



Bi9000 GIS v botanice a zoologii



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dálkový průzkum Země - DPZ

- Je metoda i umění, která umožňuje získávat a zpracovávat data naměřená bezkontaktním způsobem většinou o **zemském povrchu**. Pro měření je využíváno **elektromagnetické záření** různých vybraných vlnových délek

Halounová podle Lillesanda a Kiefera

- Dálkový průzkum Země je nejdražší způsob, jak vytvořit obrázek

Andrew Bashfield, INTERGRAPH

- *Land-use*
- *Změny klimatu*
- *Zdroje nerostných surovin*
- *Mořské proudy*
- *Mapování vegetace*
- *.....*

Metody snímání zemského povrchu :

- **konvenční** (výsledkem je fotografie)
- **nekonvenční** (obrazový záznam (složený z pixelů) – snímek)

- **přímé** (odražené záření)
- **nepřímé** (vyzařované – termovize)

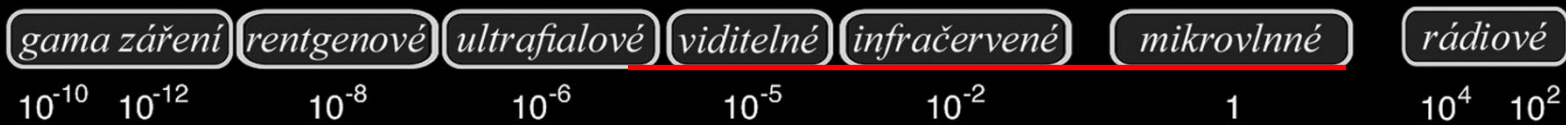
- **pasivní** (spoléhám na přírodní zdroj záření)
- **aktivní** (nepoužívám přírodní zdroj záření, ale vysílám paprsek záření sám (radar))

Fyzikální podstata DPZ

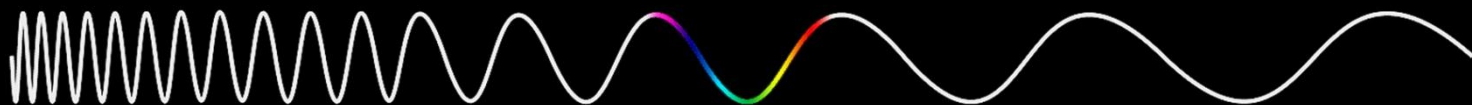
- médium je **elektromagnetické záření**
- složeno z elektrické a magnetické vlny, vzájemně jsou pootočeny o 90° .
- popis pomocí **vlnové délky λ** (a frekvence)
- všechny vlnové délky tvoří dohromady **elektromagnetické spektrum**
- od 10^{-12} cm (kosmické záření) do 10^4 cm (televizní a rádiové vlny)

Elektromagnetické spektrum

SPEKTRUM ZÁŘENÍ



VLNOVÁ DÉLKA V CENTIMETRECH



Velikost přibližně...



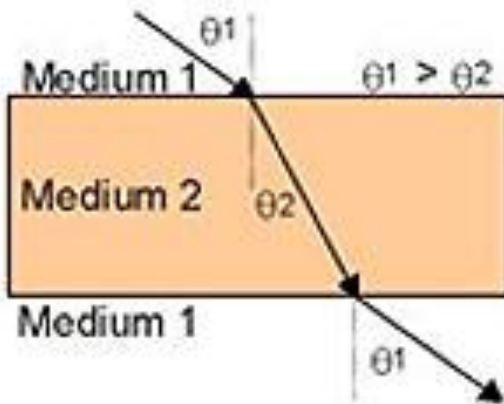


DPZ – základní principy

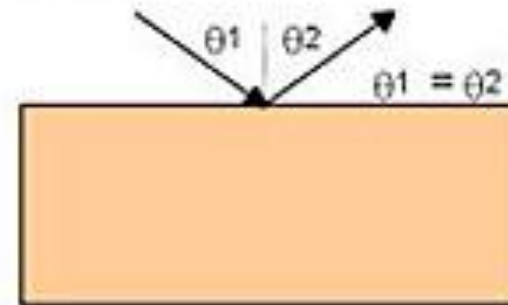
- **Elektromagnetické záření** (spektrum)
 - Interakce s atmosférou
 - **Rozptyl** (Rayleighův rozptyl, aerosolový rozptyl, neselektivní rozptyl)
 - **Absorpce** (ozón, CO₂, vodní pára)
 - **...Atmosférická okna**
 - Interakce s povrchem – **odraz** + pohlcení + propouštění
 - Objekt je charakterizován: **Spektrometrickou křivkou**

