



Svět očima satelitů

Kateřina Tajovská
Geografický ústav
Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita
katkatajovska@email.cz

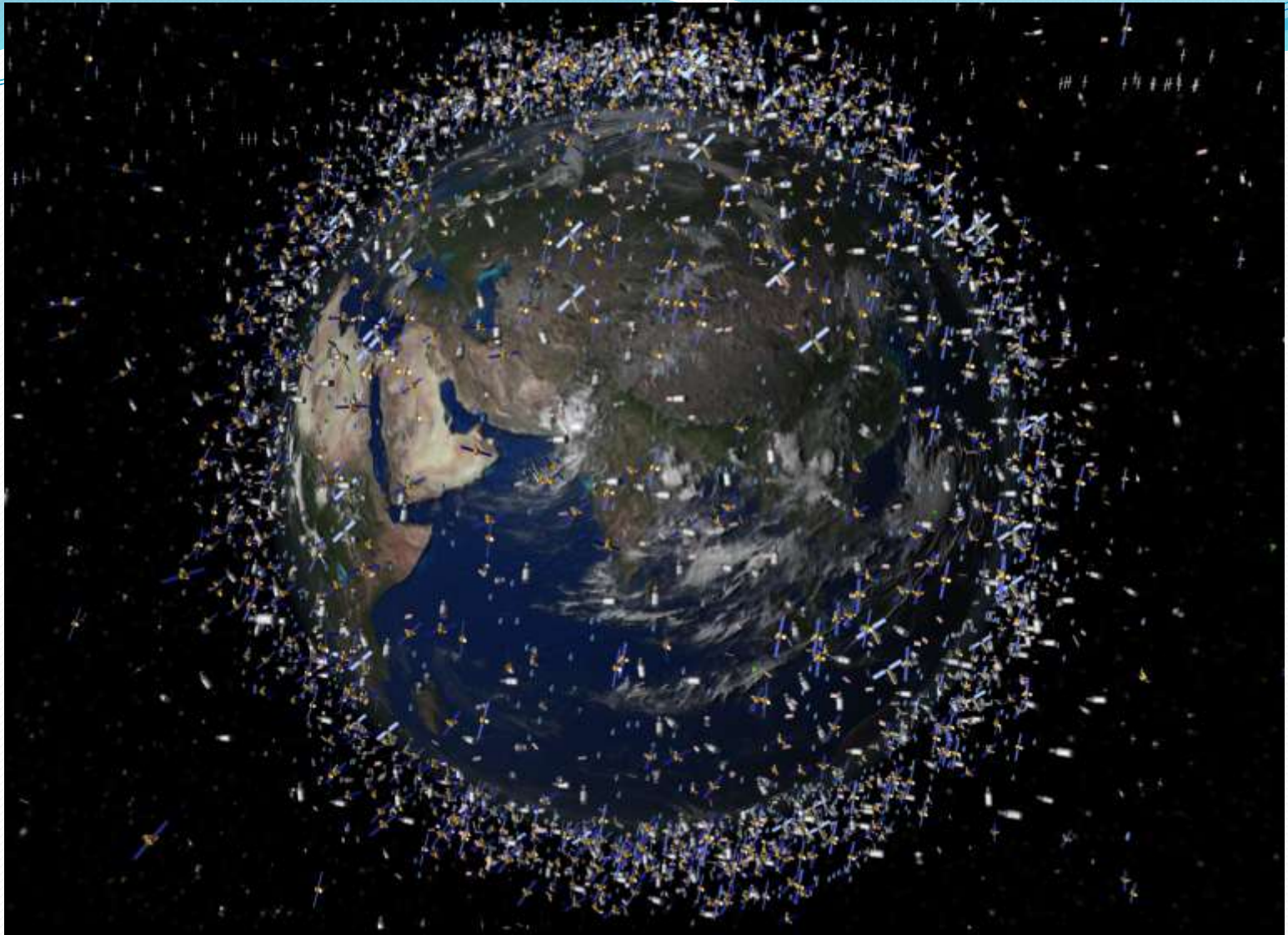


Obsah prezentace

- **Jaké máme druhy satelitů**
- **Co je to DPZ a jak funguje snímání satelitních dat**
- **Kde satelity pomáhají**
- **Představení některých satelitních systémů**
- **Dostupné zdroje satelitních dat**

Satelity všude kolem nás

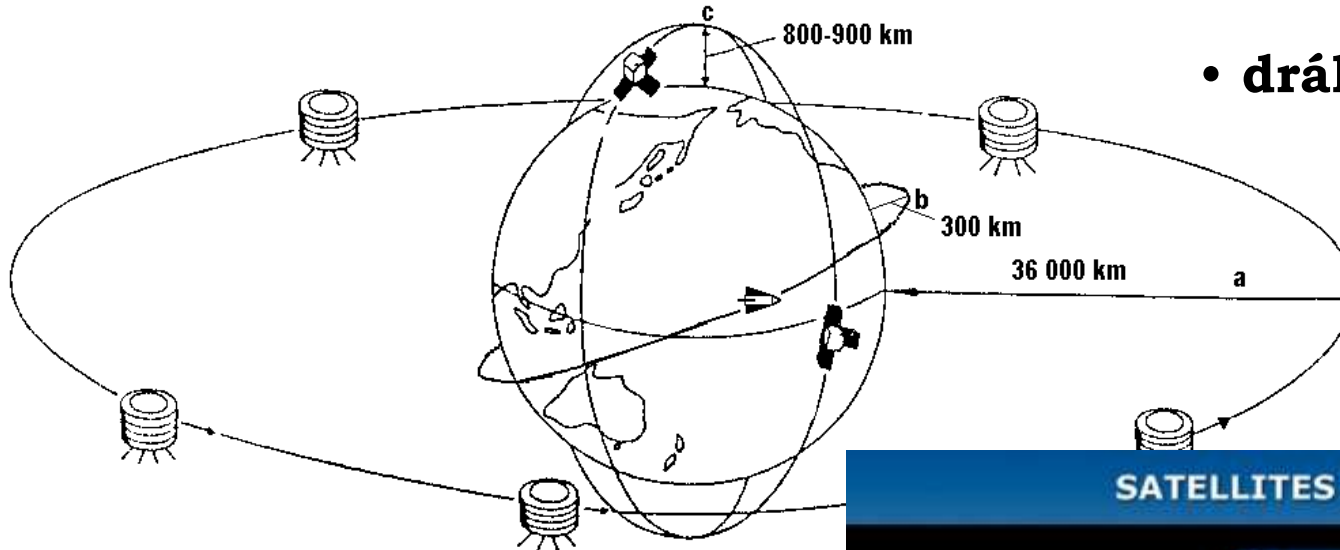
- Různé satelitní systémy a sítě:
 - satelitní komunikační systémy
 - satelitní navigační systémy (GPS, Glonass, Galileo, Beidou)
 - geodetické družicové systémy
 - družicové systémy pro pozorování Země (Earth Observation)
 - špionážní satelitní systémy
 - Různé velikosti, oběžné dráhy, mise
 - V roce 2016 přes 4000 satelitů, z toho cca 1/3 funkčních
- <http://www.pixalytics.com/sats-orbiting-earth-2016/>
- správa OSN (UNOOSA) <http://www.unoosa.org/>



