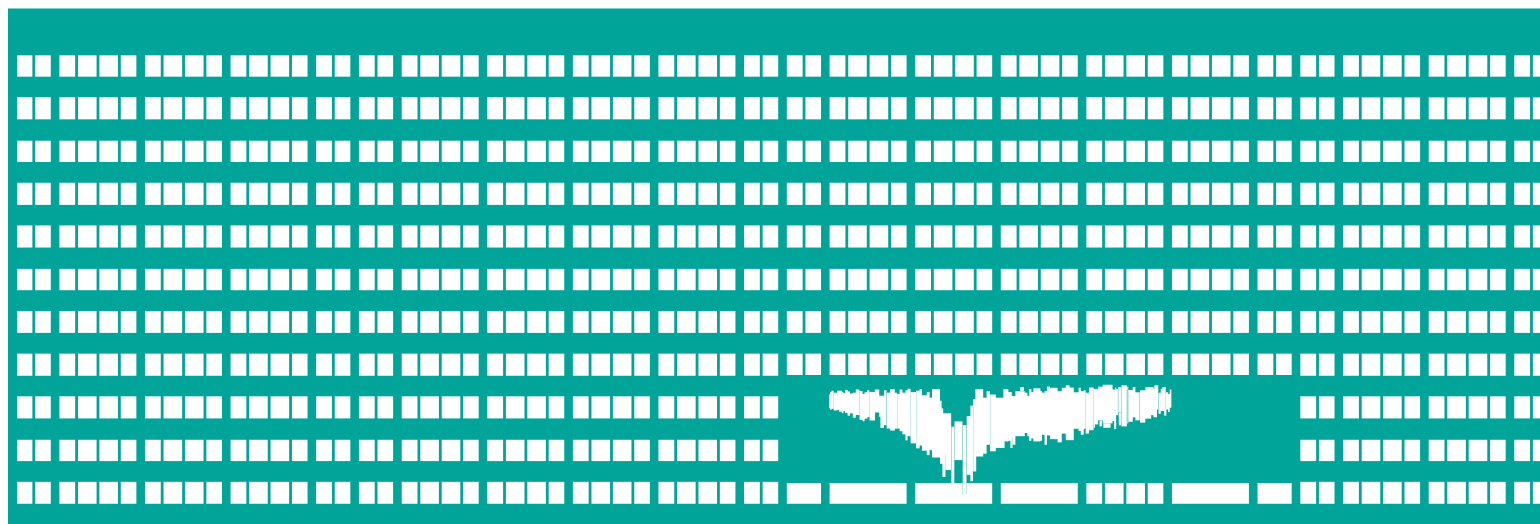


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Základy geoinformatiky 8

Dálkový průzkum Země

Michal Kačmařík

A924, tel.: 5512

<http://gis.vsb.cz>

<https://gis.vsb.cz/pracoviste/lide/kacmarik/>

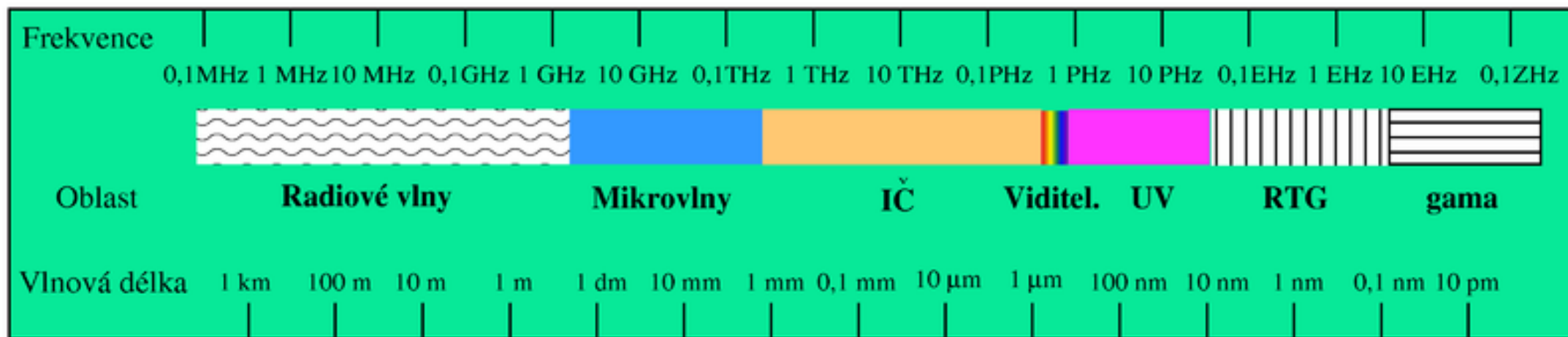
E-mail: michal.kacmarik@vsb.cz

- Úvod
- Definice pojmu DPZ
- Snímače a snímaná záření
- Proces DPZ
- Zdroje elmg. záření a používané senzory
- Spektrální charakteristiky materiálů
- Získávání obrazů
- Analýza a interpretace obrazů
- Družice pro dálkový průzkum Země
- Oblasti použití dálkového průzkumu Země

- Dálkovým průzkumem Země (DPZ) označujeme získávání a interpretaci informací o objektech, jevech, událostech a procesech reálného světa **bez přímého kontaktu s nimi**.
- angl. remote sensing (RS) nebo Earth Observation (EO)

Snímače a snímaná záření

- DPZ využívá různé snímače (angl. sensor), umístěné na tzv. nosičích (angl. platform), kterými jsou zpravidla letadla a umělé družice Země, nově i bezpilotní letadla (drony)
- snímače jsou citlivé na elektromagnetickou energii z různých částí kmitočtového spektra



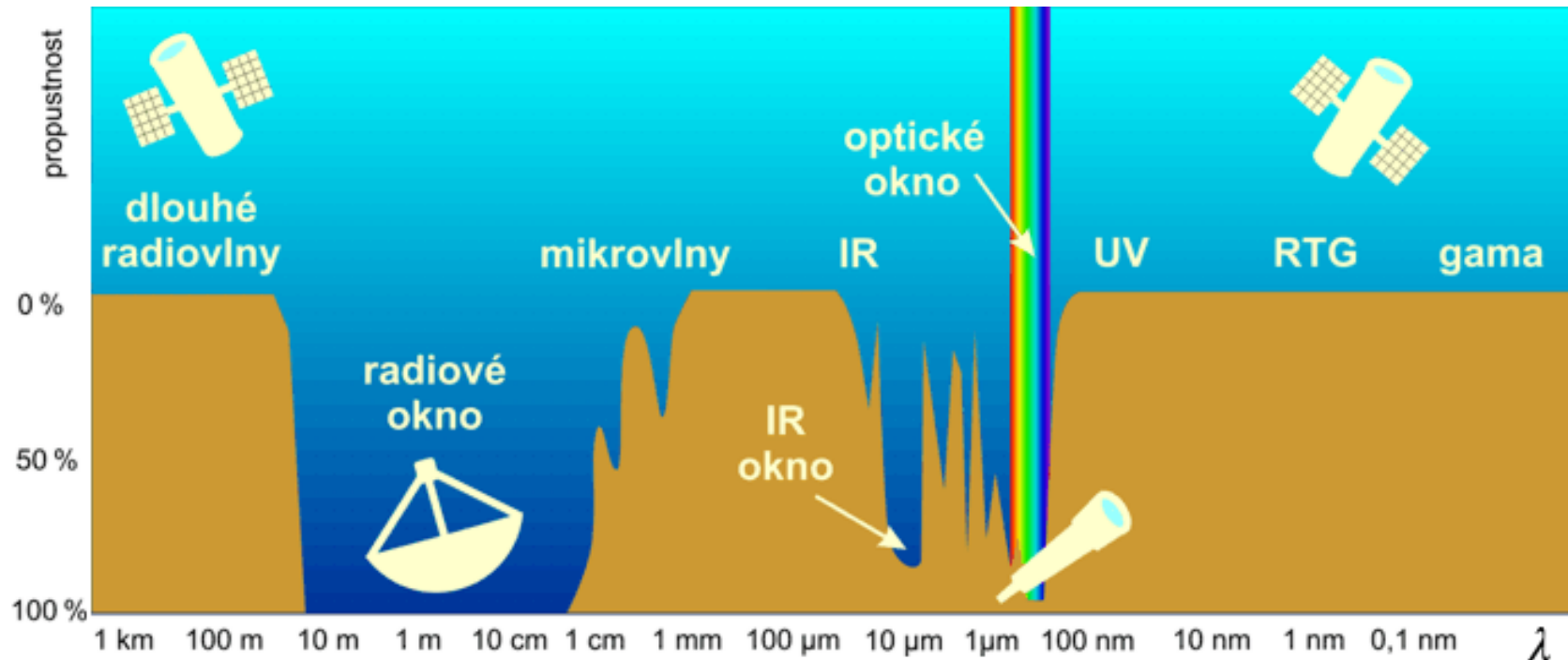
http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum

Nejčastěji je používáno:

- viditelné světelné záření,
 - Infračervené záření (včetně tepelného záření),
 - mikrovlnné záření.
-
- DPZ zahrnuje pozorování povrchu a atmosféry Země
 - Objekty, jevy, události a procesy na nich se vyskytující resp. probíhající jsou studovány nejčastěji metodami, detekujícími, měřícími a zaznamenávajícími energii elektromagnetického záření, které se dostalo do interakce s povrchem Země a s atmosférou

Vliv atmosféry

- elektromagnetické záření je v každém případě ovlivňováno atmosférou Země
- ta v některých částech spektra elektromagnetické záření propouští téměř bez ovlivnění, v některých částech spektra záření částečně pohlcuje a v ostatních ho pohlcuje zcela
- pozorování má přirozeně smysl provádět jen v těch částech spektra, kde je ovlivnění atmosférou minimální – říká se jim **atmosférická okna**



Zdroje elmg. záření a používané sensory

Současné systémy pro DPZ se podle zdroje zpracovávaného záření a jeho interakce s povrchem Země dělí na:

PASIVNÍ

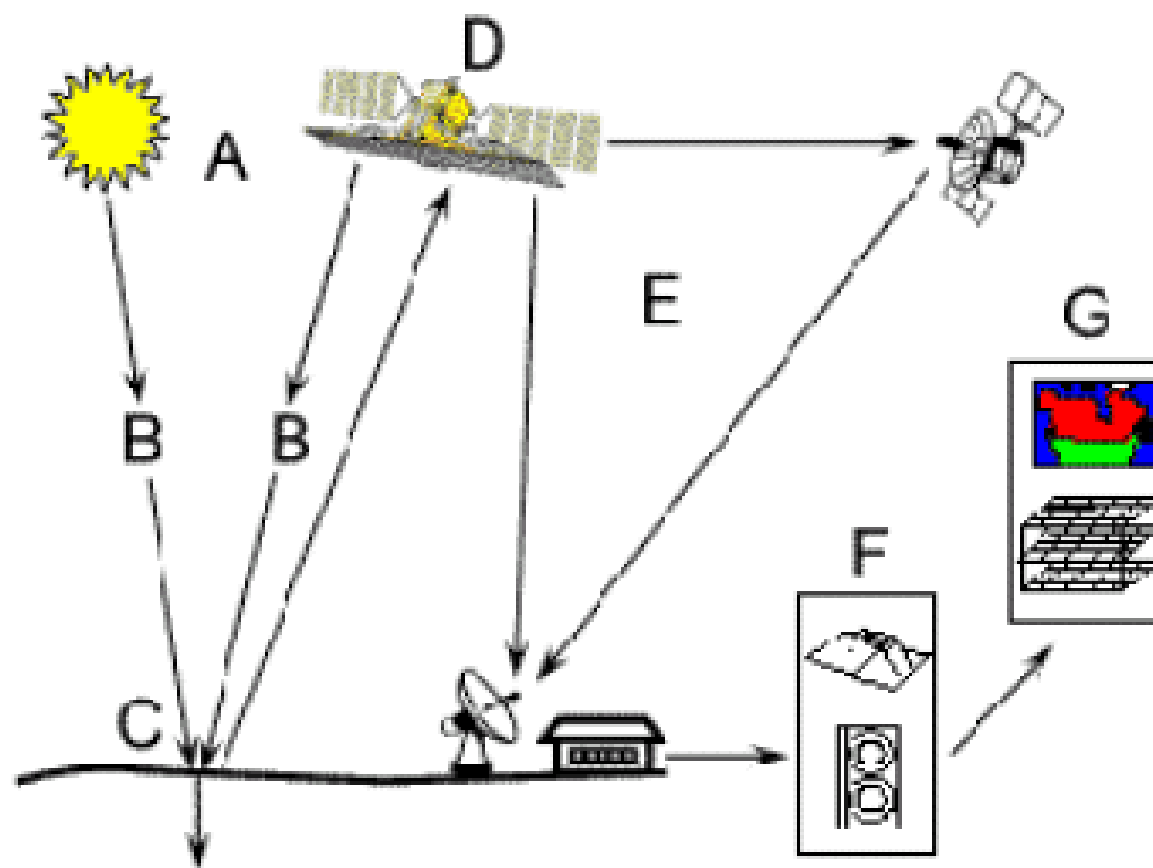
- senzory odraženého slunečního záření
- senzory tepelného infračerveného záření (snímají tepelné infračervené záření emitované povrchem Země)

AKTIVNÍ (nosič aktivně vysílá elmag. záření, které se odráží od povrchu zemského a senzor registruje jeho odraženou část)

- radarové senzory
- laserové senzory

Zdroje elmg. záření a používané sensory

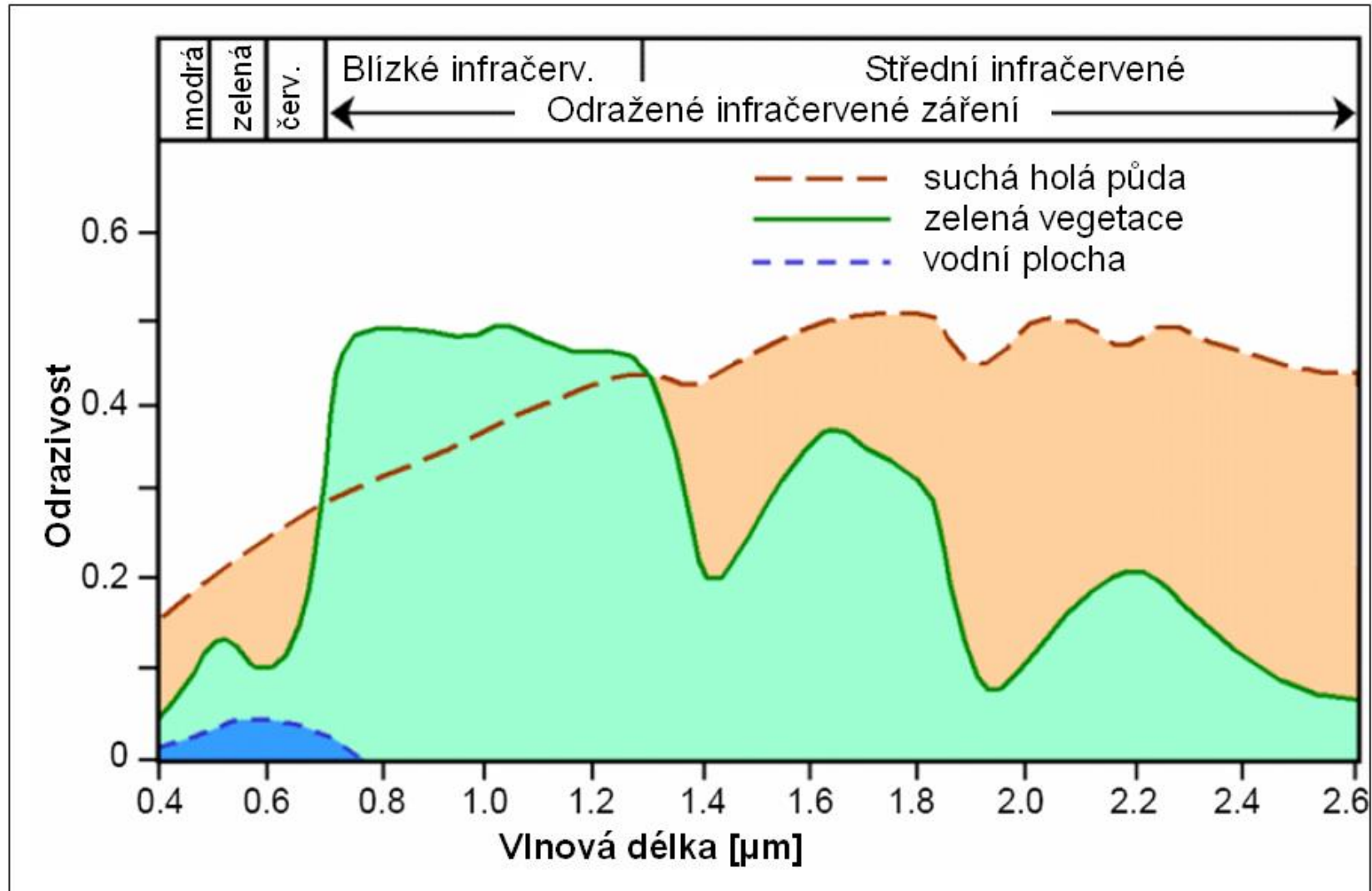
- **pasivní snímače** – zdrojem elmg. záření je Slunce nebo Země
- **aktivní snímače** – zdrojem elmg. záření je sám sensor



