch na Zemi, bez priameho fyzického kontaktu so Zemou.

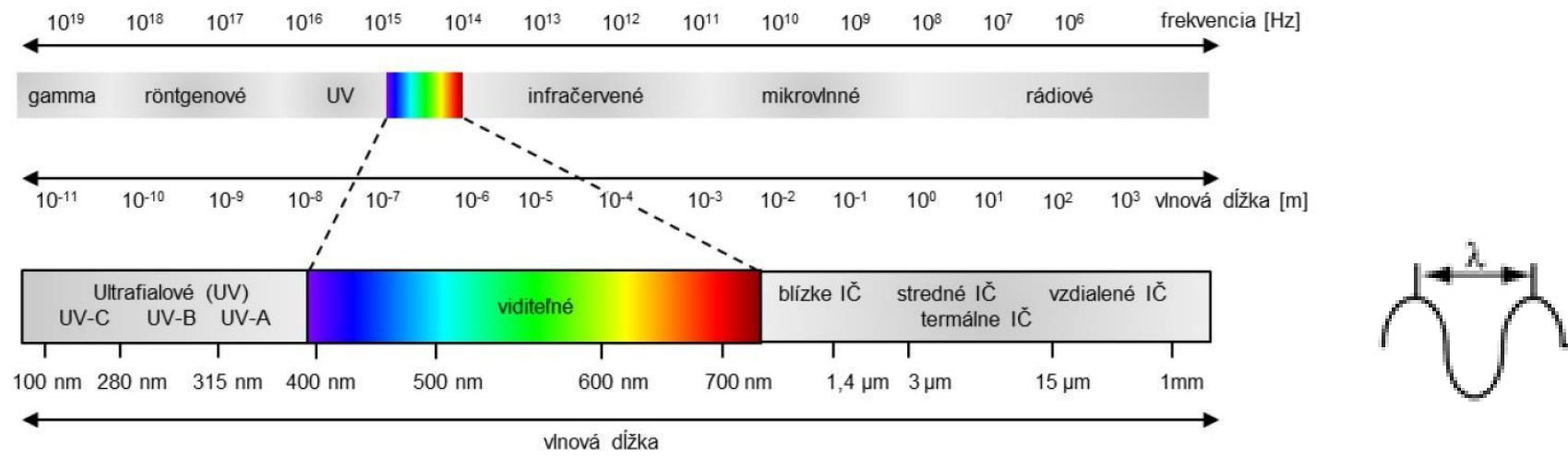


Princíp DPZ

- Hlavným princípom je záznam elektromagnetického žiarenia, ktoré objekty **odrážajú alebo sami vyžarujú**
- v jednom alebo vo viacerých častiach elektromagnetického spektra (v spektrálnych pásmach)



Obr. 8.1: Spektrum elektromagnetického žiarenia.



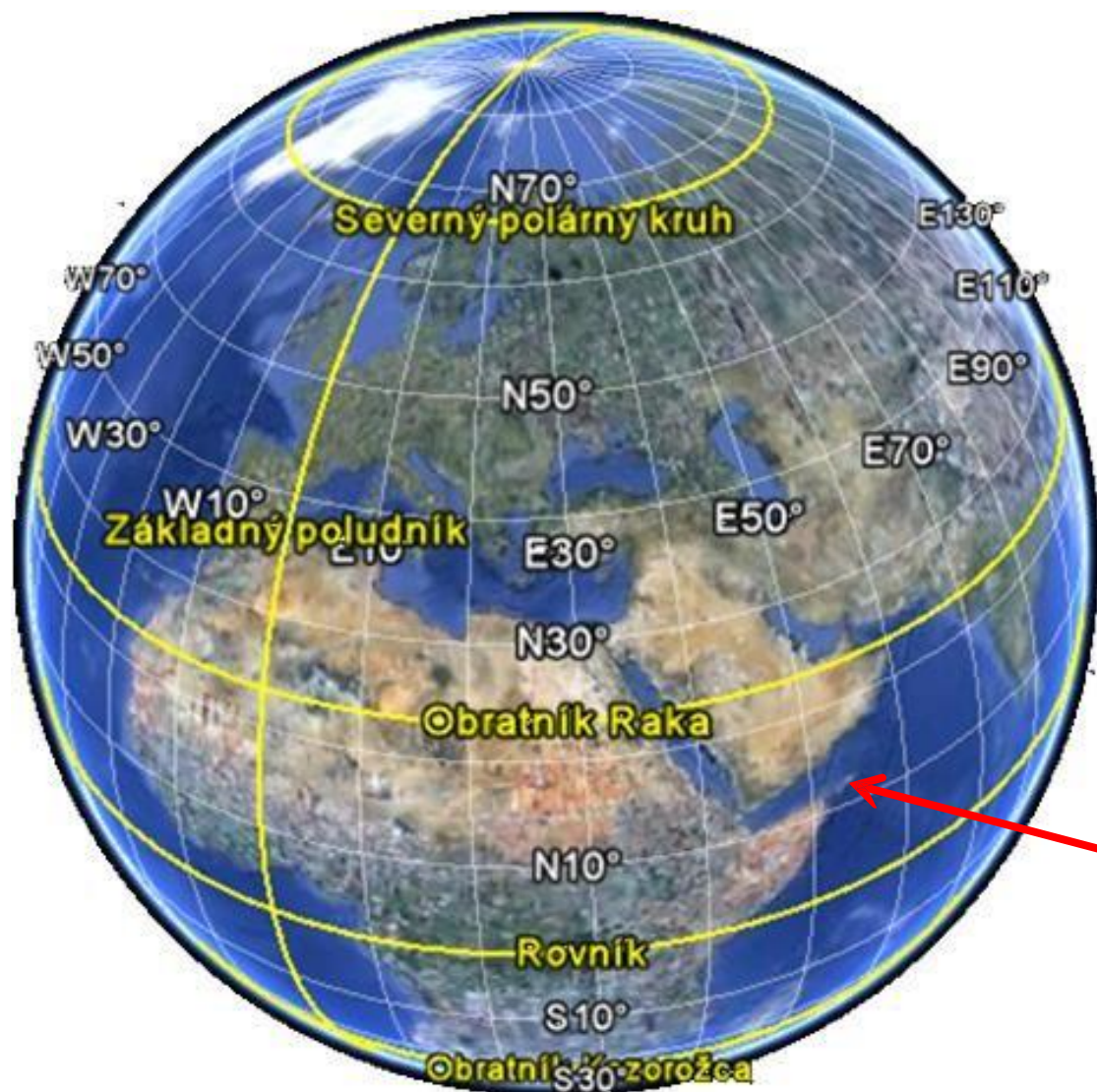
Obr. 8.1: Spektrum elektromagnetického žiarenia.

EMG žiarenie tak možno charakterizovať vlnovou dĺžkou (λ), frekvenciou (ν) amplitúdou vlnenia (E) a hybnosťou (p). Vlnová dĺžka je vzdialenosť, v priebehu ktorej sa tvar vlny zopakuje a meria sa v metroch, najčastejšie v nanometroch (nm, 10^{-9} m) alebo v mikrometroch (μm , 10^{-6} m). Frekvencia definuje počet opakovaní vlny za sekundu a meria sa v hertzoch (Hz). Amplitúda energie EMG vlny (intenzita) je rozdiel medzi nulou a extrémnymi hodnotami energie jednej vlny. Energia sa vyjadruje sa v jouloch (J) alebo elektrónvoltoch (eV). Okrem energie má EMG vlnenie aj hybnosť (p), čo je typická vlastnosť častíc. Rýchlosť šírenia sa EMG žiarenia vo vákuu je konštantná ($c = 299\,792\,458$ m.s $^{-1}$). Vzťahy medzi jednotlivými veličinami sú nasledovné:

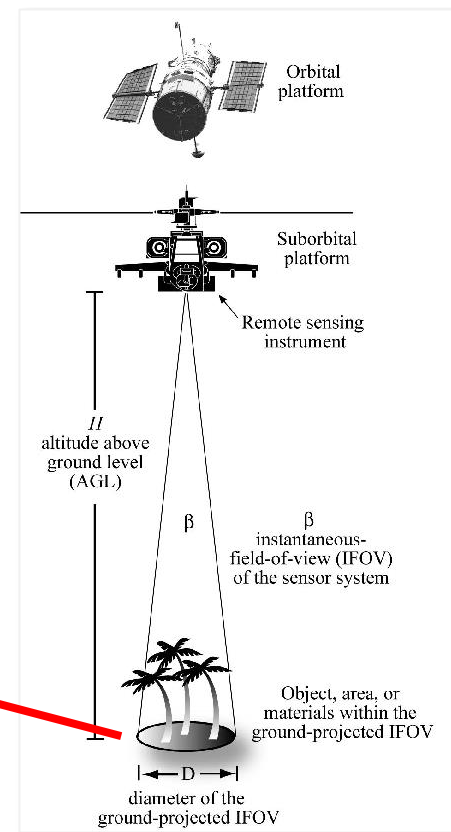
$$\lambda = c/f; \quad f = c / \lambda; \quad E = h \cdot f; \quad E = h \cdot c / \lambda; \quad p = E/c; \quad p = h \cdot f/c; \quad p = h / \lambda.$$

Pričom h je Planckova konštanta $6,6260689633 \cdot 10^{-34}$ J.s alebo $4,1356673310 \cdot 10^{-15}$ eV.s.

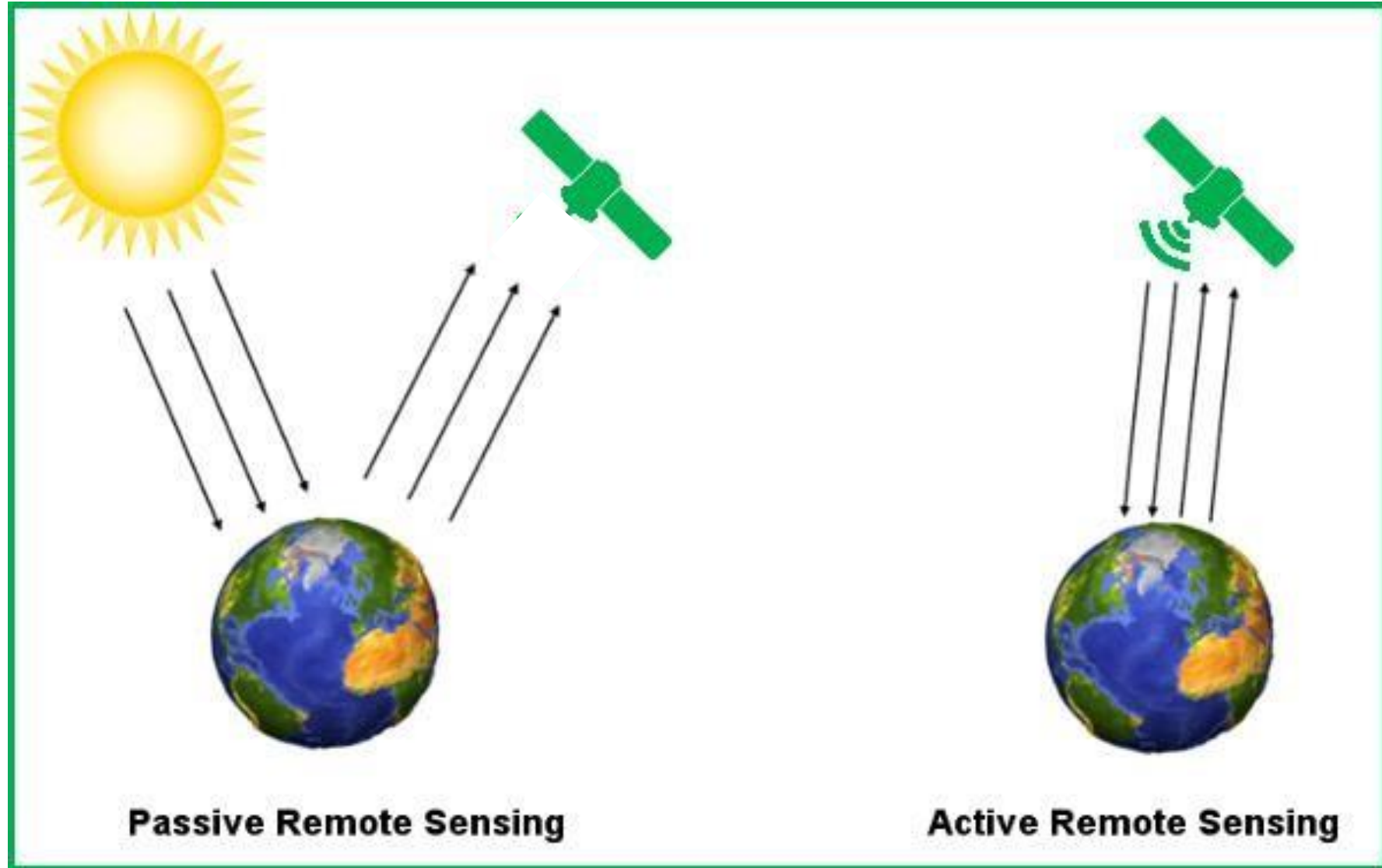
Princíp DPZ



- Zaznamenané hodnoty odrazenej/vyžiarenej energie sú zapísané a priradené v zemepisnom súradnicovom systéme.
- Vznikajú geografické informácie **použiteľné pre GIS.**



Pasívny a aktívny DPZ



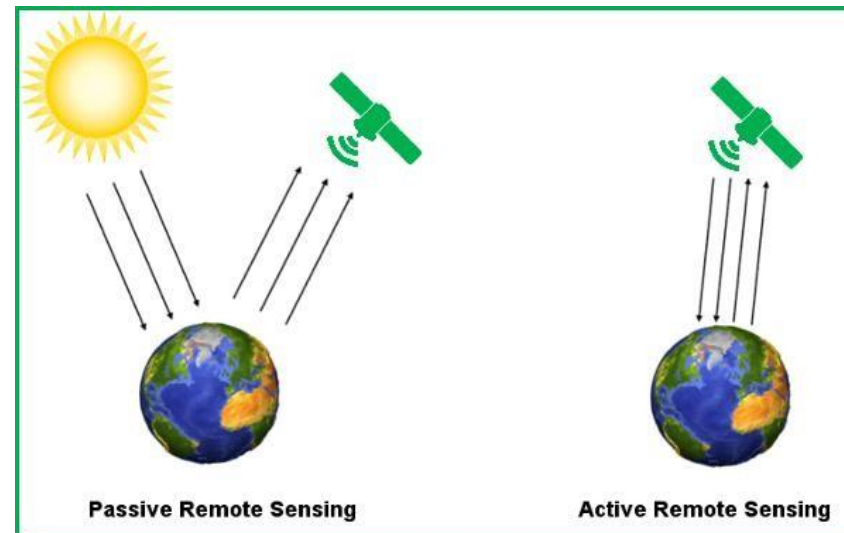
Aktívny a pasívny DPZ

Pasívny DPZ

- záznamenávanie elektromagnetického žiarenia vyžiareného Slnkom a **odrazeného** od zemského povrchu a objektov na ňom
 - Metódy DPZ: fotogrametria, multispektrálne a hyperspektrálne snímanie/skenovanie
- zaznamenávanie elektromagnetického žiarenia **vyžiareného** zemským povrchom a objektov na ňom
 - Metódy DPZ: termálne snímanie
- **Nevyžaduje vlastný zdroj energie**