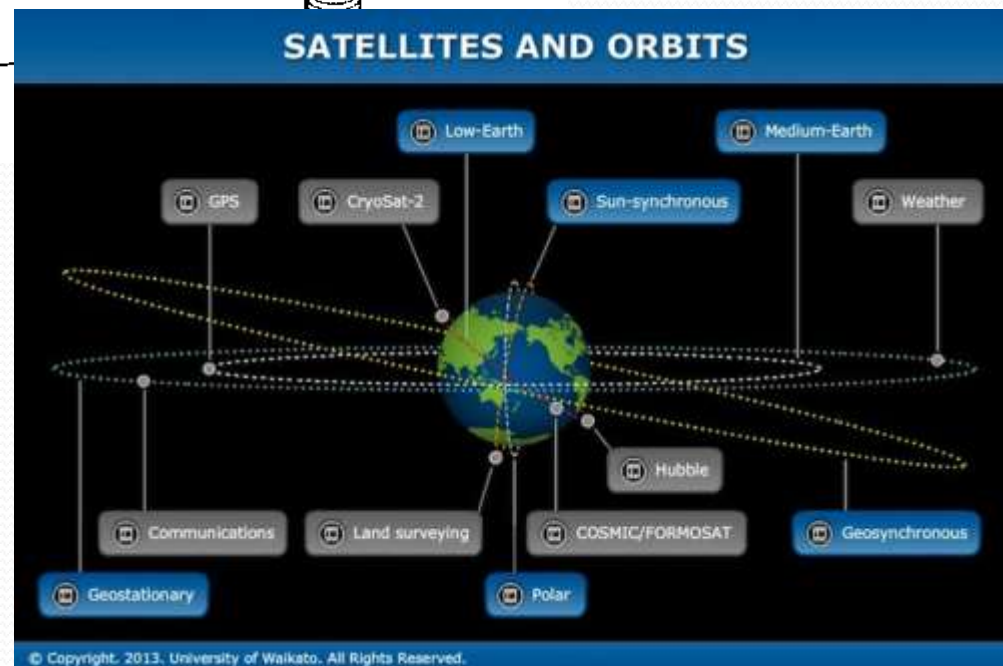
<http://stuffin.space/>

Oběžné dráhy družic

- dráhy rovníkové
- dráhy šikmé
- dráhy subpolární

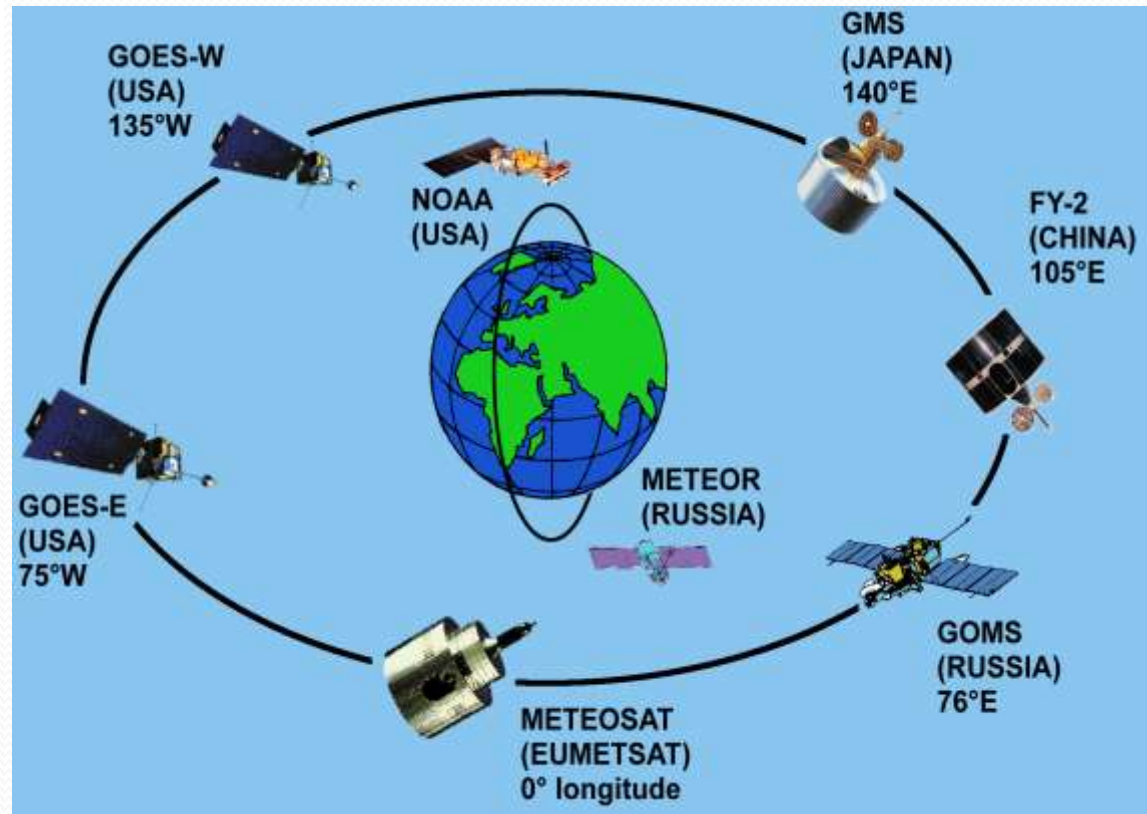
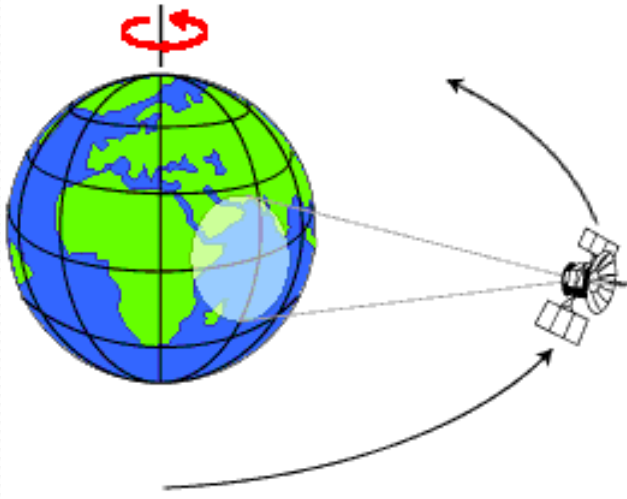


Dráhu charakterizuje především výška a inklinace



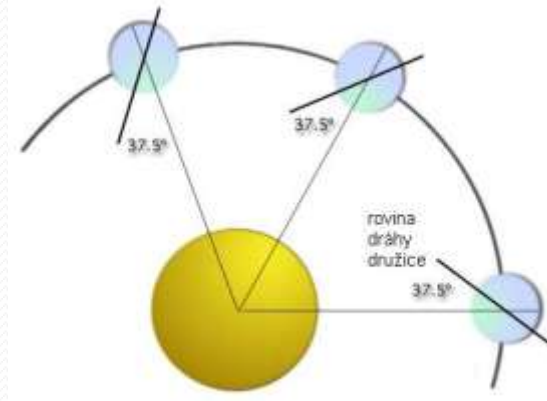
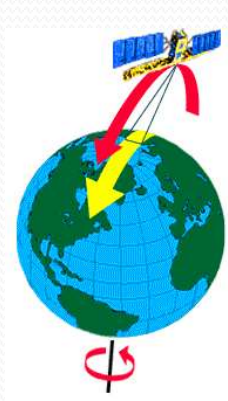
Geostacionární dráhy (rovníkové)

- Většinou meteorologické družice



Subpolární dráhy

- Družice pro výzkum přírodních zdrojů Země
- Heliosynchronní, několik družic na jedné orbitě



http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2016/o8/Sentinel-2_global_coverage

Šikmé dráhy

- Většinou speciální mise, navigační satelity, komerční satelity (lety na přání)
- Nízká orbita, vyšší prostorové rozlišení

DPZ – dálkový průzkum Země (Remote Sensing)

- Několik definic:

Dálkový průzkum Země (DPZ) se zabývá pořizováním leteckých a družicových snímků, jejich zpracováním a analýzou za účelem tvorby topografických či tematických map.

Dálkový průzkum je nejdražší způsob, jak vytvořit obrázek.

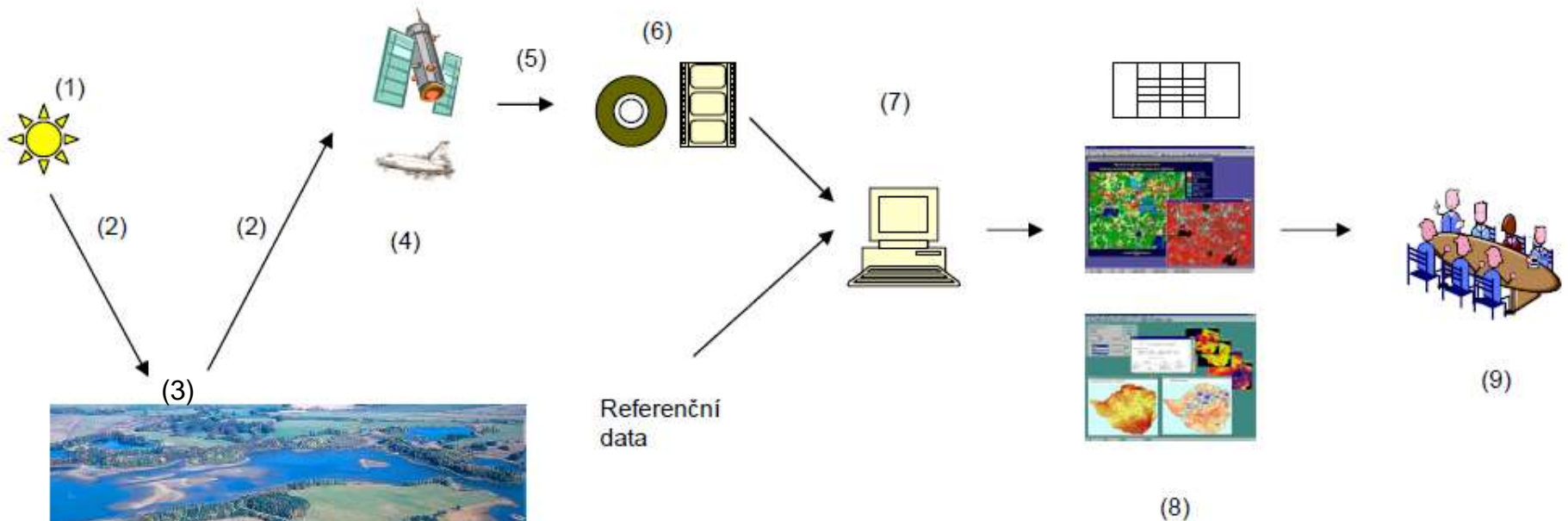
Dálkový průzkum je umění rozdělit svět na množství malých barevných čtverečků, se kterými si lze hrát na počítači s cílem odhalení jejich neuvěřitelného potenciálu.

Složení systému a technologie DPZ

DPZ se skládá ze tří částí:

- část **kosmická** - pořizování a sběr dat
- část **zpracovatelská** – přenos a prvotní předzpracování dat na přijímacích stanicích
- část **uživatelská** – analýza obrazových dat (např. tvorba tematických a topografických map). Výstupy analýz jsou využívány v nejrůznějších oborech lidské činnosti, například v oblasti ochrany přírody a životního prostředí, v územním plánování, při studiu vegetace v lesnictví a zemědělství, pro tvorbu map a modelů reliéfu, při monitoringu přírodních katastrof (sopečná činnost, požáry, povodně) a atmosférických jevů (sledování ozonové vrstvy, hurikánů apod.). Další aplikace??

