



CENIA,  
česká informační agentura životního prostředí  
[www.cenia.cz](http://www.cenia.cz)

# Energetické toky v krajině metodami dálkového průzkumu

Pavel Doubrava, Jiří Kvapil  
Jana Seidlová, Iva Batrlová

CENIA, 15.10.2019

## Obsah prezentace:

- Historie a principy dálkového průzkumu
- Přístrojová technika dálkového průzkumu
- Spektrální analýzy objektů
- Výzkumná činnost Laboratoře dálkového průzkumu
- Archiv satelitních dat dálkového průzkumu
- Certifikace metodik
- Energetické toky v krajině metodami dálkového průzkumu

# Historie dálkového průzkumu

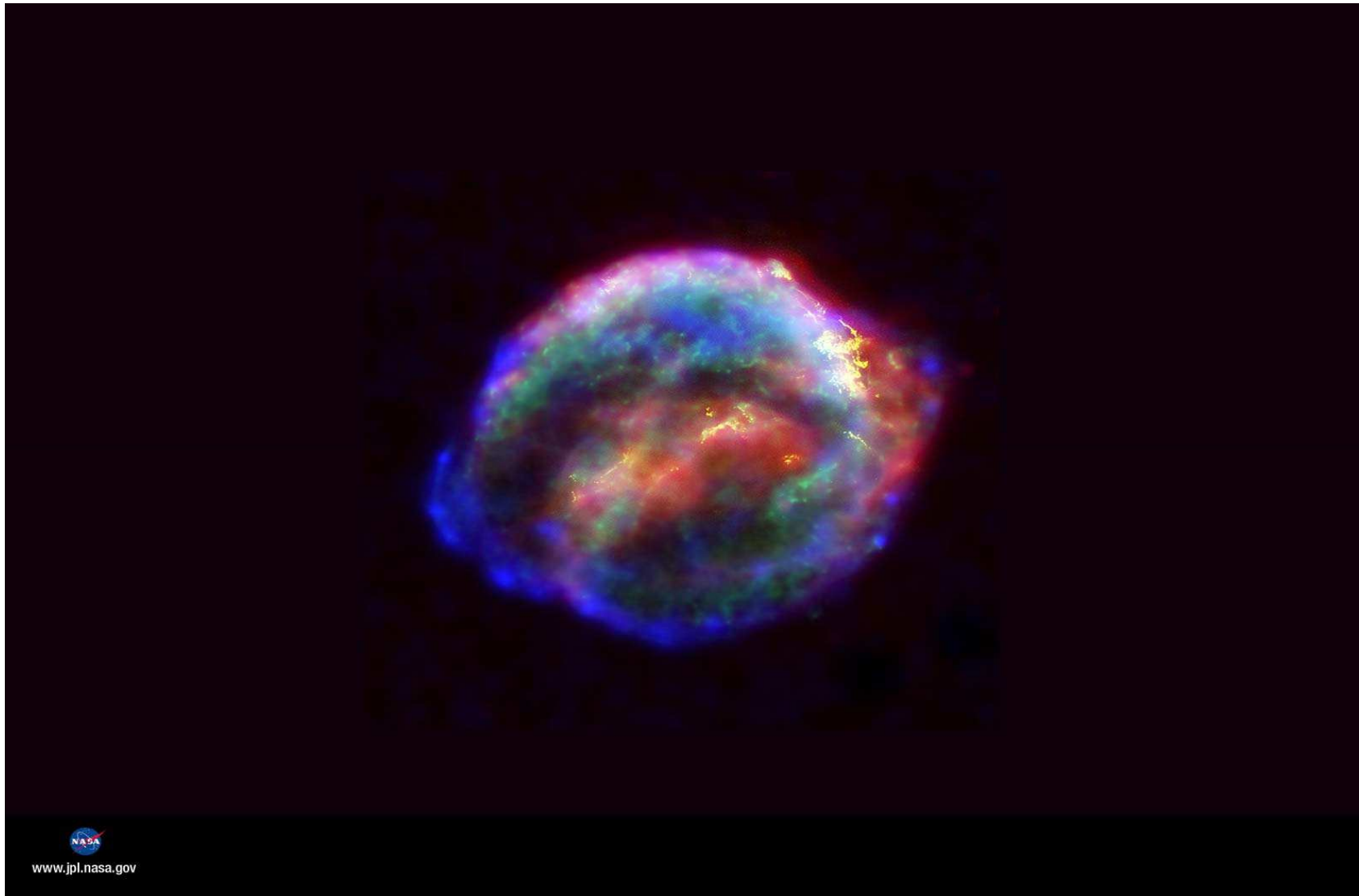
Landsat 1

Start:

23.7.1972



# Základní principy dálkového průzkumu

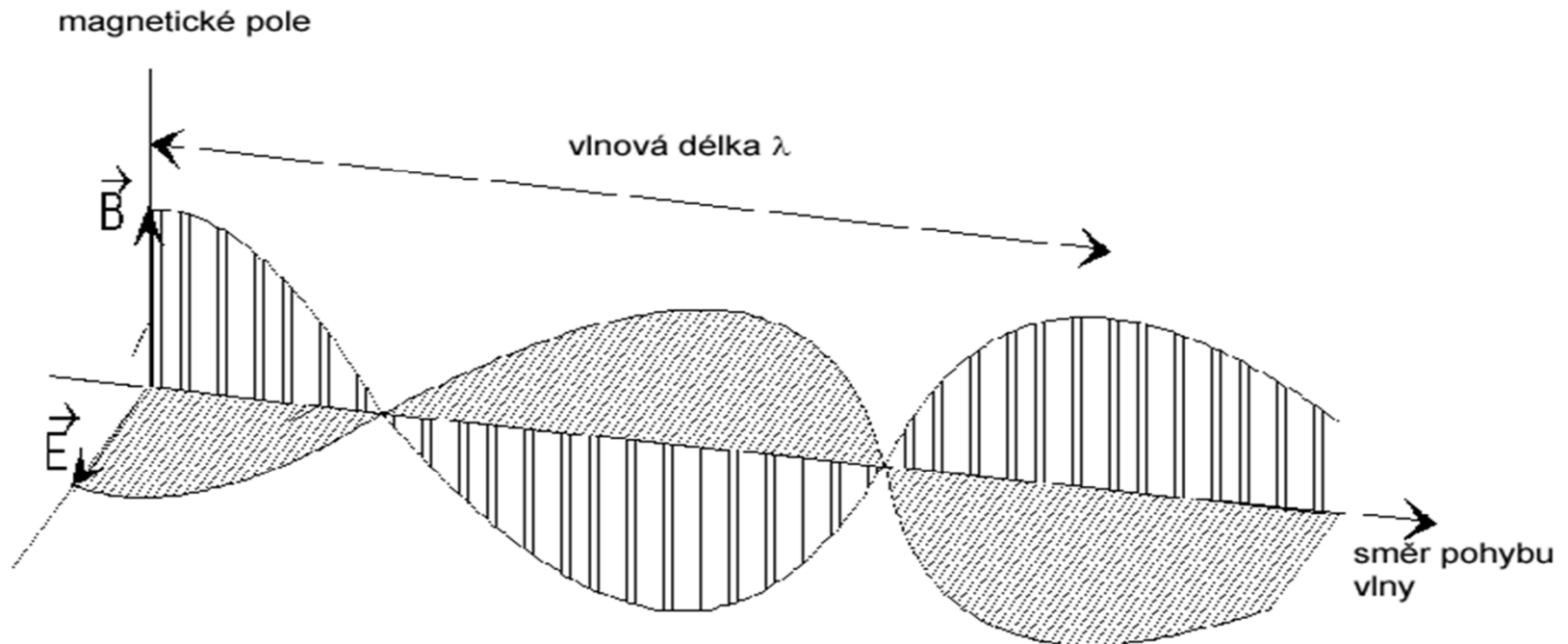


# ***Elektromagnetické záření***

- vzniká při zrychleném nebo zpomaleném pohybu nabitě částice
- tok záření je přitom přímo úměrný druhé mocnině zrychlení
- Maxwellova teorie elektromagnetického pole definuje elektromagnetické záření za příčné vlnění, kde elektromagnetická vlna se skládá ze dvou na sobě kolmých vektorů pohybujících se prostorem, jejichž amplituda se mění pravidelně (sinusoidálně) s časem a to:
  - elektrického pole **E**
  - magnetického pole **B**

Kmity polí **E** a **B** jsou kolmé ke směru pohybu vlny

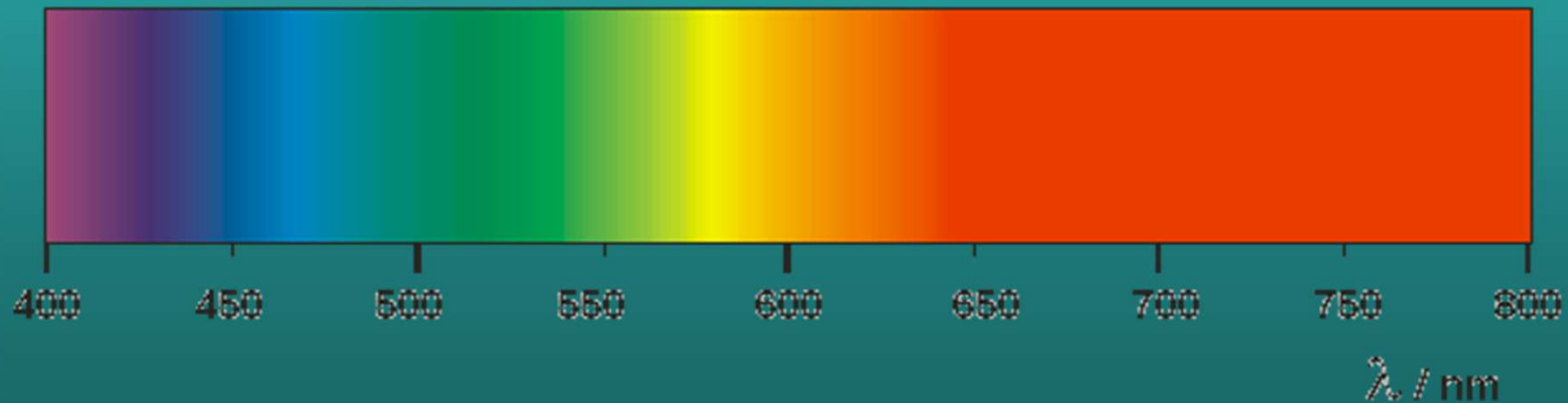
# Elektromagnetické pole



# Spektrum

- Elektromagnetické vlnění (záření) má spojité spektrum a z hlediska frekvence má rozsah téměř dvaceti řádů. Podle vlnové délky (nebo frekvence) lze elektromagnetické záření rozdělit do několika základních druhů