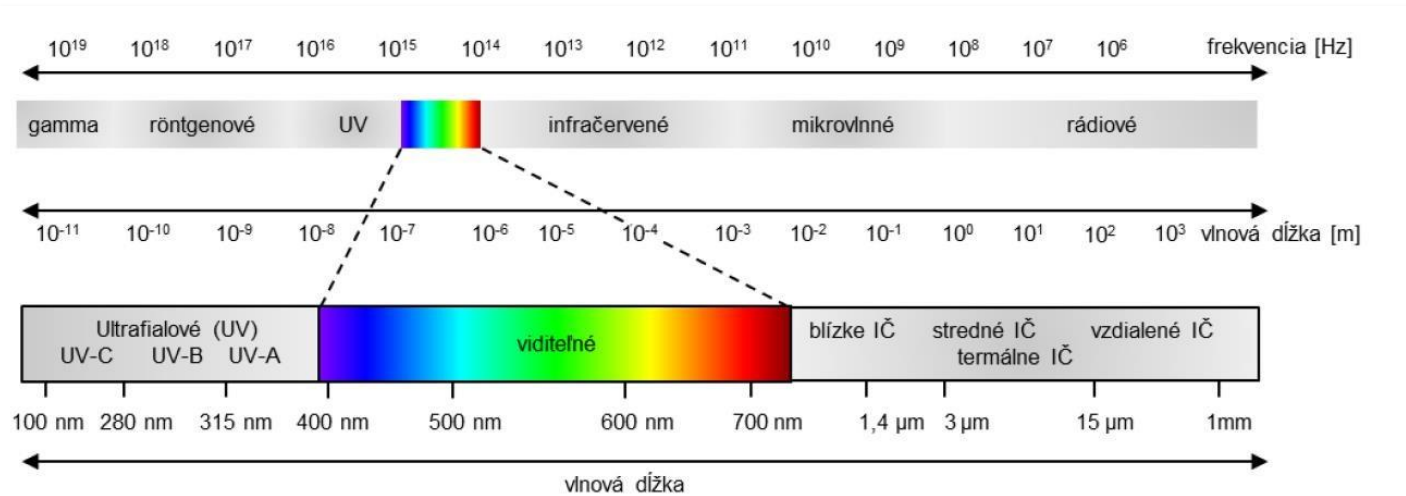
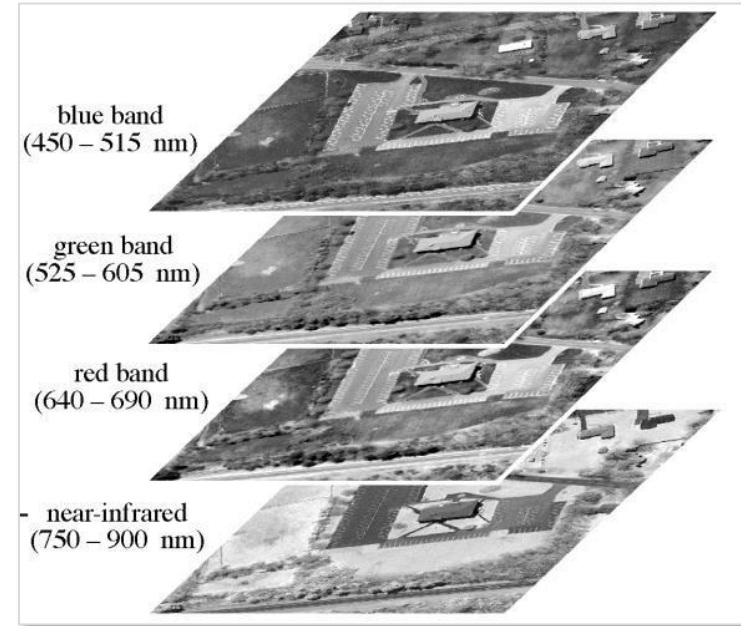
Aktívny DPZ

- záznamenávanie vlastného elektromagnetického žiarenia odrazeného od zemského povrchu a objektov na ňom;
- nezávislé na Slnku ako zdroji energie pre snímanie,
- avšak vyžaduje **vlastný zdroj energie** (náročnejší na spotrebu elektrickej energie, ale nezávislý na počasi, dni/noci)
- zachytáva špecifické vlastnosti objektov, kt. nemožno určiť pasívnym DPZ
- Metódy DPZ: radar, lidar,
 - sonar (aktívna metóda, ale používa mechanické vlnenie - zvuk)



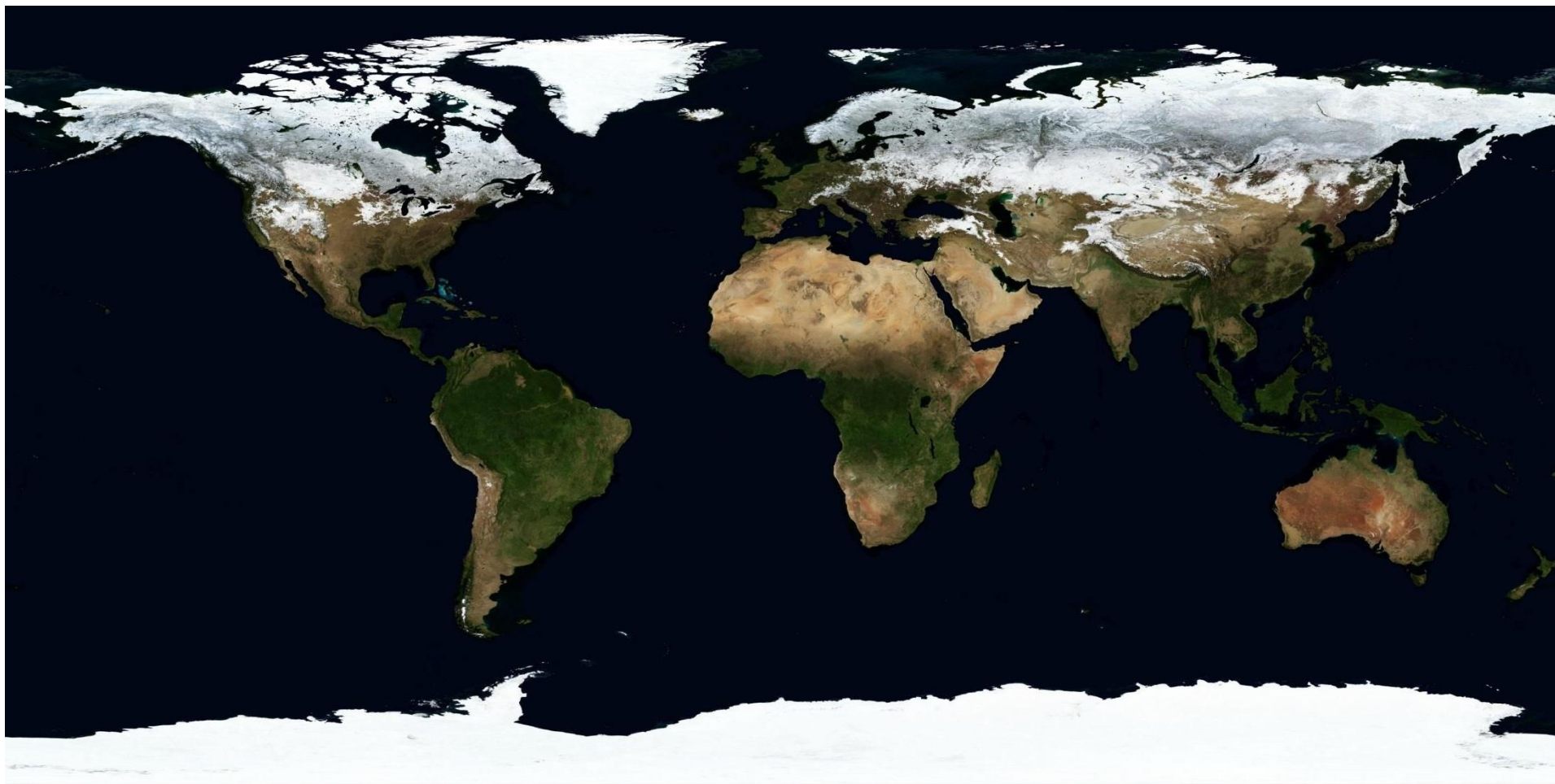
Spektrálne pásma

- Snímače (senzory) DPZ (aktívne aj pasívne) sú schopné zaznamenať elektromagnetickú žiarenie v jednom alebo vo viacerých pásmach spektra.



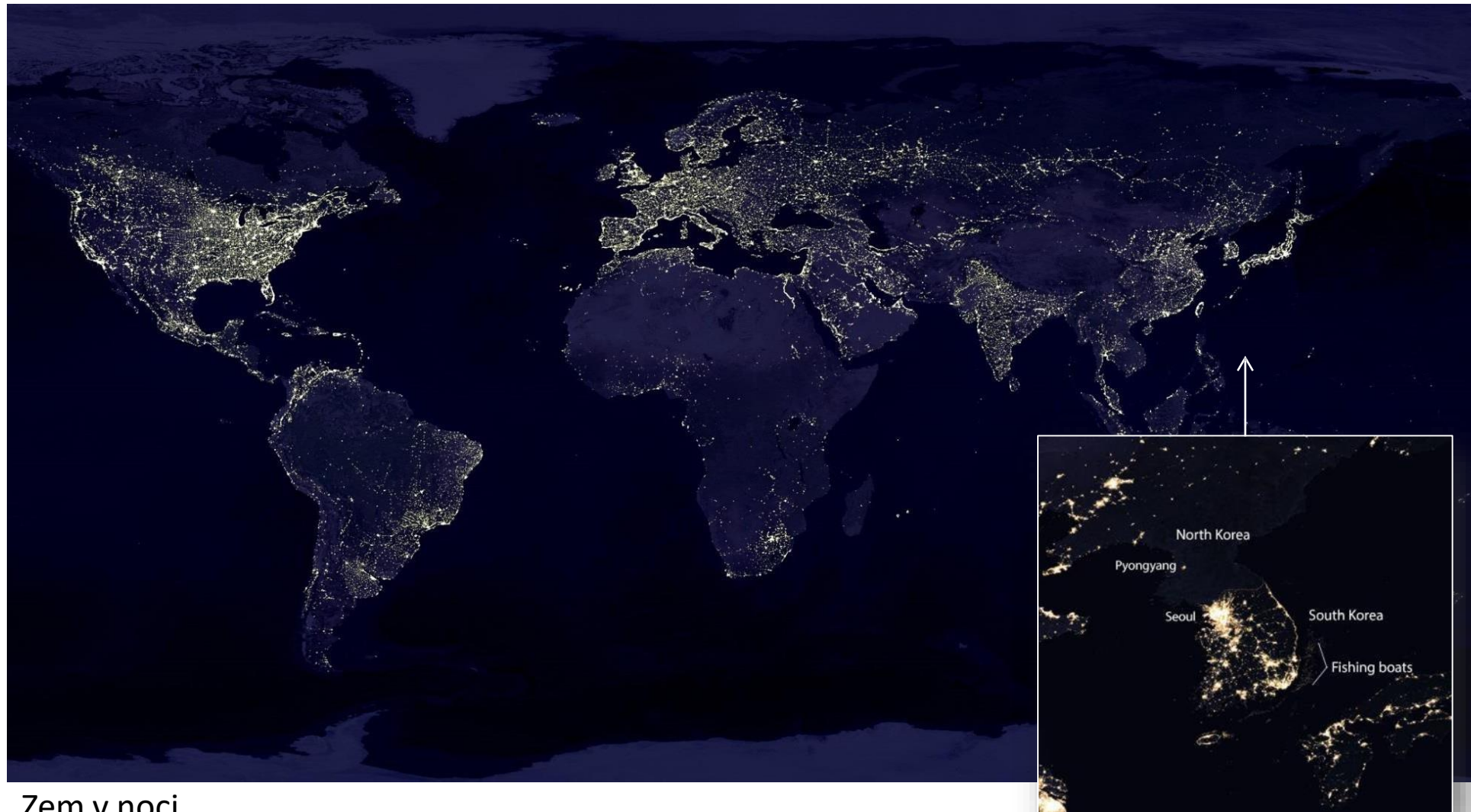
Obr. 8.1: Spektrum elektromagnetického žiarenia.

Záznam **pasívneho DPZ** na základe **odrazenej**
viditeľnej elektromagnetickej energie **zo Slnka**



Zem počas dňa

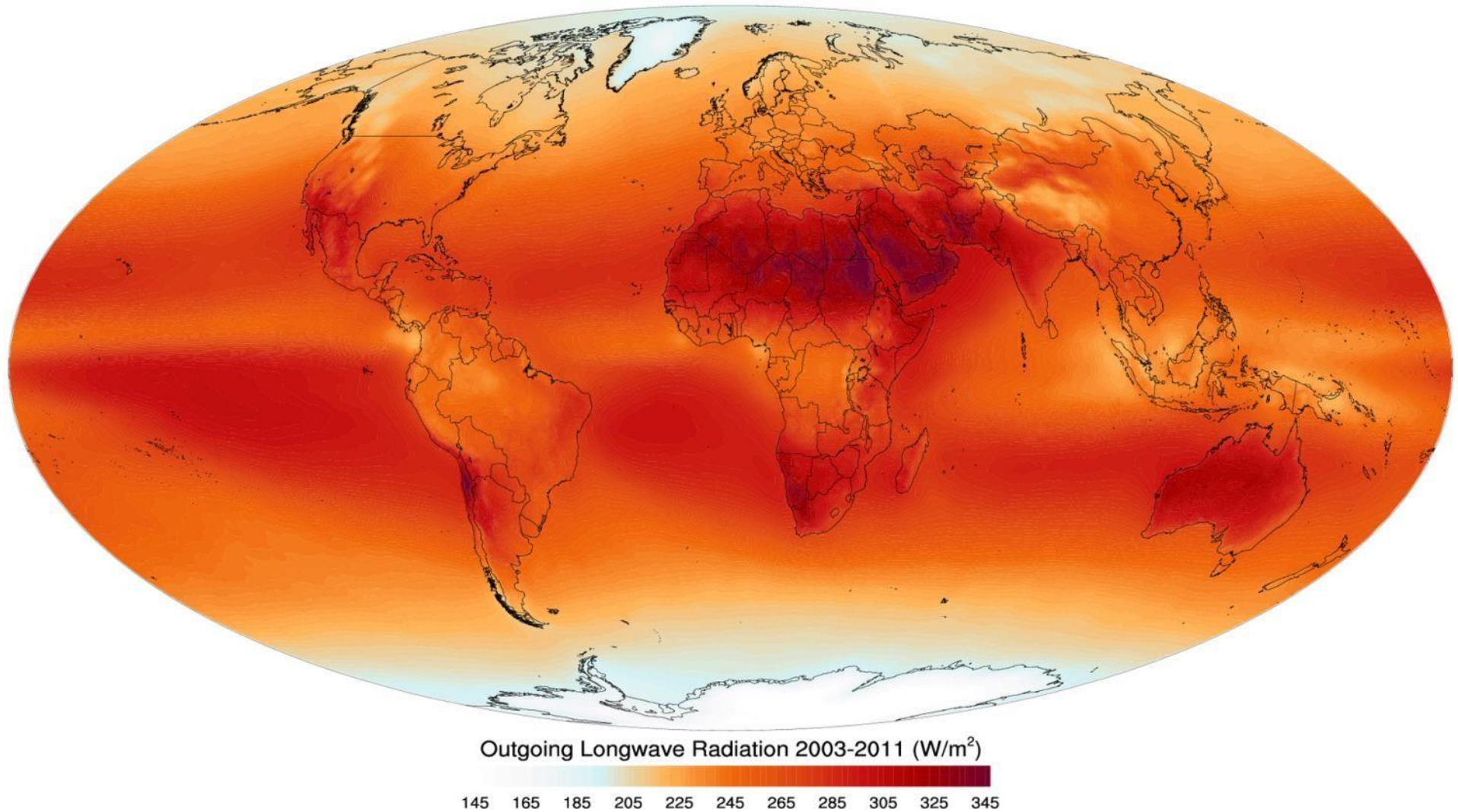
Záznam **pasívneho DPZ** na základe **vyžiarenej** viditeľnej
elektromagnetickej energie z **pouličných lúč**



Zem v noci

Vyžiarená dlhovlnná elektromagnetická energia

Takto “svieti Zem”, vyžaruje teplo (vlnové dĺžky 4 μm až 100 μm)



PRED POVODŇAMI NA RIEKE INDUS : Sentinel 2, pasívny záznam, viditeľné spektrum

Provincia Sindh, Pakistan, júl 2022

EO Browser

ENGLISH Login

Discover Visualize Compare Pins

Dataset: Sentinel-2 L2A Show L1C

Date: 2022-07-02 Timespan

- True color
Based on bands 4,3,2
- False color
Based on bands 8,4,3
- Highlight Optimized Natural Color
Enhanced natural color visualization
- NDVI
Based on combination of bands $(B8 - B4)/(B8 + B4)$
- False color (urban)
Based on bands 12,11,4
- Moisture index
Based on combination of bands $(B8A - B11)/(B8A + B11)$
- SWIR
Based on bands 12,8A,4
- NDWI
Based on combination of bands $(B3 - B8)/(B3 + B8)$
- NDSI
Based on combination of bands $(B3 - B11)/(B3 + B11)$
- Scene classification map
Classification of Sentinel2 data as result of ESA's Scene classification algorithm.
- Custom