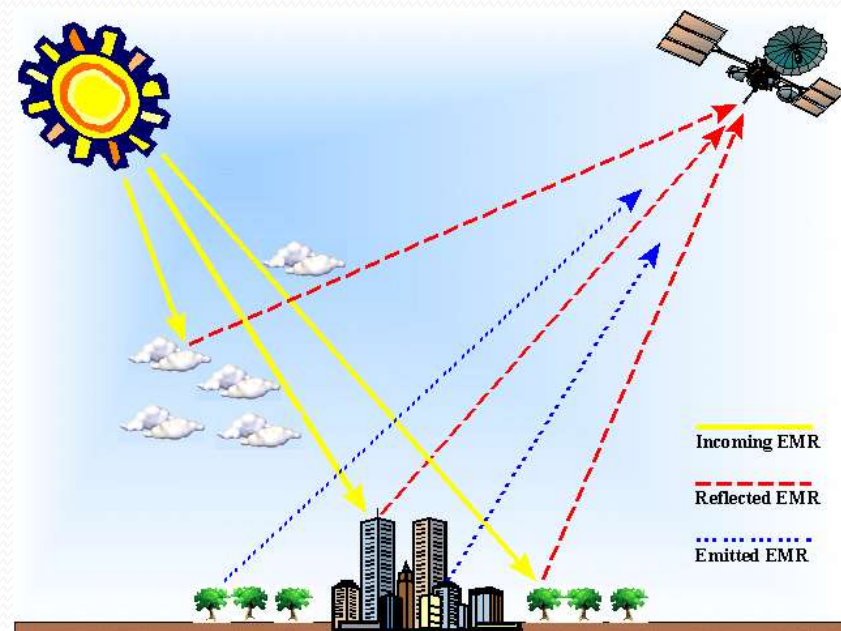
DPZ – proces získávání a analýzy dat



1. Zdroj energie
2. Průchod atmosférou
3. Interakce se zemským povrchem
4. Záznam záření senzorem
5. Přenos dat
6. Záznam a distribuce dat
7. Zpracování, interpretace, analýza
8. Výstupy
9. Využití

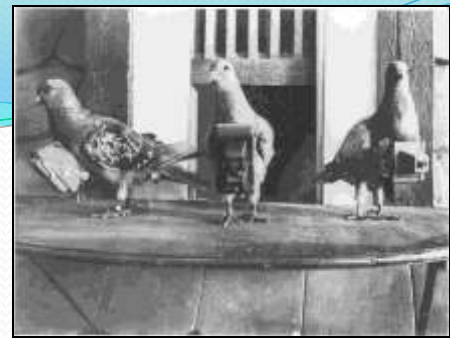
Metody DPZ

- Aktivní – vlastní zdroj záření (lasery, radary)
- Pasivní – odražené sluneční záření a emitované záření vlastních objektů



Snímky včera a dnes

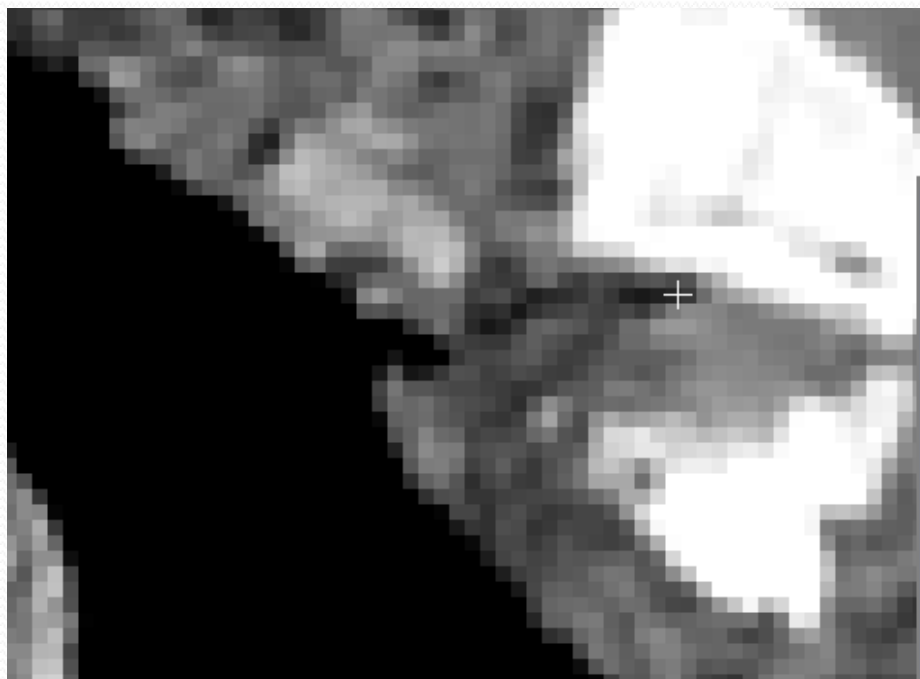
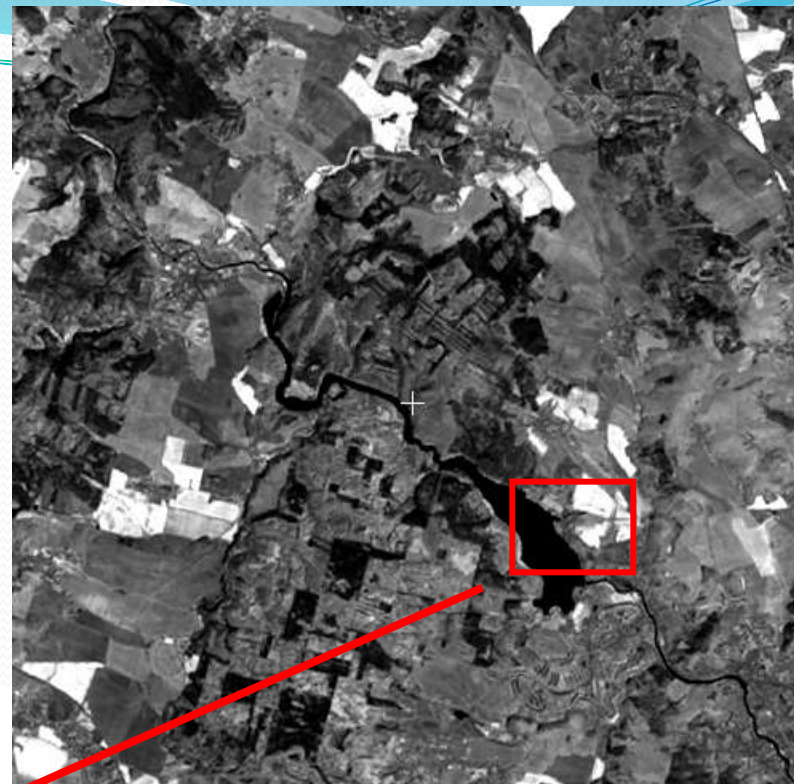
- Počátky už v době vynálezu fotografie
- Umělé družice až v 50. letech 20.století (analogový záznam)
- Digitální věk od 70. let (předchůdce Landsatu)
- Moderní věk – různorodé aplikace, rozlišení aj.



Fyzikální podstata DPZ

Objekty o sobě vydávají informace prostřednictvím tzv. silových polí. V DPZ se zaznamenává elektromagnetické pole (záření). Toto záření se v přírodě vyskytuje v rozličných formách a je ovlivňováno atmosférou.

Snímek je pak chápán jako záznam měření intenzity elektromagnetického záření (odraženého či emitovaného) v určitém intervalu spektra.



Digital Image Display

Image Plane 4

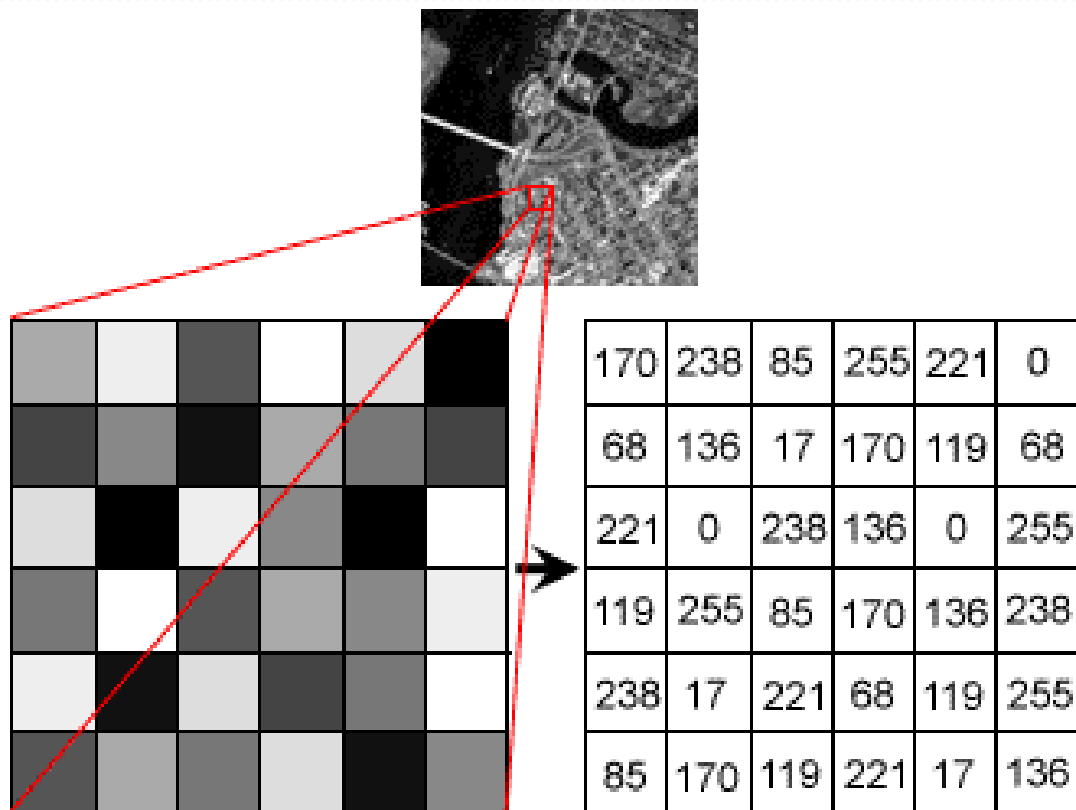
136	149	154	174	178	178	172
103	117	127	138	136	147	145
67	74	76	71	75	102	118
53	50	53 (55)	63	86	103	
70	64	78	93	99	98	96
86	86	102	105	105	101	97
85	85	93	95	97	99	98

Apply LUT Type?