*Viditelná oblast spektra:*



# Elektromagnetické spektrum

český název	frekvence	vlnová délka	anglické označení
extrémně dlouhé vlny	0,3 - 3 kHz	$10^3 - 10^2$ km	Extremely Low Frequency (ELF)
velmi dlouhé vlny	3 - 30 kHz	$10^2 - 10$ km	Very Low Frequency (VLF)
dlouhé vlny (DV)	30 - 300 kHz	10 - 1 km	Low Frequency (LF)
střední vlny (SV)	0,3 - 3 MHz	1 - 0,1 km	Medium Frequency (MF)
krátké vlny (KV)	3 - 30 MHz	100 - 10 m	High Frequency (HF)
velmi krátké vlny (VKV)	30 - 300 MHz	10 - 1 m	Very High Frequency (VHF)
ultra krátké vlny (UKV)	0,3 - 3 GHz	1 - 0,1 m	Ultra High Frequency (UHF)
mikrovlny	3 - 30 GHz	100 - 10 mm	Super High Frequency (SHF)
mikrovlny	30 - 300 GHz	10 - 1 mm	Extremely High Frequency (EHF)
infračervené záření	$10^{10} - 10^{14}$ Hz	1 mm - 1 $\mu$ m	Infra Red (IR)
viditelné záření	$10^{14}$ Hz	400 - 900 nm	Visible (VIS)
ultrafialové záření	$10^{14} - 10^{16}$ Hz	400 - 10 nm	Ultra Violet (UV)
rentgenovo záření	$10^{16} - 10^{19}$ Hz	10 - 0,1 nm	X-Rays
gama záření	$10^{19} - 10^{24}$ Hz	$10^{-10} - 10^{-14}$ m	Gamma Rays



# PŘÍSTROJOVÁ TECHNIKA DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

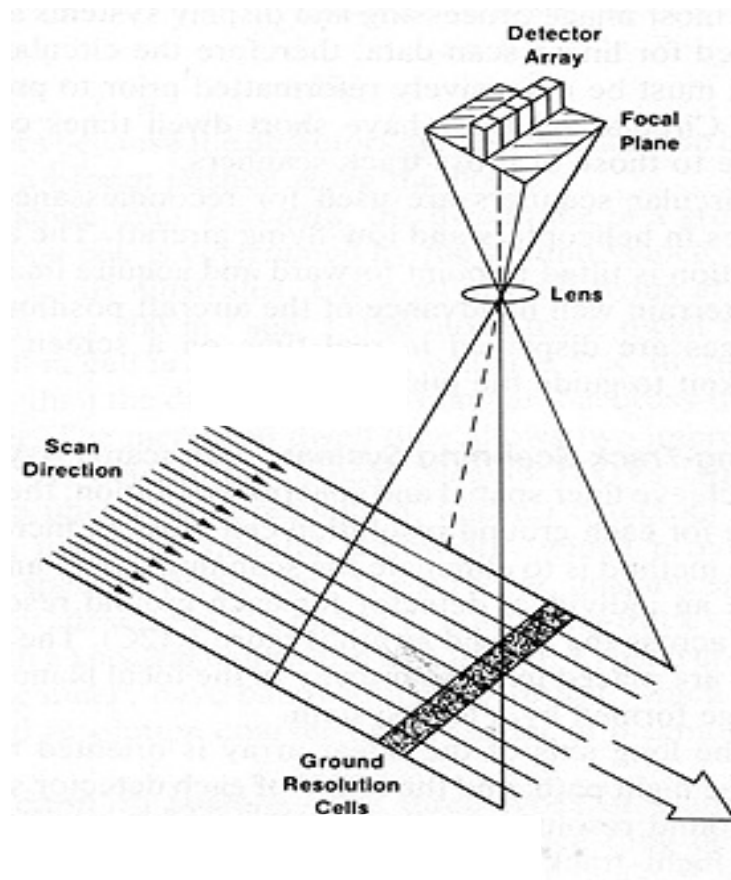
- *Přístroje pasivní:*
  - *fotokomory (analogové i digitální zpracování)*
  - *televizní kamery (analogové zpracování)*
  - *radiometry*
  - *spektrometry*
  - *mechanicko-optické skenery*
  - *elektronické skenery*



# PŘÍSTROJOVÁ TECHNIKA DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

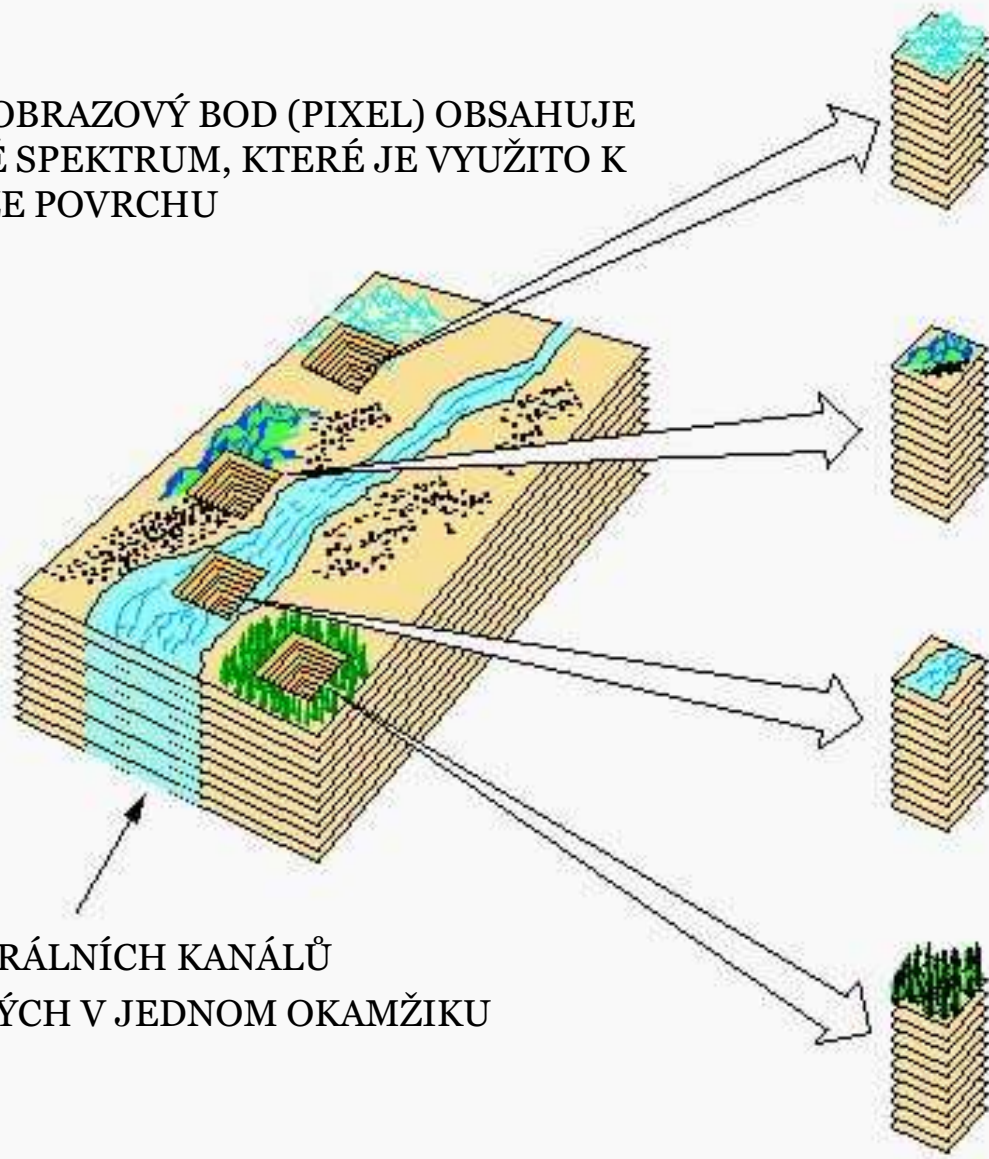
- *Přístroje aktivní:*
  - *radary s reálnou aperturou (bočního obzoru)*
  - *radary se syntetickou aperturou*
  - *radarové a laserové altimetry*
  - *skaterometry*
  - *lidary*

# Elektronický skener

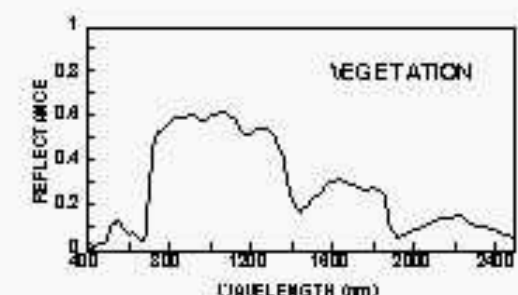
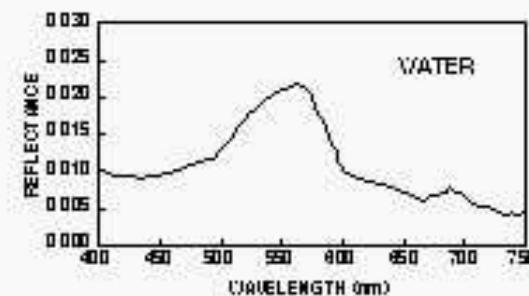
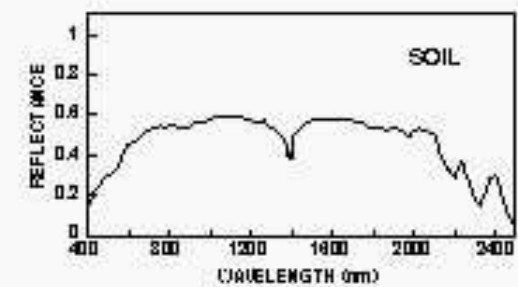
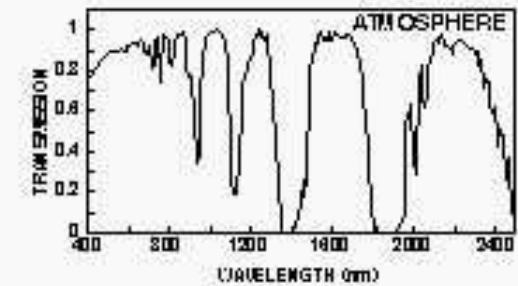