Propouštění, odraz, rozptyl, absorpce

Transmission



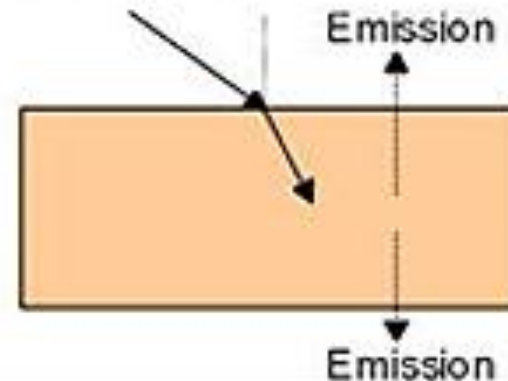
Reflection



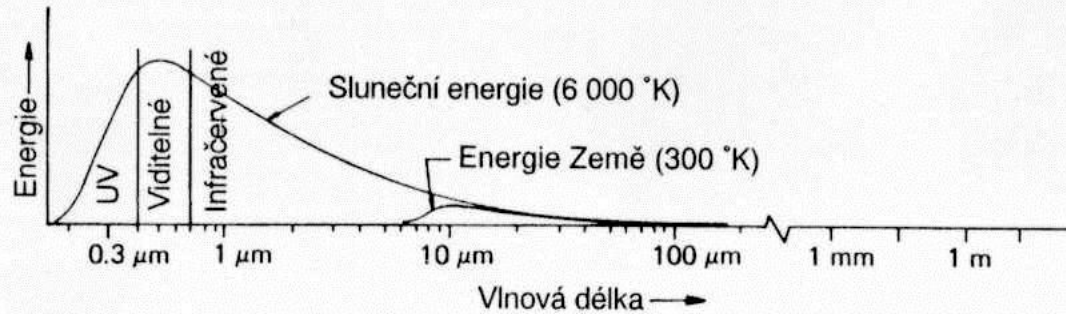
Scattering



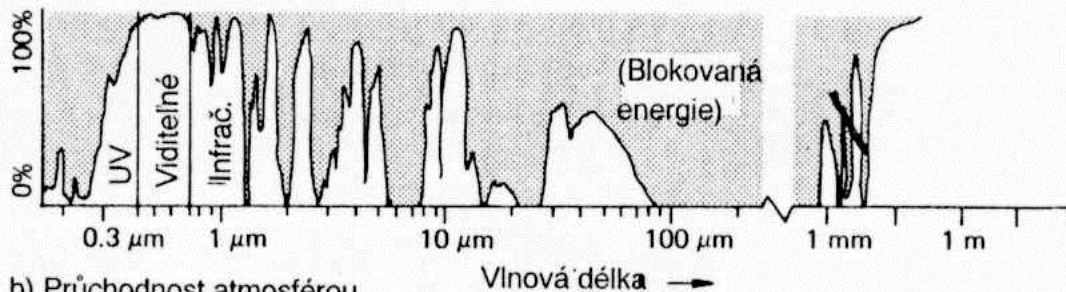
Absorption



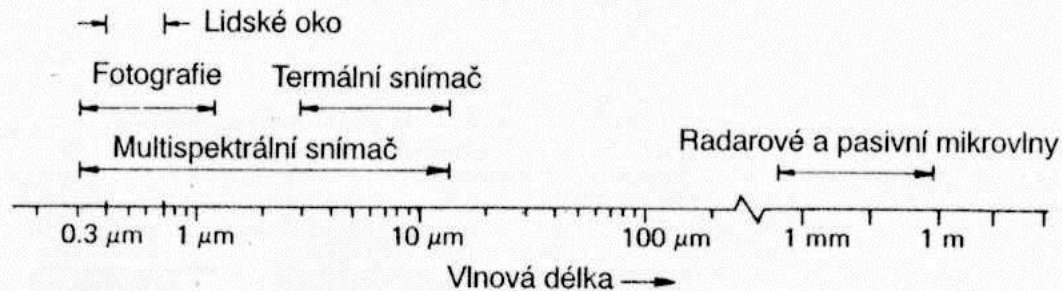
Spektrum a propustnost atmosféry



a) Zdroje energie

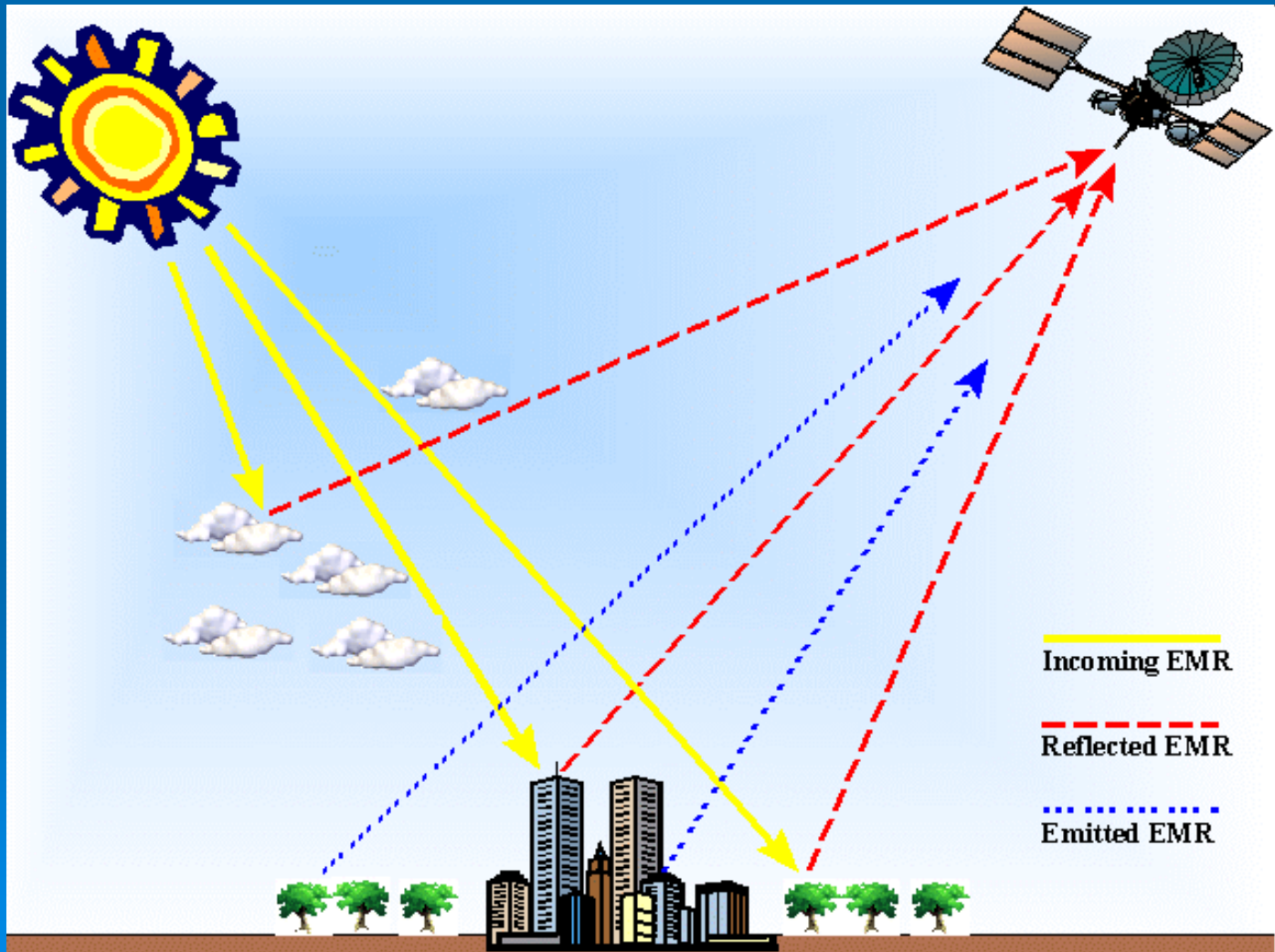


b) Průchodnost atmosférou



c) Běžné systémy DPZ

DPZ

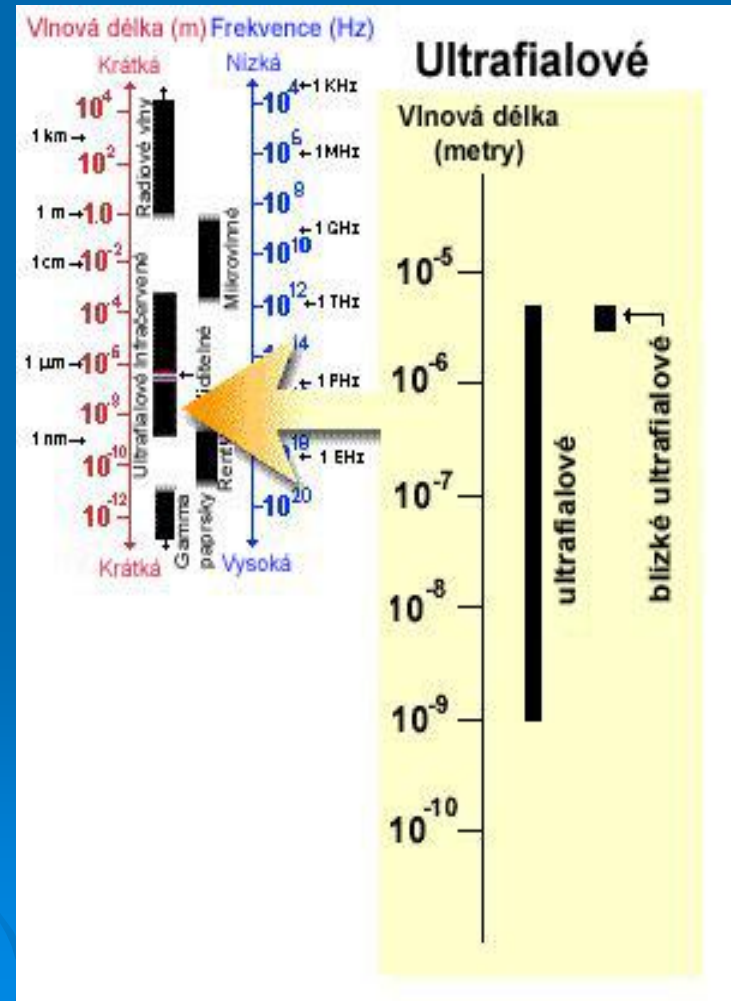


Rozlišení digitálního snímku

- **Radiometrické** rozlišení (barevná hloubka)
- **Spektrální** rozlišení (počet a šířka intervalů vlnových délek)
- **Prostorové** rozlišení
 - METEOSAT 7 2,5-5 km
 - NOAA 17 1,1 km
 - QuickBird 2 0,65 m
 - LANDSAT 7 15 m
 - SPOT 5 2,5 m
- **Časové** rozlišení (frekvence snímání stejného území)
 - METEOSAT 7 30 minut
 - NOAA 17 12 hodin
 - QuickBird 2 2-4 dny
 - LANDSAT 7 18 dnů
 - SPOT 5 26 dnů

Vlnové délky využívané v DPZ

- **Ultrafialové záření** 0,030 - 0,380 μm
 - Výrazně pohlcováno atmosférou
 - Využívá se především v geologických aplikacích pro detekci složení zemského povrchu, hornin a minerálů



Vlnové délky využívané v DPZ

- **Viditelné záření** 0,380–0,720 μm
 - Lze zaznamenat pouze v denních hodinách, neprochází oblačností a mlhou
 - značně rozptylováno a pohlcováno