Raw Data Enhanced Data

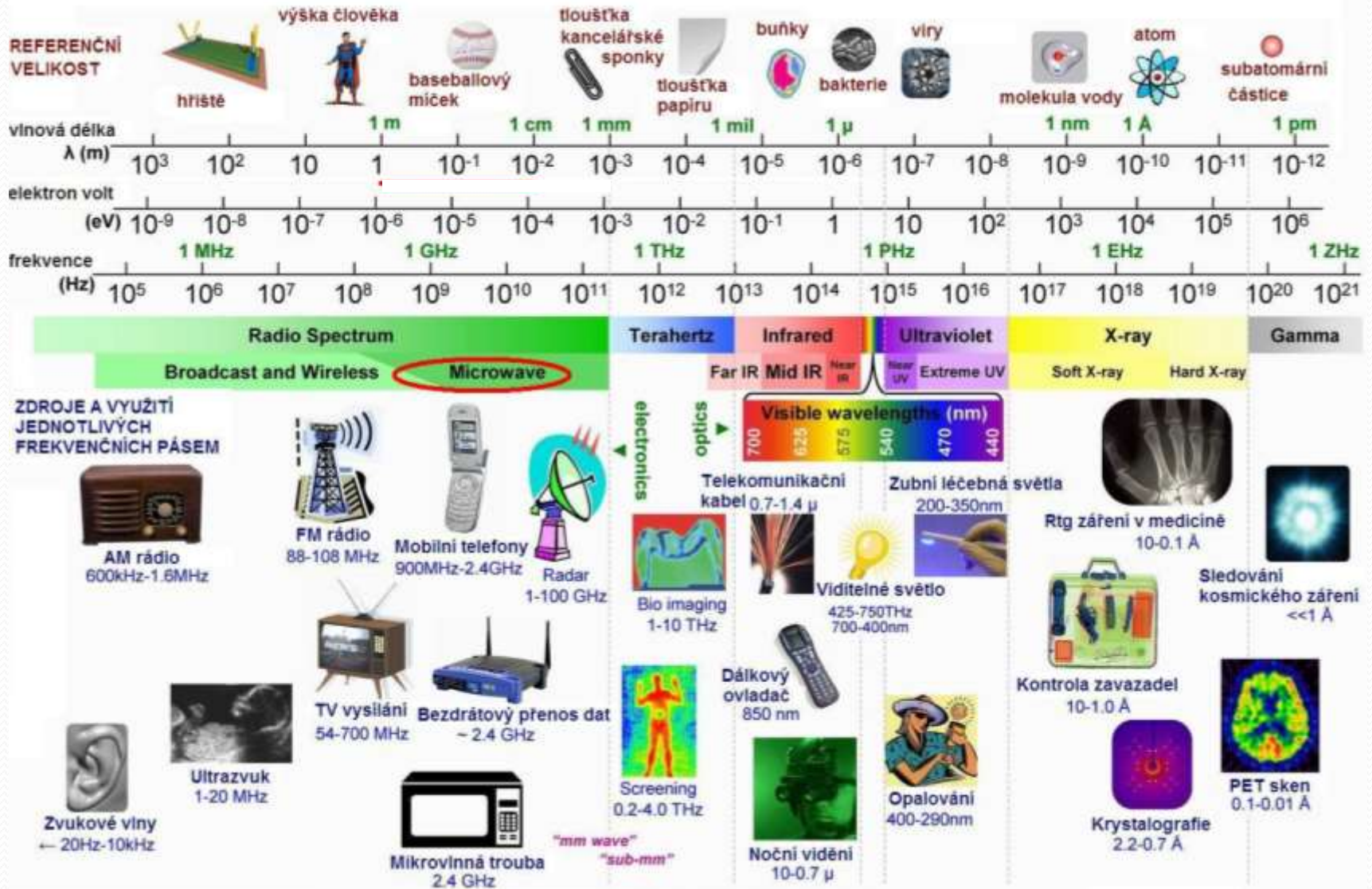
Close Help

Digitální snímek



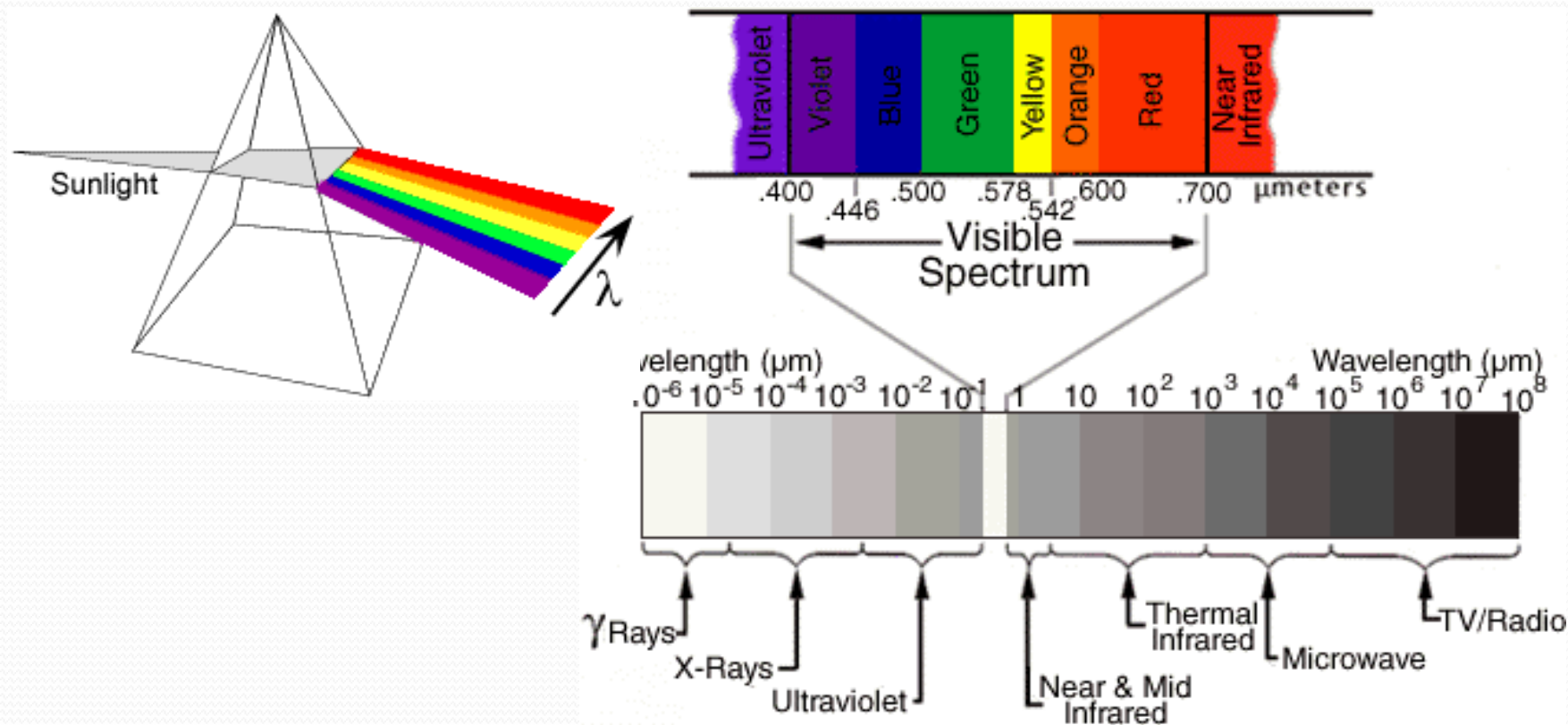
Digitální snímek se skládá z množství tzv. obrazových prvků (pixelů). Každý pixel nese jedno číslo – toto číslo je prezentováno jako odstín šedi – DN hodnota – digital number

Fyzikální podstata



Elektromagnetické spektrum

Snímky zaznamenávají intenzitu elektromagnetického záření v určité vymezené části (intervalu) spektra.



V současnosti se využívá záření v intervalu vlnových délek zhruba od 0,1 mikrometrů do 1 metru

Základní oblasti spektra využitelné v DPZ

V důsledku vlivů atmosféry (pohlcování, rozptyl záření) lze snímky vytvářet pouze v určitých částech spektra:

- **ultrafialové záření (0,1 - 0,4 μm)**
- **viditelné záření (0,4 - 0,7 μm)**
- **infračervené záření blízké (0,7 - 1,4 μm)**
- **infračervené záření střední (1,4 - 3 μm)**
- **tepelné záření (3 μm - 1 mm)**
- **mikrovlnné záření (1 mm - 1m)**