# Schéma multispektrálního snímání

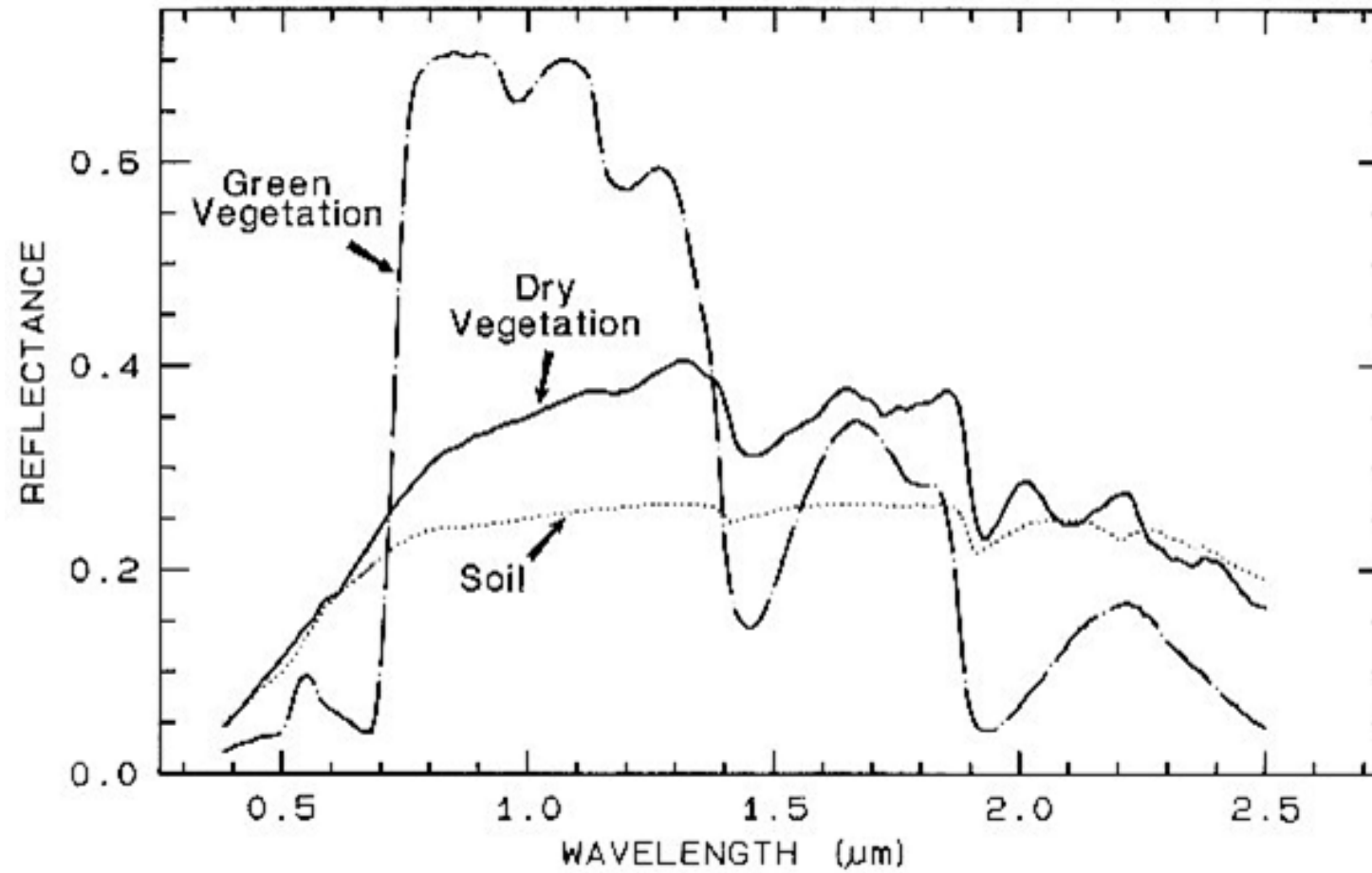
KAŽDÝ OBRAZOVÝ BOD (PIXEL) OBSAHUJE SPOJITÉ SPEKTRUM, KTERÉ JE VYUŽITO K ANALÝZE POVRCHU



64 SPEKTRÁLNÍCH KANÁLŮ  
POŘÍZENÝCH V JEDNOM OKAMŽIKU



# Spektrální křivky odrazivosti



# Výzkumná činnost Laboratoře dálkového průzkumu

Sledování energetických toků metodami matematicko-fyzikálních analýz multispektrálních a hyperspektrálních obrazových dat a analýz příznakových prostorů, zaměřené zejména na spektrální analýzy objektů a retenční kapacitu vody v krajině

# Výzkumná činnost Laboratoře dálkového průzkumu

- **Měření teplot povrchů, vlhkosti či vegetačních indexů** s cílem získávat data o schopnosti retence vody v krajině, vodním cyklu v krajinné sféře či o teplotní regionalizaci ČR
- **Spektrální analýzy objektů**, v jejichž rámci je možné zjišťovat např. zdravotní stav vegetace, znečištění vodních ploch či složení odpadů na skládkách s možností tvorby metodiky monitoringu velkých průmyslových havárií a jejich vlivu na životní prostředí

# Laboratoř dálkového průzkumu v roce 2019

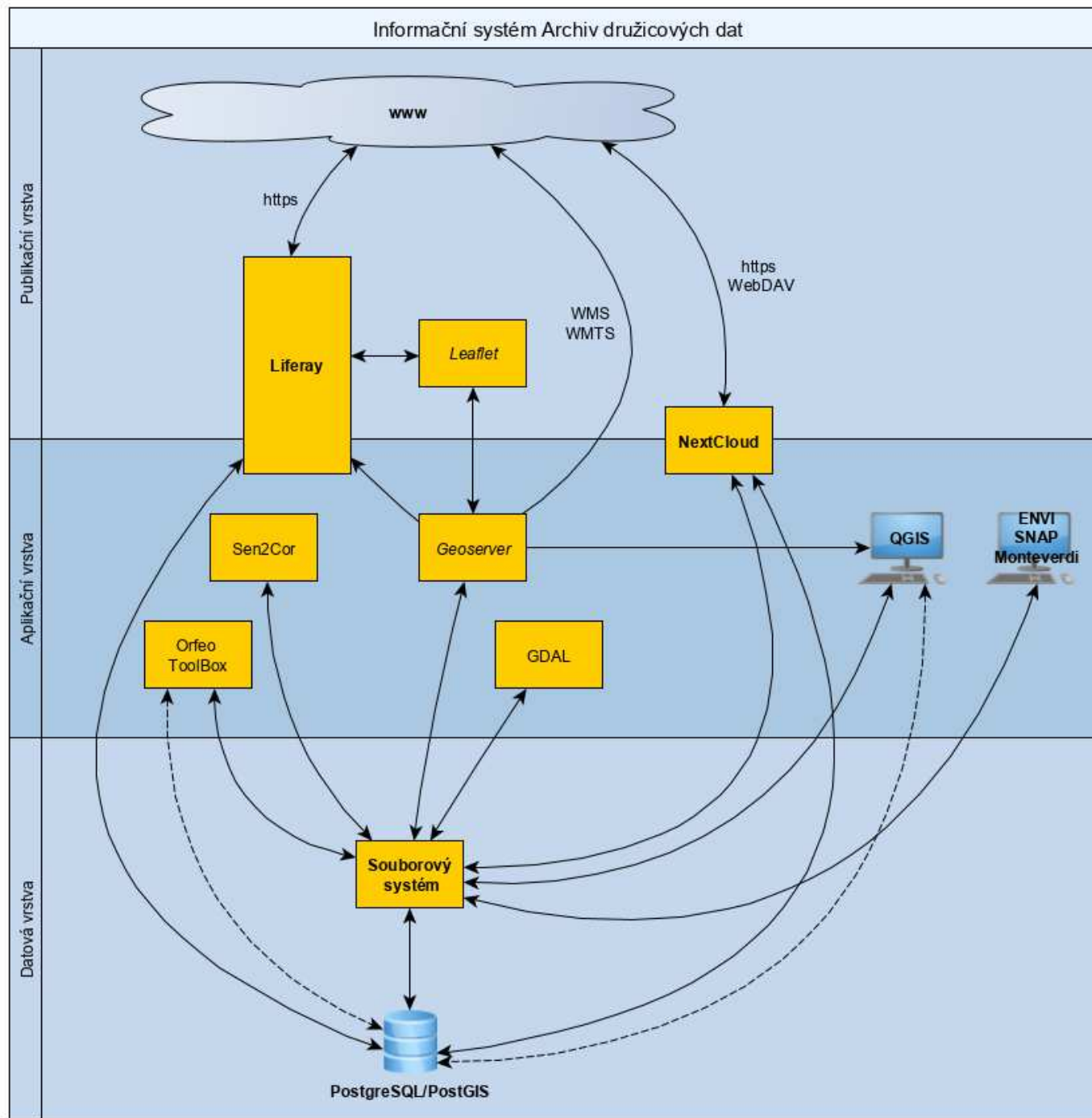
- Začala fungovat 1.1.2019
  - Návrh a realizace technické a analytické infrastruktury (Archiv satelitních dat dálkového průzkumu + analytické moduly)
  - Automatické výpočty atmosférických korekcí
  - Automatické výpočty normalizovaných vegetačních indexů
  - Automatický proces barevné syntézy
  - Certifikace metodik
  - Detekce migrace hotspotů
  - Analýzy satelitních radarových dat pro stanovení vlhkosti půd