Spektrální charakteristiky materiálů

- jsou výsledkem selektivní absorpce slunečního záření těmito materiály závislé na vlnové délce dopadajícího záření,
- jsou klíčem k rozpoznávání různých materiálů nacházejících se na povrchu Země
- spektrální odrazivost
- spektrální odrazivost materiálů je možné měřit jak laboratorně, tak i v reálných podmínkách

Spektrální charakteristiky materiálů

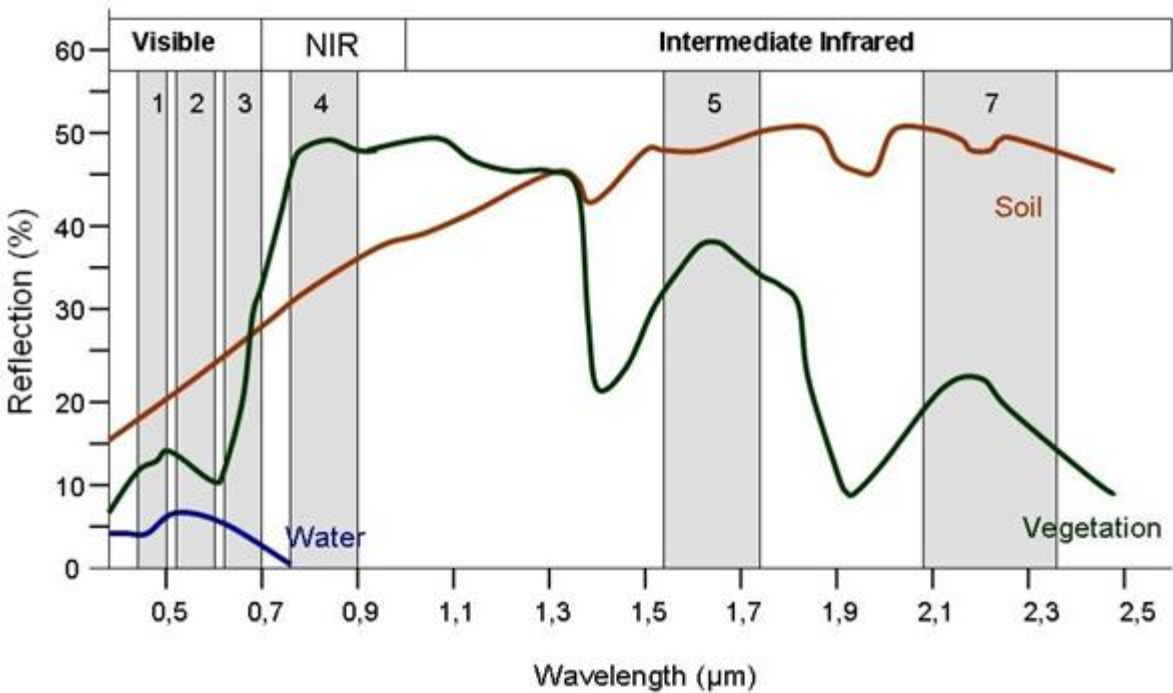


Úroveň odražené energie přijímané senzorem na nosiči je výslednicí působení mnoha faktorů, jako je:

- intenzita dopadajícího záření,
- odrazivost materiálu na povrchu Země,
- vliv atmosféry,
- geometrické uspořádání zdroje záření, povrchu zemského a detektoru.

- obraz má podobu dvourozměrného rastru, jehož každé buňce (pixelu) je přiřazena hodnota odpovídající průměrné úrovni detekovaného záření z plochy povrchu zemského buňkou reprezentované
- u obrazů rozlišujeme celkem čtyři různá rozlišení:
 - prostorové rozlišení (*jak velké území na zemském povrchu reprezentuje jeden pixel*),
 - spektrální rozlišení (*počet pásem a jejich šířka*),
 - radiometrické rozlišení (*bitová hloubka*),
 - časové rozlišení (*jak často je snímek k dispozici*).

Příklad: Sensor Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)



Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1	0.45-0.52	30
Band 2	0.52-0.60	30
Band 3	0.63-0.69	30
Band 4	0.77-0.90	30
Band 5	1.55-1.75	30
Band 6	10.40-12.50	60 (30)
Band 7	2.09-2.35	30
Band 8	.52-.90	15

Získávání obrazů



Pásmo 1: 0.45 – 0.52 μm (modré světlo)
Toto pásmo je užíváno ke studiu akvatických ekosystémů. Je vhodné pro monitorování sedimentů ve vodě, mapování korálových útesů a hloubky vody.

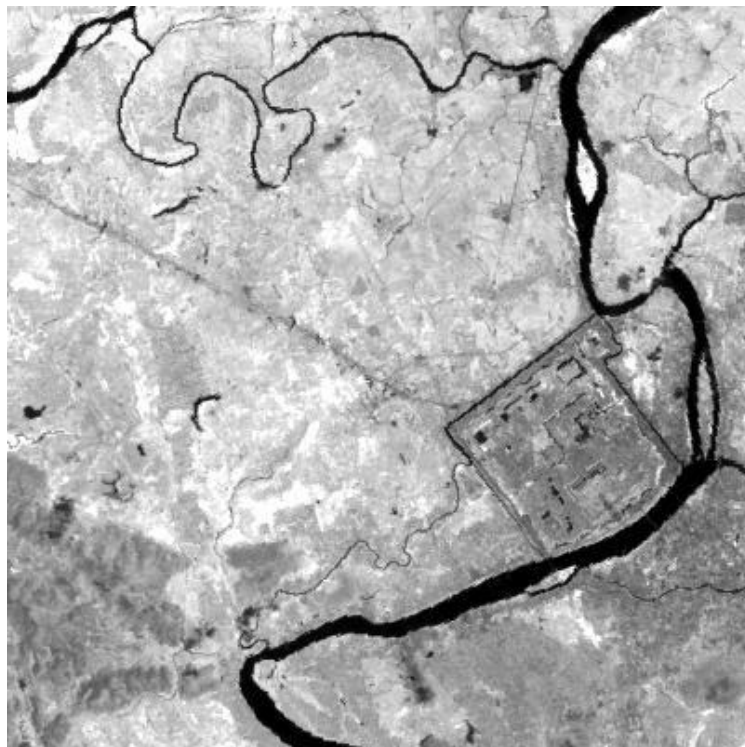


Pásmo 2: 0.52 – 0.60 μm (zelené světlo)
Má obdobné použití jako pásmo jedna, avšak pozorované objekty a jevy se zde neprojevují tak výrazně. Na druhé straně zde nepůsobí některé nepříznivé vlivy.



Pásmo 3: 0.63 – 0.69 μm (červené světlo)
Toto pásmo odpovídá oblasti světla pohlcovaného zelení (tzv. chlorofylová absorpce). Hodí se pro odlišení vegetace a půdního pokryvu a také pro studium zdravotního stavu vegetace

Získávání obrazů



Pásmo 4: 0.76 – 0.90 μm
(blízké infračervené záření)

V tomto pásmu pohlcuje voda téměř veškeré záření. Vodní plochy se zde proto jeví jako černé. Půdy a zeleň toto záření naopak dobře odrážejí. Hodí se pro mapování hranice voda/souš.



Pásmo 5: 1.55 – 1.75 μm
(střední infračervené záření)

Toto pásmo je velice citlivé na vlhkost. Proto se hodí pro vyhodnocování vlhkosti v půdách a vegetaci.