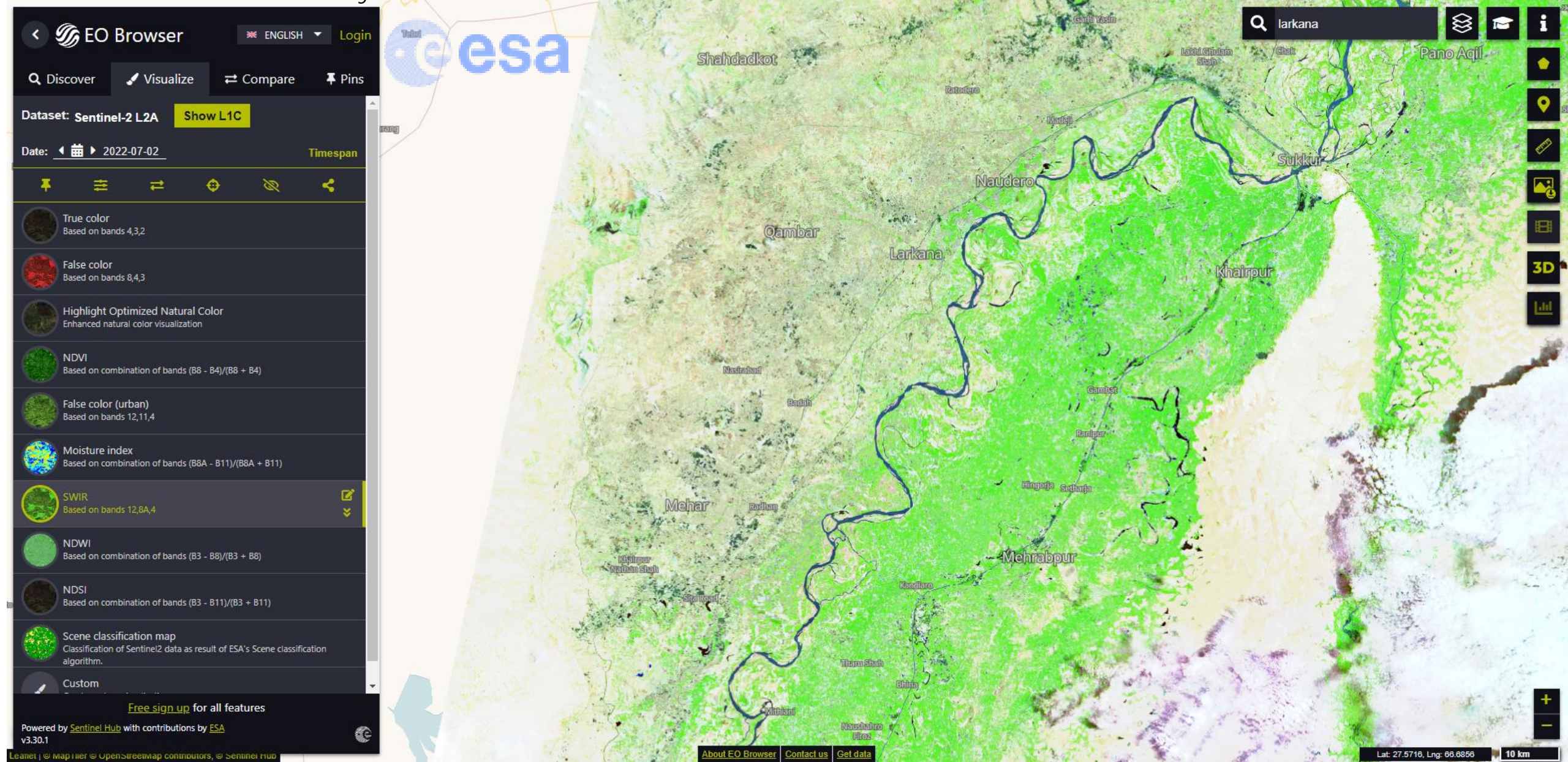
Free sign up for all features

Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.30.1



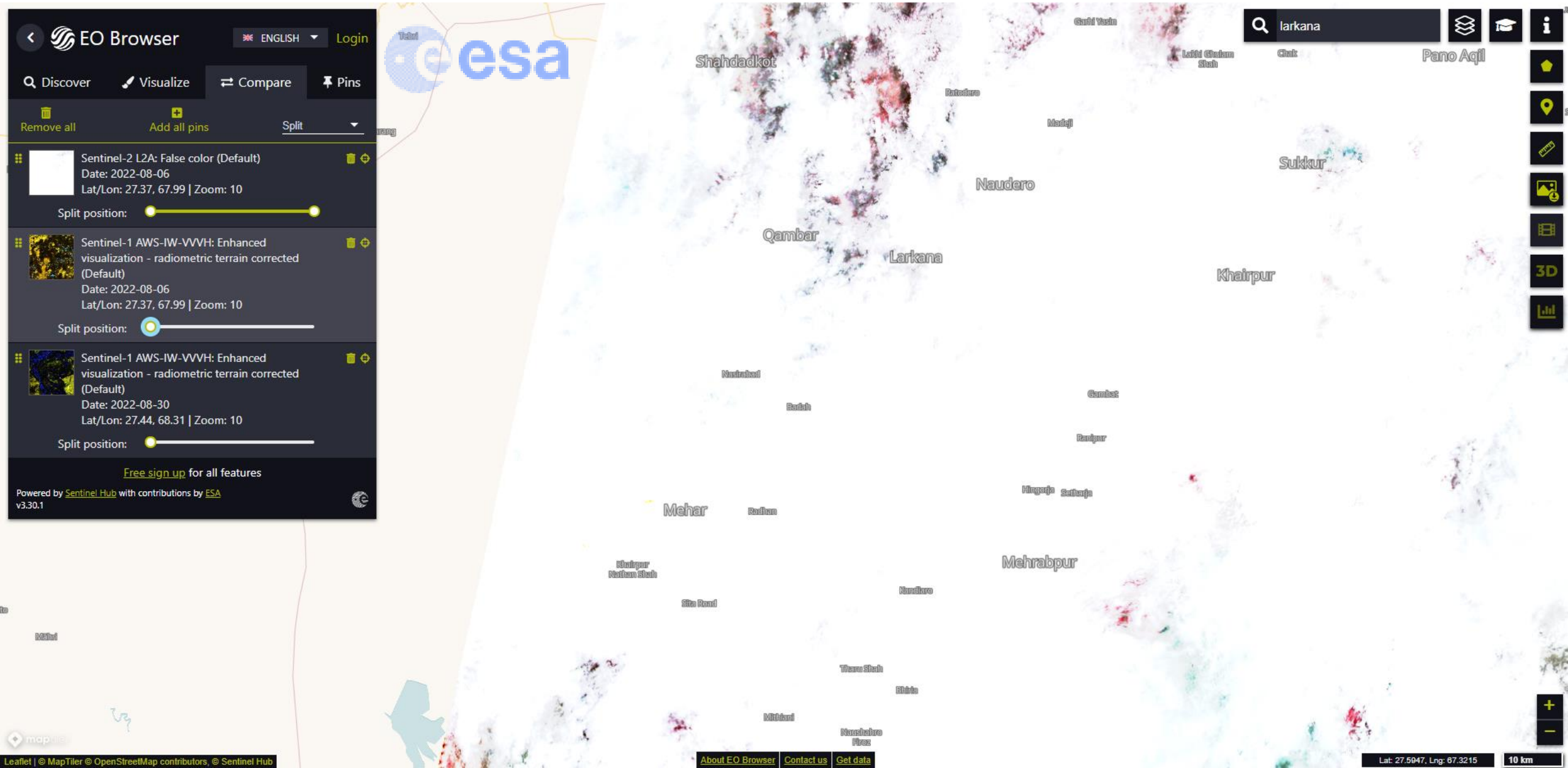
PRED POVODŇAMI NA RIEKE INDUS : Sentinel 2, pasívny záznam, viditeľné a infračervené spektrum, nepravé farby, zvyrazňujú vodu

Provincia Sindh, Pakistan, júl 2022



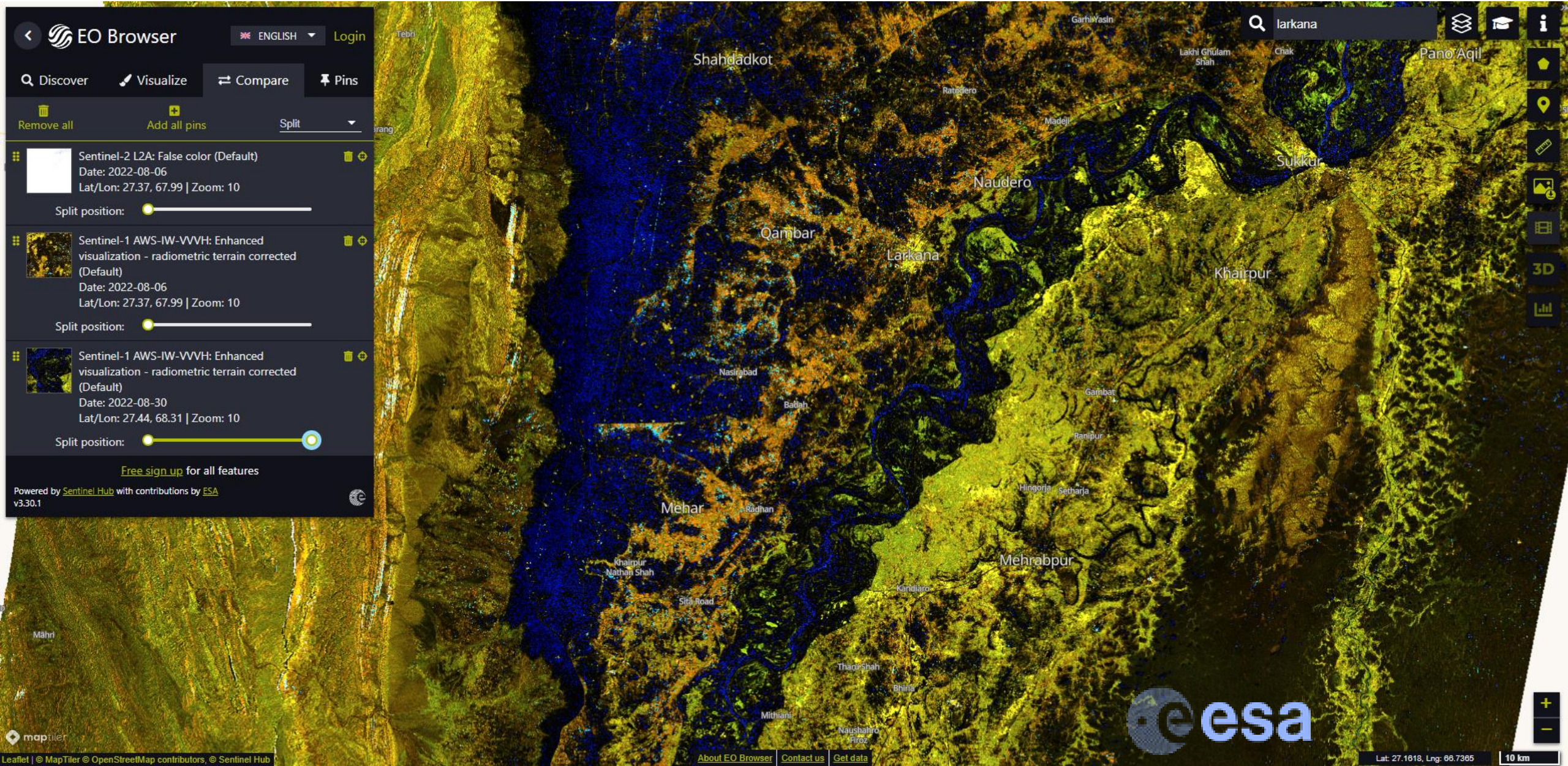
MONZÚNOVÉ DAŽDE, NA RIEKE INDUS : Sentinel 2, pasívny záznam, viditeľné spektrum

Provincia Sindh, Pakistan, august 2022

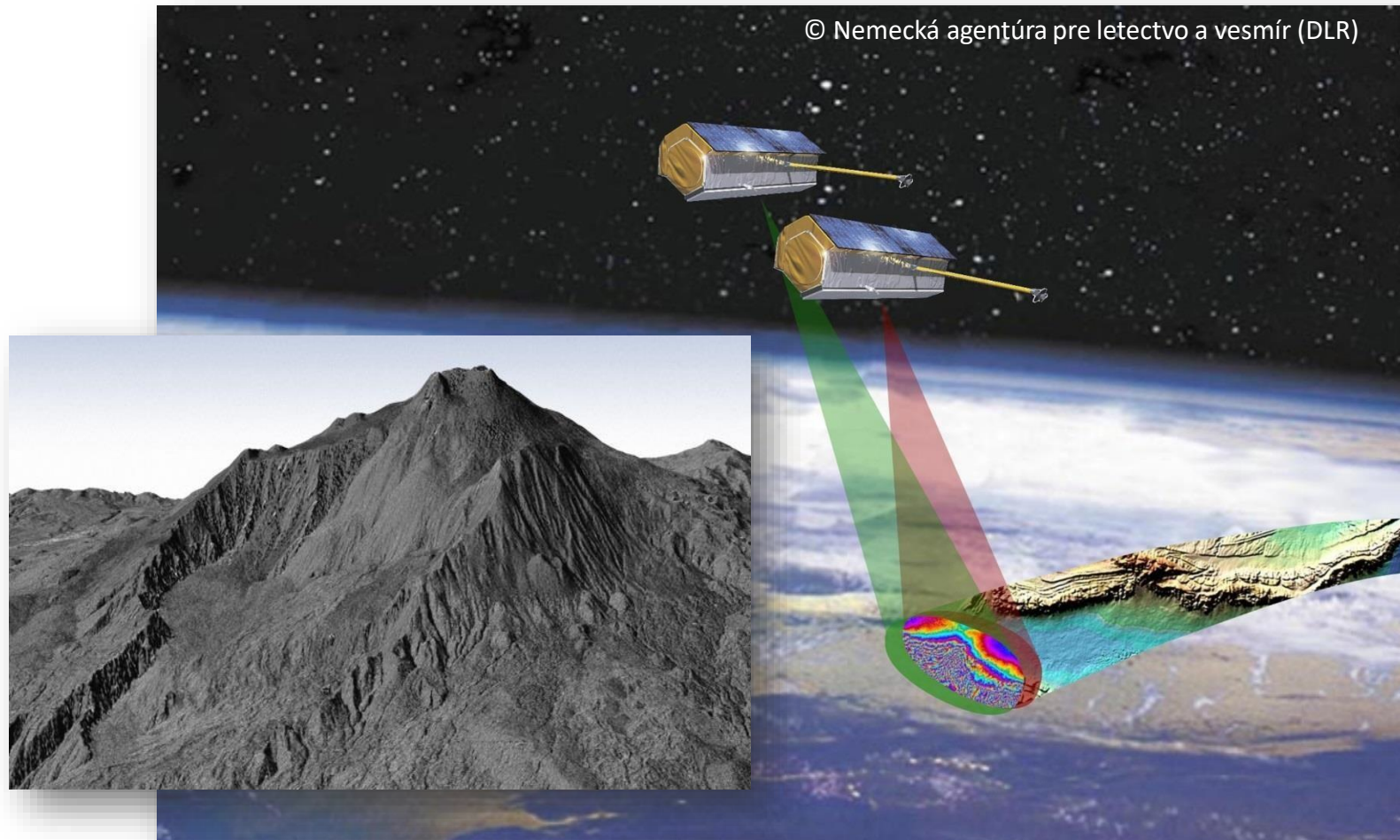


MONZÚNOVÉ DAŽDE, NA RIEKE INDUS : Sentinel 1, radarový záznam, mikrovlny – „vidia“ pod mraky, nepravé farby

Provincia Sindh, Pakistan, august 2022



Záznam aktívneho DPZ na základe odrazenej **mikrovlnnej** elektromagnetickej energie z **radaru** (radarová interferometria)



Dvojica satelitov TerraSAR-X v rámci misie TanDEM-X, pre tvorbu globálneho 3D modelu zemského povrchu radarovým snímaním.

Aktívny DPZ na základe odrazenej infračervenej elektromagnetickej energie z laserového skenera (lidaru)



The screenshot displays a web-based LiDAR viewer interface. On the left, there is a sidebar with a tree view of objects and a properties panel. The main area shows a 3D point cloud of a house with a red roof, situated in a rural landscape with a vineyard and a road. A height profile window is open at the bottom, showing a graph of the house's roof and a table of point data.