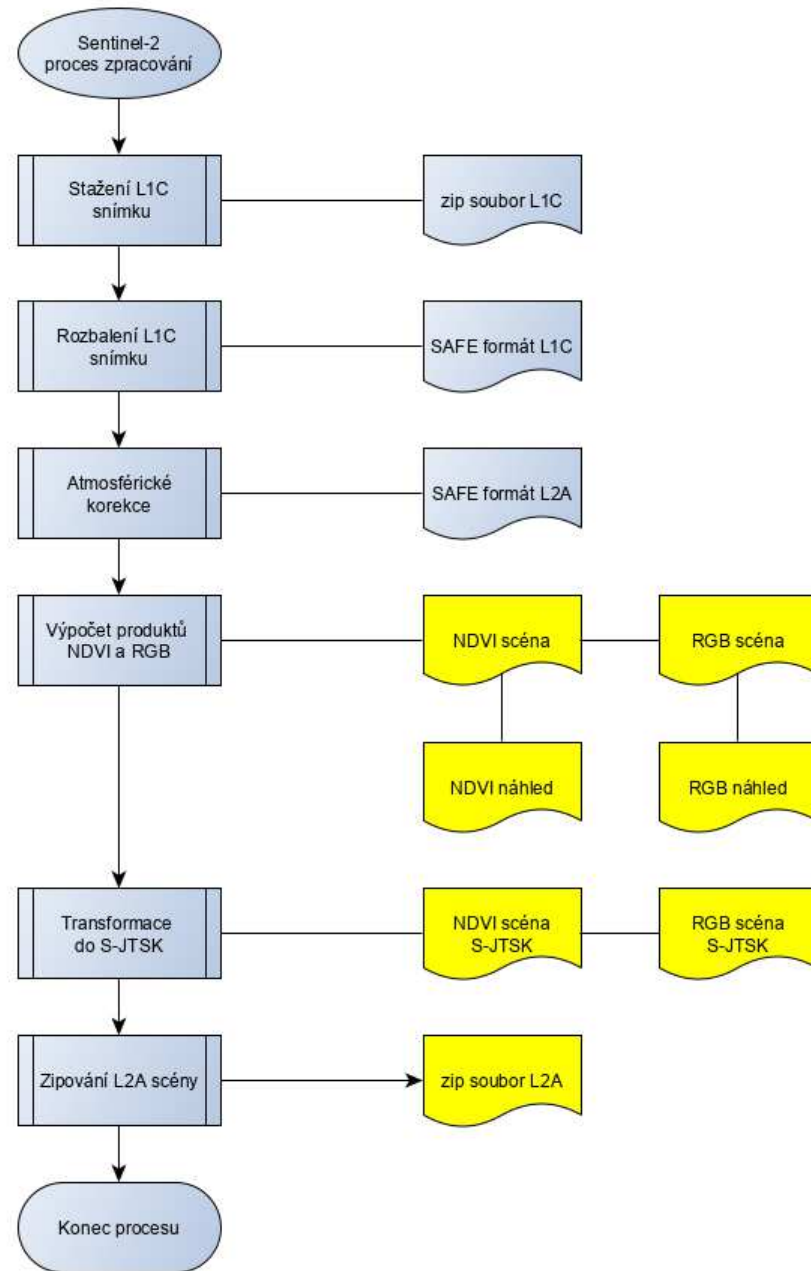


# Archiv družicových dat

- **Informační systém zpřístupňující družicová data**
- **Přístup k datům Sentinel-2**
  - Počítání atmosférických korekcí
  - Počítání NDVI a RGB výstupů
  - Transformace výstupů do S-JTSK
- **Postaveno ze 100 % nad open source a svobodným SW**
- **Třívrstvá architektura**
- **Integrace mnoha technologií**
- **Vývojová prostředí: Java, Bash, Javascript a SQL**







# Archiv družicových dat - vyhledávání

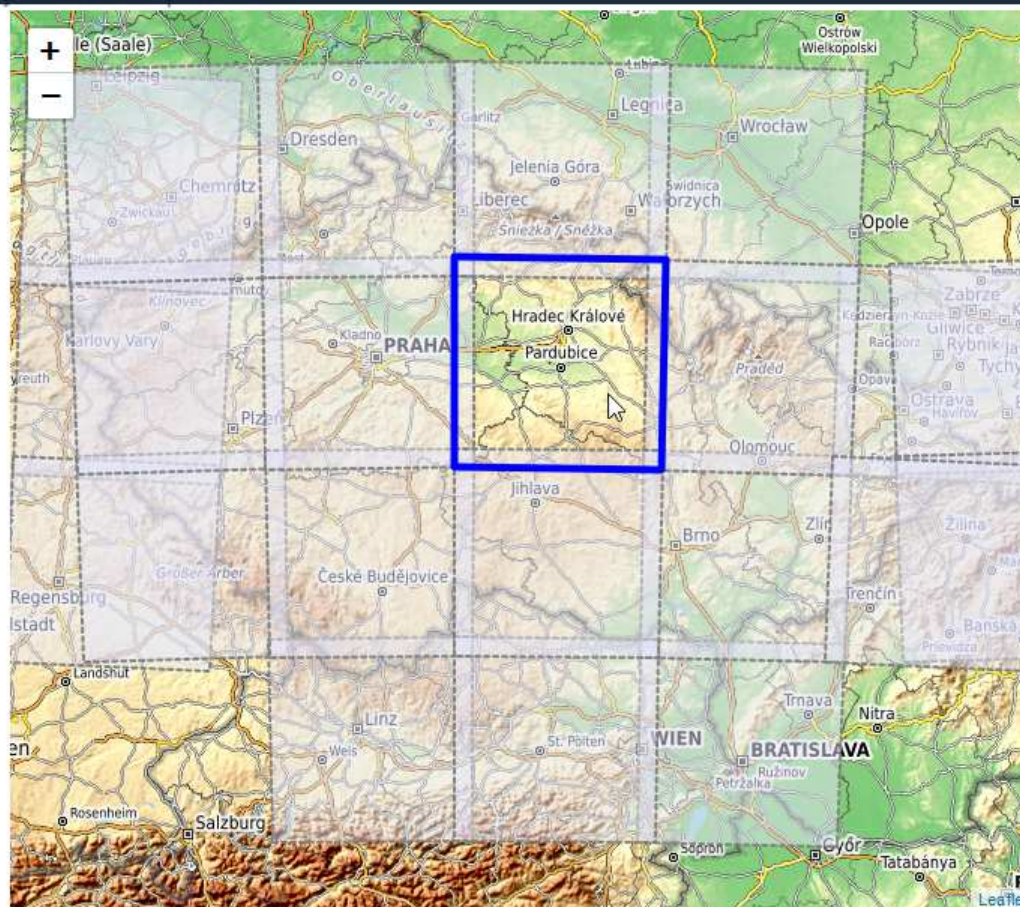


Laboratoř dálkového  
průzkumu Země

ÚVOD PRINCIPY DPZ

ARCHIV DRUŽICOVÝCH DAT KONTAKTY

CZ EN



Datum

27.9.2019 - 4.10.2019

List

33UVR


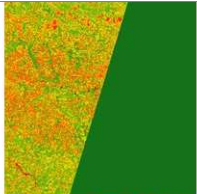

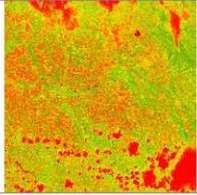


Maximální oblačnost [%]

50

Vyhledat

# Archiv družicových dat – výsledky (nepřihlášený uživatel)

▲ Upozornění Pro stažení produktů se [přihlaste](#). Pokud nemáte přihlašovací údaje, můžete se [zaregistrovat](#).

Družice	Náhled	NDVI	Scéna	List	Dráha	Oblačnost	Datum	Velikost
Sentinel-2B			S2B_MSIL2A_20180703T101029_N0206_R022_T33UWR_20180703T135836	33UWR	22	2.195165	2018-07-03	585M
Sentinel-2A			S2A_MSIL2A_20180705T100031_N0206_R122_T33UWR_20180705T120931	33UWR	122	10.256419	2018-07-05	1,2G
Sentinel-2B			S2B_MSIL2A_20180707T095029_N0206_R079_T33UWR_20180707T133647	33UWR	79	0.217196	2018-07-07	73M


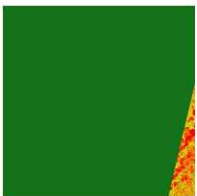
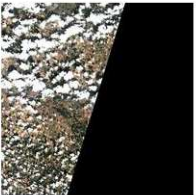
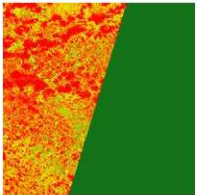
# Archiv družicových dat – výsledky (přihlášený uživatel)

List: 33UWR

Oblačnost: 35

Od: 2018-08-01

Do: 2018-08-24

Družice	Náhled	NDVI	Scéna	List	Dráha	Oblačnost	Datum	Velikost
Sentinel-2A			<p><b>S2A_MSIL2A_20180801T095031_N0206_R079_T33UWR_20180801T134035</b></p> <p>Produkty v původním souřadnicovém systému (UTM32N/UTM33N/UTM34N):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <a href="#">Atmosferické korekce</a> (zip/JPEG 2000 - L2A, 13 spektrálních pásem)</li> <li>◦ <a href="#">NDVI scéna</a> (GeoTIFF)</li> </ul> <p>Produkty v S-JTSK:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <a href="#">RGB kompozice</a> (GeoTIFF)</li> <li>◦ <a href="#">NDVI scéna</a> (GeoTIFF)</li> </ul>	33UWR	79	23.194049	2018-08-01	64M
Sentinel-2B			<p><b>S2B_MSIL2A_20180802T101019_N0206_R022_T33UWR_20180802T141110</b></p> <p>Produkty v původním souřadnicovém systému (UTM32N/UTM33N/UTM34N):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <a href="#">Atmosferické korekce</a> (zip/JPEG 2000 - L2A, 13 spektrálních pásem)</li> <li>◦ <a href="#">NDVI scéna</a> (GeoTIFF)</li> </ul> <p>Produkty v S-JTSK:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <a href="#">RGB kompozice</a> (GeoTIFF)</li> </ul>	33UWR	22	27.072532	2018-08-02	582M