Pásmo 6: 10.40 – 12.50 μm
(termální infračervené záření)

Toto pásmo umožňuje měření povrchové teploty. Je využíváno pro geologické aplikace a pro měření tepelného stresu vegetace. Umožňuje také odlišit chladné mraky od teplého povrchu

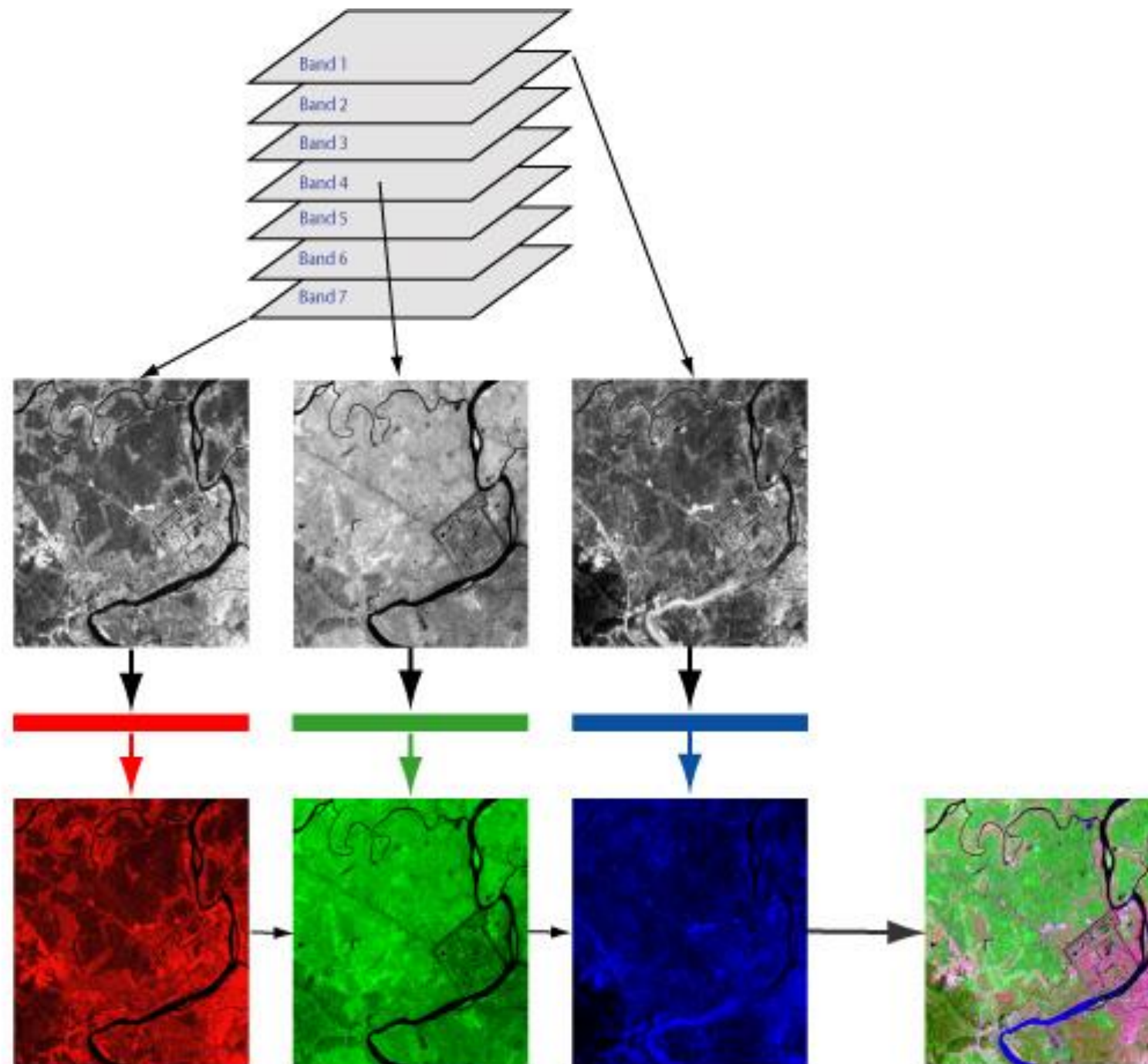
Získávání obrazů



Pásmo 7: 2.08 – 2.35 μm (střední infračervené záření)
Toto pásmo je rovněž použitelné pro vyhodnocování vlhkosti (i když pásmo 5 je přesněji jen vhodnější). Používá se i pro geologické aplikace a pro vyhodnocování termálního stresu vegetace



Obraz v téměř pravých barvách, vzniklý složením pásem 3 (červená), 1 (modrá) a 2 (zelená). Složením těchto tří spektrálních pásem získáme barevnou kompozici, která se blíží barevnému snímku.



- cílem vizuální analýzy a interpretace obrazů je identifikovat zájmové objekty a zjistit jejich vlastnosti
- zájmové objekty musí být dobře odlišitelné od svého okolí
- odlišení je možné provádět na základě celé řady prvků vizuální interpretace:
 - **tón, tvar, velikost, barva, vzor, struktura, stín a asociace**

Vizuální interpretace

Výhody

- tradiční, intuitivní,
- založená na znalostech a zkušenostech interpretátora,
- má malé nároky na technické a programové vybavení,
- využívá nejen barvu a jas, ale i geometrický a topologický obsah obrazu.

Nevýhody

- při velkém objemu prací se obtížně provádí a je nákladná,
- je subjektivní,
- zpravidla je jen kvalitativní,
- obvykle interpretuje jen jeden, nejvýše však tři kanály (pásma) současně,
- je silně omezená schopnostmi oka - nevnímá například malé rozdíly v kontrastu a jasů obrazů.

- data dálkového průzkumu Země jsou pořizována a zaznamenávána z valné většiny digitálně
- díky je stále rozvíjeno i digitální zpracování obrazů

Většina běžných funkcí pro zpracování dat, může být zařazena do jedné ze čtyř kategorií:

- předzpracování obrazu (různé typy korekcí),
- zvyšování kvality obrazu,
- transformace obrazu,
- klasifikace a analýza obrazu.

Digitální zpracování obrazu

Výhody

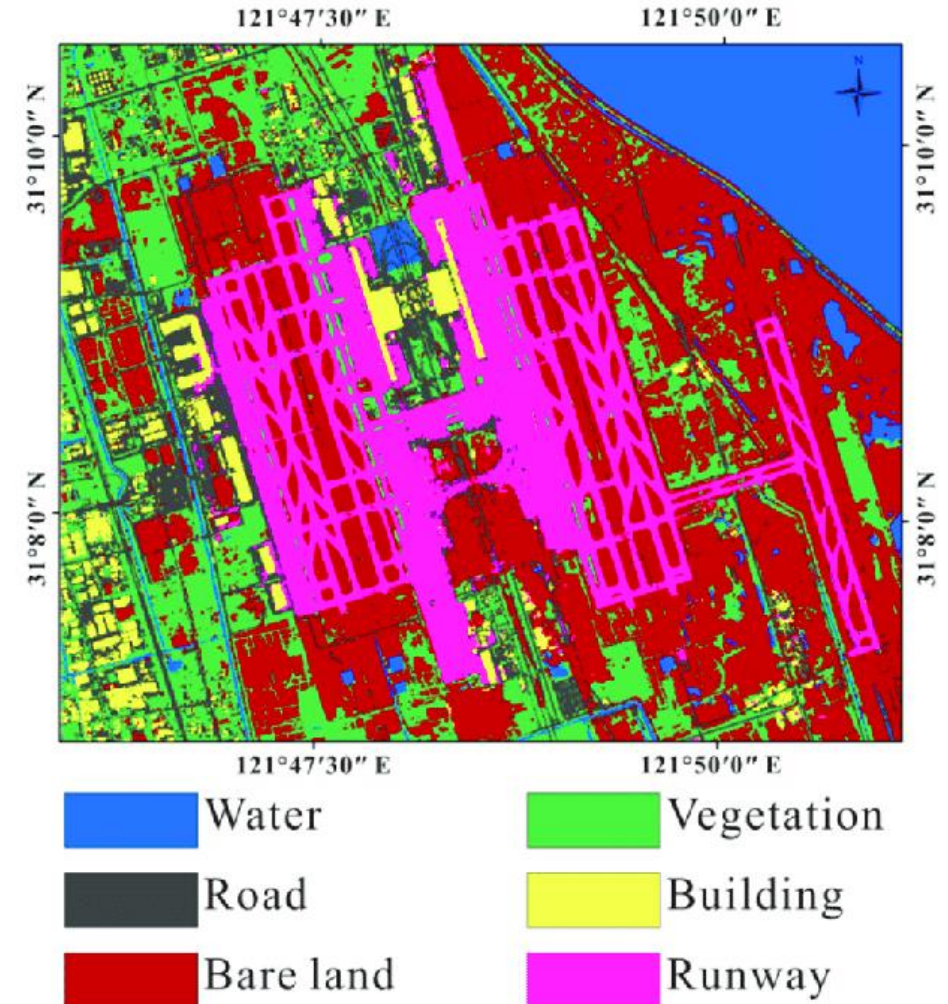
- ekonomicky výhodné při zpracovávání velkých oblastí, při opakovaném rutinním zpracovávání,
- interpretace je objektivní, kvantitativní, poskytuje konzistentní výsledky,
- může současně zpracovávat libovolný počet kanálů,
- umožňuje provádět interpretaci založenou na velice komplexních algoritmech,
- zpracovávaná data jsou obvykle kompatibilní s dalšími digitálními daty (například s digitálními vektorovými topografickými mapami),
- umožňuje snadno zpracovávat a porovnávat různé varianty.