Objects

- Point Clouds
 - TLS_Vinica
 - ALS_Tokaj
 - TLS_Pivnica
 - TLS_Pivnica_exterier
 - VUX_Vinica
 - SFM_Vinica
- Measurements
 - Profile
- Annotations
- Other
- Camera

Properties

x	y	z
-231,347.030	-1,272,136.652	174.194
-231,290.452	-1,272,161.642	177.570

Width: 1

show 2d profile

Height profile

Number of Points: 15,163

CSV(2D) LAS(3D)

183	x	-231,316.125
182	y	-1,272,150.750
180	z	175.448
179	color	173, 169, 121, 255
178	intensity	31484
177	classification	0
176	returnNumber	1
175	numberOfReturns	1

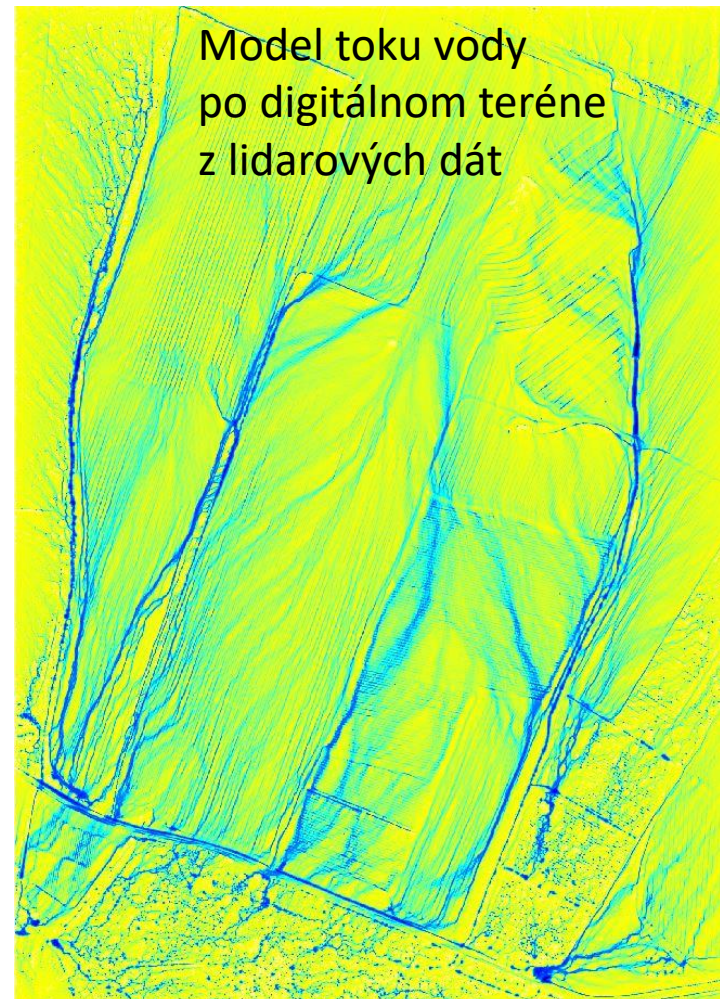
Aktívny DPZ na základe odrazenej infračervenej elektromagnetickej energie z laserového skenera (lidaru)



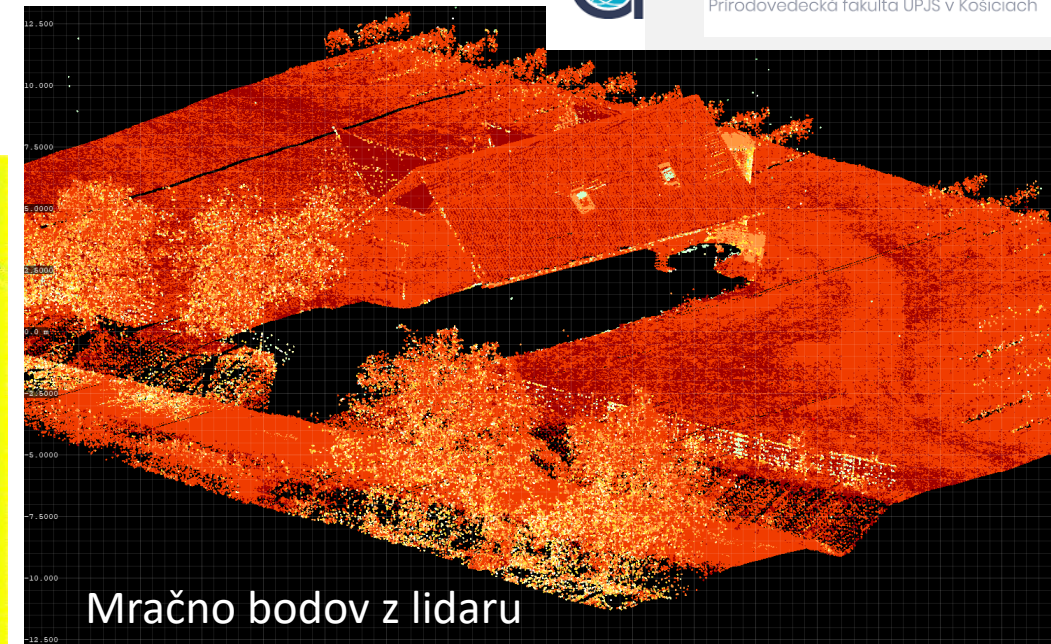
Transport pôdných častíc a optimalizácia postupov pre výživu viniča



Ortofotostánka (nie lidar)



Model toku vody
po digitálnom teréne
z lidarových dát



Mračno bodov z lidaru



Aktívny DPZ na základe odrazenej infračervenej elektromagnetickej energie z laserového skenera (lidaru)

Slovenský lidarový produkt



https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren/toc?pos=48.786041,21.289679,16

Vyhľadavanie

Vrstvy a podkladové mapy

- Prehľad lokalít LLS a DMR 5.0
- Digitálny model povrchu 1.0
- Digitálny model reliéfu 5.0
- Orientácia voči svetovým stranám (...)
- Sklon terénu (DMR3)
- Nadmorská výška (DMR3)
- Adresné body

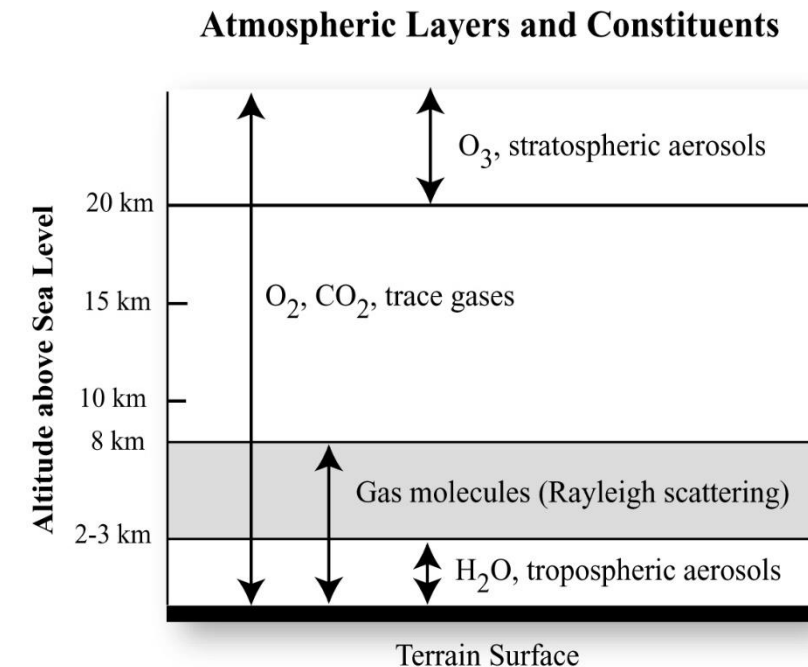
Lidar „vidí“ terén pod lesom

200 m

Košický > Košice I > Košice-Sídliisko Ťahanovce > k.ú. Nové Ťahanovce

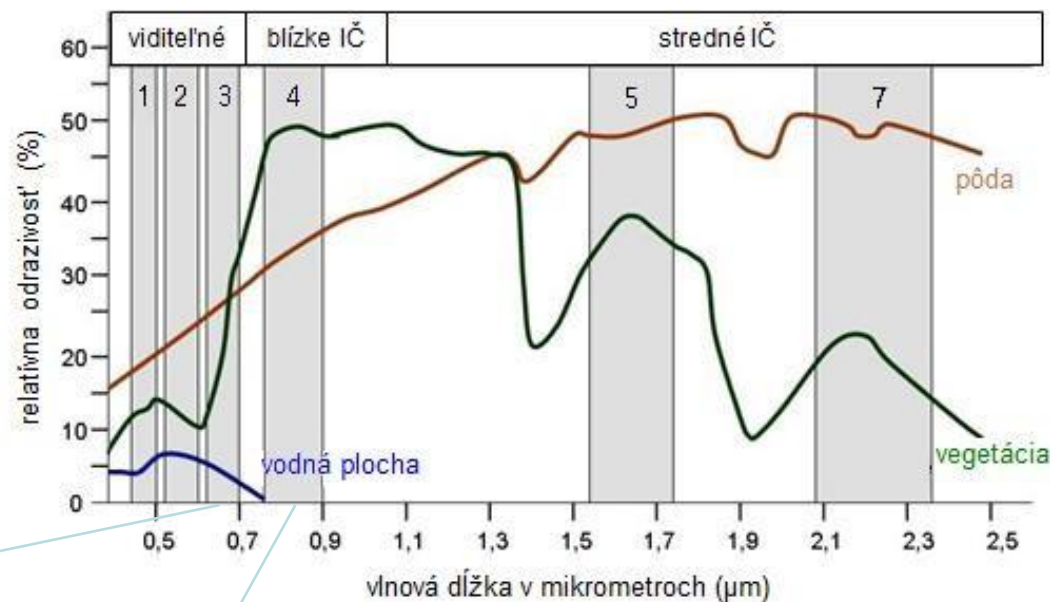
EMŽ interaguje s atmosférou a povrchom Zeme

- V homogénnom prostredí sa EMŽ šíri rovnomerne.
- V dôsledku zmeny charakteru prostredia je EMŽ:
 - prepustené (transmitted)
 - odrazené (reflected)
 - pohltené/absorbované (absorbed)
 - vzniká sekundárne žiarenie



Spektrálne krivky, odrazivosť materiálov

Relatívna spektrálna odrazivosť troch rôznych typov povrchu a spektrálny rozsah pásiem (1-5, 7) multispektrálneho skenera ETM+ na družici Landsat 7.



(a)

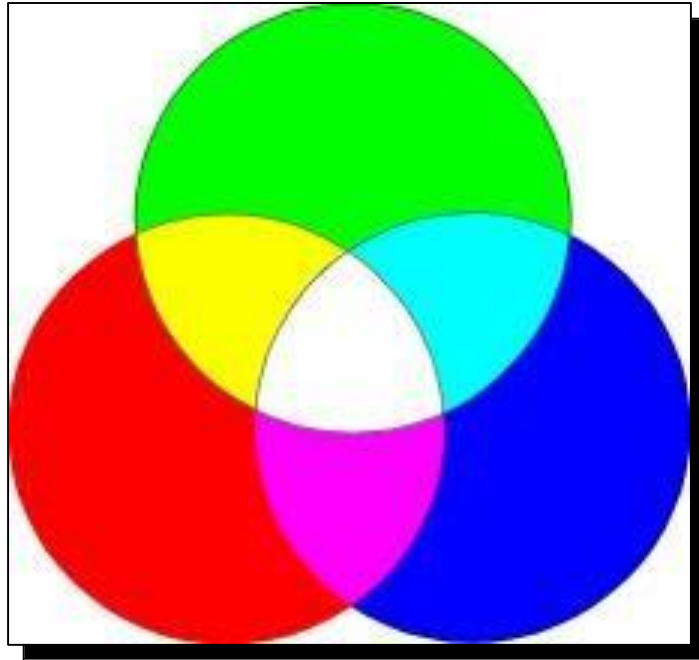


(b)

Výrez snímky zaznamenávajúcej odrazivosť v červenej (a) a v infračervenej časti spektra (b) získanej družicou LANDSAT 7 senzorom ETM+ pre oblasť Užhorodu (12 x 12km) na slovensko-ukrajinskom pohraničí dňa 15. mája 2008. Zdroj dát: NASA/USGS

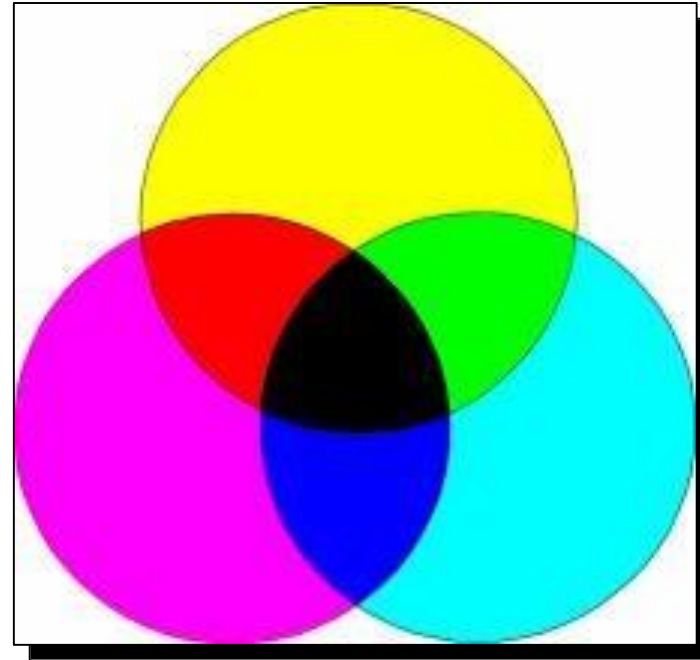
Farebný model pre zobrazovanie dát z DPZ

potrebný len pre oko človeka, nie pre počítač



Additive Color

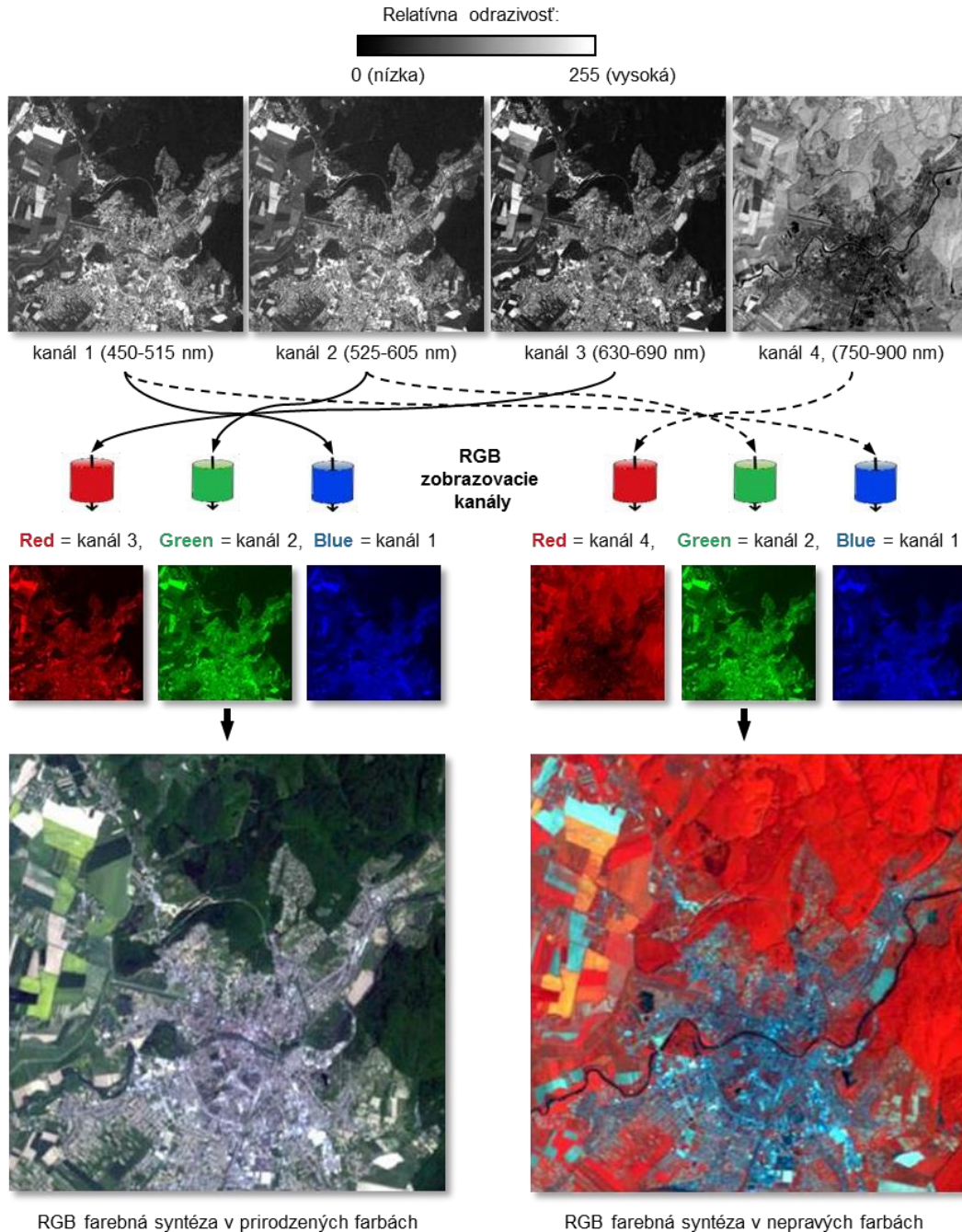
Farebný model RGB,
súčet dáva bielu farbu.