Červená: 0,620–0,720 μm

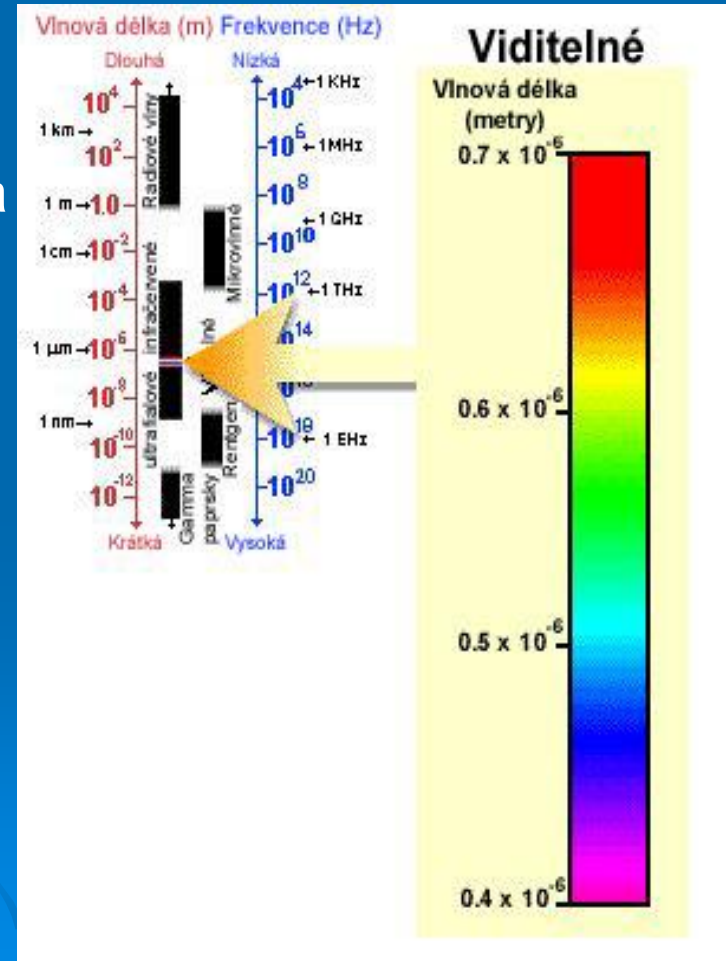
Oranžová: 0,592–0,620 μm

Žlutá: 0,578–0,592 μm

Zelená: 0,500–0,578 μm

Modrá: 0,446–0,500 μm

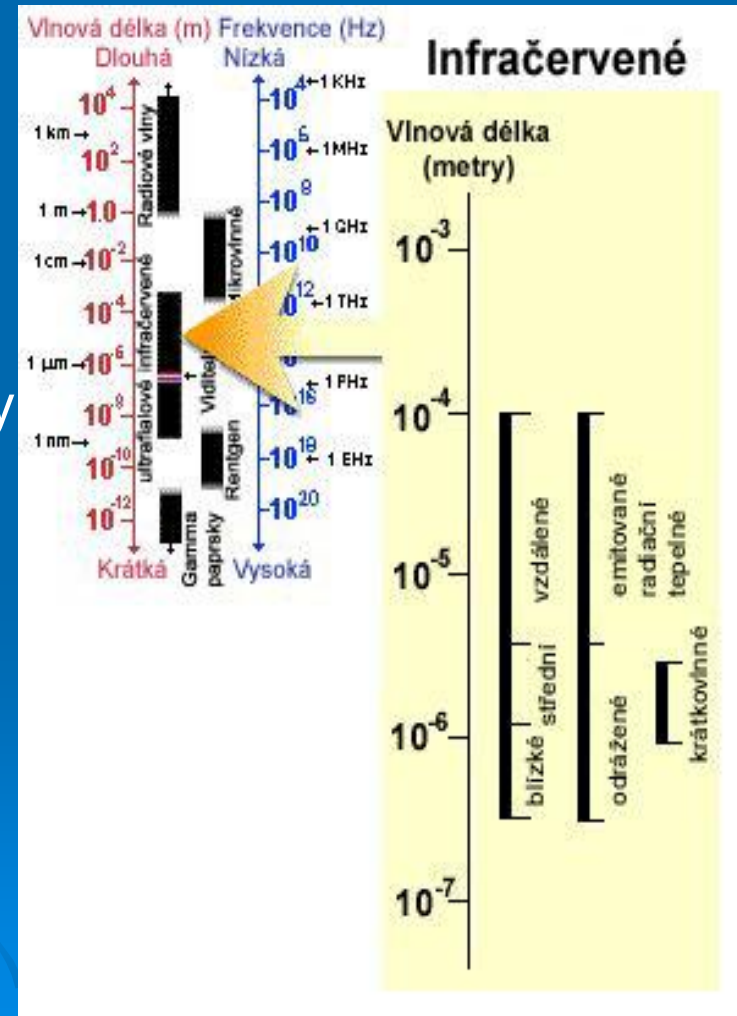
Fialová: 0,380–0,446 μm



Vlnové délky využívané v DPZ

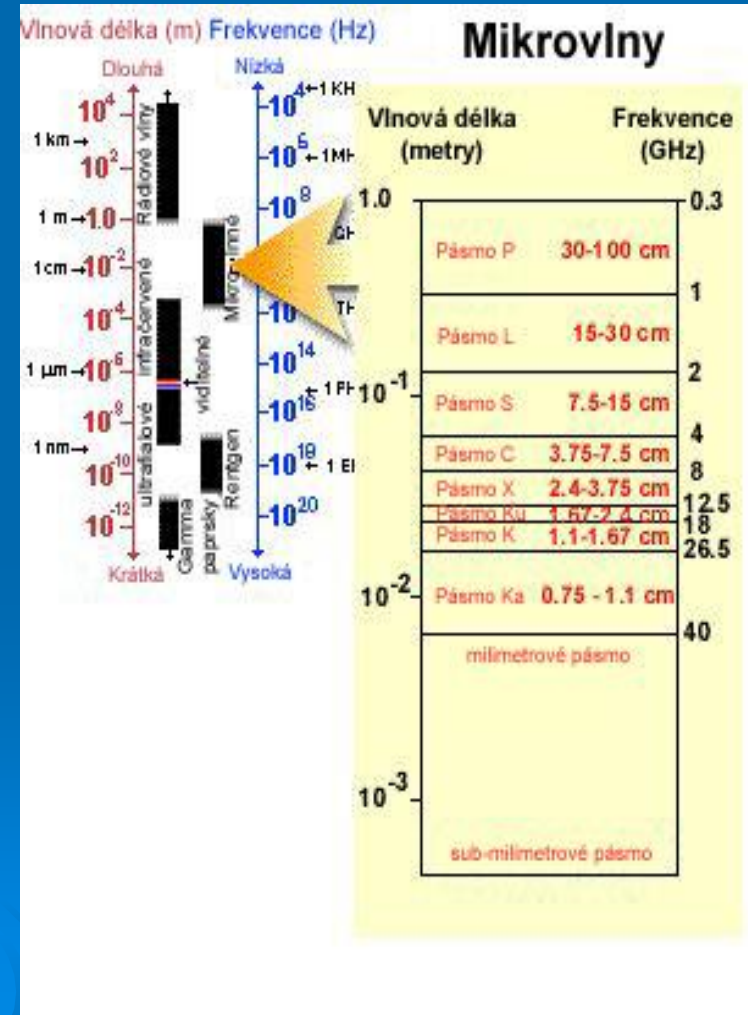
- **Infračervené záření**

- **tepelné** 8 μm – 14 μm
(povrchová teplota oceánů, znečištění řek a jezer, lesní požáry)
- **daleké** 4 μm – 25 μm
- **střední** 1.3 μm – 4 μm
(geologie, sníh a led, oblačnost, zdravotní stav vegetace, identifikace minerálů)
- **blízké** 0.72 μm – 1.3 μm
(studium vegetace)



Vlnové délky využívané v DPZ

- **Mikrovlnné záření** 0.1-100 cm
 - Nejméně závislé na počasí
 - Aktivní systémy – radar
 - Meteorologie – srážkové oblasti a intenzita srážek