Nevýhody

- nároky na nákladné programové a technické vybavení,
- vyžaduje dobře proškolený personál,
- je nákladná v případě zpracování jen malé oblasti,
- je nákladná v případě jednorázových zpracování,
- obtížně se vyhodnocuje přesnost interpretace,
- často vyžadují určitou míru předzpracování dat.

Klasifikace obrazu

- jsou používány pro identifikaci a klasifikaci jednotlivých pixelů obrazu
 - každý pixel zařazen do jedné z tříd na základě hodnot odpovídajících pixelů v jednotlivých pásmech původního obrazu
 - obvykle aplikována na vícepásmové obrazy
-
- řízená klasifikace
 - neřízená klasifikace
 - objektová klasifikace



Landsat

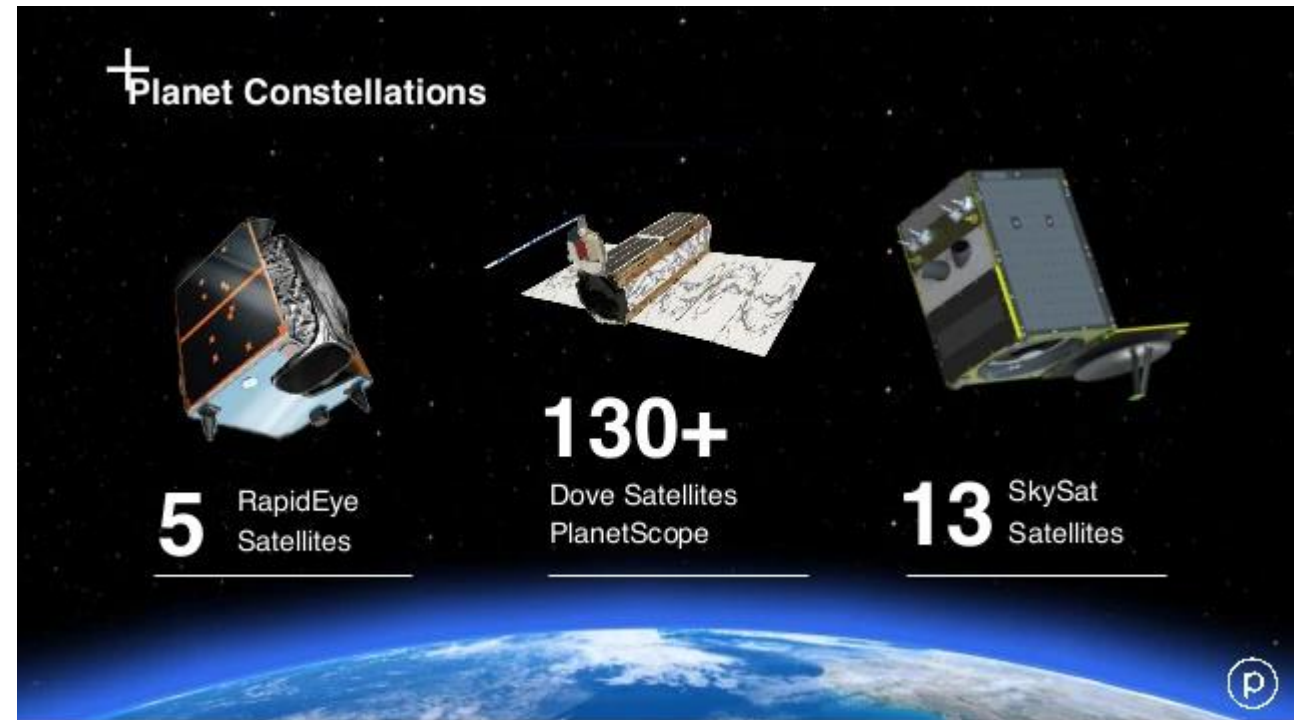
- Nejdelší kontinuální série družic s globálním pokrytím
- Od roku 1972
- Aktuálně v provozu Landsat 8 a nově Landsat 9
- 9 pásem pro viditelné a blízké infračervené záření (rozlišení 15, 30 m) + 2 pásma v termální infračervené oblasti (rozlišení 100 m)
- Data dostupná zdarma
- Interval snímkování 16 dní
- USGS+NASA



Vybrané družicové systémy

SkySat

- Série malých komerčních družic společnosti Planet
- Velikost „ledničky“, hmotnost okolo 100 kg
- Pořizují snímky ve viditelné části spektra, umí pořizovat i krátká videa
- Rozlišení mezi 50 a 100 cm
- Častý interval snímkování



Sentinel

- program Copernicus Evropské Unie realizovaný Evropskou kosmickou agenturou (ESA)
- volný přístup k datům všech družic
- <https://www.copernicus.eu/cs>
- Sentinel-1: dvě družice, radar (SAR), rozlišení 10 m, interval snímkování 6 dní na rovníku
- Sentinel-2: dvě družice, optické snímkování (13 pásem), rozlišení 10 až 60 m (dle pásma), interval snímkování 5 dní na rovníku
- Sentinel-3: dvě družice pro mapování oceánů, moří
- Sentinel-5P: družice zaměřená na monitorování atmosféry a kvality ovzduší



Oblasti použití DPZ

Krajinový pokryv (land cover)

CORINE Land Cover

- Jednotná datová vrstva pro Evropu
- 44 tříd krajinového pokryvu (v ČR se vyskytuje 29)
- M = 1:1000000
- Roky 1990, 2000, 2006, 2012, 2018
- Zdarma
- <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

Corine land cover classes

1. Artificial surfaces

1.1 Urban fabric

- 1.1.1. Continuous urban fabric
- 1.1.2. Discontinuous urban fabric

1.2 Industrial, commercial and transport units

- 1.2.1. Industrial or commercial units
- 1.2.2. Road and rail networks and associated land
- 1.2.3. Port areas
- 1.2.4. Airports

1.3 Mine, dump and construction sites

- 1.3.1. Mineral extraction sites
- 1.3.2. Dump sites
- 1.3.3. Construction sites

1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas

- 1.4.1. Green urban areas
- 1.4.2. Sport and leisure facilities

2. Agricultural areas

2.1 Arable land

- 2.1.1. Non-irrigated arable land
- 2.1.2. Permanently irrigated land
- 2.1.3. Rice fields

2.2 Permanent crops

- 2.2.1. Vineyards
- 2.2.2. Fruit trees and berry plantations
- 2.2.3. Olive groves

2.3 Pastures

- 2.3.1. Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

- 2.4.1. Annual crops associated with permanent crops
- 2.4.2. Complex cultivation patterns
- 2.4.3. Land principally occupied by agriculture
- 2.4.4. Agro-forestry areas

3. Forest and seminatural areas

3.1 Forests

- 3.1.1. Broad-leaved forest
- 3.1.2. Coniferous forest
- 3.1.3. Mixed forest

3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations

- 3.2.1. Natural grassland
- 3.2.2. Moors and heathland
- 3.2.3. Sclerophyllous vegetation
- 3.2.4. Transitional woodland and shrub

3.3 Open spaces with little or no vegetation

- 3.3.1. Beaches, dunes, and sand plains
- 3.3.2. Bare rock
- 3.3.3. Sparsely vegetated areas
- 3.3.4. Burnt areas
- 3.3.5. Glaciers and perpetual snow