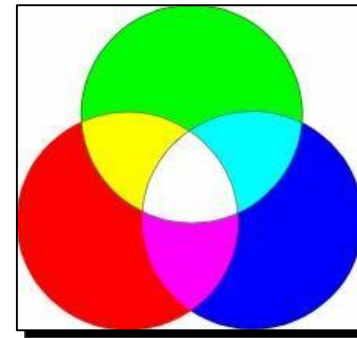
Subtractive Color

Farebný model CMY,
súčet dáva čiernu farbu

Multispektrálny záznam družice LANDSAT 7 senzorom ETM+



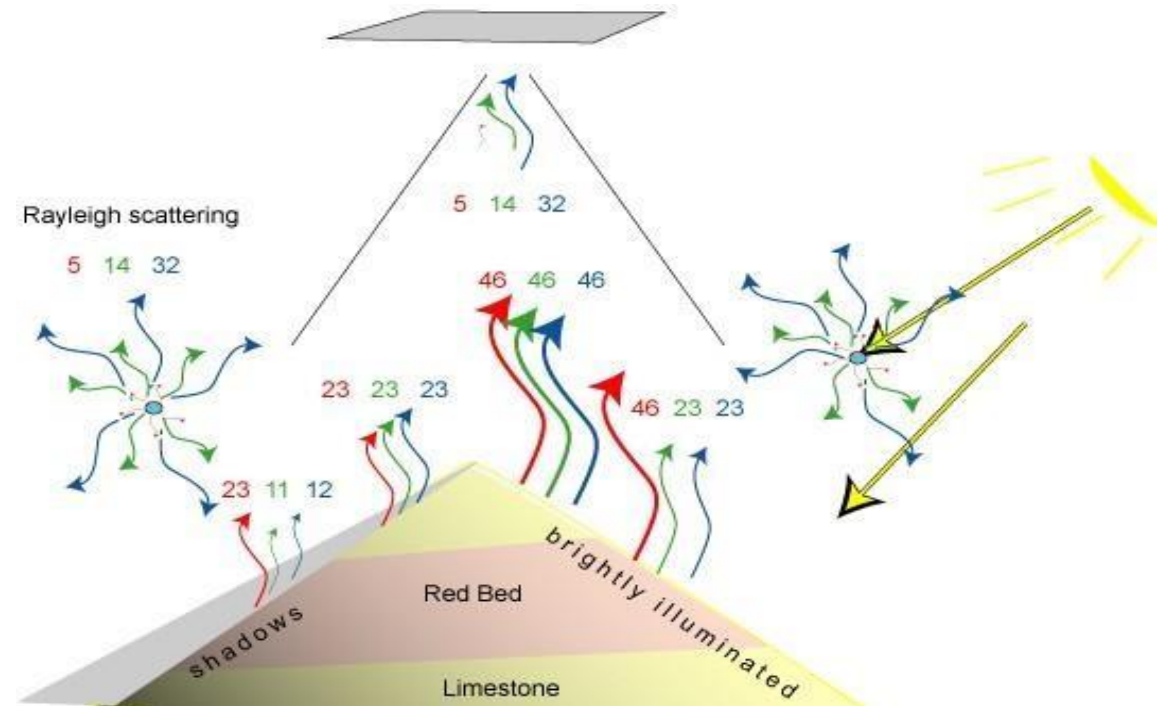
Vizualizácia záznamu v štyroch spektrálnych kanáloch multispektrálneho skenera ETM+ na družici LANDSAT 7 a odvodené RGB farebné syntézy pre oblasť Užhorodu (12 x 12km) na slovensko-ukrajinskom pohraničí dňa 15. mája 2008.
Zdroj dát: NASA/USGS



Spektrálne indexy: pomer medzi energiou z viacerých spektrálnych pásiem

- Užitočné pre získanie informácie o spektrálnych vlastnostiach materiálov na zemskom povrchu, nezávisle od času dňa/roka.
- Pomer medzi zaznamenanou energiou 2 pásiem eliminuje efekt rozdielneho príkonu slnečnej energie na privrátenú a odvrátenú stranu.
- Na rozdiel od absolútnych hodnôt odrazenej energie, pracujeme s ich pomerom, ktorý sa nemení pre rovnaký materiál/krajinnú pokrývku.

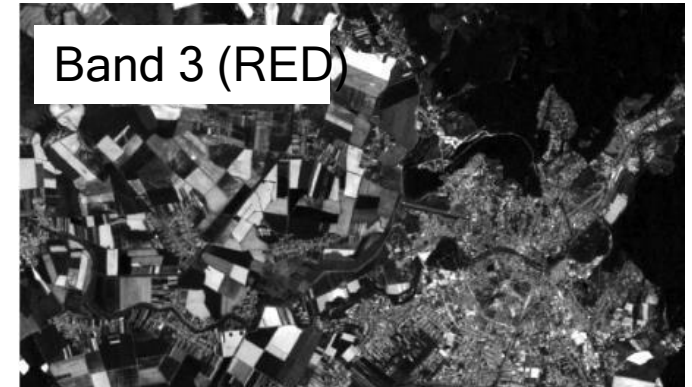
- $11/23 \approx 23/46 \approx \text{index } 0,5$
- $23/23 \approx 46/46 \approx \text{index } 1,0$



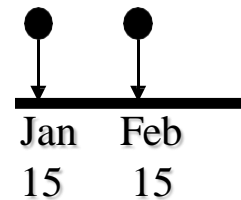
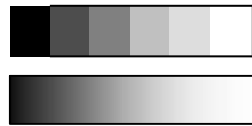
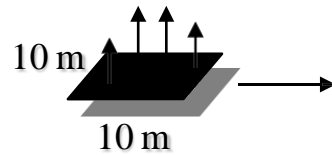
Normalized difference vegetation index (NDVI) normalizovaný vegetačný index

- Very popular in eco/geosciences
- The documented and default NDVI equation is as follows:
- $NDVI = ((IR - R)/(IR + R))$
 - IR = pixel values from the infrared band
 - R = pixel values from the red band
- This index outputs values between -1.0 and 1.0, mostly representing greenness, where any negative values are mainly generated from clouds, water, and snow, and values near zero are mainly generated from rock and bare soil.
- Very low values (0.1 and below) of NDVI correspond to barren areas of rock, sand, or snow. Moderate values (0.2 to 0.3) represent shrub and grassland, while high values (0.6 to 0.8) indicate temperate and tropical rainforests.

Landsat ETM+ 15 May 2008,
Uzhorod, Ukraine



Rozlíšenie senzorov v DPZ



- Spatial - the size of the field-of-view, e.g. 10 x 10 m.
- Spectral - the number and size of spectral regions the sensor records data in, e.g. blue, green, red, near-infrared, thermal infrared, microwave (radar).
- Radiometric - the sensitivity of detectors to small differences in electromagnetic energy. (8bit, 16bit)
- Temporal - how often the sensor acquires data, e.g. every 30 days.

Priestorové rozlíšenie družicových snímok

Komerčné družice



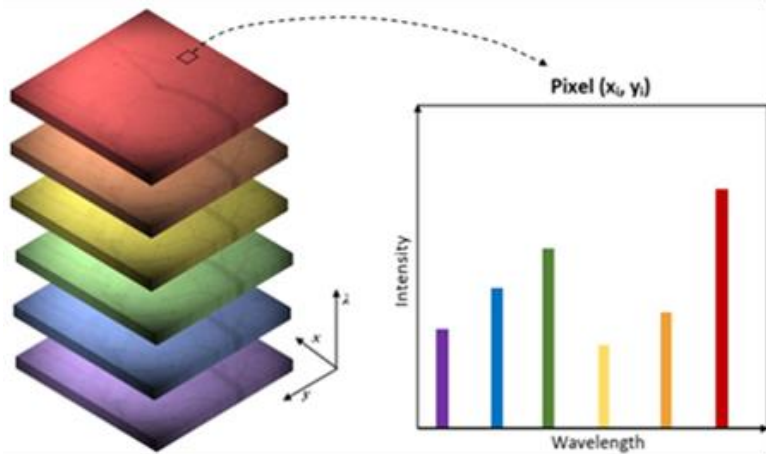
Teoreticky možné



Spektrálne rozlíšenie

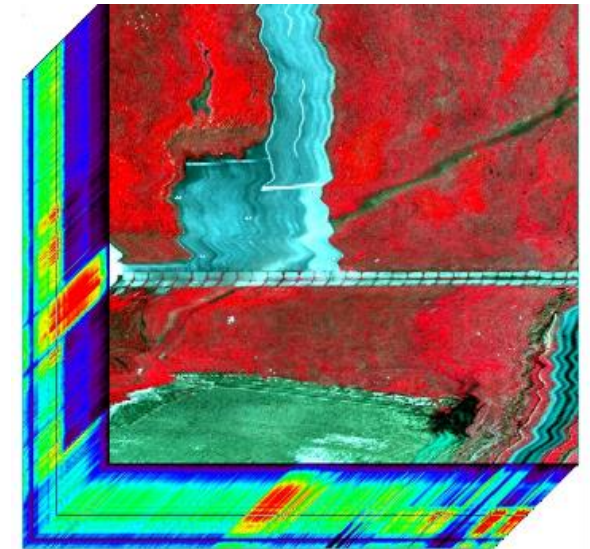
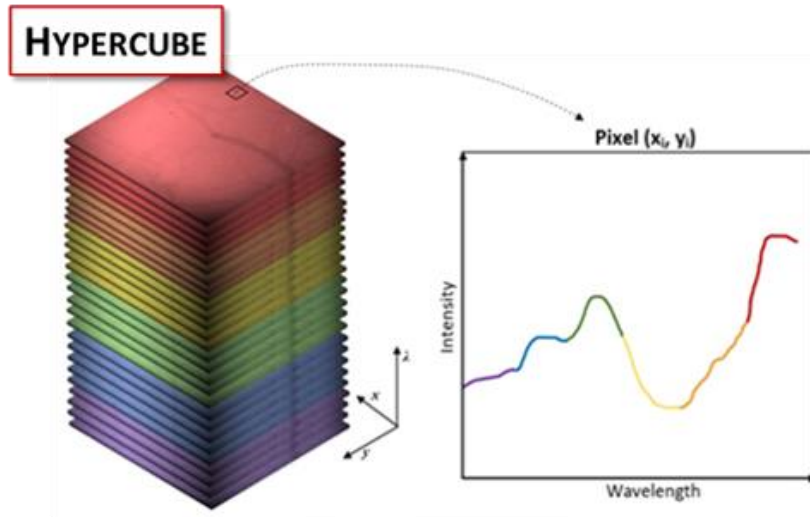
MULTISPECTRAL IMAGING

- N separated bands

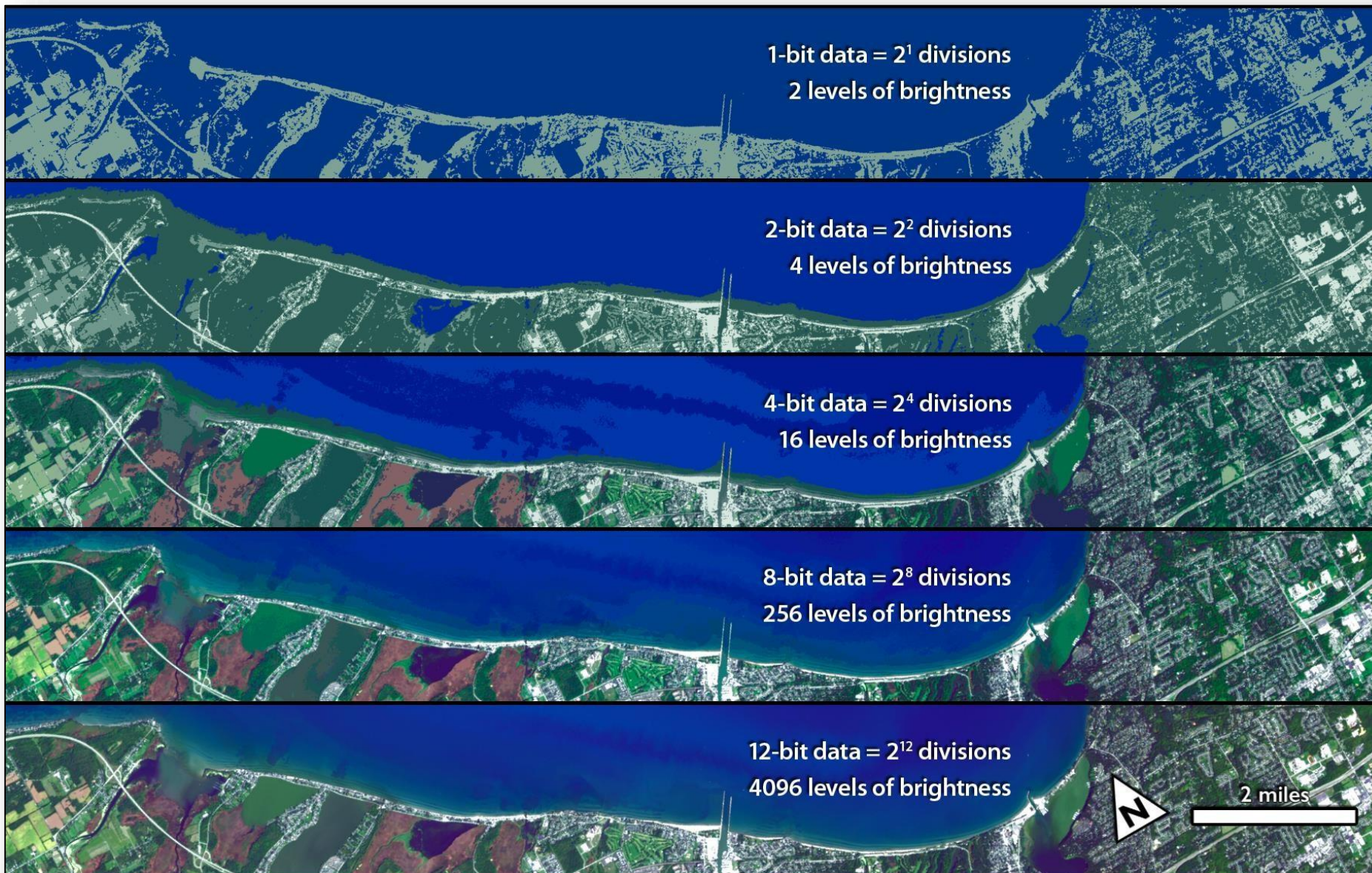


HYPERSPECTRAL IMAGING

- Continuous spectrum



Rádiometrické rozlíšenie





EO Browser

PRAKTICKÁ UKÁŽKA 1 – FAREBNÉ KOMPOZÍCIE A SPEKTRÁLNE INDEXY

SUCHÁ V ŠPANIELSKU V LETE 2022

1. Vyhľadávanie dát

(oblasť Madridu pred začiatkom sucha a v období sucha v r. 2022, snímky Sentinel-2)

The image shows a screenshot of the EO Browser web application interface. The interface is dark-themed and includes a search bar at the top right with the text 'Madrid'. Below the search bar, there are several callout boxes with arrows pointing to specific UI elements:

- 1.) Prihlásenie sa**: Points to a power icon in the top right corner of the header.
- 2.) Vyhľadanie záujmovej oblasti**: Points to the search bar containing the text 'Madrid'.
- 3.) Výber zdroja satelitných dát a nastavenie max. % oblačnosti**: Points to the 'Data sources' section, which includes checkboxes for 'Sentinel-1' and 'Sentinel-2' (checked), and a slider for 'Max. cloud coverage' set to 0%.
- 4.) Voľba časového rozpätia (za aké obdobie hľadáme dáta)**: Points to the 'Time range [UTC]' section, which shows a date range from '2022-01-01' to '2022-12-31' and a grid of month checkboxes with 'May' and 'Aug' selected.

The main area of the interface is a map of the Madrid region, showing various districts and landmarks. The map is centered on Madrid. At the bottom of the interface, there is a footer with the text 'Leaflet | © MapTiler © OpenStreetMap contributors' and a status bar showing the current coordinates 'Lat: 40.2570, Lng: -3.6708' and a scale of '5 km'.

1. Vyhľadávanie dát

(oblasť Madridu pred začiatkom sucha a v období sucha v r. 2022, snímky Sentinel-2)

The screenshot displays the EO Browser interface. At the top, there is a search bar with the text 'madrid' and a search icon. Below the search bar, there are navigation icons for layers, a graduation cap, and information. The main content area shows a list of search results for Sentinel-2 L2A images. The first result is highlighted with a red box and a callout box. The callout box contains the text: 'Výsledné snímky, ktoré spĺňajú predvolené kritériá'. Below the first result, there is another result, also highlighted with a red box and a callout box. The callout box contains the text: '5.) Vizualizácia vybranej snímky (pred začiatkom sucha)'. The 'Visualize' button for the second result is also highlighted with a red box. The background of the interface is a map of Madrid, showing various districts and landmarks.