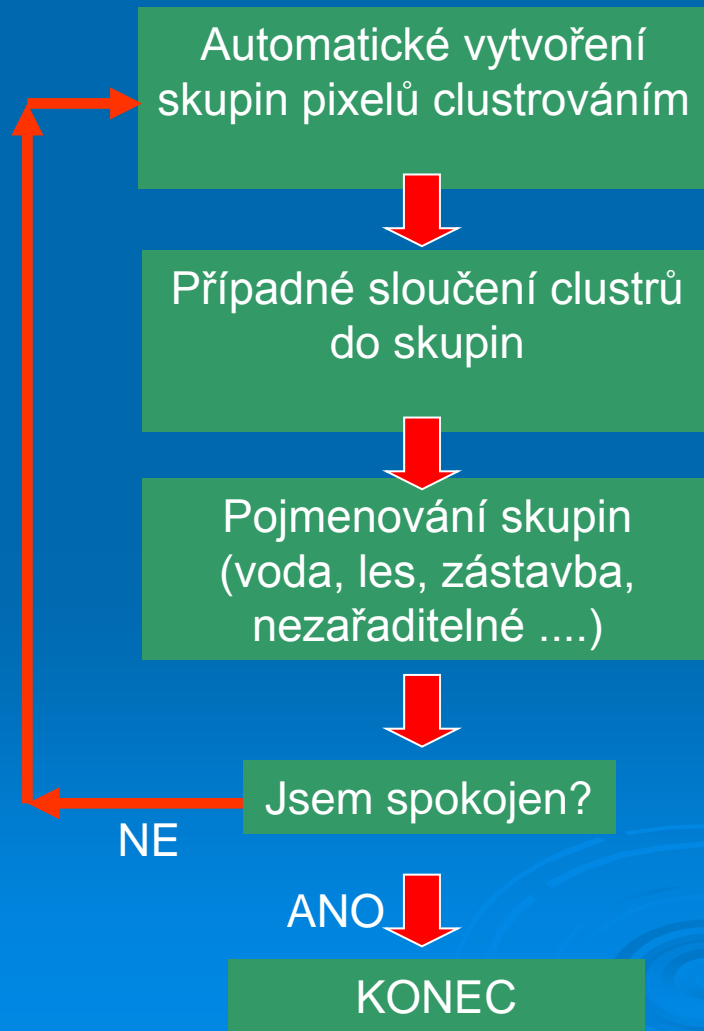


Digitální zpracování obrazu

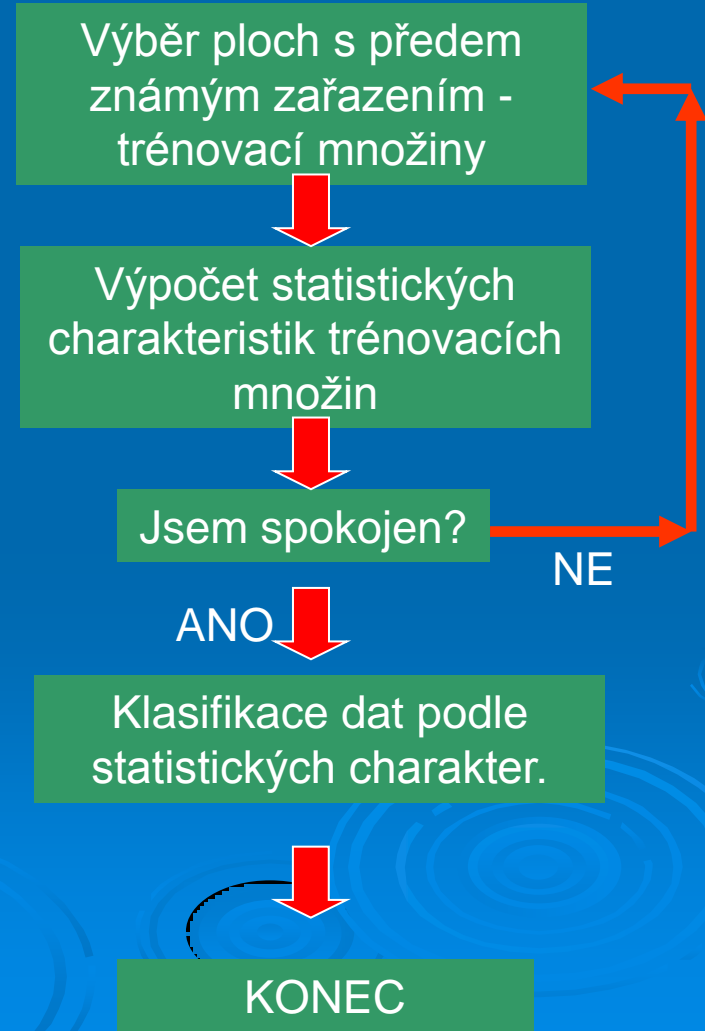
- **Předzpracování** obrazu
 - odstranění náhodných a systematických chyb
 - Geometrické korekce (zakřivení země, nadmořská výška, změny výšky a rychlosti nosiče)
- **Zvýraznění** obrazu
 - transformace obrazu do lépe interpretovatelné formy
 - Radiometrické korekce (jas, kontrast, úpravy histogramu)
 - Filtrace
- **Klasifikace a analýza** obrazu
 - extrahování informace a její analýza
 - Neřízená klasifikace
 - Řízená klasifikace
 - Objektová klasifikace

Klasifikace

Neřízená - Unsupervised

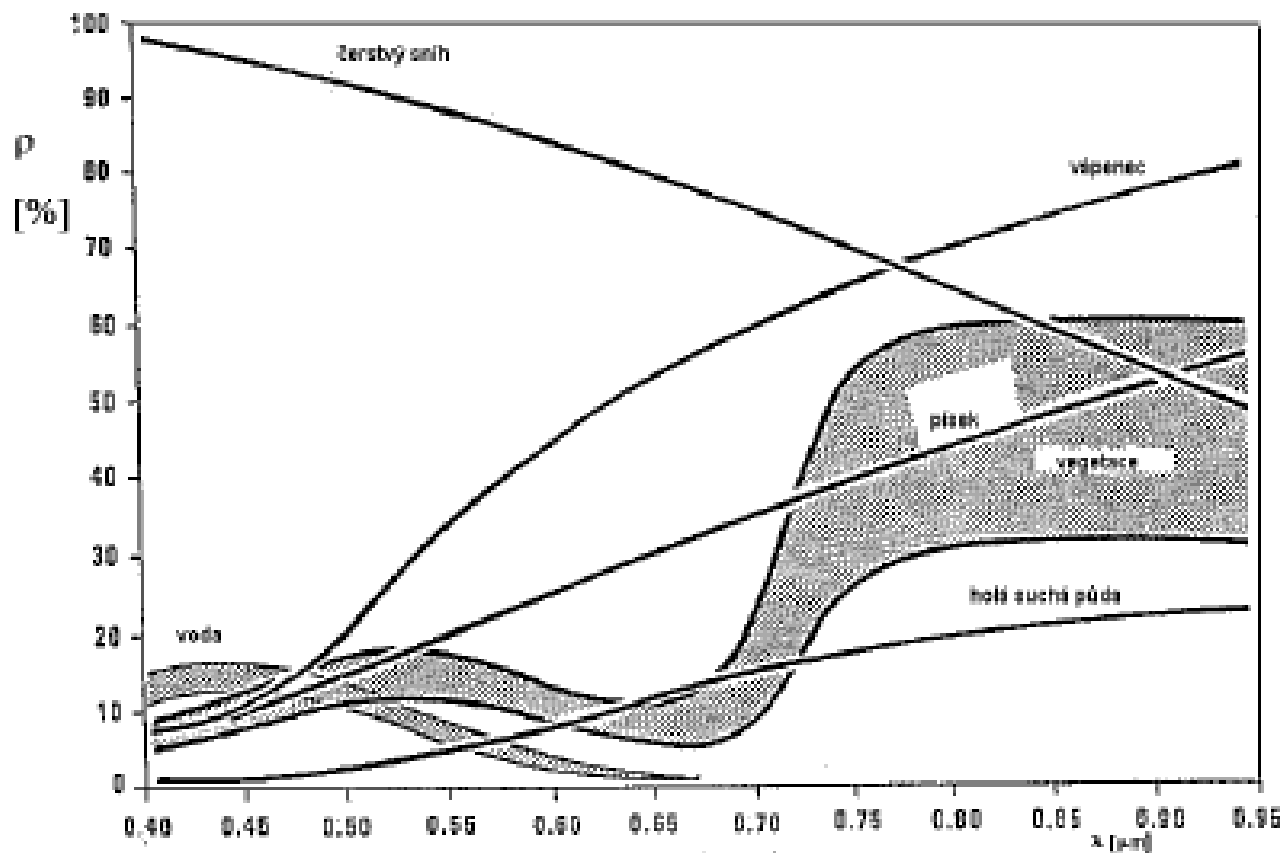


Řízená - Supervised

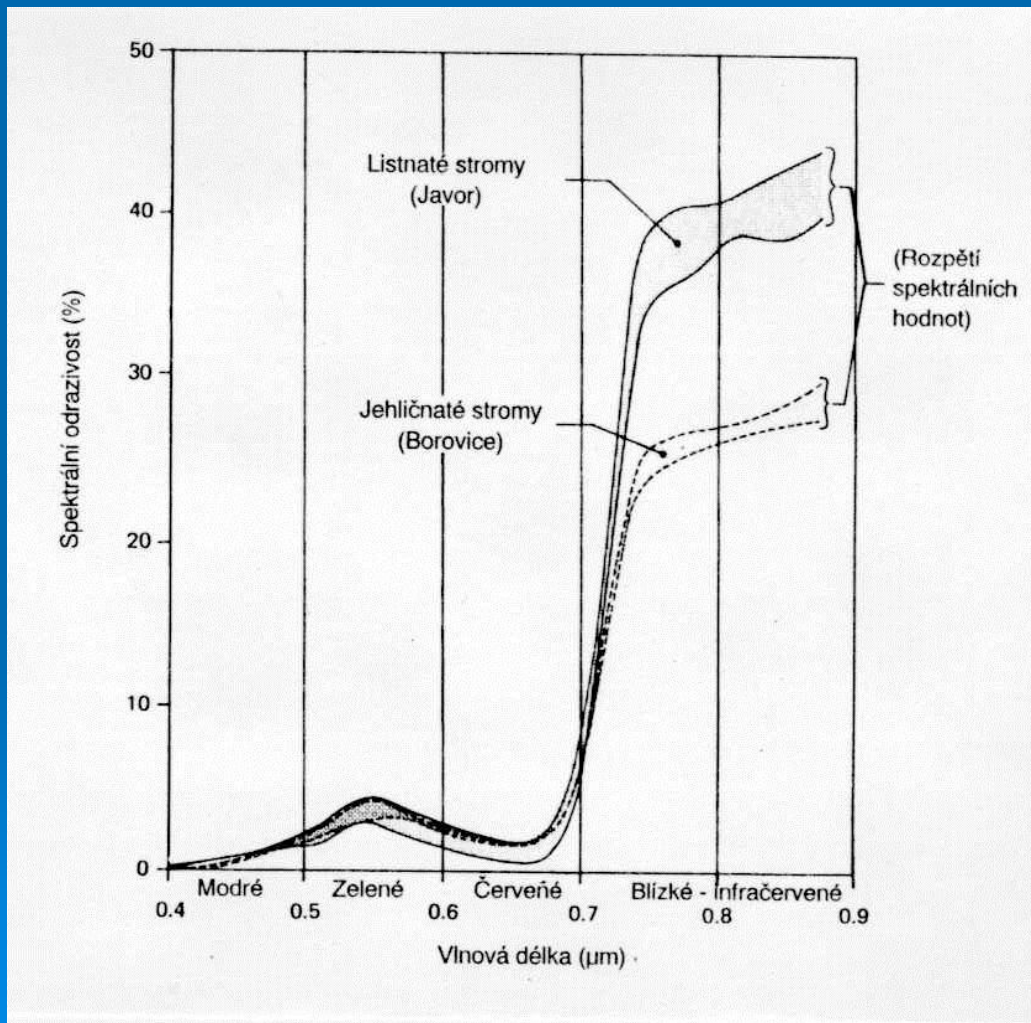


Spektrometrické křivky

Spektrální chování vybraných druhů povrchů



Spektrometrické křivky



Studium vodních objektů metodami DPZ

- specifické spektrální chování vody
- snadná identifikace
- v intervalu viditelného elektromagnetického záření voda odráží pouze jeho malou část
- v oblasti **infračervených** vlnových délek se voda chová téměř jako absolutně černé těleso a **pohlcuje téměř všechno dopadající záření** a na snímcích se vyznačuje nejtmavšími tóny