4. Wetlands

4.1 Inland wetlands

- 4.1.1. Wetlands
- 4.1.2. Wetlands

4.2 Coastal wetlands

- 4.2.1. Wetlands
- 4.2.2. Wetlands

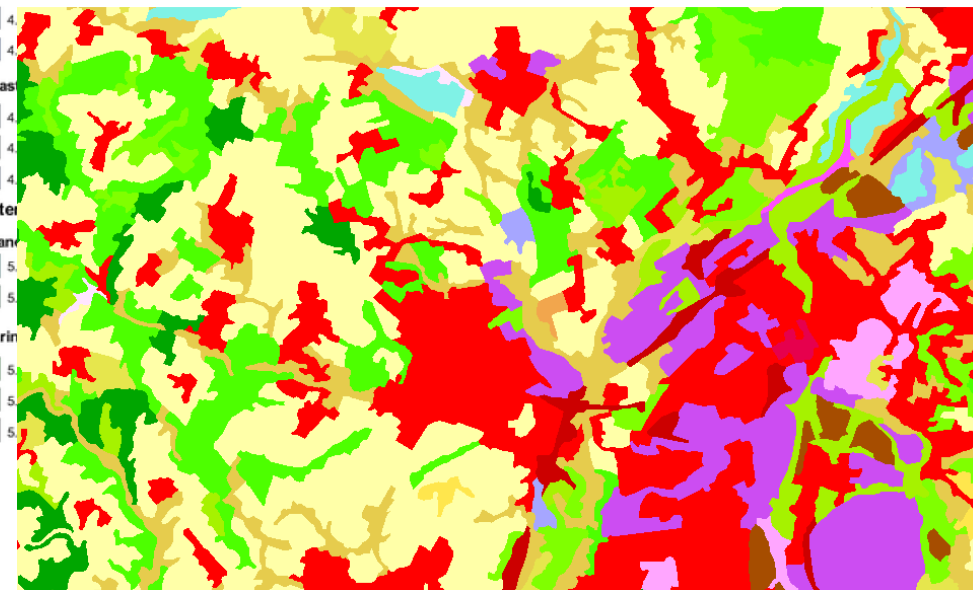
5. Water bodies

5.1 Inland water bodies

- 5.1.1. Water bodies
- 5.1.2. Water bodies

5.2 Marine water bodies

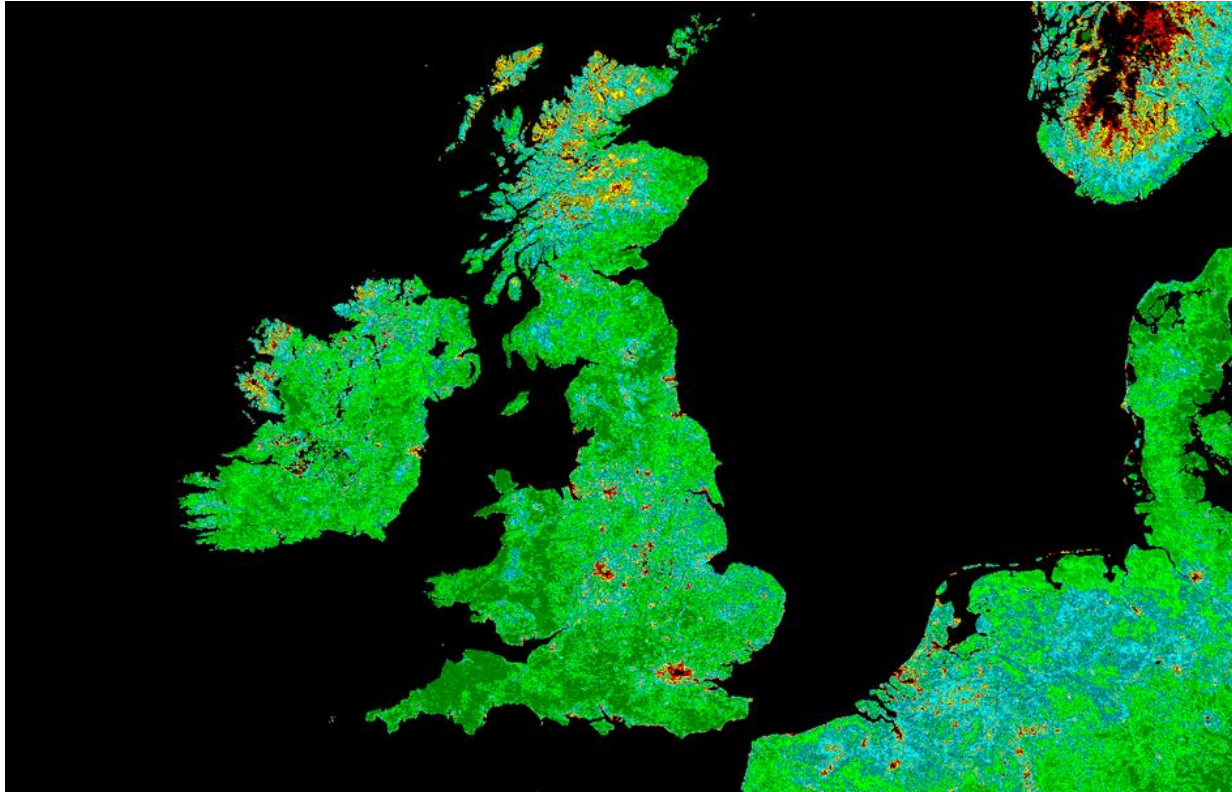
- 5.2.1. Water bodies
- 5.2.2. Water bodies



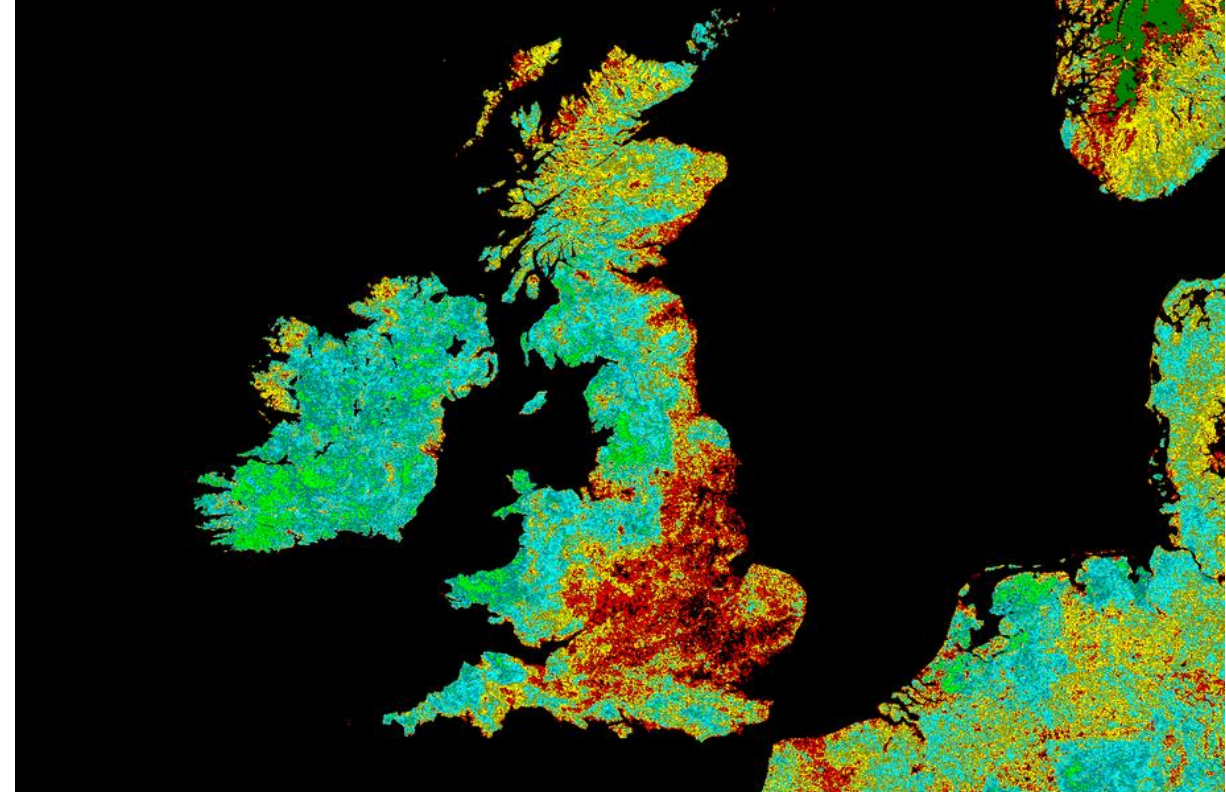
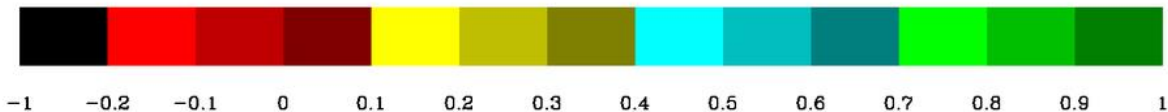
Vegetace, zemědělství, lesnictví