Snímky z jednotlivých oblastí spektra DPZ

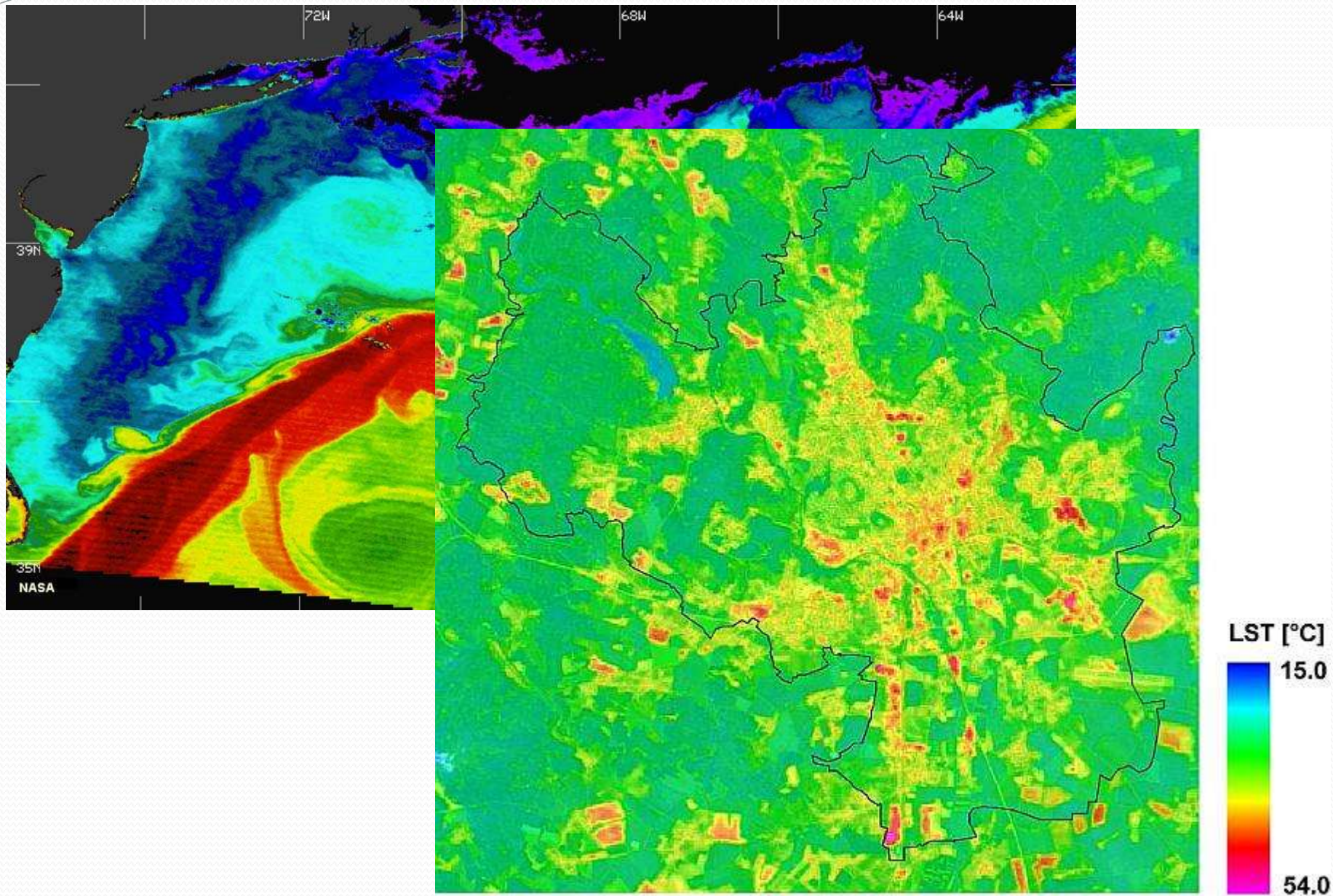
Viditelná část spektra



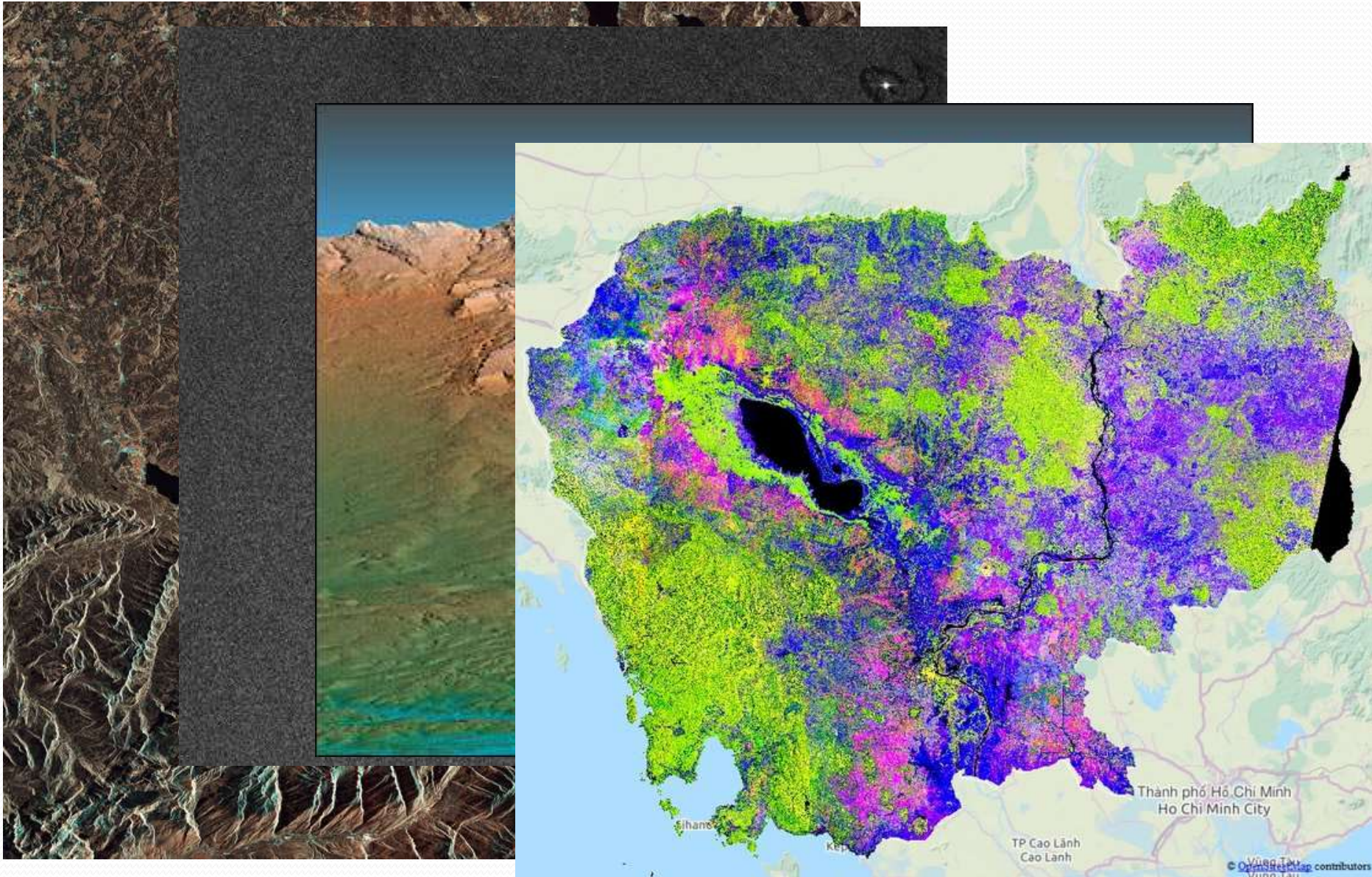
Infračervená část spektra



Termální část spektra



Radarová data

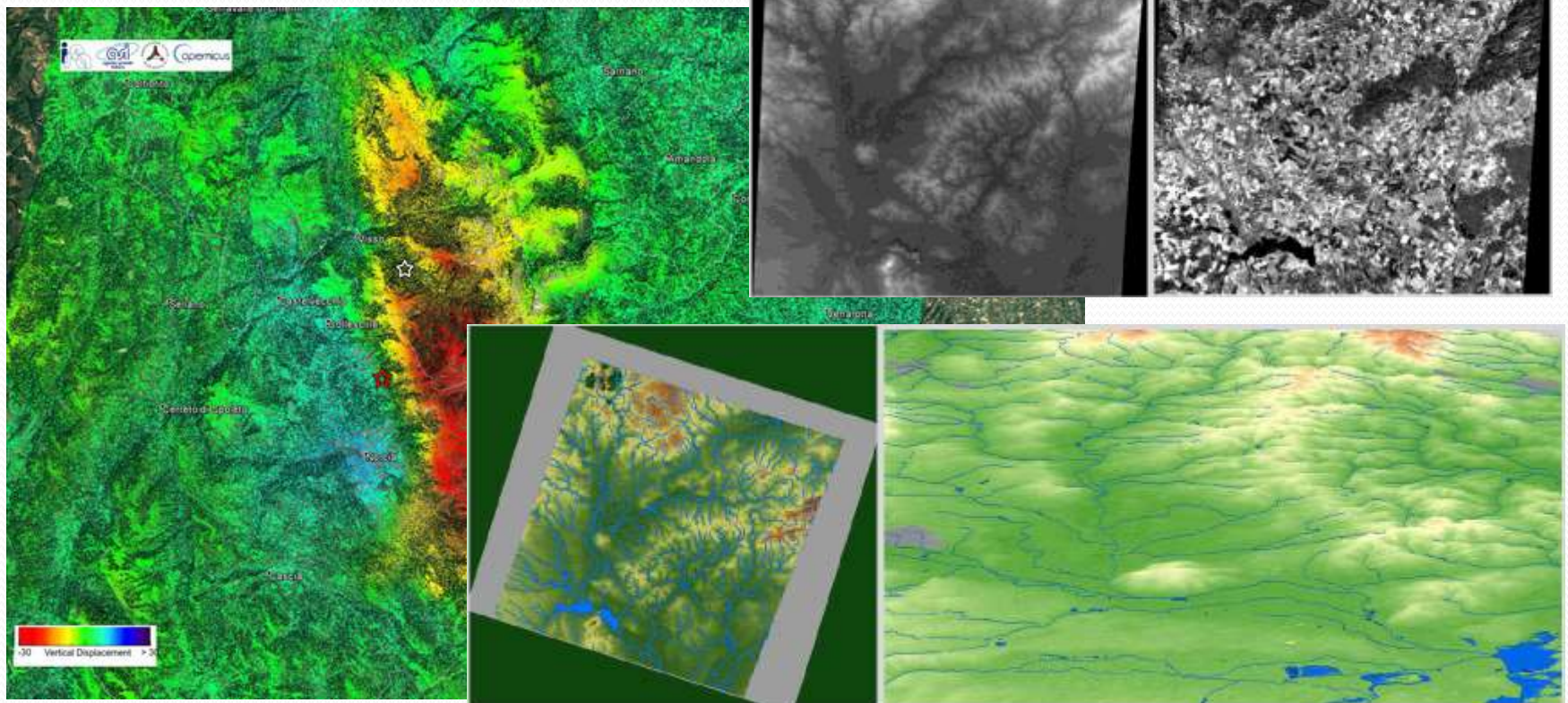


Hlavní oblasti aplikací

- **Produkce tematických map: mapování druhů povrchů, studium vegetace – lesnictví a zemědělství, cílené zemědělské hospodaření (precision farming), ochrana ŽP, geologie a geomorfologie, hydrologie, klimatologie, glaciologie, biogeografie, meteorologie, humanitární mapování, krizové řízení, vojenské aplikace a spousta dalších...**
- **Produkce topografických map: družice - od měřítka 1: 10 000 – územní plánování, urbánní studie, rozvoj měst.**
- **Tvorba modelů terénu**
- **Nedílná součást tematických vrstev GIS (analýza, modelování)**