TM1

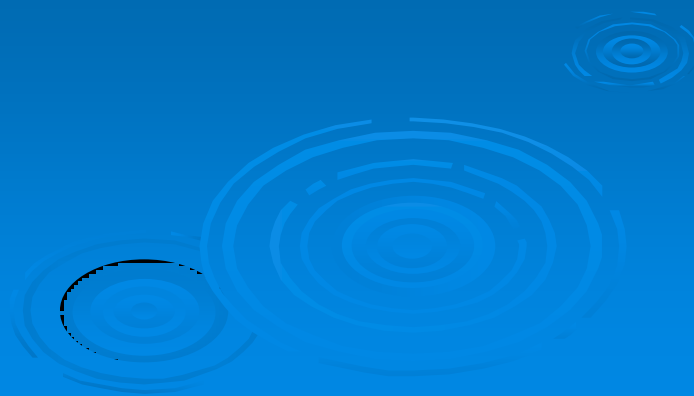
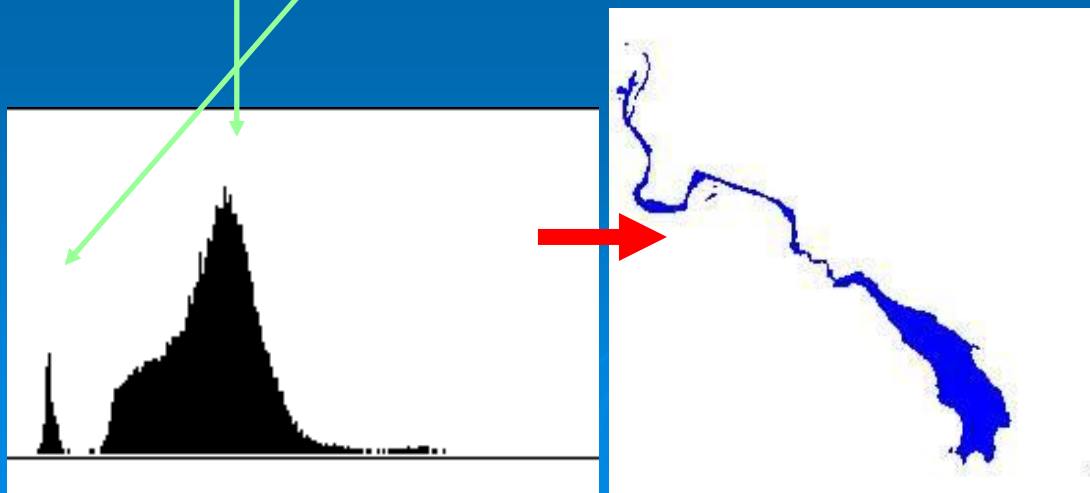
LANDSAT 5

TM4



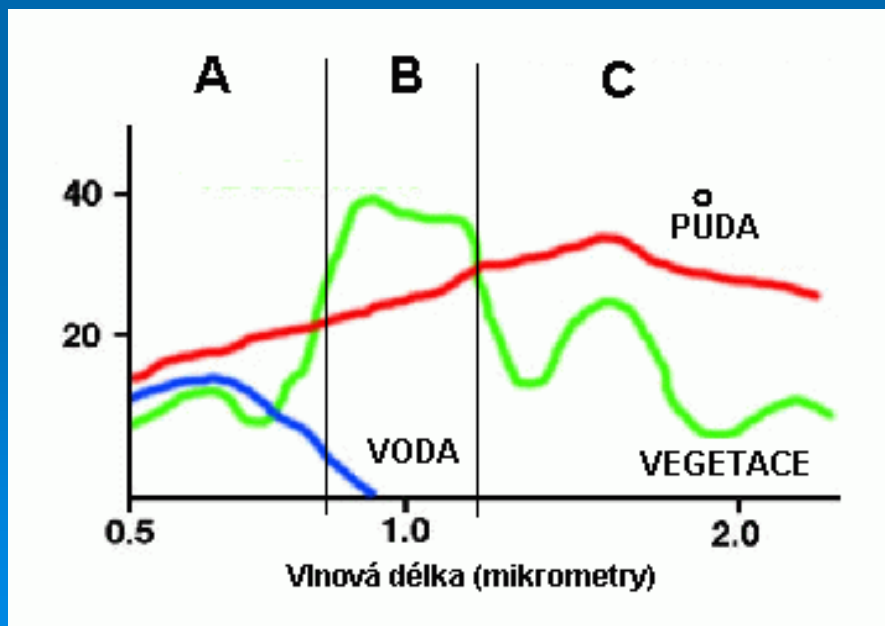
Studium vodních objektů metodami DPZ

- Výrazně odlišný tón vodních objektů se na snímcích v infračervené části spektra projevuje v **charakteristickém tvaru histogramu** obrazového záznamu.
- Vyskytuje-li se na snímku jedna či více vodních ploch, potom se histogram vyznačuje dvěma vrcholy, jak je patrné z uvedeného příkladu. Vrchol vlevo tvoří **pixely vodní plochy**, hlavní vrchol histogramu vpravo tvoří **pixely všech ostatních povrchů** na snímku.
- Metodou tzv. prahování lze vodní plochy ze snímku extrahovat.



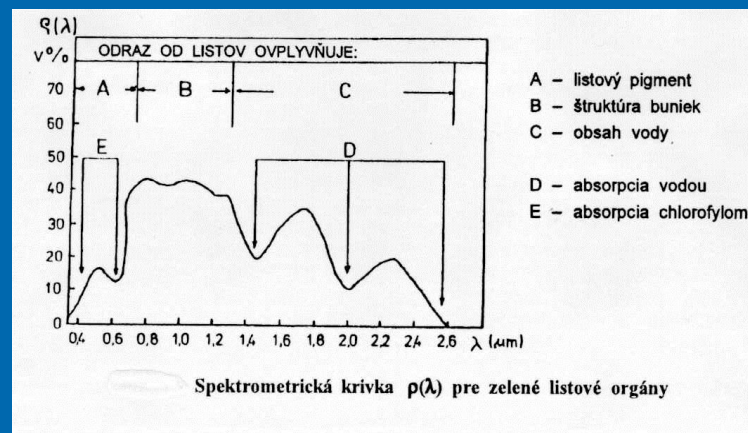
Spektrální projev vegetace

- Chlorofyl pohlcuje 70% až 90% dopadajícího záření v modré a červené části spektra.
- Mezi těmito absorpčními pásy se nachází **lokální maximum odrazivosti v zelené části spektra**
- To je příčinou zelené barvy rostlin ve vegetačním období.



Spektrální chování vegetace

- Různá odrazivosti vegetace v různých intervalech elektromagnetického spektra - **výrazný nárůst odrazivosti v blízké infračervené části spektra** (ve viditelné části spektra odráží plocha s vegetací 20% záření, v blízké IR je to kolem 60%)



- V infračervené části spektra (0,7 – 1,3 μm) je narůstající odrazivost formována především uspořádáním buněk těch částí rostlin, které jsou nejvíce vystaveny dopadajícímu slunečnímu záření – tedy odrazivostí listů. Lze například poměrně snadno **odlišit porosty listnatého a jehličnatého lesa**
- V intervalu spektra 1,3 – 3 μm je odrazivost vegetace formována především **přítomností vody** v orgánech rostlin. Vyšší obsah vody snižuje odrazivost rostlin.

Studium zdravotního stavu lesů

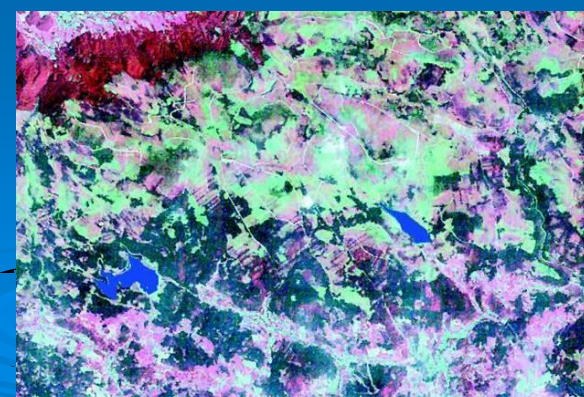
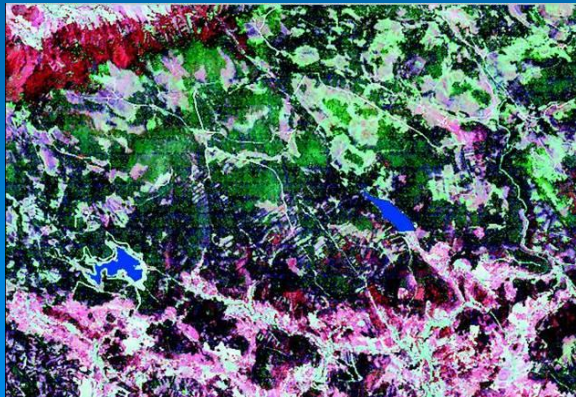
- Pokud je rostlinný kryt vystaven určitému druhu **stresu** - například když dochází k usychání nadzemních částí rostlin na konci vegetačního období nebo k usychání listů či jehličí v důsledku jejich poškození znečišťujícími látkami v ovzduší - projeví se tato skutečnost **nejprve** ve snížené odrazivosti v blízké infračervené části spektra (a teprve později ve viditelné části spektra)
- Je možné studovat rozsah a stupeň poškození vegetačního krytu **dříve, než jsou tyto procesy usychání rostlin pozorovatelné v přírodě**