Oblasti použití DPZ

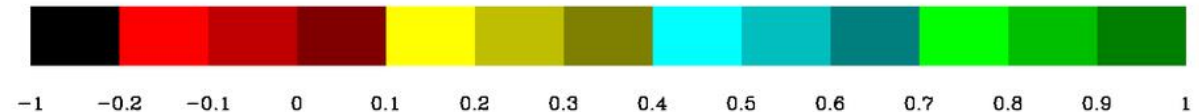
$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Red})}{(\text{NIR} + \text{Red})}$$



average NDVI of June 2003

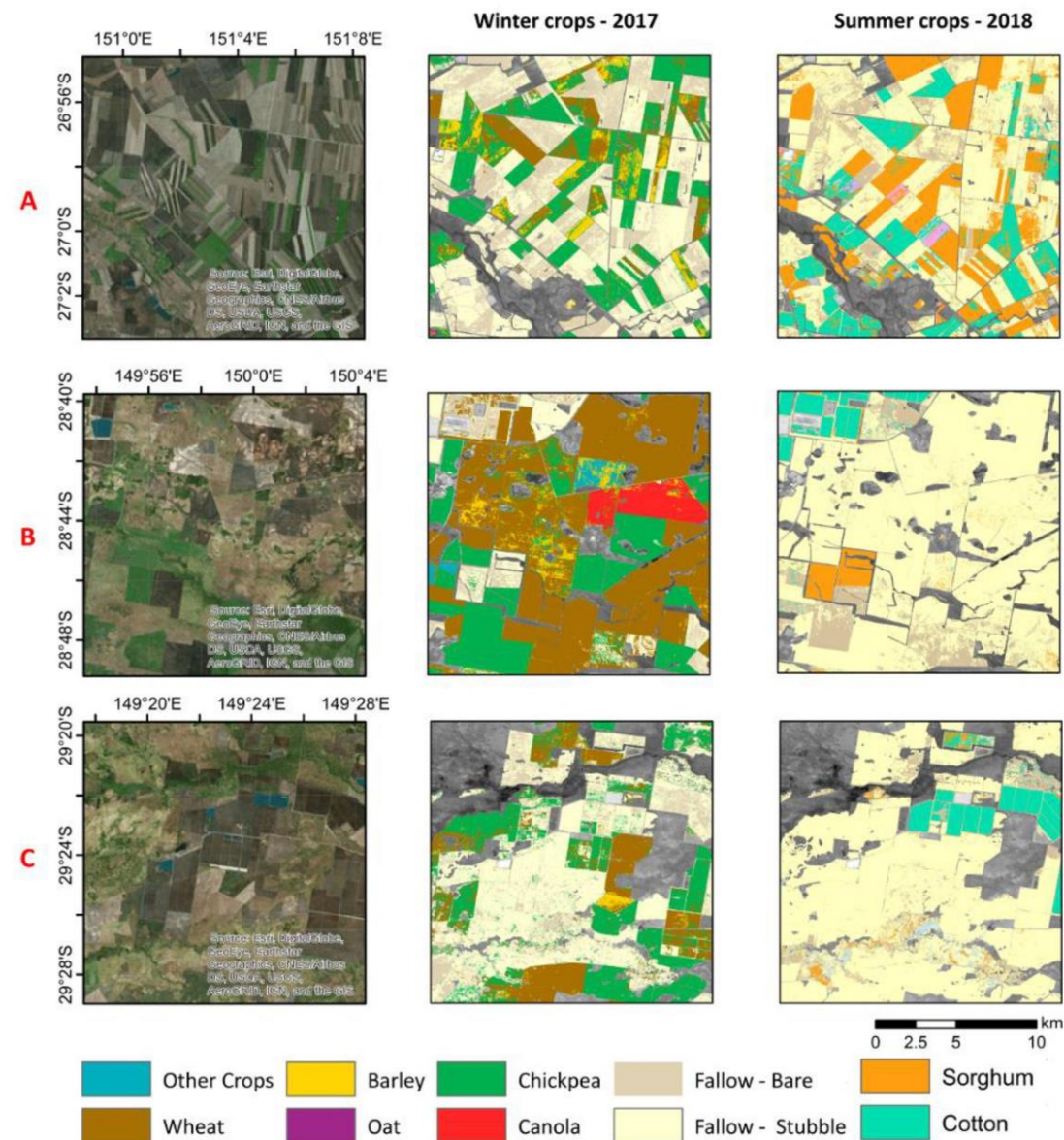


average NDVI of October 2003



Vegetace, zemědělství, lesnictví

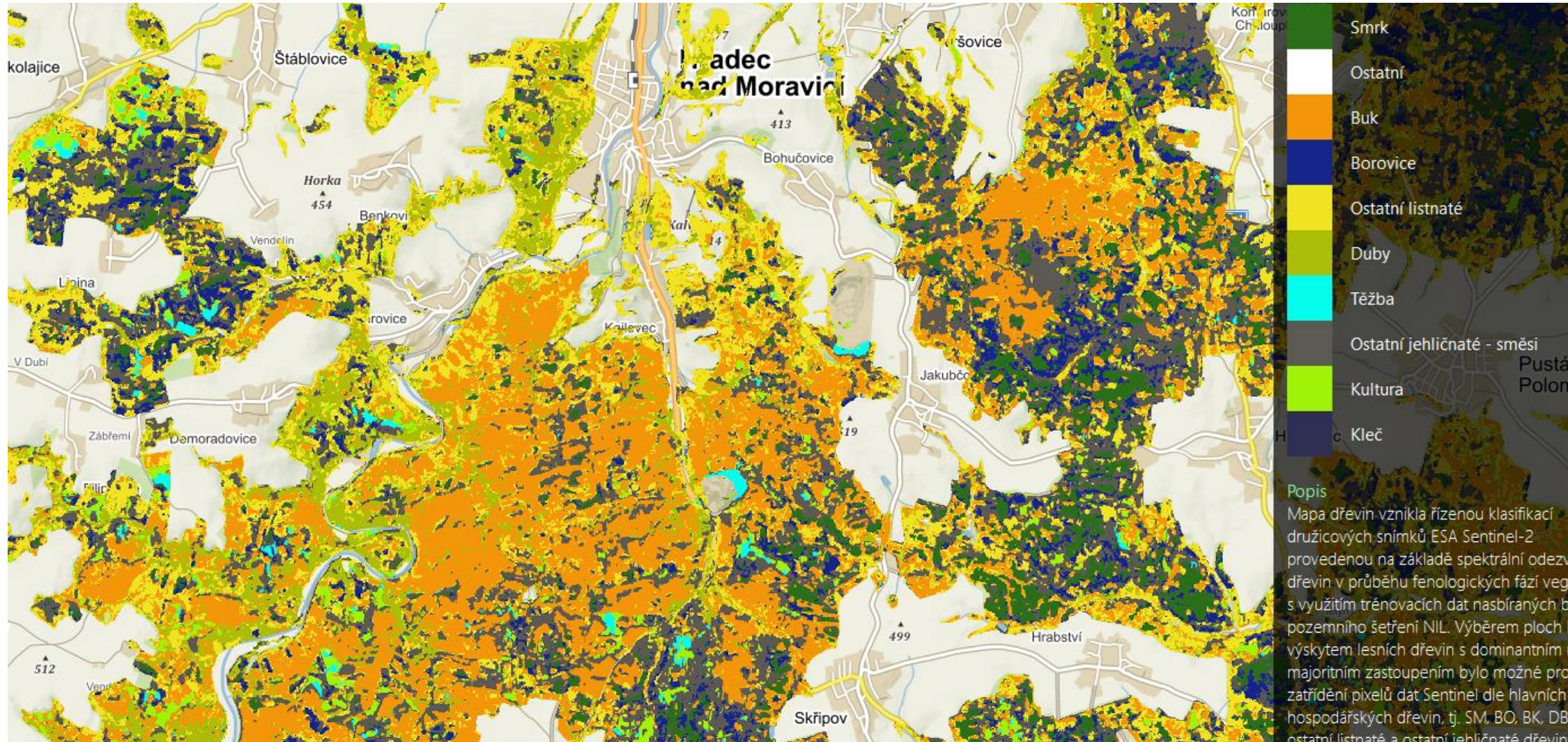
Oblasti použití DPZ



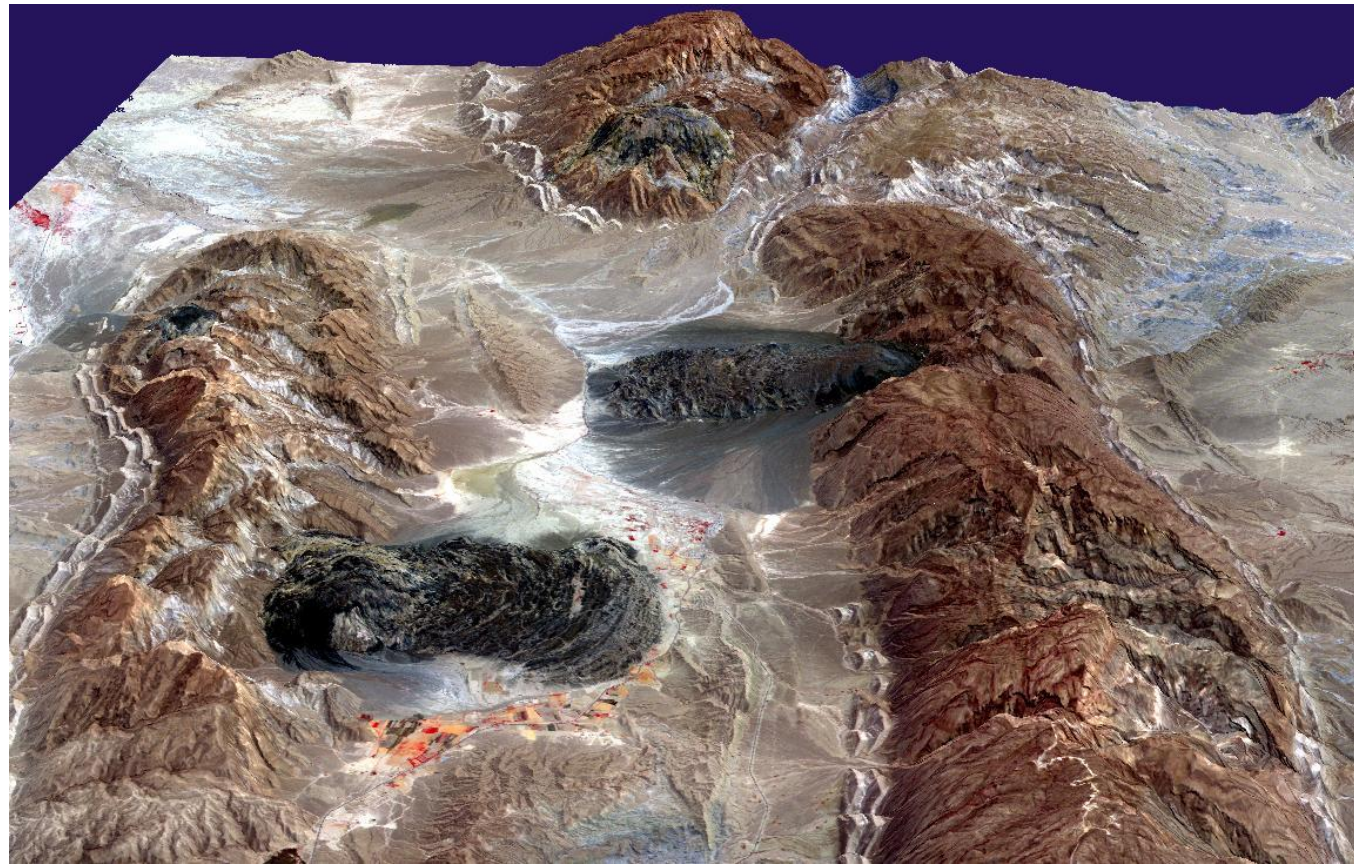
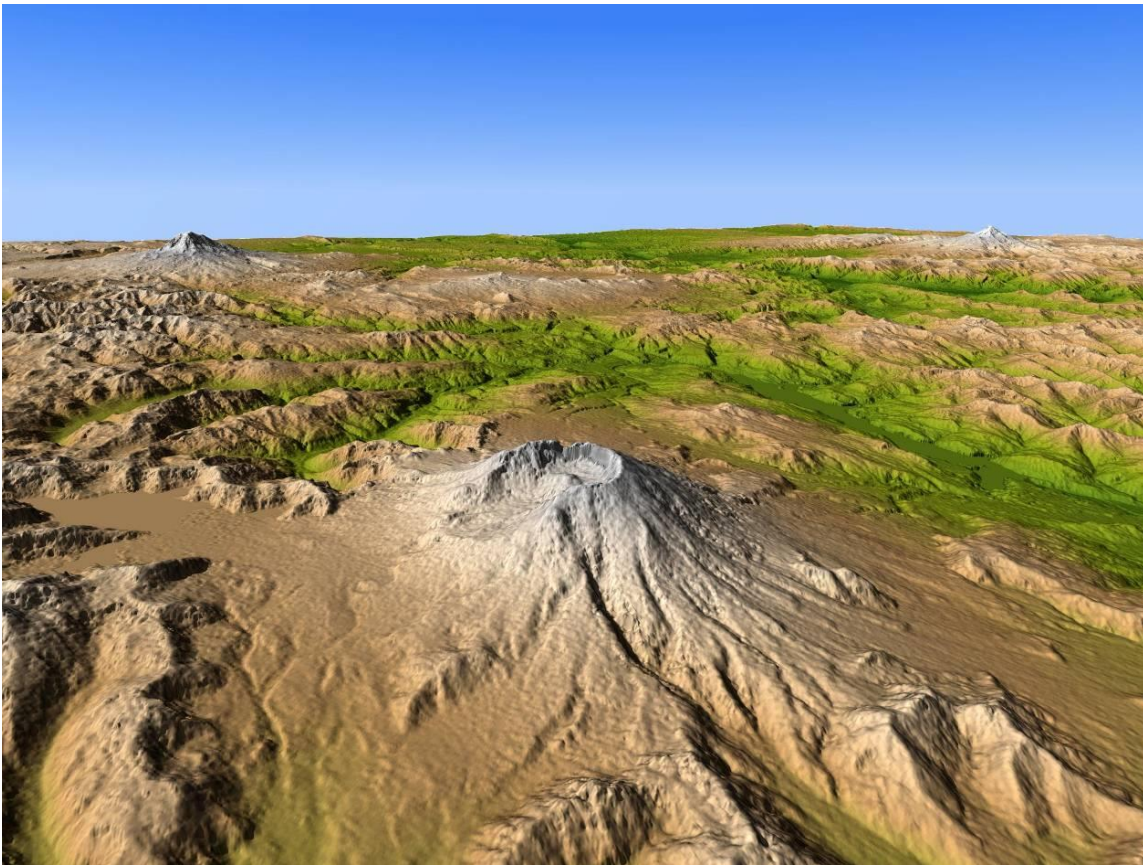