# Archiv družicových dat

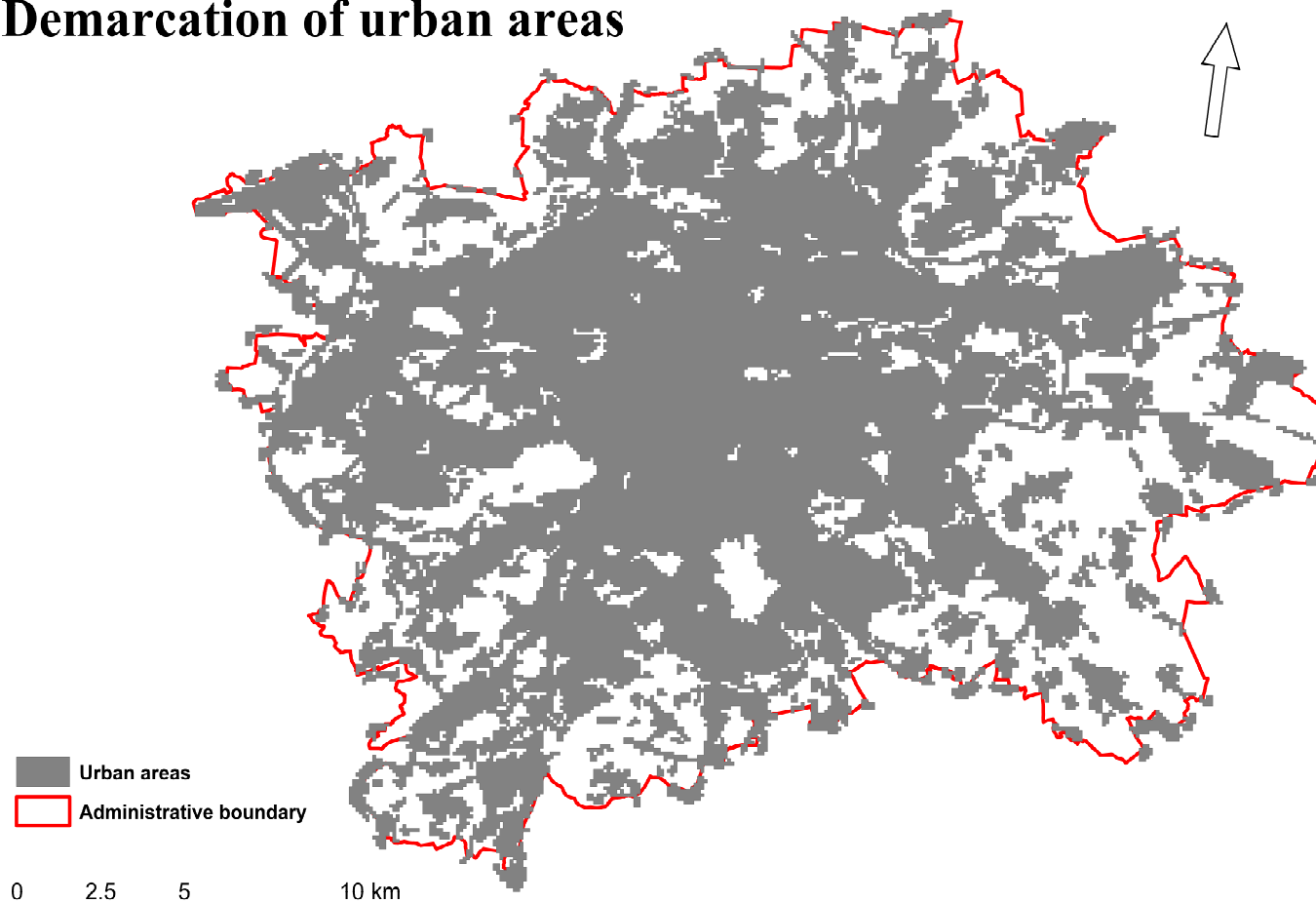
ONLINE UKÁZKA



# Certifikace metodik

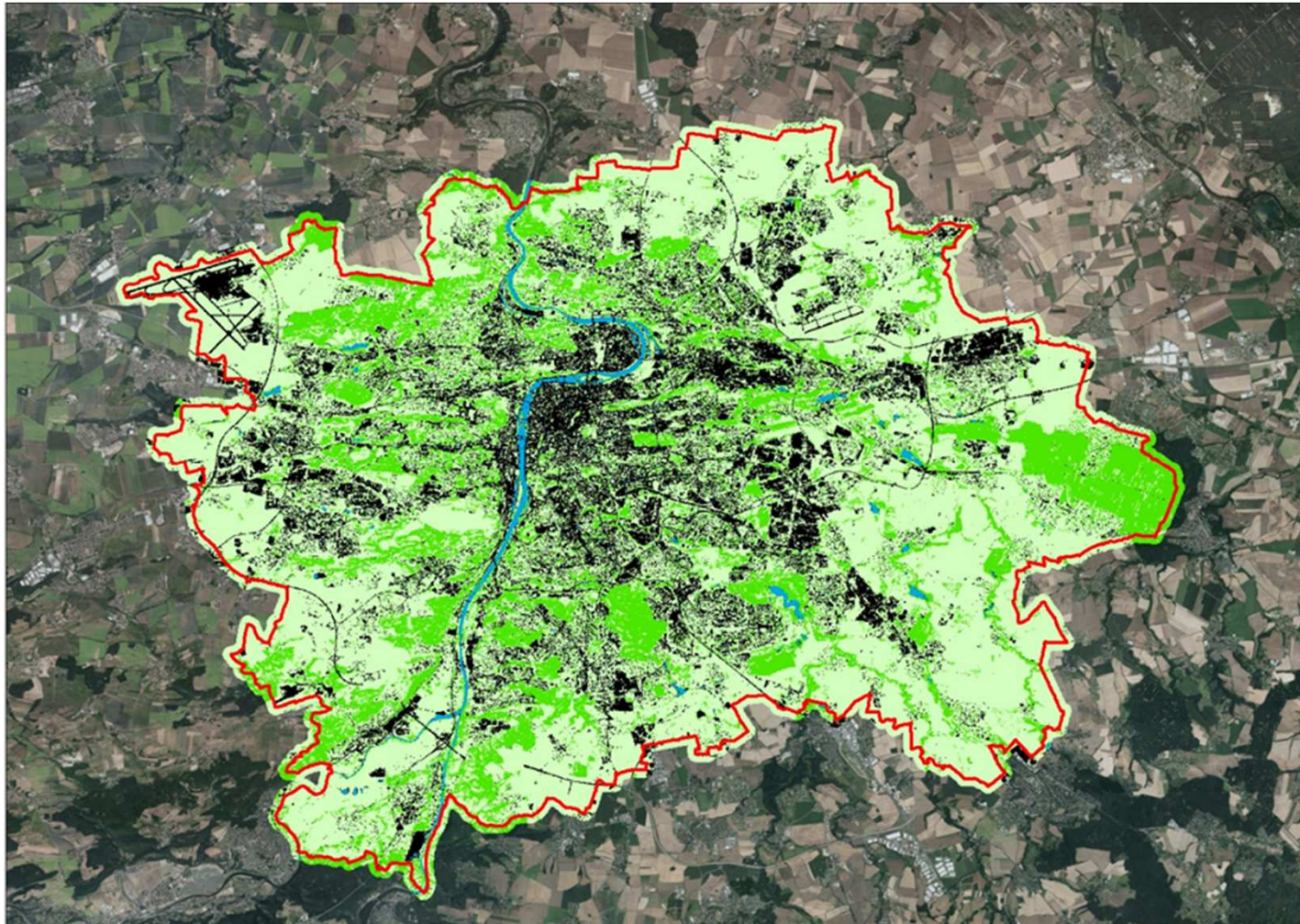
## *Urbánní území*

**Demarcation of urban areas**



# Certifikace metodik

## *Zeleň v sídlech a vodní plochy*



# Certifikace metodik

## *Plochy náchylné k přehřívání*

Land surface temperature [°C]