Jizerské hory

1984

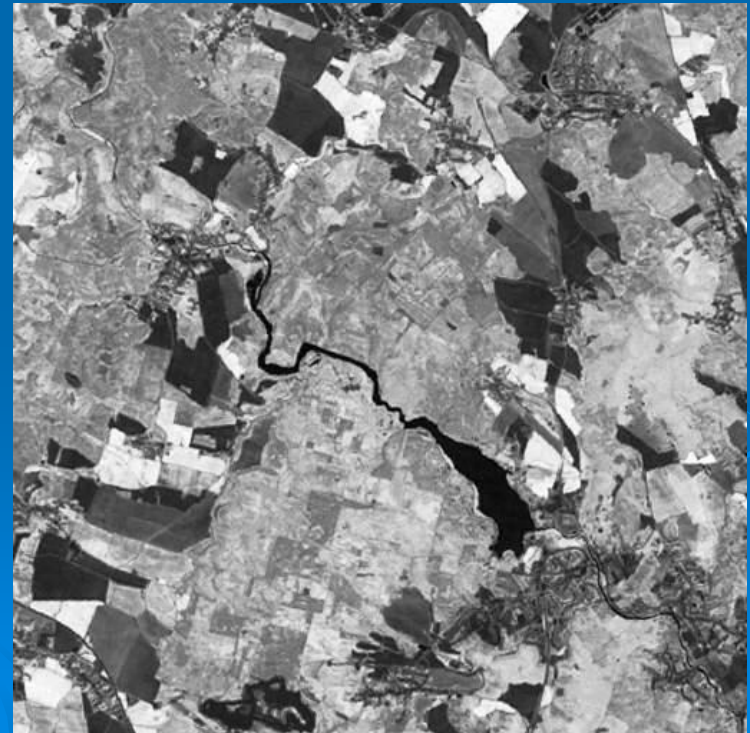
1986

1991



Mapování vegetace s využitím DPZ

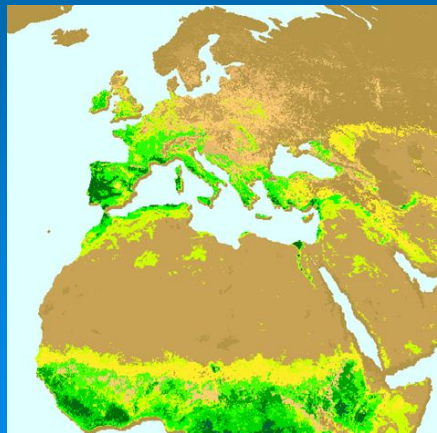
- **Normalizovaný vegetační index (NDVI)**
- **Světlejší** plochy na snímku se vyznačují **vyšší hodnotou indexu** a představují části snímku s nejbohatší vegetací
- **Nejvyšší hodnoty NDVI** vykazují **pole**, na nichž převládá odrazivost vzrostlé vegetace - především vzrostlé ozimé obiloviny
- **Vyšší hodnoty NDVI** vykazují také **lesní porosty**. V rámci nich lze odlišit světlejší tóny ploch listnatého lesa od tmavších ploch jehličnanů s nižšími hodnotami vegetačního indexu (jihozápadně od Brněnské přehrady)



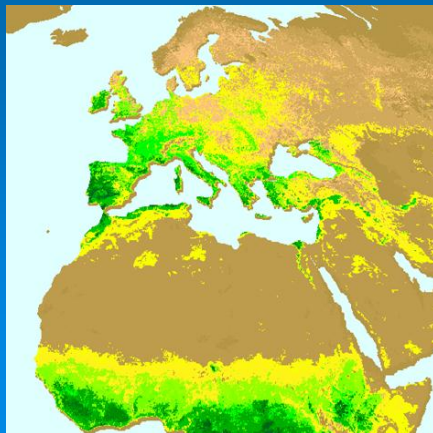
Normalizovaný vegetační index (NDVI)

- Mapy **NDVI** mohou být vhodným nástrojem ke studiu zdravotního stavu vegetace, časových změn a průběhu fenofází, odhadům výnosů zemědělských plodin, odhadům vodního stresu rostlin
- **NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)**
- Hodnoty teoreticky v intervalu [-1; +1], prakticky [-0,1; +0,6]
- Následující čtyři snímky jsou příkladem změn v hodnotách NDVI v průběhu vegetačního období v Evropě, v severní Africe a v oblasti Sahelu.

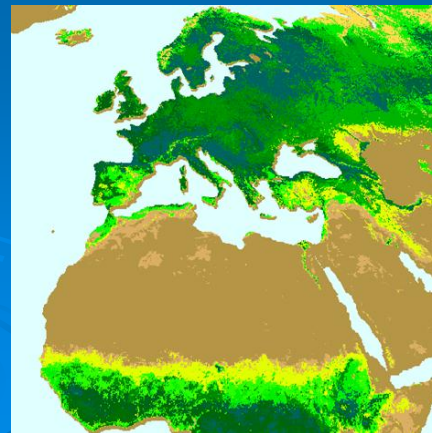
31.12



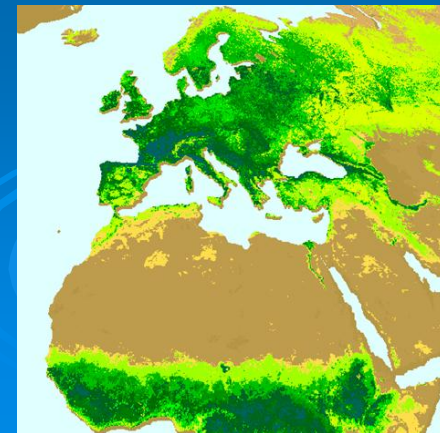
31.3



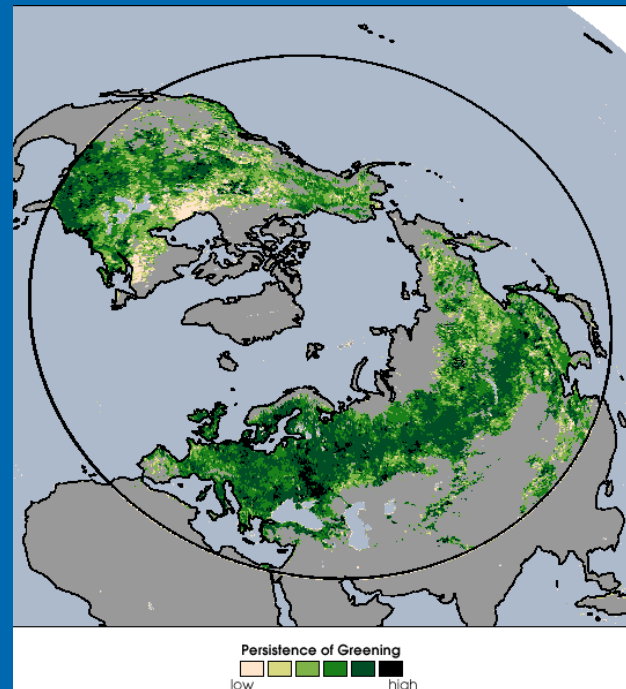
30.6



30.9



NDVI - Nárůst množství zelené hmoty ve srovnání s počátkem 80. let. Oblast S od 30. rovnoběžky



Další indexy:

EVI – Enhanced Vegetation Index

SAVI – Soil Adjusted Vegetation Index

ARVI – Atmospherically Resistant Vegetation Index

SR – Simple Ratio

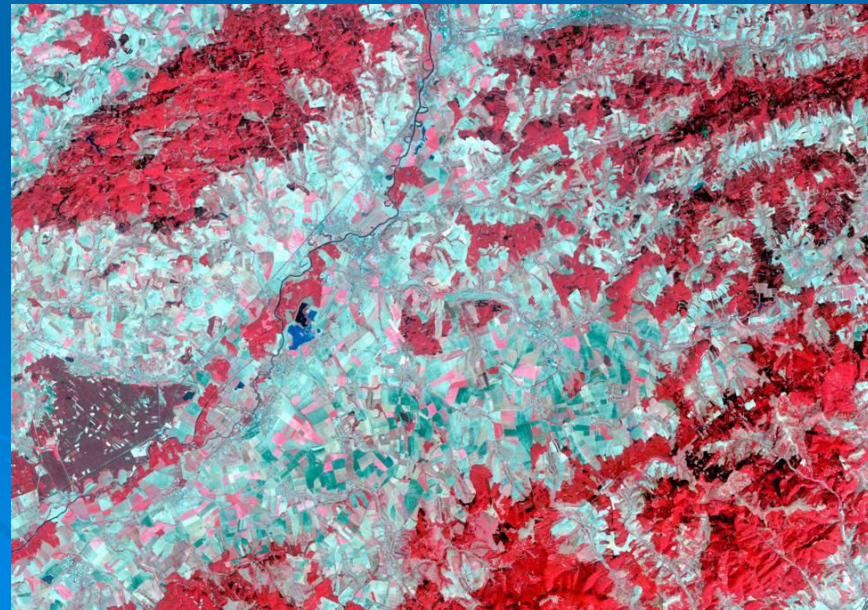
II – Infrared Index

MSI – Moisture Stress Index

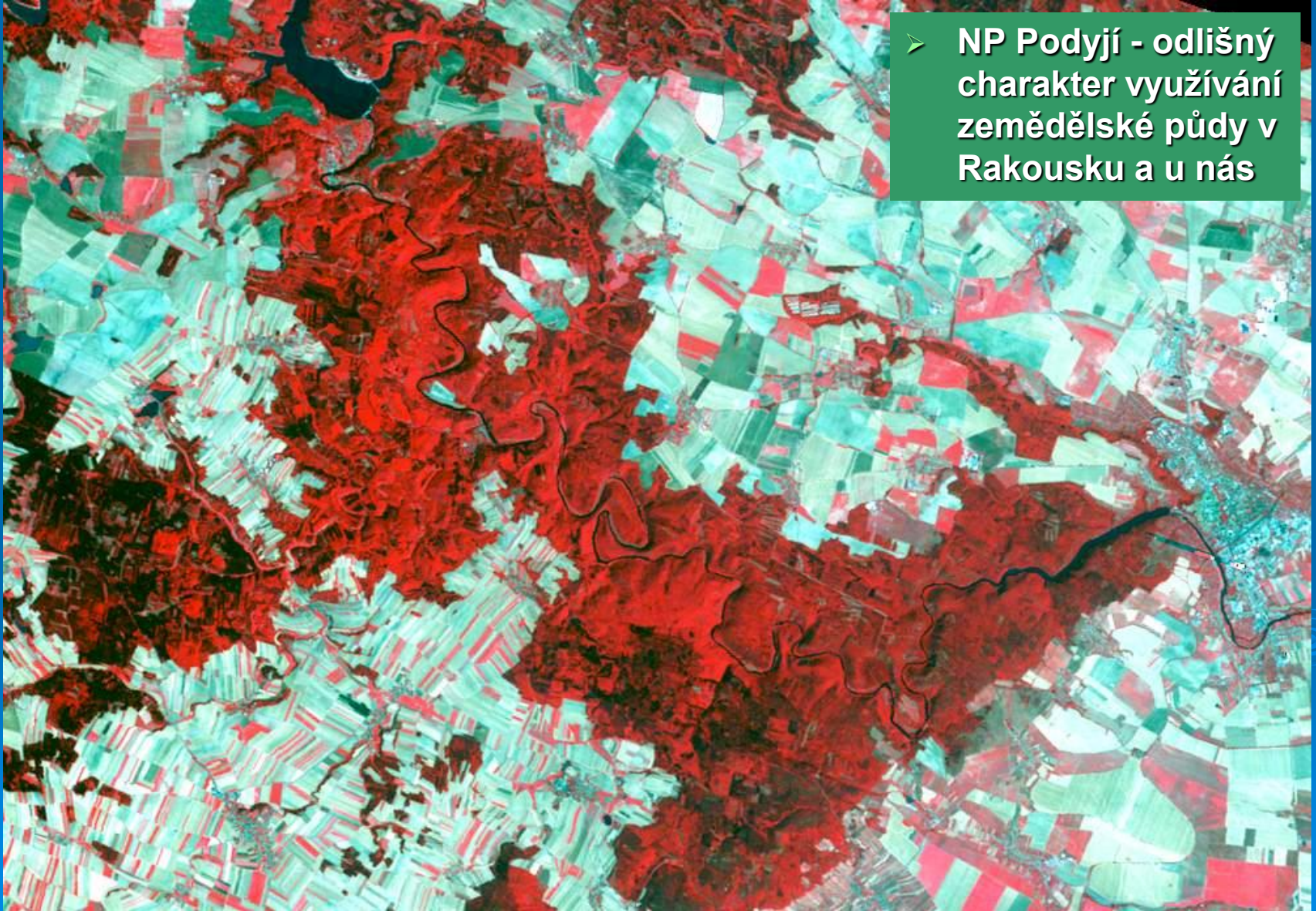
....

Tematické mapování krajinného pokryvu

- Snímek vlevo byl vytvořen z pásem TM321 (RGB), která zaznamenávají viditelnou část spektra
- Snímek vpravo byl sestaven jako barevná syntéza pásem TM432
- Rozdíl mezi listnatými (Bílé Karpaty, Chřiby) a jehličnatými (Bzenec - borovice na vátych píscích) lesy je na snímku ve viditelné části spektra málo patrný
- V syntéze s blízkým IČ pásmem je rozdíl jasný