EO Browser

ENGLISH

Login

Discover Visualize Compare Pins

← Back to search Showing 26 results

Sentinel-2 L2A

2022-05-26

11:20:00 UTC

0.0%

30TUL

Visualize

Sentinel-2 L2A

2022-05-26

11:19:55 UTC

0.0%

30TVL

Visualize

Free sign up for all features

Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA

v3.34.1

Madrid

Alcobendas

Torrejón de Ardoz

Alcorcón

Móstoles

Leganés

Getafe

Fuenlabrada

Lat: 40.2570, Lng: -3.8851

5 km

About EO Browser Contact us Get data

2. Vizualizácia dát

- farebné kompozície a spektrálne indexy



The screenshot displays the EO Browser interface. The main map shows a satellite view of Madrid and surrounding areas, with labels for various locations like Alcobendas, Madrid, and Getafe. The sidebar on the left is highlighted with a red border and contains the following elements:

- Dataset:** Sentinel-2 L2A (with a 'Show L1C' button)
- Date:** 2022-05-26 (with a 'Timespan' button)
- Visualization Options:**
 - True color (Based on bands 4,3,2) - This option is selected and has a red box around its edit icon.
 - False color (Based on bands 8,4,3)
 - Highlight Optimized Natural Color (Enhanced natural color visualization)
 - NDVI (Based on combination of bands $(B8 - B4)/(B8 + B4)$)
 - False color (urban) (Based on bands 12,11,4)
 - Moisture index (Based on combination of bands $(B8A - B11)/(B8A + B11)$)

A white text box is overlaid on the map, containing the following text:

Dostupné možnosti vizualizácie vo forme farebných kompozícií a spektrálnych indexov
(na pozadí zobrazenie v podobe pravej farebenej kompozície (True color = RGB))

At the bottom of the interface, there is a footer with the text: "Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1" and a "Free sign up for all features" link. The bottom right corner shows coordinates (Lat: 40.2643, Lng: -3.8651) and a 5 km scale bar.

2. Vizualizácia dát

- farebné kompozície a spektrálne indexy



The image shows the EO Browser interface. On the left, a 'Composite' panel is highlighted with a red border. It contains a grid of colored circles representing different spectral bands: B01 (blue), B02 (light blue), B03 (green), B04 (orange), B05 (red), B06 (red), B07 (red), B08 (red), B09 (red), B11 (red), B12 (red), and B8A (red). Below this grid, there are three larger circles labeled 'R: B11', 'G: B08', and 'B: B02'. Below the composite panel, there are sections for 'Index' and 'Custom script'. The main map area shows a satellite view of Madrid and surrounding areas, with labels for various locations like Alcobendas, Torrejón de Ardoz, and Getafe. A search bar at the top right contains the text 'madrid'. A text box with a red arrow pointing to the composite panel contains the text: 'Možnosť vizualizácie vlastných farebných kompozícií, spektrálnych indexov a skriptov'. The bottom of the interface shows a footer with 'Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1' and a 'Free sign up for all features' link.

3. Analýza zmien pomocou histogramu

- spektrálny index NDVI

The screenshot shows the EO Browser interface with a satellite map of Madrid. The left sidebar contains a 'Dataset: Sentinel-2 L2A' section with a date selector set to '2022-05-26'. Below this, there are several visualization options, with 'NDVI' selected and highlighted by a red box. The NDVI option is described as 'Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)'. A red arrow points from the date selector to a text box in the center of the map. The text box contains the following text:

6.) Porovnanie následkov sucha pomocou napr. hodnôt Normalizovaného diferenčného vegetačného indexu (NDVI) v podobe histogramu pred a v období sucha:

- 26.5.2022 (snímka za obdobie pred suchom)
- 31.8.2022 (snímka z obdobia výrazného sucha)

Below the text box, a red arrow points to a histogram window titled 'Sentinel-2 L2A - NDVI'. The histogram shows a distribution of NDVI values with a peak around 0.47. The y-axis is labeled 'Frequency' and ranges from 0 to 5000. The x-axis is labeled 'Value' and ranges from 0.05 to 0.89. A red box highlights the histogram window. At the bottom of the histogram window, there is a 'Recalculate' button.

3. Analýza zmien pomocou histogramu

- spektrálny index NDVI

Vegetation Reflectance

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

STRESSED
VEGETATION REFLECTANCE

40% NIR 30% RED



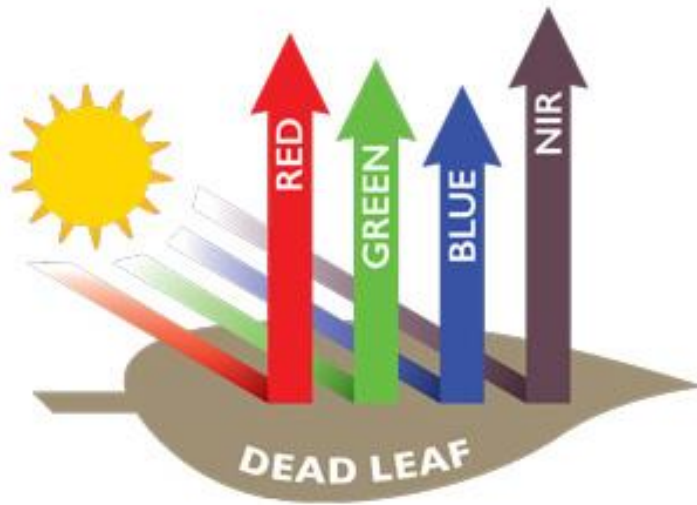
NDVI = 0.14

HEALTHY
VEGETATION REFLECTANCE

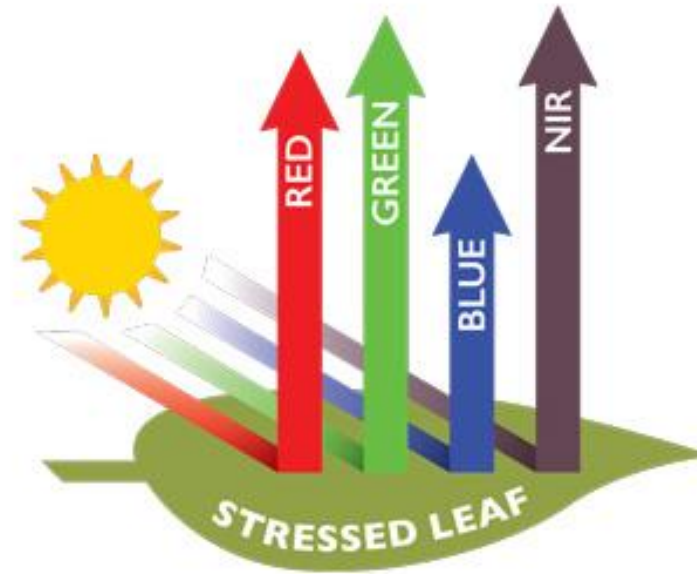
50% NIR 8% RED



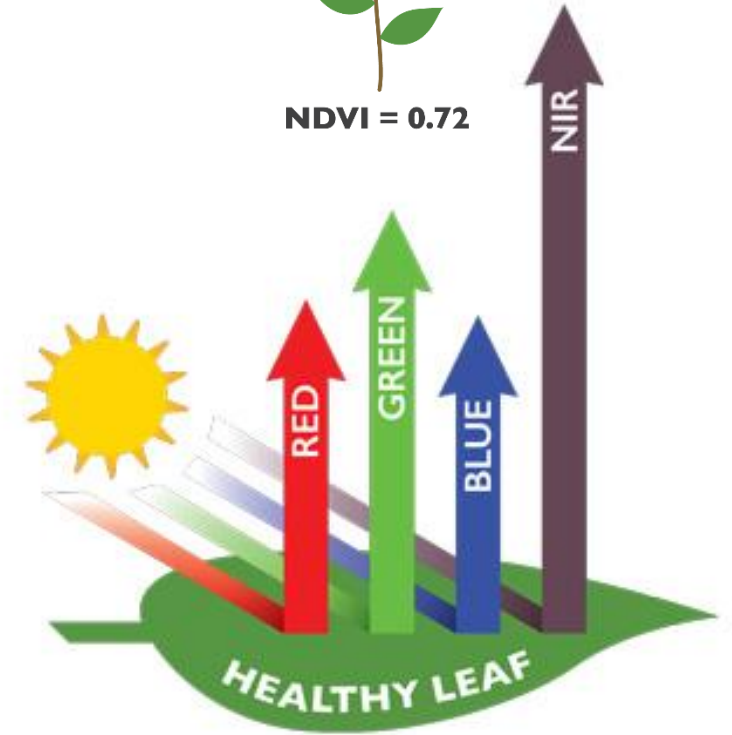
NDVI = 0.72



DEAD LEAF



STRESSED LEAF

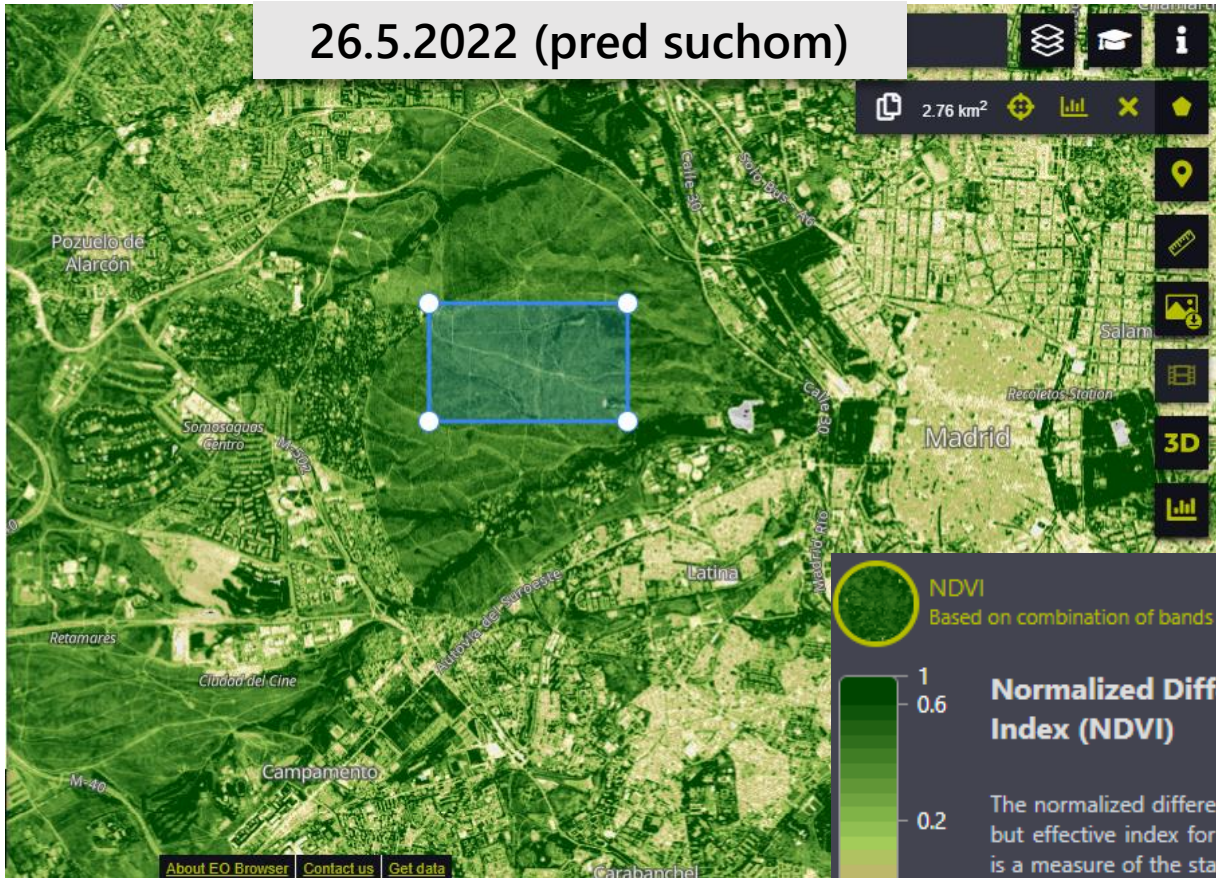


HEALTHY LEAF

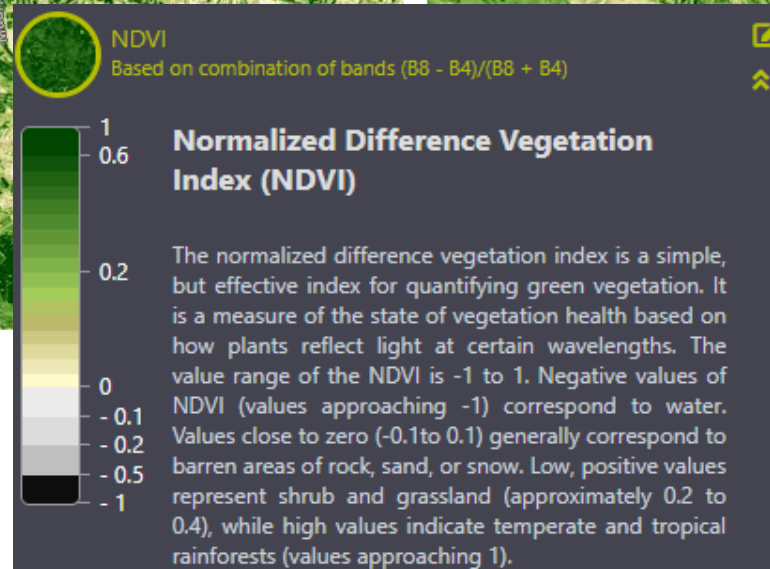
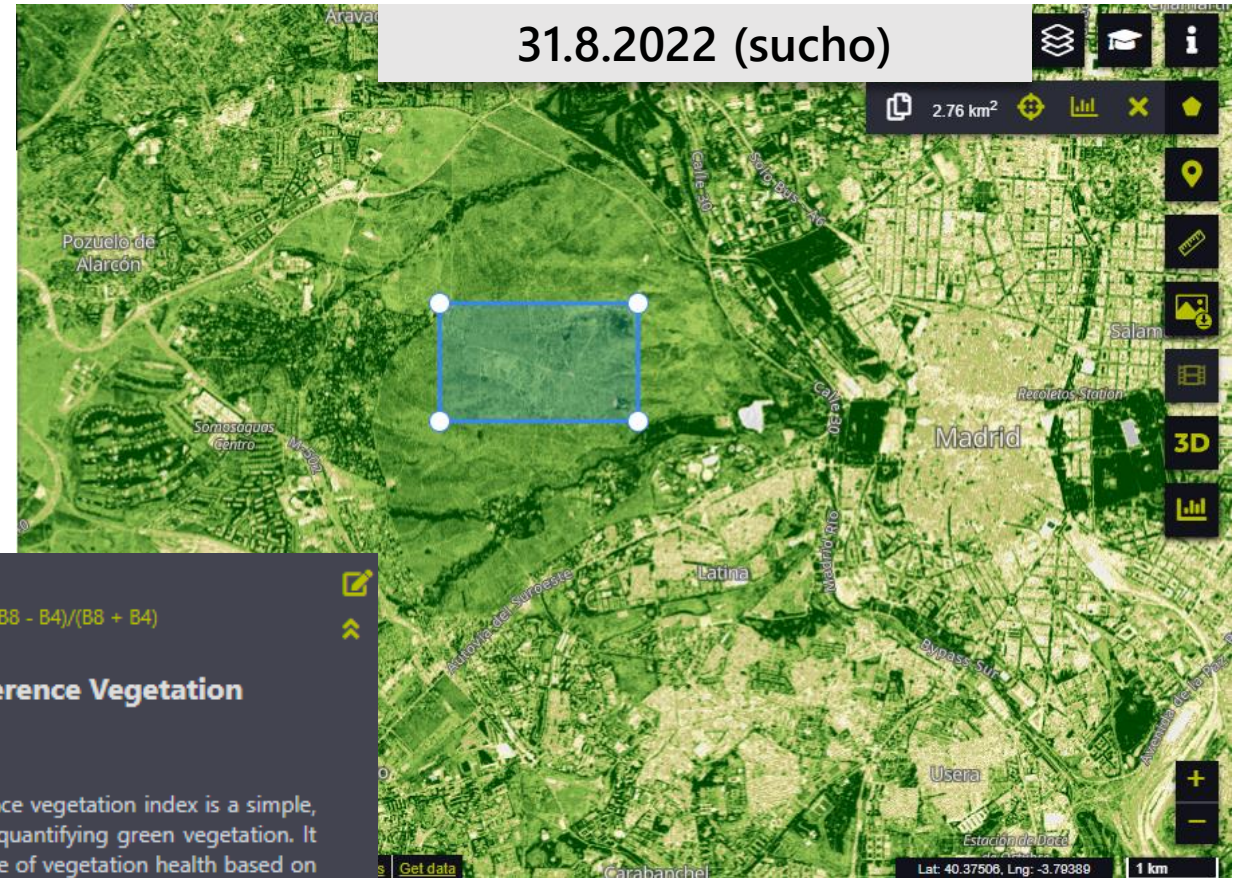
3. Analýza zmien pomocou histogramu