19<sup>th</sup> May 2017

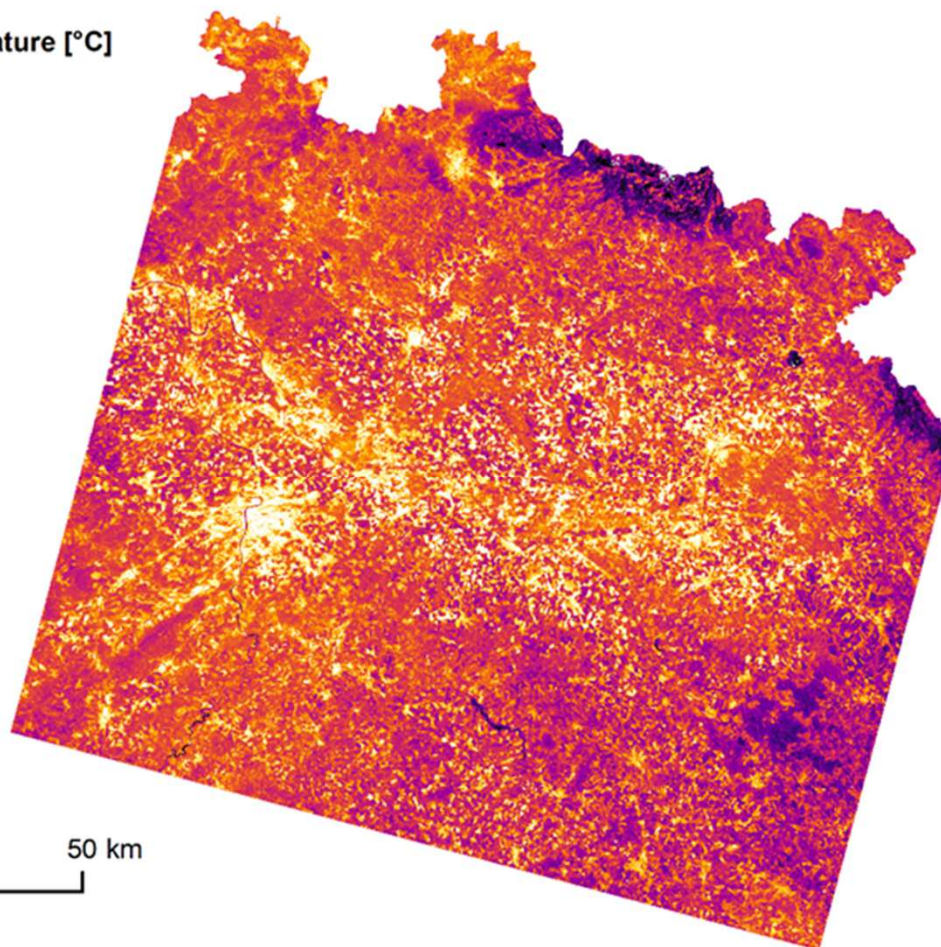
High: 46



Low: 12



Clouds



0 50 km

# Energetické toky v krajině

## *Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

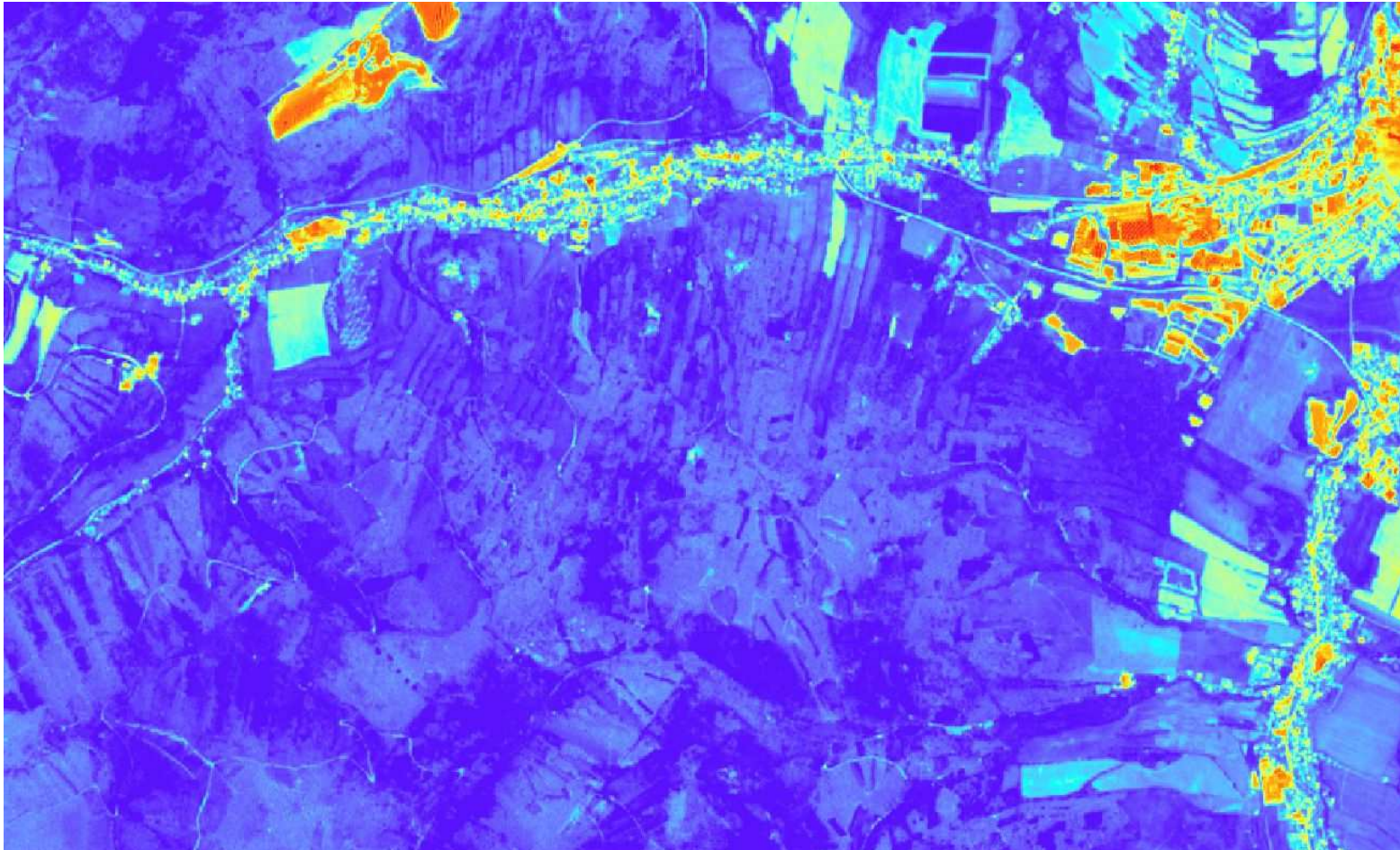
### *Normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI):*

- *Maximalizuje citlivost na biofyzikální parametry rostlin tak, aby z výsledku bylo možno hodnotit stav a vegetační podmínky*
- *Eliminuje rušivý vliv externích činitelů – atmosféry, půdy aj.*
- *Pro validaci je navázán na některý z měřitelných parametrů vegetace (obsah chlorofylu, celková biomasa aj.)*

# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

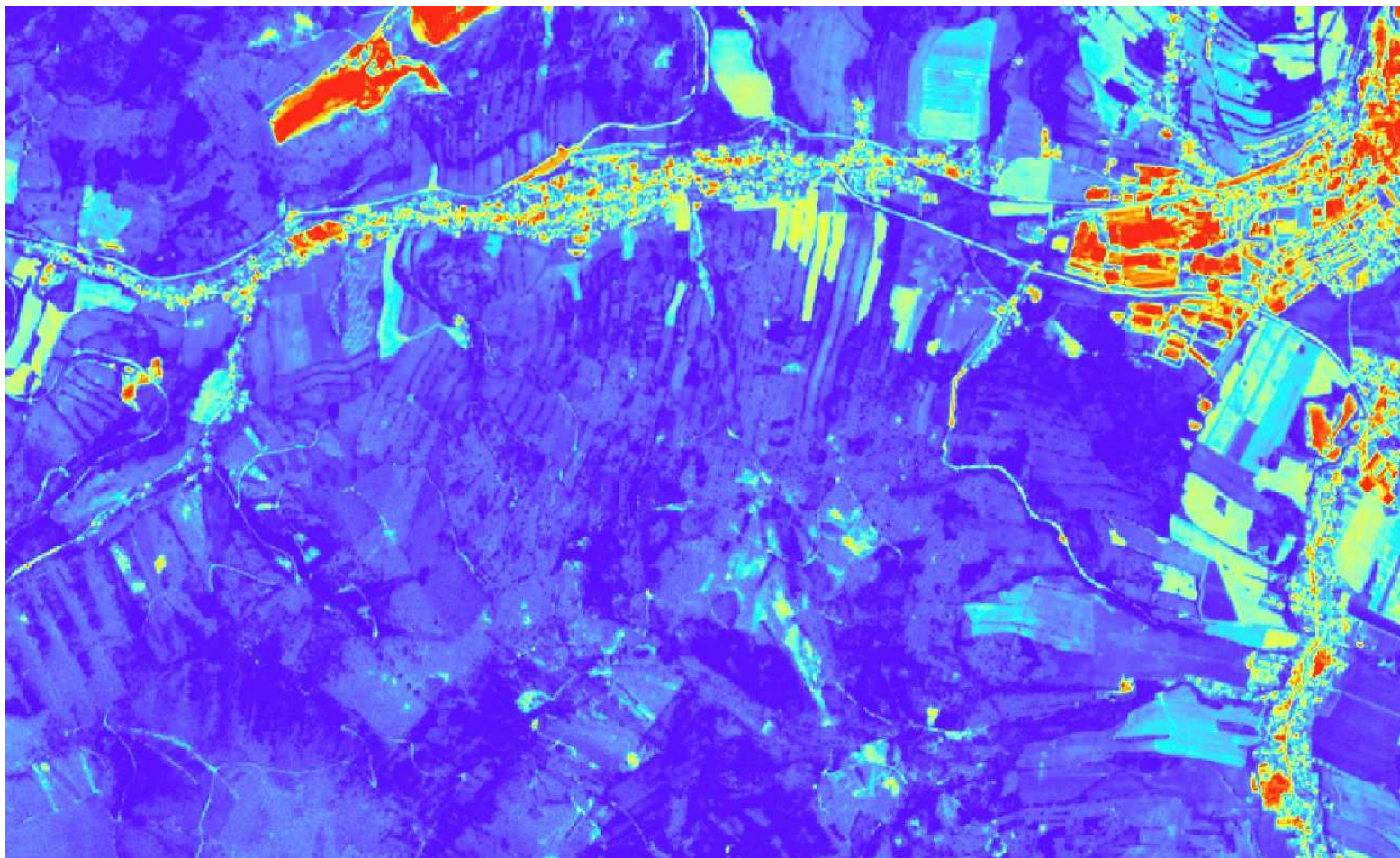
**NDVI**



# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

**NDVI**



# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

Normalized difference  
vegetation index

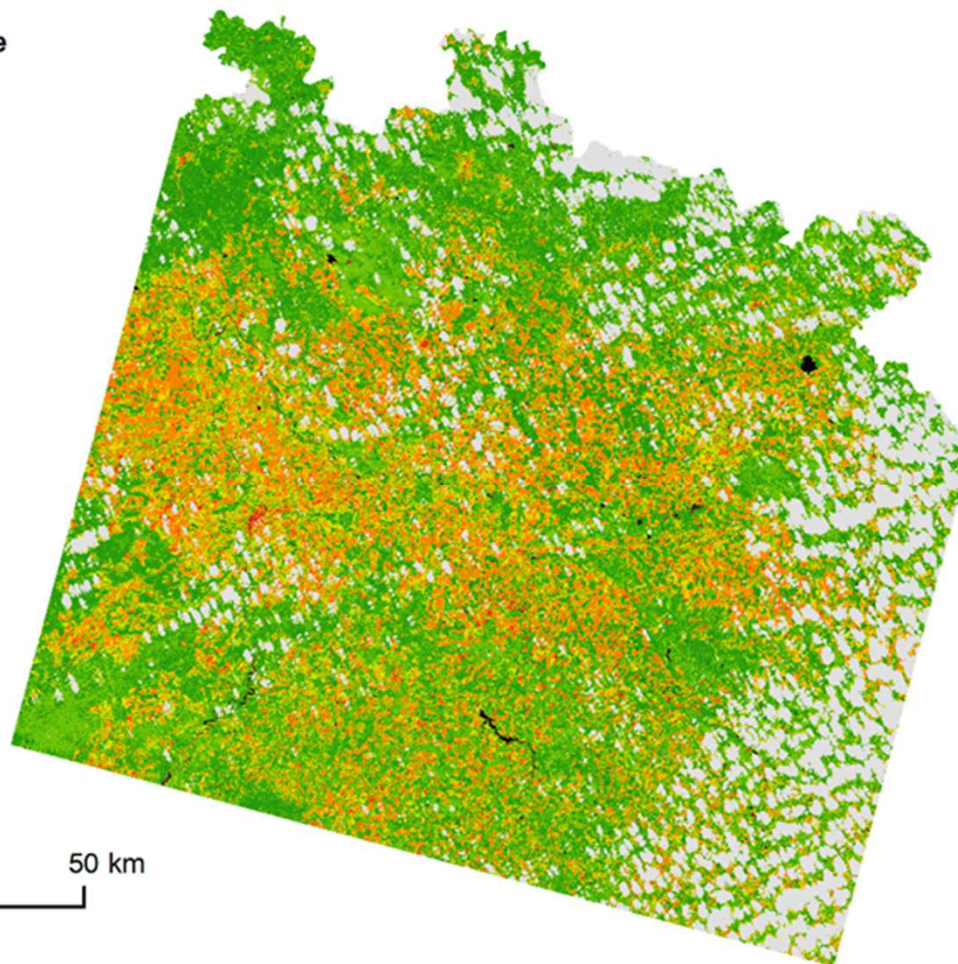
7<sup>th</sup> August 2017

High: 1,0



Low: -1,0

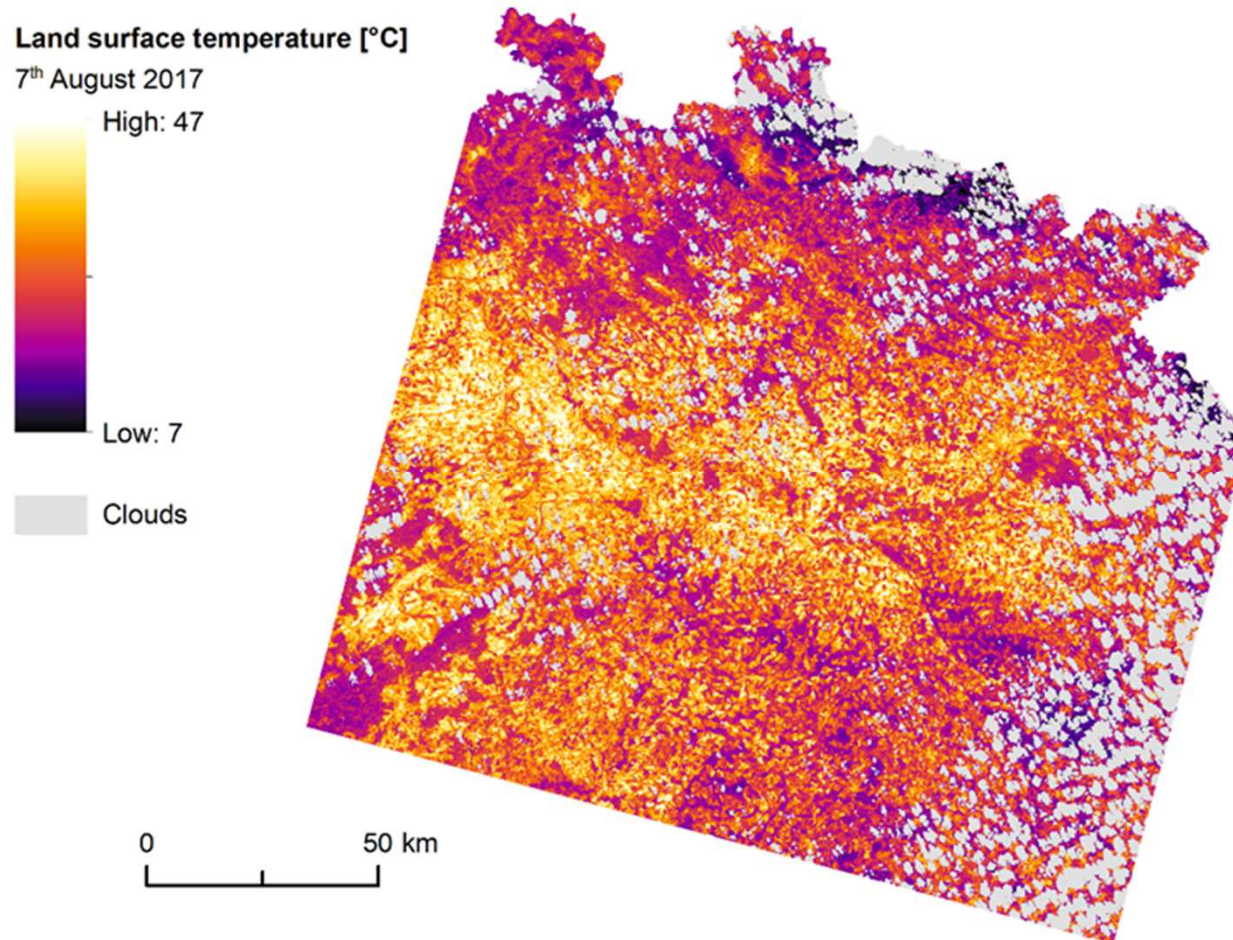
Clouds



0 50 km

# Energetické toky v krajině

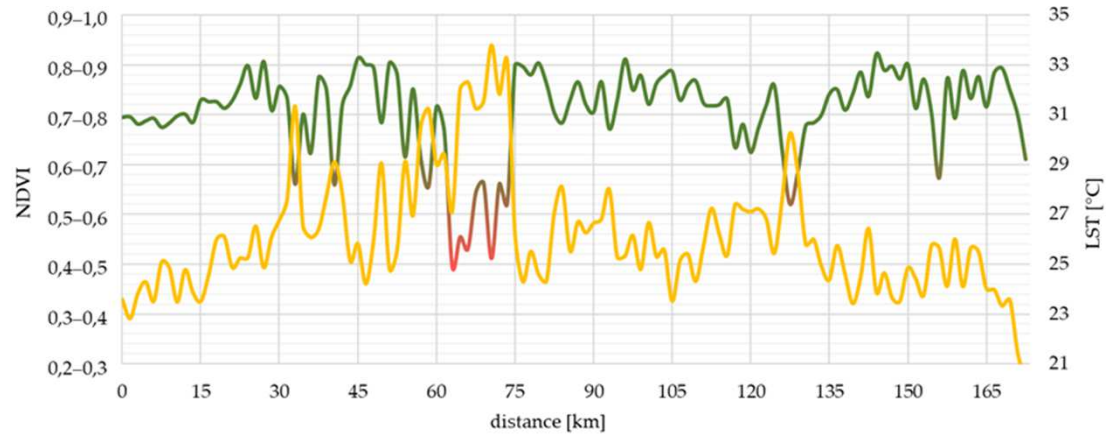
*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*