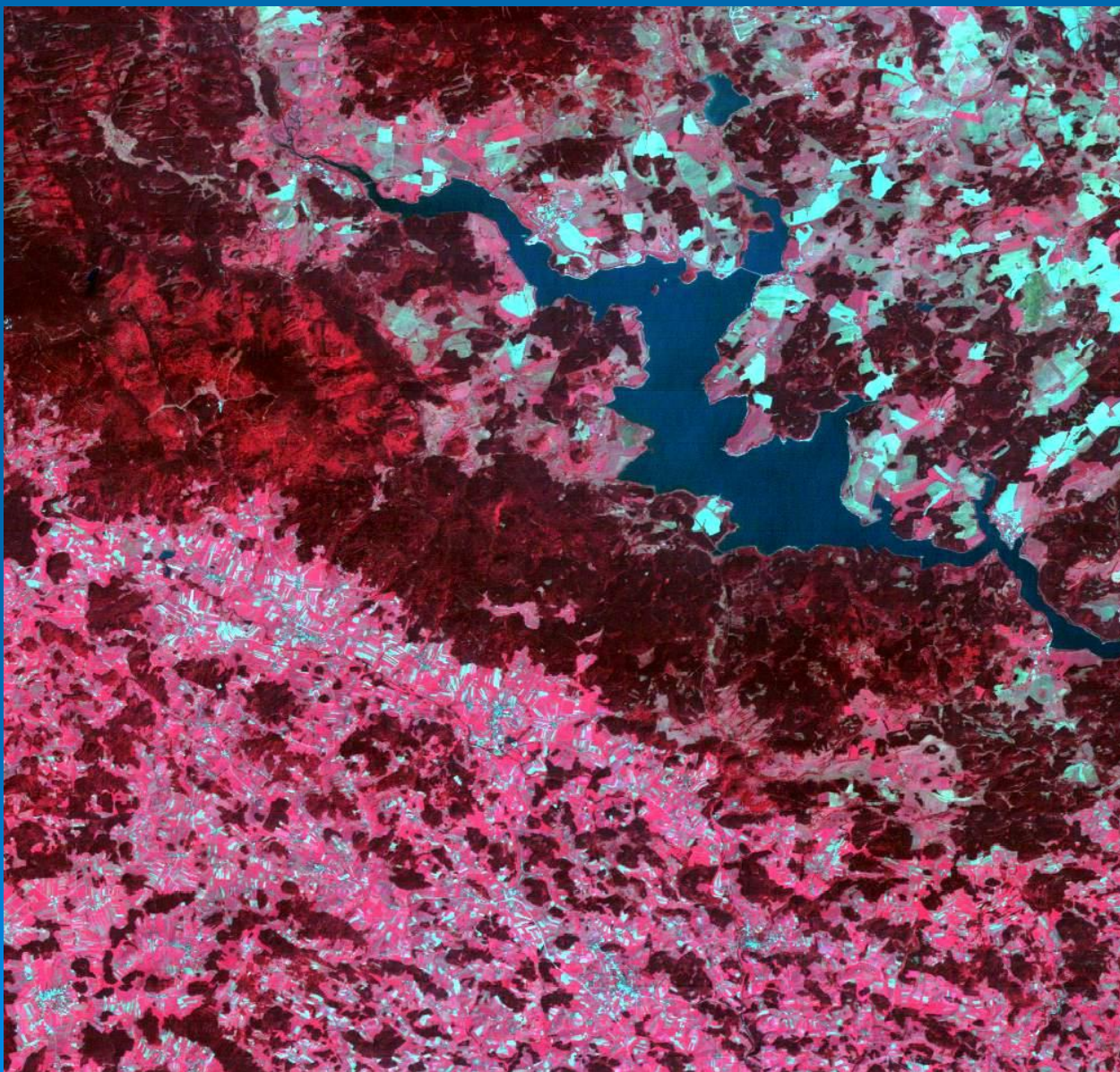


Tematické mapování krajinného pokryvu



- NP Podyjí - odlišný charakter využívání zemědělské půdy v Rakousku a u nás

Tematické mapování krajinného pokryvu



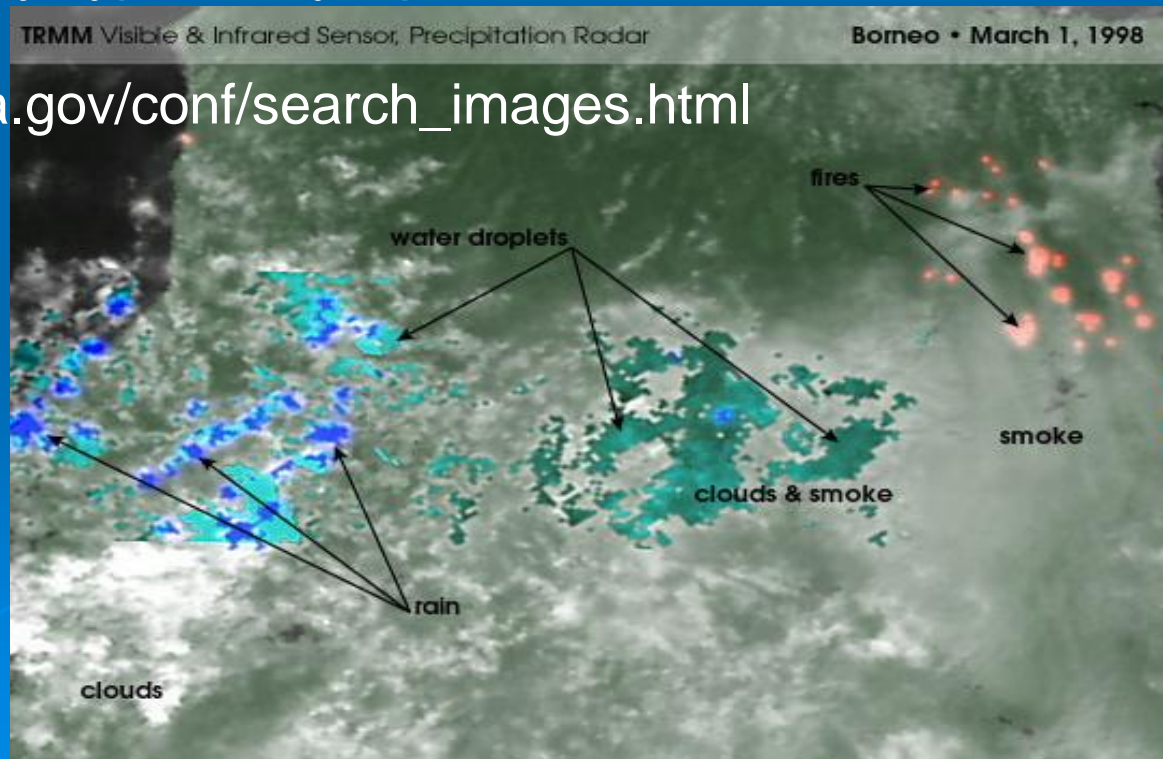
- NP Šumava - odlišný charakter využívání zemědělské půdy v Německu a u nás

Příklad z webu Landsat

Kouř lesních požárů může bránit vzniku dešťových kapek v mracích.

Drobné částice sazí obsažené v kouři tvoří kondenzační jádra malých vodních kapiček, neschopných vytvořit větší srážkové kapky, které by vypadávaly v podobě deště.

http://landsat.gsfc.nasa.gov/conf/search_images.html



Aplikace DPZ v oblastech s vegetací

- Zemědělství
- Lesnictví
- Krajinná ekologie

- Aplikace:
 - Prostorová struktura krajiny (landcover)
 - Kvantitativní charakteristiky vegetace - rozlohy lesa, zemědělských kultur
 - Kvalitativní stav vegetace - zdravotní stav lesa
 - Časové změny vegetace – mapování odlesnění
 - Mapování zemědělských plodin, odhady výnosů

Aplikace DPZ v hydrologii

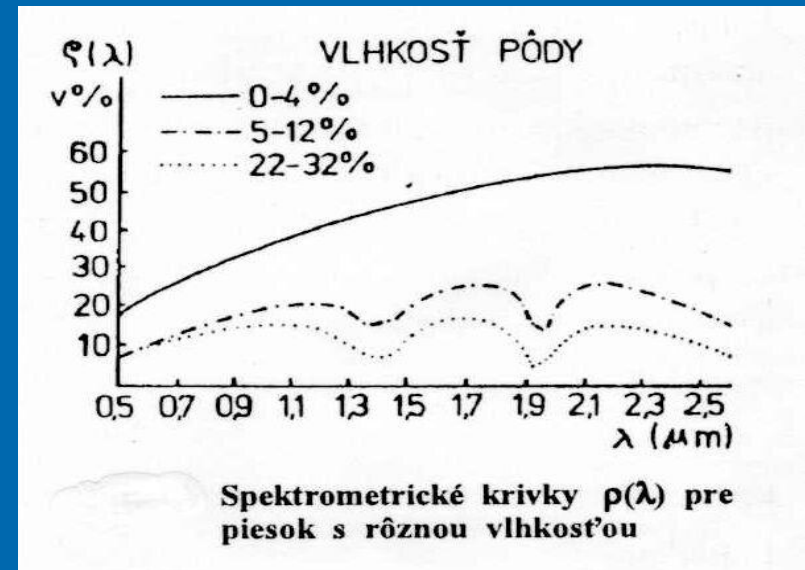
- Oceánografie
- Kontinentální hydrologie
- Aplikace:
 - rozloha vodních objektů
 - znečištění vodních objektů
 - teplotní charakteristiky vodních objektů
 - výskyt planktonu
 - vlhkostní charakteristiky krajiny
 - rozloha sněhové pokrývky
 - analýza vodní hodnoty sněhu
 - dynamika ledovců
 - povodně

Aplikace DPZ v urbanizovaných oblastech

- Územní plánování
- Krajinná ekologie
- Aplikace:
 - změna struktury území
 - územní rozvoj
 - teplotních charakteristiky urbanizované krajiny
 - analýza industrializovaných oblastí
 - změny krajiny v oblastech těžby

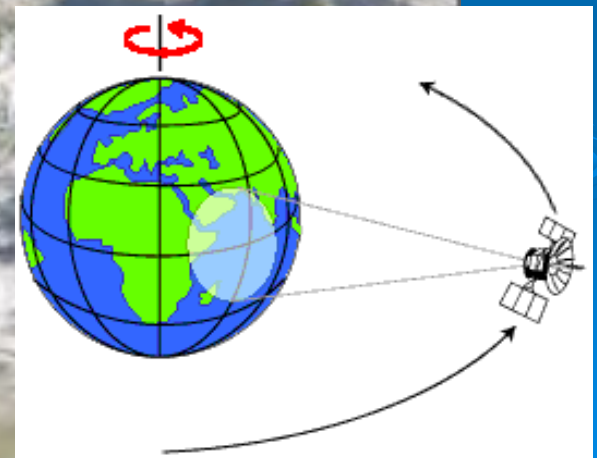
Aplikace DPZ v geomorfologii

- Geomorfologie
- Pedologie
- Geologie
- Aplikace:
 - analýza minerálů
 - pedologie – půdní druhy, půdní vláha
 - geomorfologie – základní strukturní tvary a formy reliéfu (zlomy aj.)
 - změny reliéfu (zemětřesení, vulkanologie)
 - generování 3D DMT ze stereo družic (SPOT)
 - Průzkum nalezišť nerostných surovin



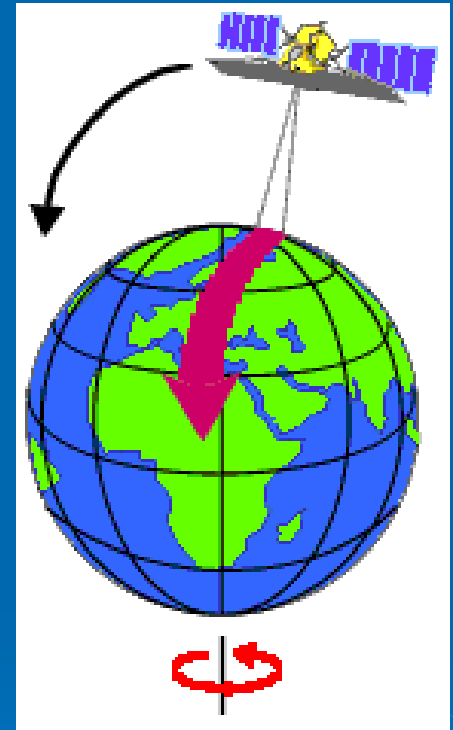
Geostacionární družice

- Rovníková oběžná dráha
- Družice obíhá kolem Země v rovině rovníku od západu k východu
- Výška 36 000 km (doba oběhu rotace = doba rotace Země kolem vlastní osy)
- Malé prostorové rozlišení, krátké časové intervaly
- Meteorologie



Družice s polární dráhou

- Subpolární oběžná dráha
- Pohyb přibližně v poledníkovém směru
- S rovinou rovníku úhel $80\text{--}100^\circ$
- Ve výškách $700\text{--}1000\text{ km}$
- Doba oběhu – 2 h
- Synchronní se Sluncem
- Nad daným místem vždy ve stejnou dobu místního času



<http://www.eduspace.esa.int/subdocument/default.asp?document=320>

Zdroje dat DPZ

- IRS – Indická družice, data vhodná pro generování digitálního modelu terénu
<http://www.nrsc.gov.in>
- SPOT – Systém francouzských družic, vhodné k mapování vegetace a vodních ploch. http://spot4.cnes.fr/spot4_gb/index.htm
- SPOT- VEGETATION – Určeno pro mapování vegetace a tvorbu vegetačních indexů. <http://www.spot-vegetation.com/>
- LANDSAT – Systém družic NASA, nejpoužívanější k tématickému mapování.
<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
- TERRA - Systém družic NASA, určeno pro monitorování klimatu.
<http://terra.nasa.gov/>
- NOAA – Systém amerických meteorologických družic s polární drahou.
<http://www.noaa.gov/satellites.html>
- METEOSAT – Západoevropská meteorologická družice, provozuje ji EUMETSAT
<http://www.eumetsat.de/>
-