Oblasti použití DPZ

Vegetace, zemědělství, **lesnictví**

<https://geoportal.uhul.cz//mapy/MapyDpz.html>



Tvorba a studování změn DMR



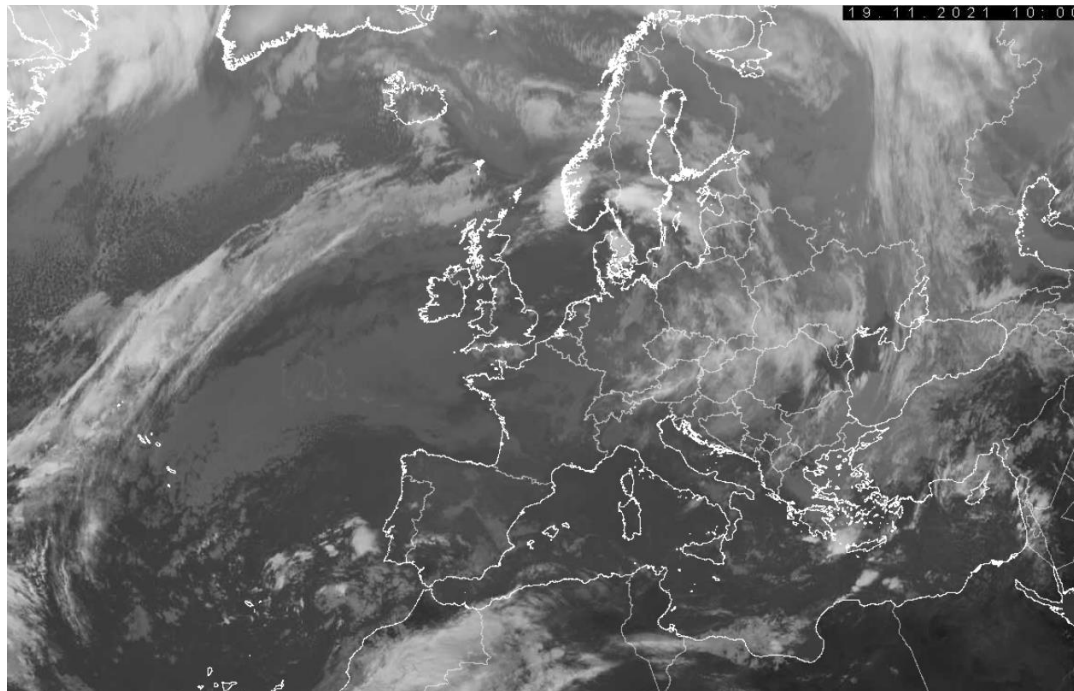
Tvorba topografických map, ortofoto snímků



Oblasti použití DPZ

Meteorologie

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteor/sat/data_jsmsgview.html



Děkuji za pozornost

Michal Kačmařík

michal.kacmarik@vsb.cz

www.vsb.cz