Aplikace v oblasti geologie a geomorfologie

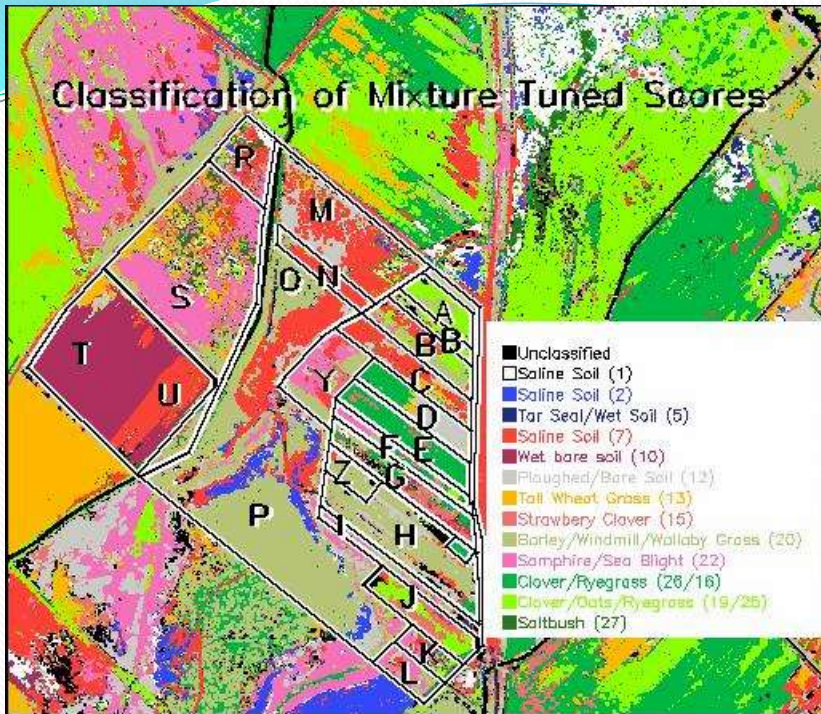
- Dokumentace sesuvů a výsypek (SHR)
- Dokumentace geologických zlomů na zemském povrchu, sledování poklesů, zemětřesení
- Tvorba výškových modelů terénu z obrazových záznamů



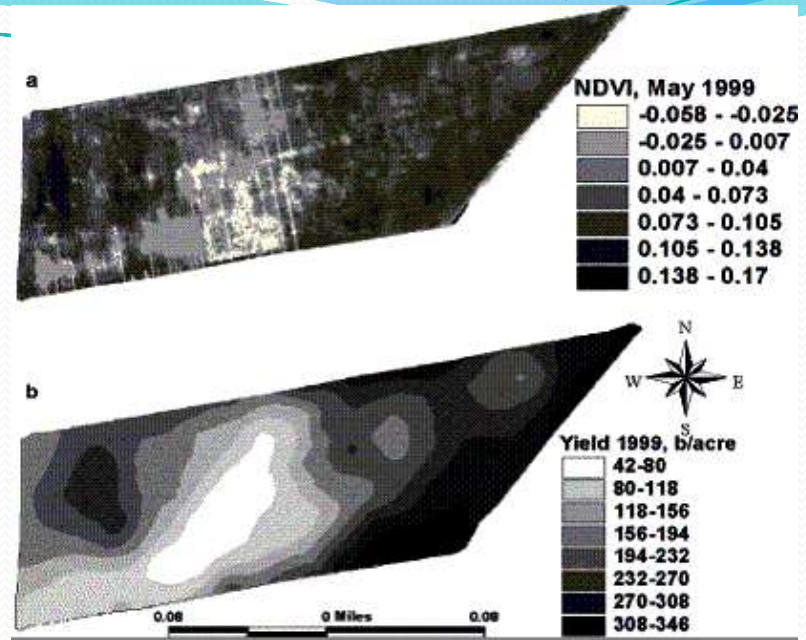
Aplikace v oblasti zemědělství

- **Určování stavu zamokření zemědělské půdy**
- **Dokumentace vymrzání ozimů a ovocných sadů**
- **Odhady výnosu vybraných zemědělských plodin**
- **Identifikace starých melioračních řádů**
- **Určování fenologických fází rostlin**
- **Sledování obsahu hnojiv a vody**
- **Sledování zdravotního stavu vegetace**

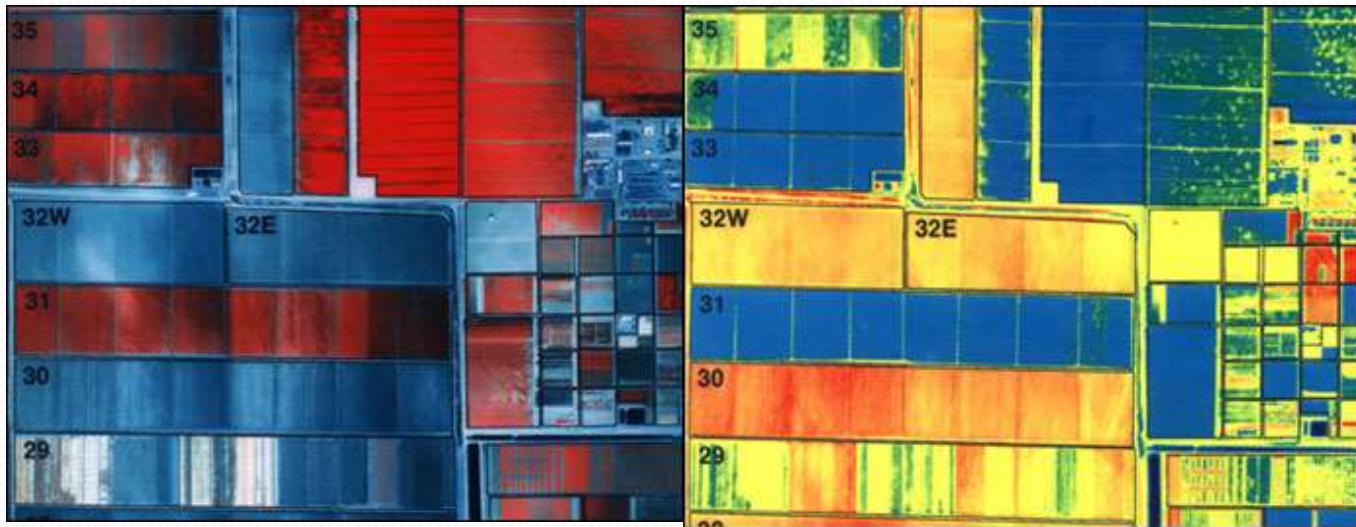
Precizní (cílené zemědělství)

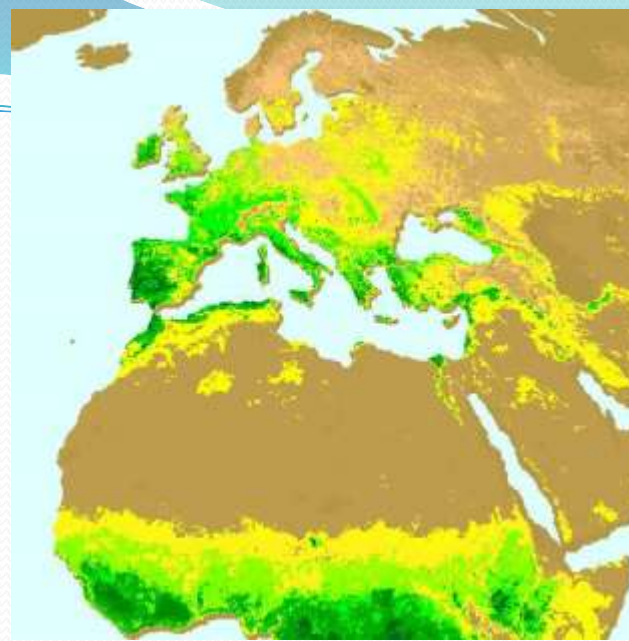
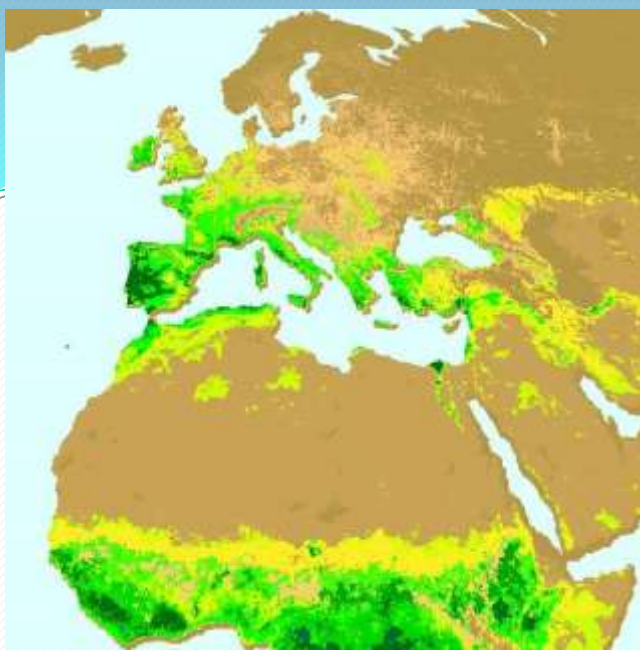