- spektrálny index NDVI

26.5.2022 (pred suchom)



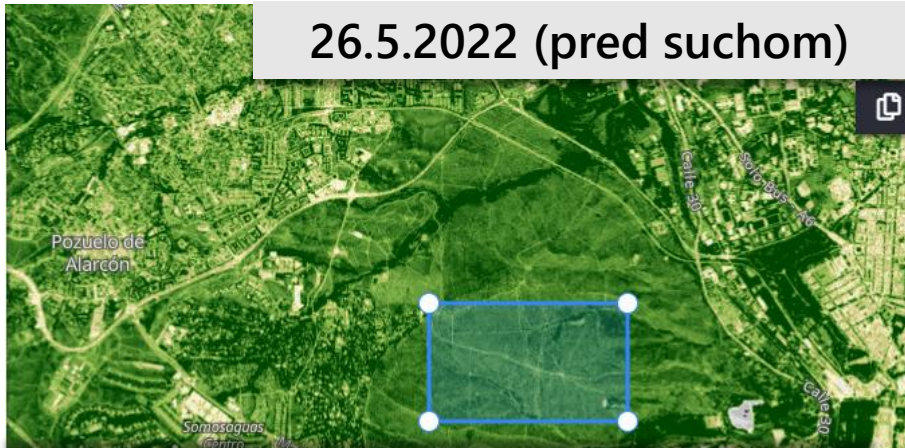
31.8.2022 (sucho)



3. Analýza zmien pomocou histogramu

- spektrálny index NDVI

26.5.2022 (pred suchom)



HEALTHY
VEGETATION REFLECTANCE

50% NIR 8% RED

NDVI = 0.72

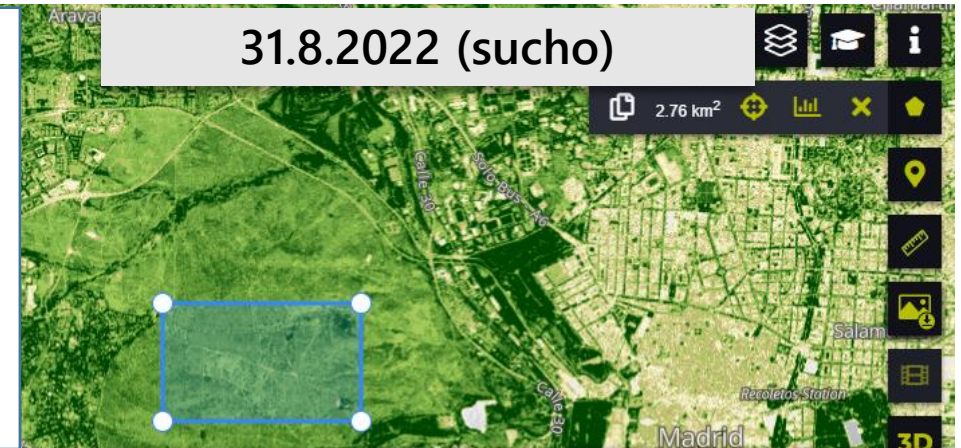
STRESSED
VEGETATION REFLECTANCE

40% NIR 30% RED

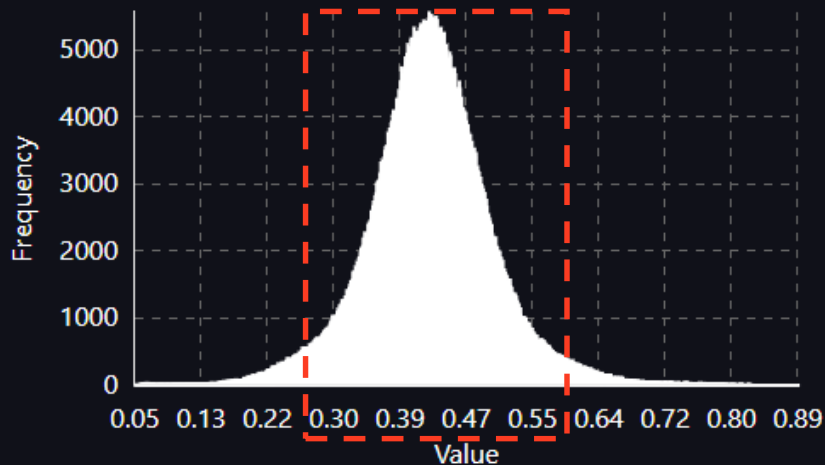
NDVI = 0.14

NDVI = $\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$

31.8.2022 (sucho)



Sentinel-2 L2A - NDVI



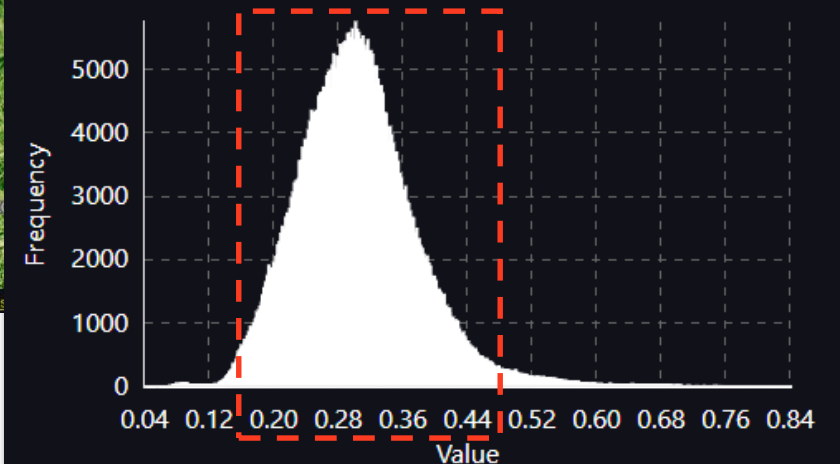
Recalculate

NDVI
Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

The normalized difference vegetation index is a simple, but effective index for quantifying green vegetation. It is a measure of the state of vegetation health based on how plants reflect light at certain wavelengths. The value range of the NDVI is -1 to 1. Negative values of NDVI (values approaching -1) correspond to water. Values close to zero (-0.1 to 0.1) generally correspond to barren areas of rock, sand, or snow. Low, positive values represent shrub and grassland (approximately 0.2 to 0.4), while high values indicate temperate and tropical rainforests (values approaching 1).

Sentinel-2 L2A - NDVI



Recalculate

4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou nepravej farebnej kompozície

The screenshot shows the EO Browser interface with a satellite image of Madrid. A false color composite is applied to the image, highlighting vegetation in red and water in black. The interface includes a search bar with 'madrid' entered, a dataset selection menu showing 'Sentinel-2 L2A', a date picker set to '2022-05-26', and a sidebar with various tools and information. A text box in the center explains the purpose of the false color composite, and another text box highlights the 'Compare' button in the interface.

Pre vizuálne porovnanie následkov sucha môžeme použiť napr. farebné kompozície pre 2 snímky:

- 26.5.2022 (snímka za obdobie pred suchom)
- 31.8.2022 (snímka z obdobia výrazného sucha)

Nástroj pre pridanie farebných kompozícií alebo spektrálnych indexov do porovnania

4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou nepravej farebnej kompozície

EO Browser

ENGLISH Login

Discover Visualize **Compare** Pins

Remove all Add all pins Split

Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLOR
Date: 2022-05-26
Lat/Lon: 40.42, -3.91 | Zoom: 11
Split position: [Slider]

Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLOR
Date: 2022-08-31
Lat/Lon: 40.42, -3.91 | Zoom: 11
Split position: [Slider]

Free sign up for all features

Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1

madrid

Madrid

Oblasť Madridu pred obdobím sucha (26.5.2022) v podobe nepravej farebnej kompozície (pásma 8-4-3)

maptiler

Leaflet | © MapTiler © OpenStreetMap contributors, © Sentinel Hub

About EO Browser Contact us Get data

Lat: 40.2559, Lng: -3.9015 5 km

4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou nepravej farebnej kompozície

The screenshot displays the EO Browser interface. The sidebar on the left contains the following elements:

- EO Browser logo and navigation icons (Discover, Visualize, Compare, Pins).
- Language selector (ENGLISH) and Login button.
- Remove all and Add all pins buttons.
- A 'Split' dropdown menu.
- Two image thumbnails with their metadata:
 - Thumbnail 1: Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLOR, Date: 2022-05-26, Lat/Lon: 40.42, -3.91 | Zoom: 11. Split position slider is at approximately 10%.
 - Thumbnail 2: Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLOR, Date: 2022-08-31, Lat/Lon: 40.42, -3.91 | Zoom: 11. Split position slider is at approximately 90%.
- Free sign up for all features link.
- Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1.

The main map area shows a false-color composite of satellite imagery for the Madrid region, with labels for various locations like Alcobendas, Madrid, and Getafe. The map is overlaid with a red and yellow color scheme, highlighting urban and agricultural areas. A text box at the bottom center reads: "Oblasť Madridu v období sucha (31.8.2022) v podobe nepravej farebnej kompozície (pásma 8-4-3)".

Footer information includes: Leaflet | © MapTiler | © OpenStreetMap contributors, © Sentinel Hub | About EO Browser | Contact us | Get data | manes | Lat: 40.2559, Lng: -3.9628 | 5 km

4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou spektrálneho indexu NDMI

EO Browser

Discover Visualize Compare Pins

Dataset: Sentinel-2 L2A Show L1C

Date: 2022-05-26

True color
Based on bands 4,3,2

False color
Based on bands 8,4,3

Highlight Optimized Natural Color
Enhanced natural color visualization

NDVI
Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)

False color (urban)
Based on bands 12,11,4

Moisture index
Based on combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)

Free sign up for all features

Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA

Pre vizuálne porovnanie následkov sucha môžeme použiť napr. aj index vlhkosti (NDMI) pre 2 snímky:

- 26.5.2022 (snímka za obdobie pred suchom)
- 31.8.2022 (snímka z obdobia výrazného sucha)

Nástroj pre pridanie farebných kompozícií alebo spektrálnych indexov do porovnania

Moisture index
Based on combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)

Normalized Difference Moisture Index (NDMI)

The normalized difference moisture Index (NDMI) is used to determine vegetation water content and monitor droughts. The value range of the NDMI is -1 to 1. Negative values of NDMI (values approaching -1) correspond to barren soil. Values around zero (-0.2 to 0.4) generally correspond to water stress. High, positive values represent high canopy without water stress (approximately 0.4 to 1).

Legend values: > 0.8, 0.24, 0.032, 0, -0.032, -0.24, < -0.8

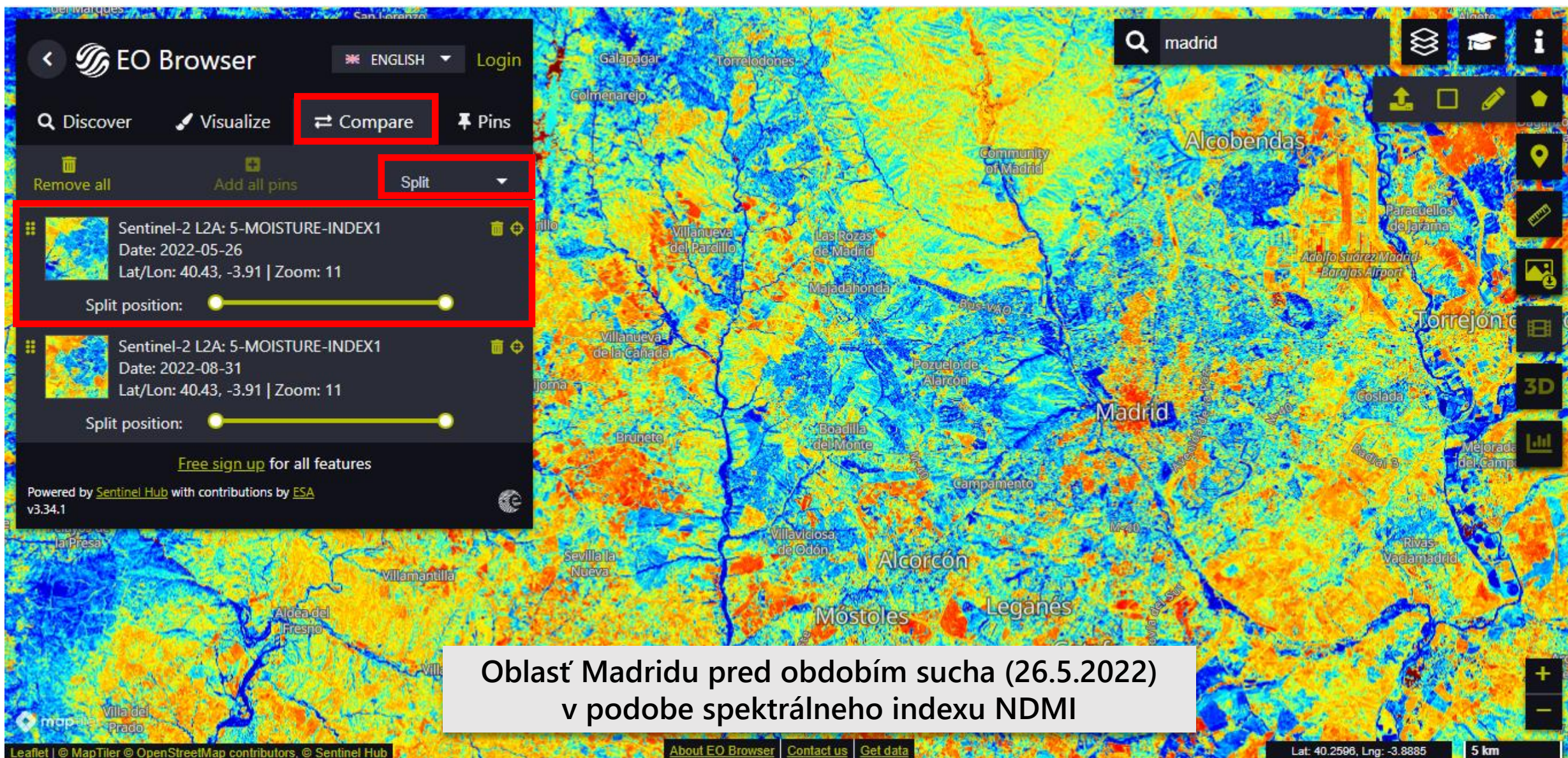
Madrid

Lat: 40.2708, Lng: -3.8933

5 km

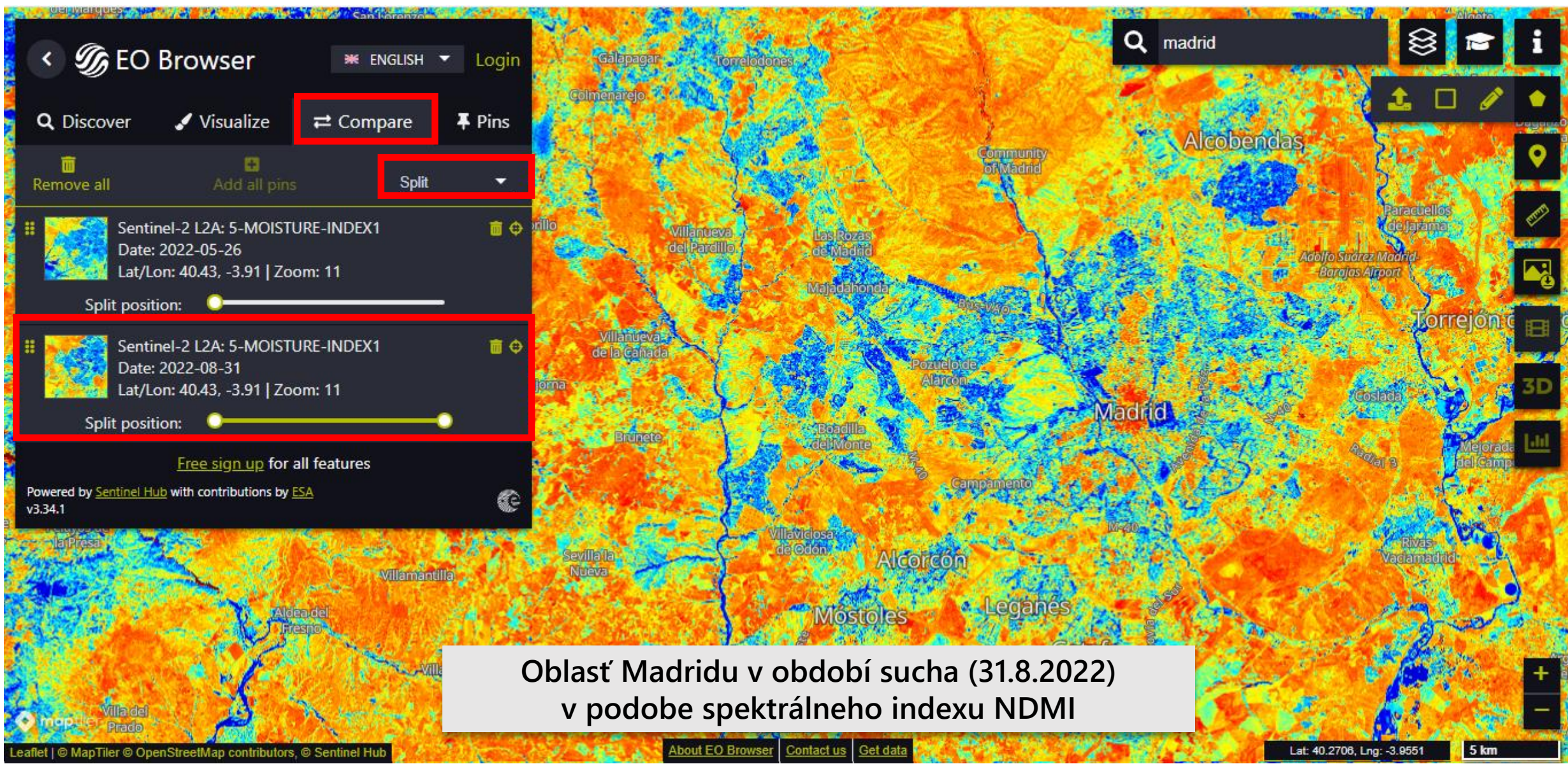
4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou spektrálneho indexu NDMI