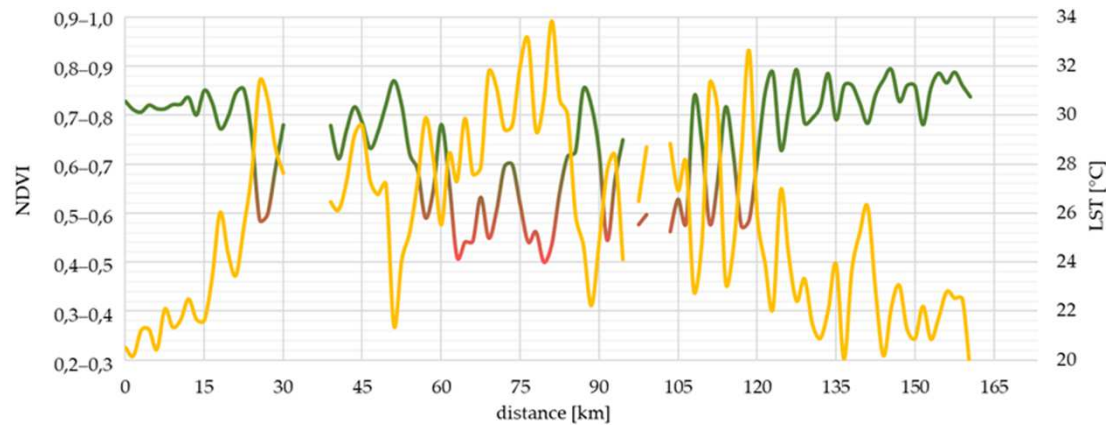


# Energetické toky v krajině

## Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem



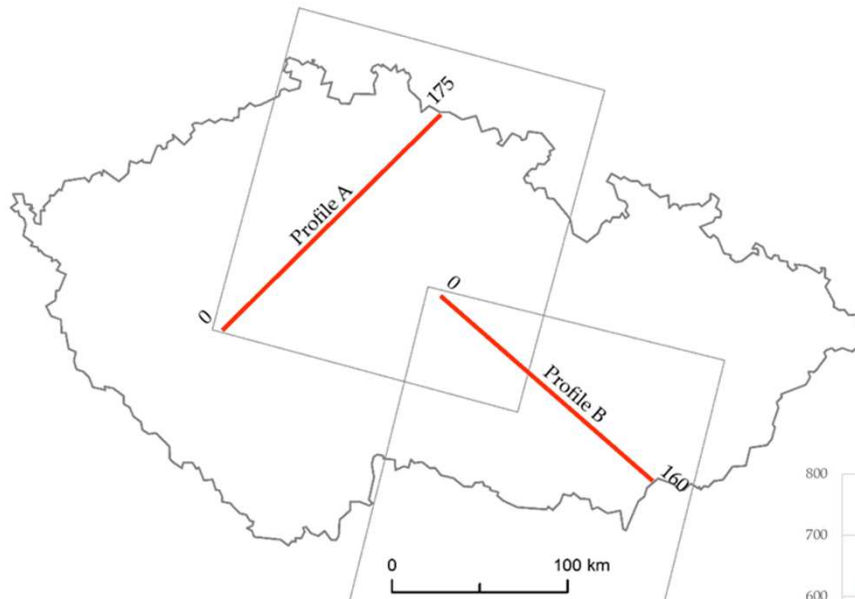
19.5.2017



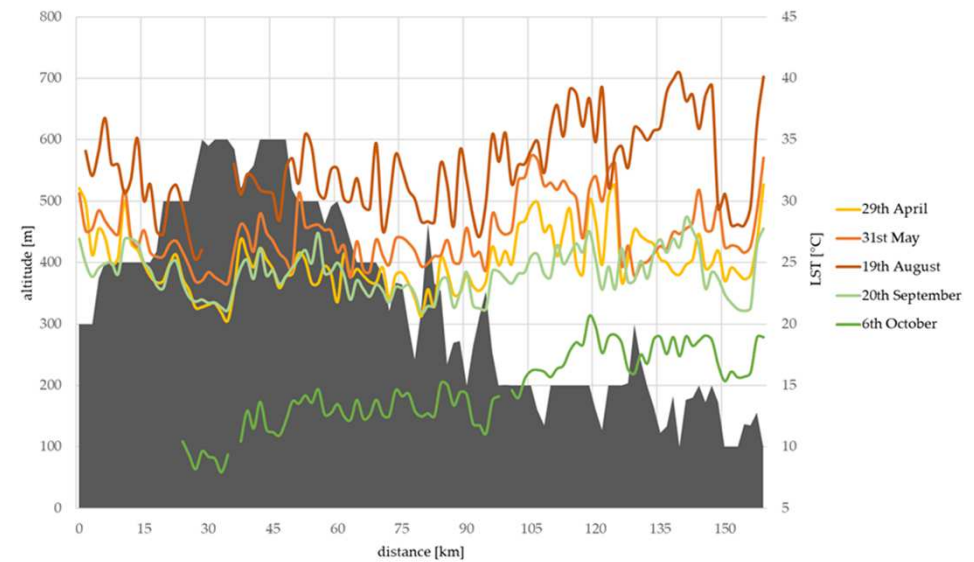
7.8.2017

# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*



Vztah mezi teplotou  
povrchu a nadmořskou  
výškou



# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

## *Migrace hotspotů*

Land surface temperature [°C]

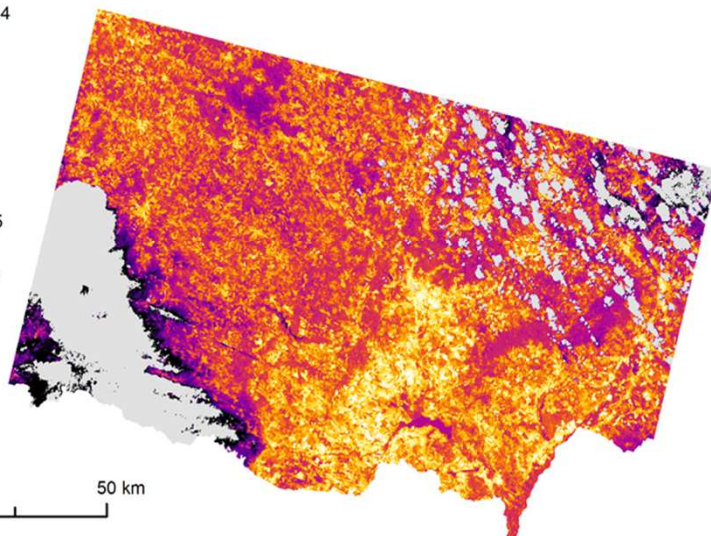
31<sup>st</sup> May 2018

High: 44



Clouds

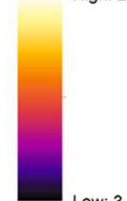
0 50 km



Land surface temperature [°C]

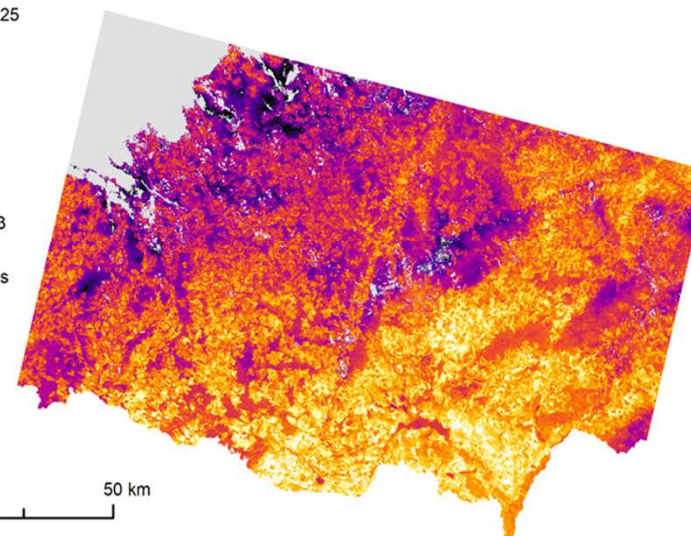
6<sup>th</sup> October 2018

High: 25



Clouds

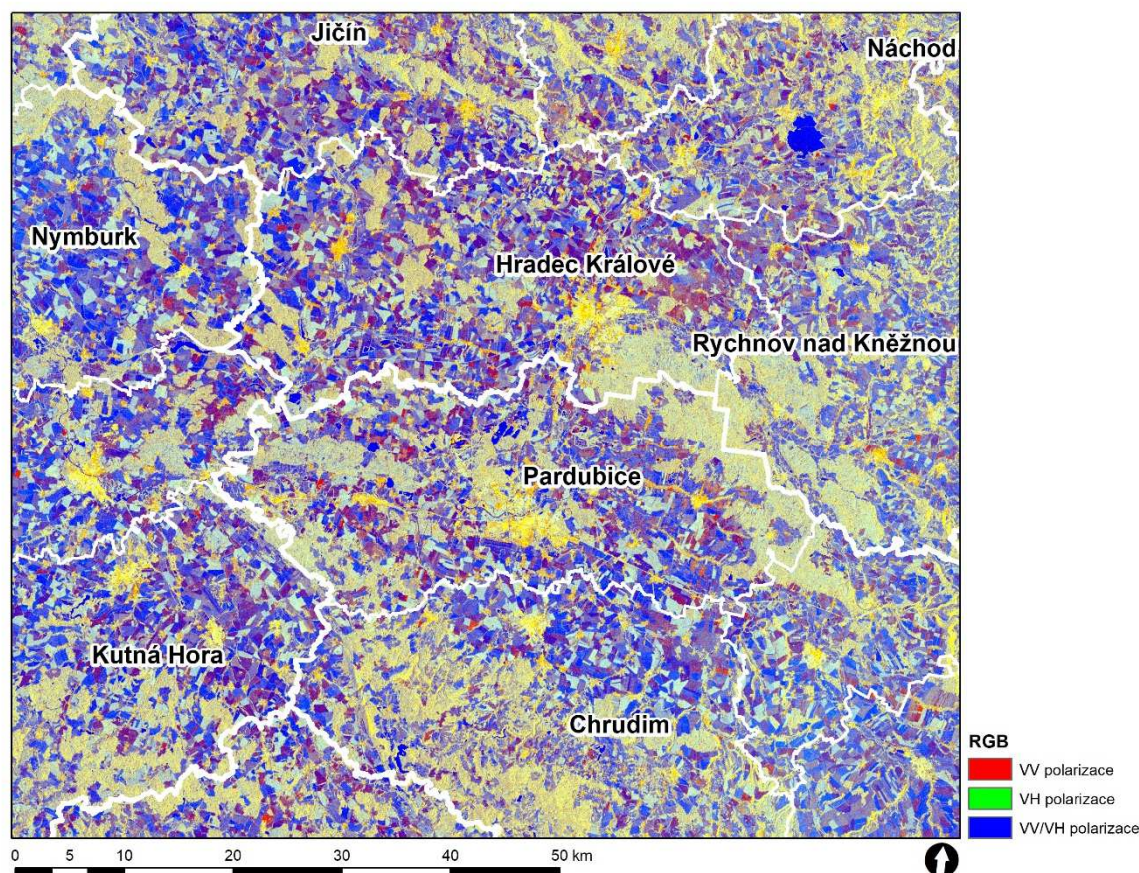
0 50 km



# Energetické toky v krajině

*Vztahy mezi teplotami, vlhkostí a vegetačním krytem*

***Vlhkost povrchu z radarových dat družice Sentinel - 1***



**Děkujeme za pozornost**

**<https://dpz.cenia.cz>**

***pavel.doubrava@cenia.cz***

***jiri.kvapil@cenia.cz***

***jana.seidlova@cenia.cz***

***iva.batrlova@cenia.cz***