Mapování druhů plodin a jejich kondice v měřítku jednotlivých polí

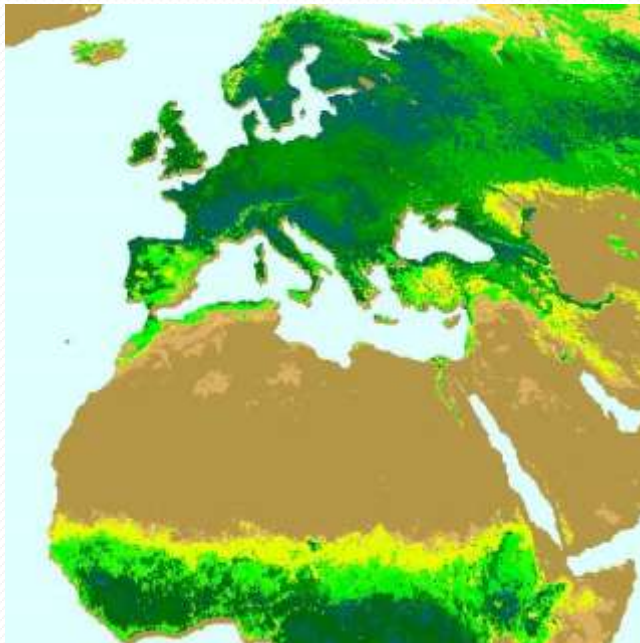


Modely odhadu výnosů zemědělských plodin





**Mapování
vegetace v
globálním a
regionálním
měřítku**



**Vegetační
index**

$$NDVI = \frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3}$$

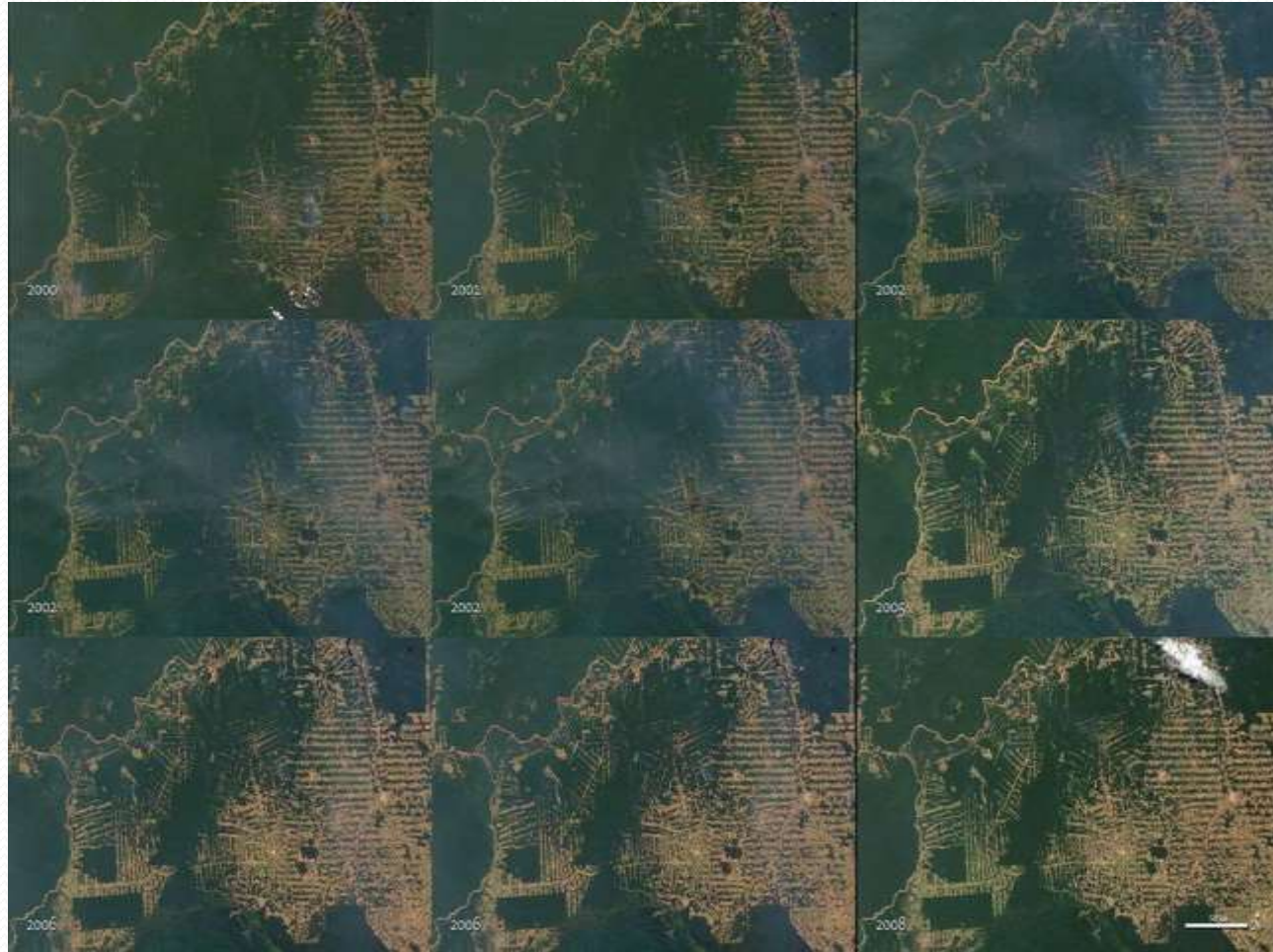
10 denní kompozice - Maximum Value Technique (MVC)

Aplikace v oblasti lesnictví

- **Taxace obtížně přístupných lesních porostů**
- **Klasifikace stupňů poškození lesních porostů průmyslovými emisemi (Jizerské hory, Beskydy, Krušné hory, Krkonoše)**
- **Dokumentace lesních kalamit následkem větrných smrští, námrazy, apod.**
- **Vysýchání lužních lesů v velkých vodních toků**
- **Sledování ilegálního kácení pralesů**
- **Lesní požáry**

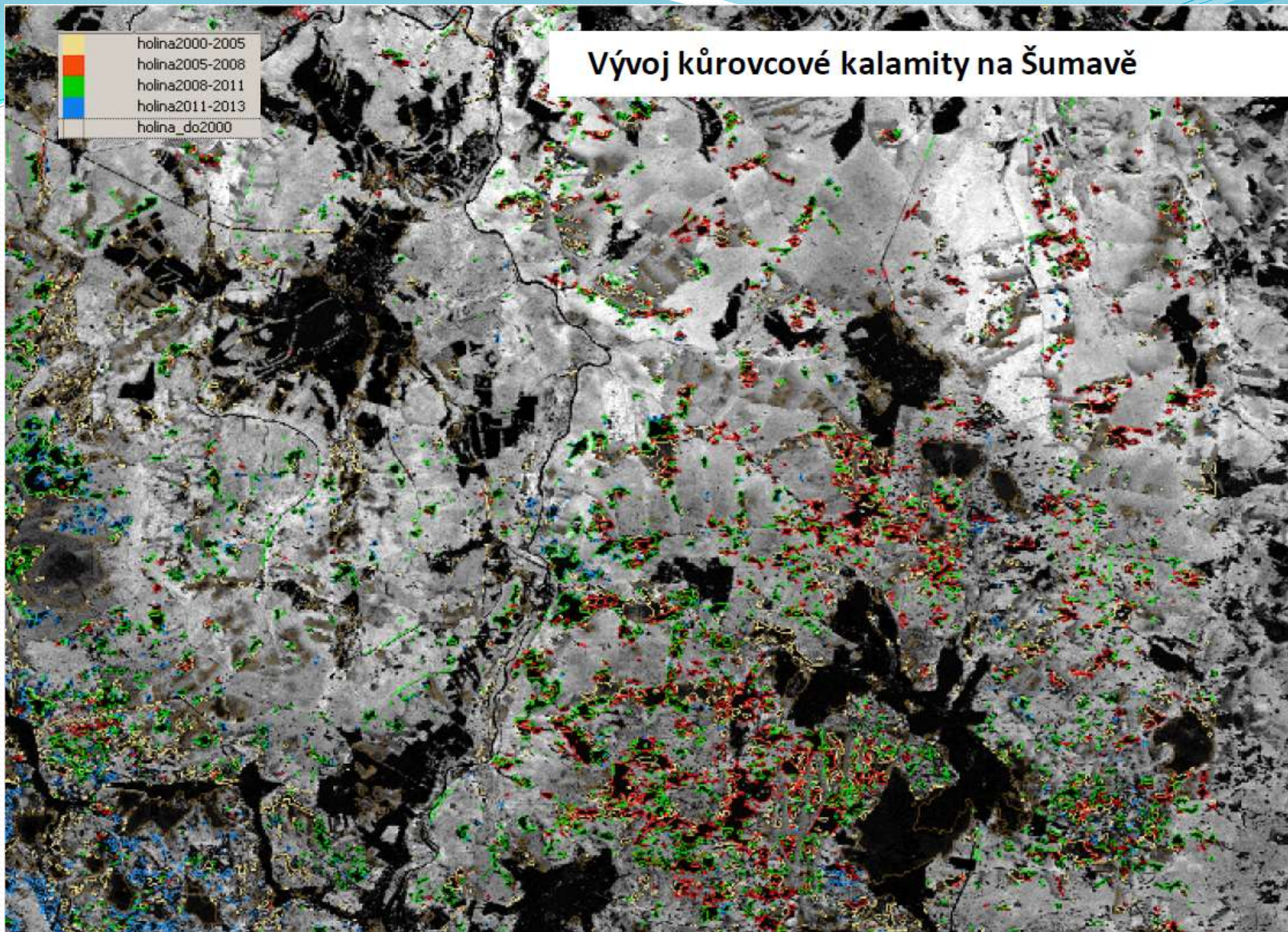
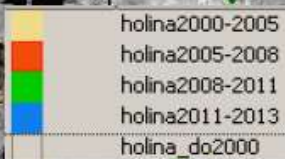
AMAZONSKÝ PRALES

- 670 mil. hektarů
- odlesňování cca 1,4 mil. hektarů ročně mezi 2001 a 2012
- 2730 fotbalových hřišť denně
- Čtvrtina pryč v r. 2030
- Fishbone struktura



Zdroj: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) onboard NASA's Terra satellite (NASA)

Vývoj kůrovcové kalamity na Šumavě



Aplikace v oblasti vodního hospodářství

- Znečištění vodních nádrží a rozšíření fytoplanktonu
- Stav spodní vody a půdní vlhkosti
- Mapování stavu zalednění vodních toků
- Identifikace polohy bývalých rybníků
- Monitorování průběhu a následků povodní