4. Analýza zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok

- vizualizácia pomocou spektrálneho indexu NDMI





PRAKTICKÁ UKÁŽKA 2

ČASOVÁ SÉRIA - VYMIZNUTIE ARALSKÉHO JAZERA

1. Vyhľadavanie dát

(oblasť Aralského jazera pre obdobie 1999 – 2022, snímky z družice Landsat 7)

The image shows a screenshot of the EO Browser interface with several annotations in grey boxes and red arrows pointing to specific features:

- 1.) Vyhľadanie záujmovej oblasti**: Points to the search bar containing "Aral Sea".
- 2.) Výber zdroja satelitných dát a nastavenie max. % oblačnosti**: Points to the "Data sources" section, which includes "Landsat 7 ETM+" (checked), "Level 1" (unchecked), and "Level 2" (checked).
- 3.) Voľba časového rozpätia (za aké obdobie hľadáme dáta)**: Points to the "Time range [UTC]" section, which shows the date range "1999-08-01" to "2022-08-31" and a "filter by months" section with "Aug" selected.
- 4.) Vyhraničenie záujmovej oblasti**: Points to a blue rectangular selection box on the map of the Aral Sea. A red arrow also points to a yellow house icon in the top right toolbar, which is used to save the selection.

Other visible elements include the "EO Browser" logo, "Discover", "Visualize", "Compare", and "Pins" buttons, a "Theme" dropdown set to "Default", and a "Search" button at the bottom of the left sidebar. The bottom of the interface shows "Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1", "Leaflet | © MapTiler © OpenStreetMap contributors", and "About EO Browser | Contact us | Get data" links. The map shows the Aral Sea with a 30 km scale bar and coordinates "Lat: 43.835, Lng: 62.737".

2. Vizualizácia dát

(oblasť Aralského jazera pre obdobie 1999 – 2022, snímky z družice Landsat 7)

The screenshot shows the EO Browser interface with the following elements:

- Search Bar:** "Aral Sea" with a search icon.
- Navigation:** "Discover", "Visualize", "Compare", "Pins".
- Dataset:** "Landsat 7 ETM+ L2" with a "Show L1" button.
- Date:** "2001-08-17" with a "Timespan" selector.
- Visualization Options:**
 - True Color (Based on combination of bands B03, B02, B01)
 - Highlight Optimized Natural Color (Enhanced natural color visualization)
 - False color (Based on combination of bands B04, B03, B02)** - highlighted with a red box.
 - Moisture Index (Normalized difference moisture index: $(B04 - B05) / (B04 + B05)$) - highlighted with a red arrow.
 - NDVI (Normalized difference vegetation index: $(B04 - B03) / (B04 + B03)$)
 - NDWI (Normalized difference water index: $(B02 - B04) / (B02 + B04)$)
- Right Sidebar:** Includes a "Timeline" icon (highlighted with a red box) and other tools like "3D" and "Map".
- Map:** Shows a satellite image of the Aral Sea with a blue bounding box around the water body.
- Bottom Bar:** "Powered by Sentinel Hub with contributions by ESA v3.34.1", "About EO Browser", "Contact us", "Get data", "Lat: 43.727, Lng: 58.282", "30 km".

5.) Vizualizácia aspoň 1 snímky oblasti v podobe napr. nepravkej kompozície

6.) Nástroj pre tvorbu časovej rad snímok

3. Tvorba časovej rady

(oblasť Aralského jazera pre obdobie 1999 – 2022, snímky z družice Landsat 7)

Timelapse

📅 2000-08-06 - 📅 2021-09-25

filter by months

<input type="checkbox"/> Jan	<input type="checkbox"/> Feb	<input type="checkbox"/> Mar	<input type="checkbox"/> Apr
<input type="checkbox"/> May	<input type="checkbox"/> Jun	<input type="checkbox"/> Jul	<input checked="" type="checkbox"/> Aug
<input type="checkbox"/> Sep	<input type="checkbox"/> Oct	<input type="checkbox"/> Nov	<input type="checkbox"/> Dec

Select 1 image per:

orbit day week month year

Landsat 7 ETM+ L2: False color

🔍 Search

➕ Add layers from pins

Visualisations

Min. tile coverage: 100%


Max. cloud coverage: 100%

Borders

Select All

<input type="checkbox"/>	2000-08-23	
<input checked="" type="checkbox"/>	2001-08-17	Landsat 7 ETM+ L2 False color Coverage: 100% Cloud cover: 2%
<input checked="" type="checkbox"/>	2002-08-04	Landsat 7 ETM+ L2 False color Coverage: 100% Cloud cover: 5%

7.) Nastavenie parametrov pre časovú radu



Speed: 1 fps

Transition:

1 / 19

⚙️

Download

Share

4. Vizualizácia zmien pomocou časovej rady

(oblasť Aralského jazera pre obdobie 1999 – 2022, snímky z družice Landsat 7)



8.) Výsledná časová rada snímok z družice Landsat 7 poukazujúca na vymiznutie Aralského jazera do r. 2020

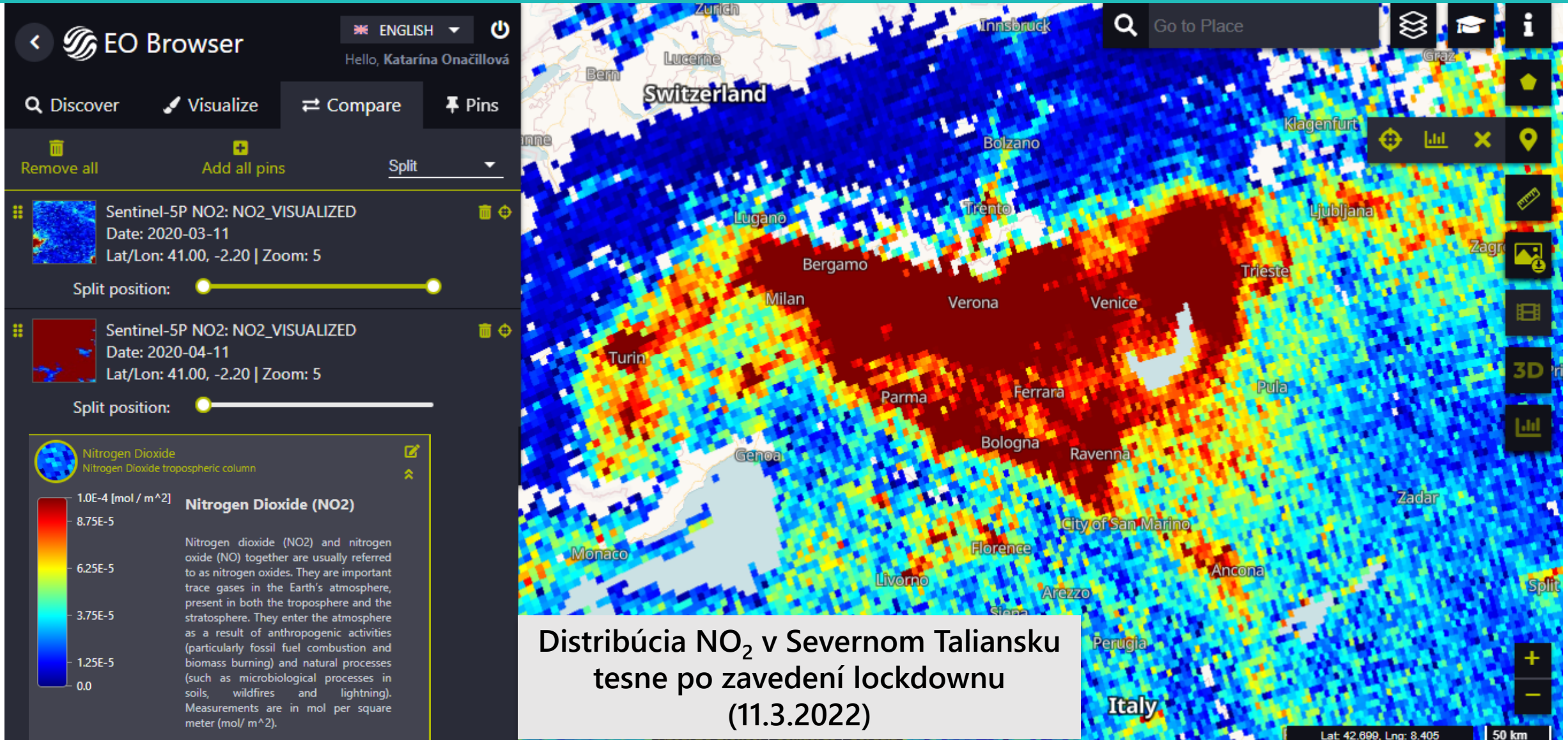


EO Browser

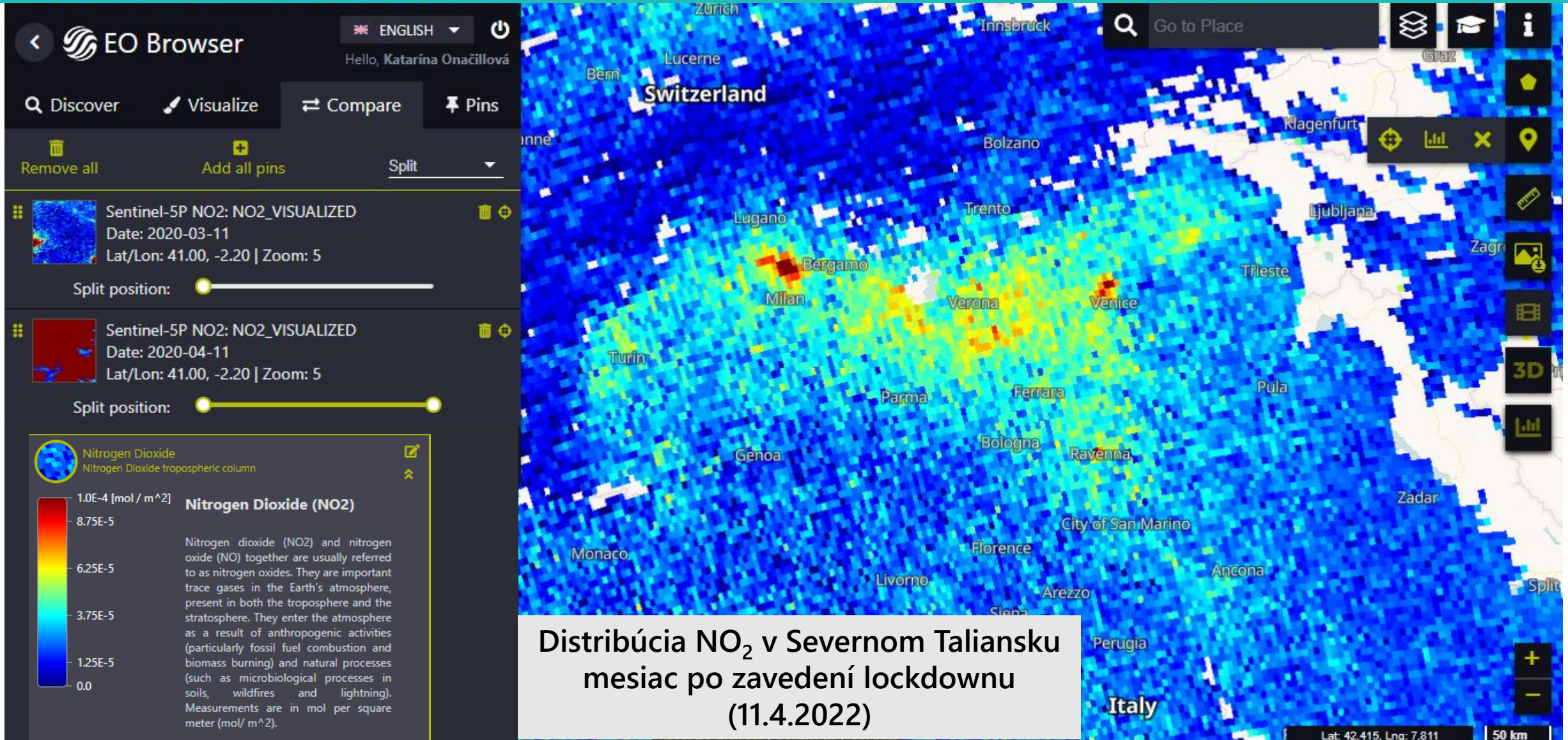
PRAKTICKÁ UKÁŽKA 3

MONITOROVANIE ZNEČISTENIA OVZDUŠIA
V SEVERNOM TALIANSKU POMOCOU SENTINEL-5

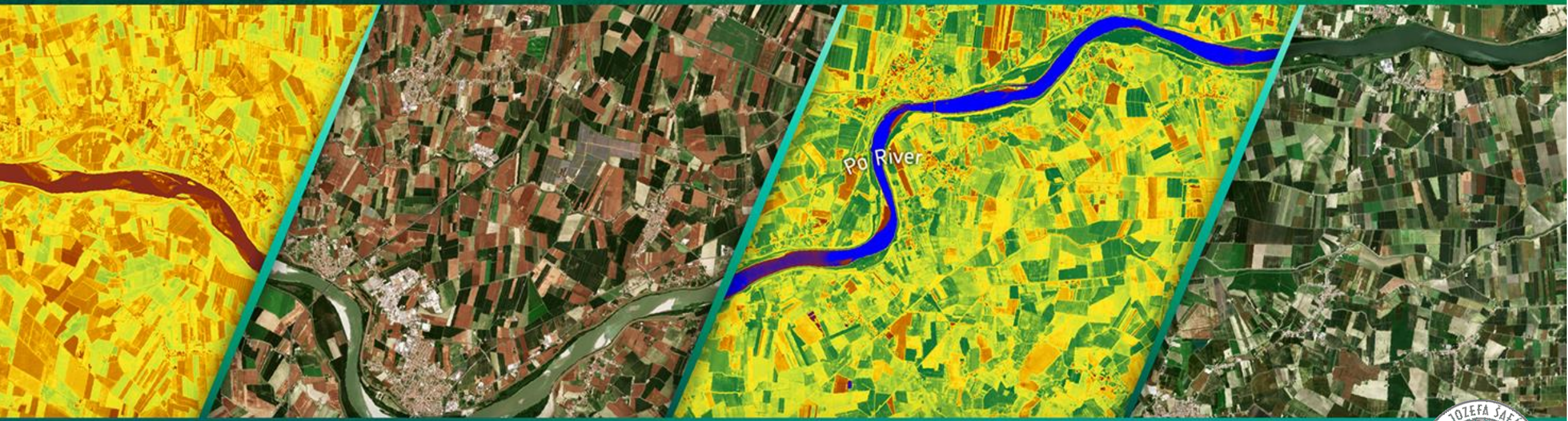
1. Vyhľadanie a vizualizácia zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok (sever Talianska, snímky Sentinel-5 za marec a apríl r. 2020)



1. Vyhľadanie a vizualizácia zmien pomocou nástroja pre porovnanie snímok (sever Talianska, snímky Sentinel-5 za marec a apríl r. 2020)



ĎAKUJEME ZA POZORNOSŤ



michal.gallay@upjs.sk

katarina.onacillova@upjs.sk