Monitorování rozsahu povodní

Paraná, Argentina

MODIS



April 3, 2007



January 13, 2007

Humanitární mapování

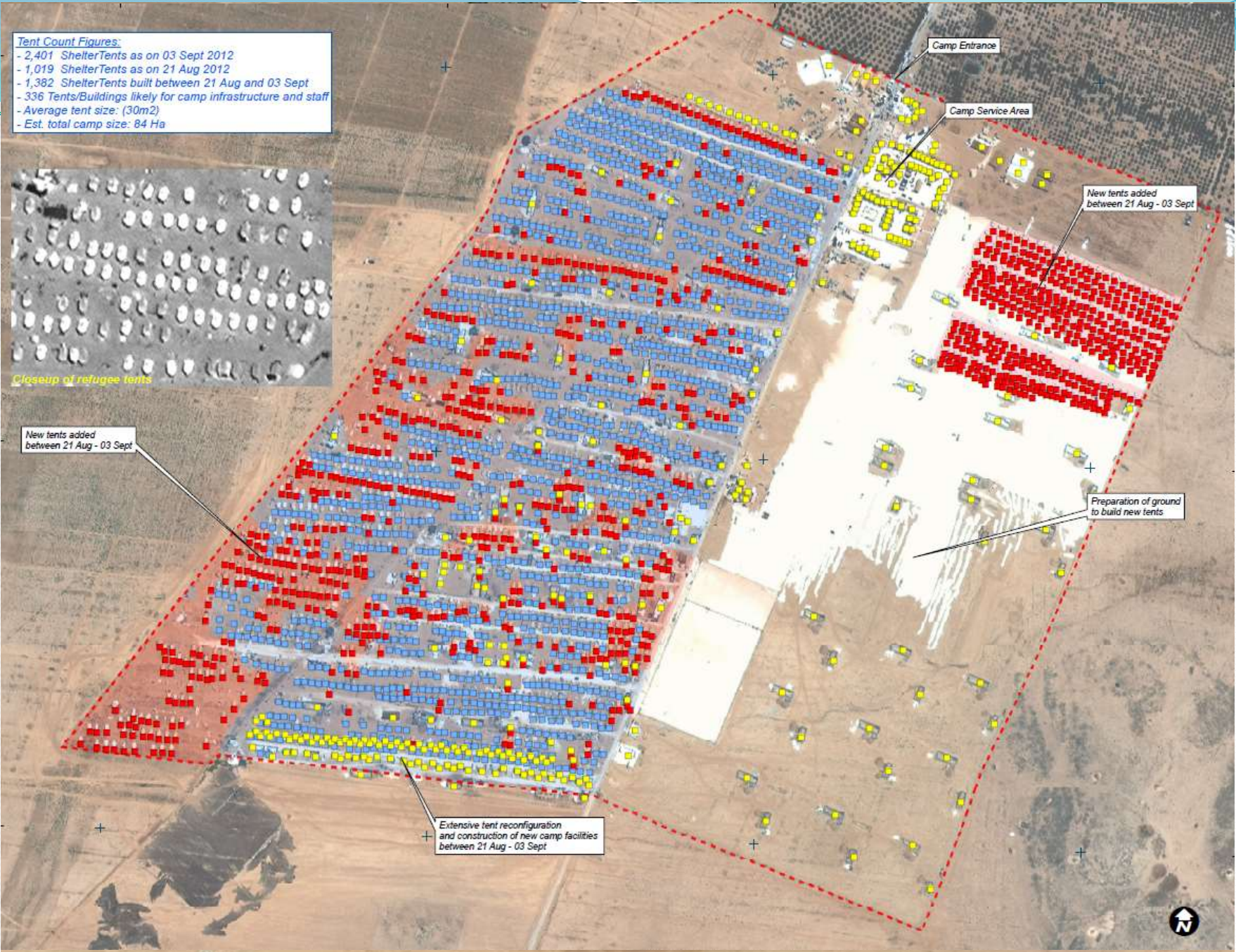
- Monitorování uprchlických táborů
- Missing Maps (tvorba map ze satelitních snímků pro Lékaře bez hranic v těžko přístupných oblastech)
- Hledání vhodných zdrojů vody
- Sledování kulturních a archeologických památek (Islámský stát)

Tent Count Figures:

- 2,401 ShelterTents as on 03 Sept 2012
- 1,019 ShelterTents as on 21 Aug 2012
- 1,382 ShelterTents built between 21 Aug and 03 Sept
- 336 Tents/Buildings likely for camp infrastructure and staff
- Average tent size: (30m²)
- Est. total camp size: 84 Ha



Closeup of refugee tents



<http://www.lekari-bez-hranic.cz/cz/missing-maps-zaplnujte-bila-mista-na-mapach>



<http://tasks.hotosm.org/>

Zdroje informací o současných družicových systémech

Aktuální informace o meteorologických družicích:

<http://www.wmo.int/pages/prog/sat/satellitestatus.php>

Přehled družicových systémů pro mapování a výzkum přírodních zdrojů Země:

<http://www.gisat.cz/content/cz/dpz/prehled-druzicovych-systemu>

Přehled družic s vysokým rozlišením:

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/>

Sledování družic z ESA:

http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Track_ESA_missions

Hlavní představitelé družic pro sledování Země

Landsat

Landsat 1 (1972 - 1978)
Landsat 2 (1975 -1982)
Landsat 3 (1978 - 1983)
Landsat 4 (1982 - 1985)
Landsat 5 (1984 - 2013)
Landsat 6 (1993 - havárie při startu)
Landsat 7 (1999 -)
Landsat 8 (2013 -)



- Snímá v panchromatickém režimu (15 m prostorové rozlišení). V multispektrálním režimu pořizuje 8 snímků s rozlišením 30 m (viditelná a infračervená část spektra) resp. 60 m (termální pásmo).
- Pohybuje se na subpolární dráze ve výšce 705 km a poskytuje snímky 1 x za 16 dnů. Velikost scény je přibližně 185 x 185 km.
- Snímky hojně využívány i v ČR pro mapování základních druhů povrchů, pro detekce změn, v lesnictví apod. Snímky jsou vhodné pro tvorbu map měřítek 1 : 100 000 a větších.

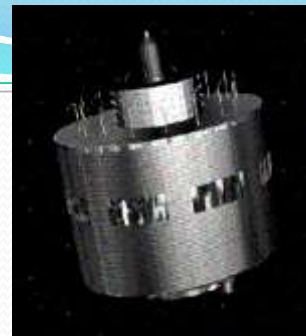
Snímky volně přístupné na adrese

<http://glovis.usgs.gov>
<http://earthexplorer.usgs.gov/>

Program Copernicus (družice Sentinel)

- série družic s různým zaměřením Sentinel 1-5
- pod správou ESA
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/>
- volně dostupné snímky na:
<https://scihub.copernicus.eu/>
- radarové, multispektrální (viditelné, infračervené, termální) snímky
- české stránky: <http://copernicus.gov.cz/>
- prostorové rozlišení až 5m
- navázání dalších příspěvatelských misí, doplňková síť pozemních měřících stanic (in-situ segment)

Meteorologické družice



- **Meteosat**

- nově družice MSG, geostacionární
 - Přístroj SEVIRI
 - Prostorová rozlišovací schopnost 3km, 1 km pro pásmo HRV
 - Časové rozlišení: 4 snímky za 1 hodinu
 - <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/info/MSG.html>

- **NOAA**

- subpolární dráha,
 - Americké družice na polární dráze s původně čistě meteorologickým určením poskytují mimo jiné snímky využitelné pro tzv. globální mapování.
 - Snímky mají původní velikost pixelu 1,1 x 1,1 km z pruhu území přes 2000 km širokého.
 - Snímky jsou vytvářeny skenerem AVHRR/3
 - V současné době poskytují snímky NOAA-15, 18, 19, před startem jsou družice NOAA-N a NOAA-N Prime
 - <http://www.ospo.noaa.gov/Operations/POES/status.html>

Komerční družice

- Využívají se např. pro tvorbu Google Earth, Bing aj.
- Data s vysokým prostorovým rozlišením až na úrovni cca 25-30cm- optické spektrum, nebo radarová data 5m
- Možnost programování letu

Zástupci:

- francouzský SPOT, Pleiades
- společnost Digital Globe – družice WorldView-1, GeoEye-1, WorldView-2, WorldView-3 WorldView-4
- korejský Kompsat
- německý Terrasar-X, Tandem X
- čínský TH1, GF1

Zdroje dat:

Evropská kosmická agentura



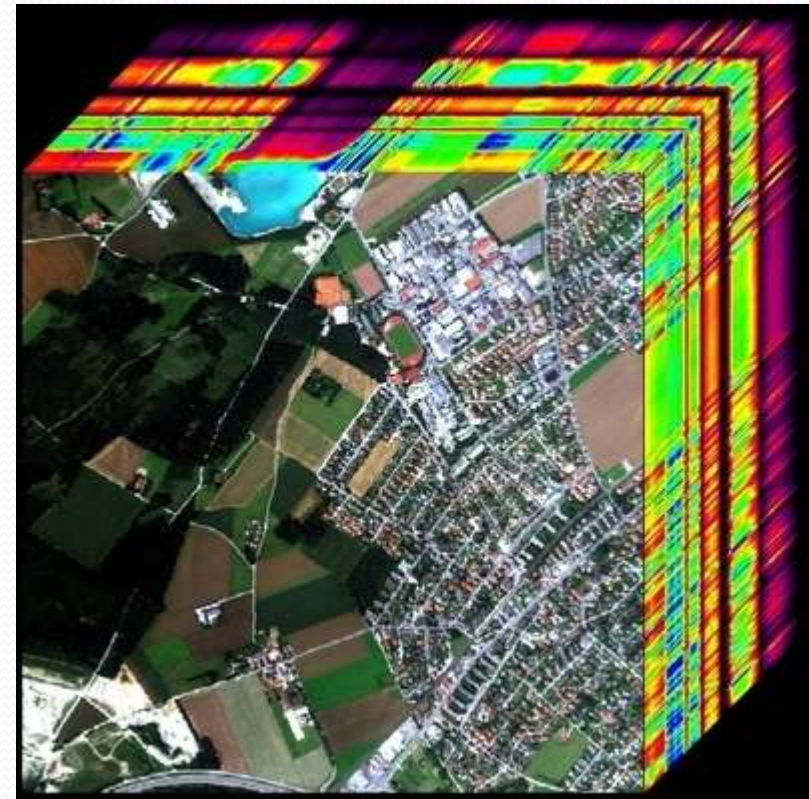
space for europe

European Space Agency

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/How_to_get_Earth_observation_data

Provozuje několik družicových systémů:

- ENVISAT
- ERS
- **PROBA**
- **Sentinel**
- Malé družice (94 kg) s hyperspektrálním skenerem CHRIS
- 17 m rozlišení, snímání v 62 pásmech
- Z pořízených snímků lze odvodit řadu biofyzikálních parametrů



NASA, USGS

- <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>