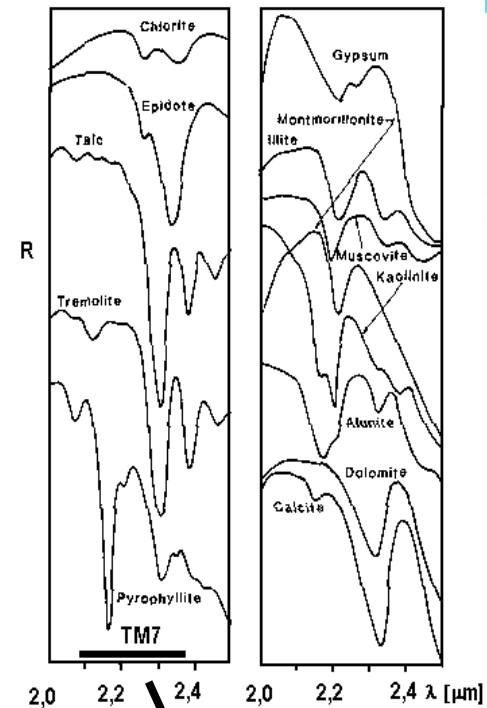


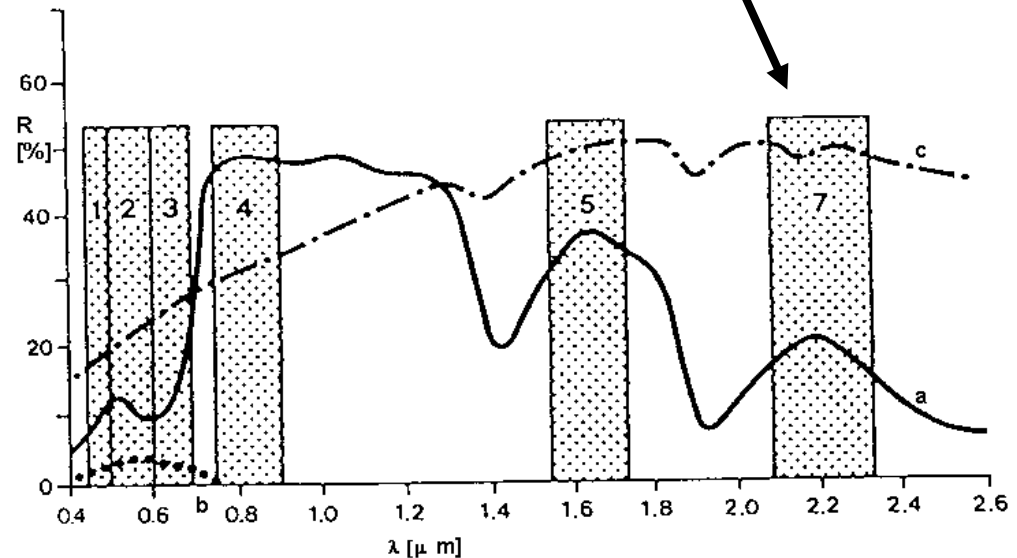
Obrazová spektrometrie, vytváření hyperspektrálních snímků a příklady jejich využití

Obrazová spektrometrie

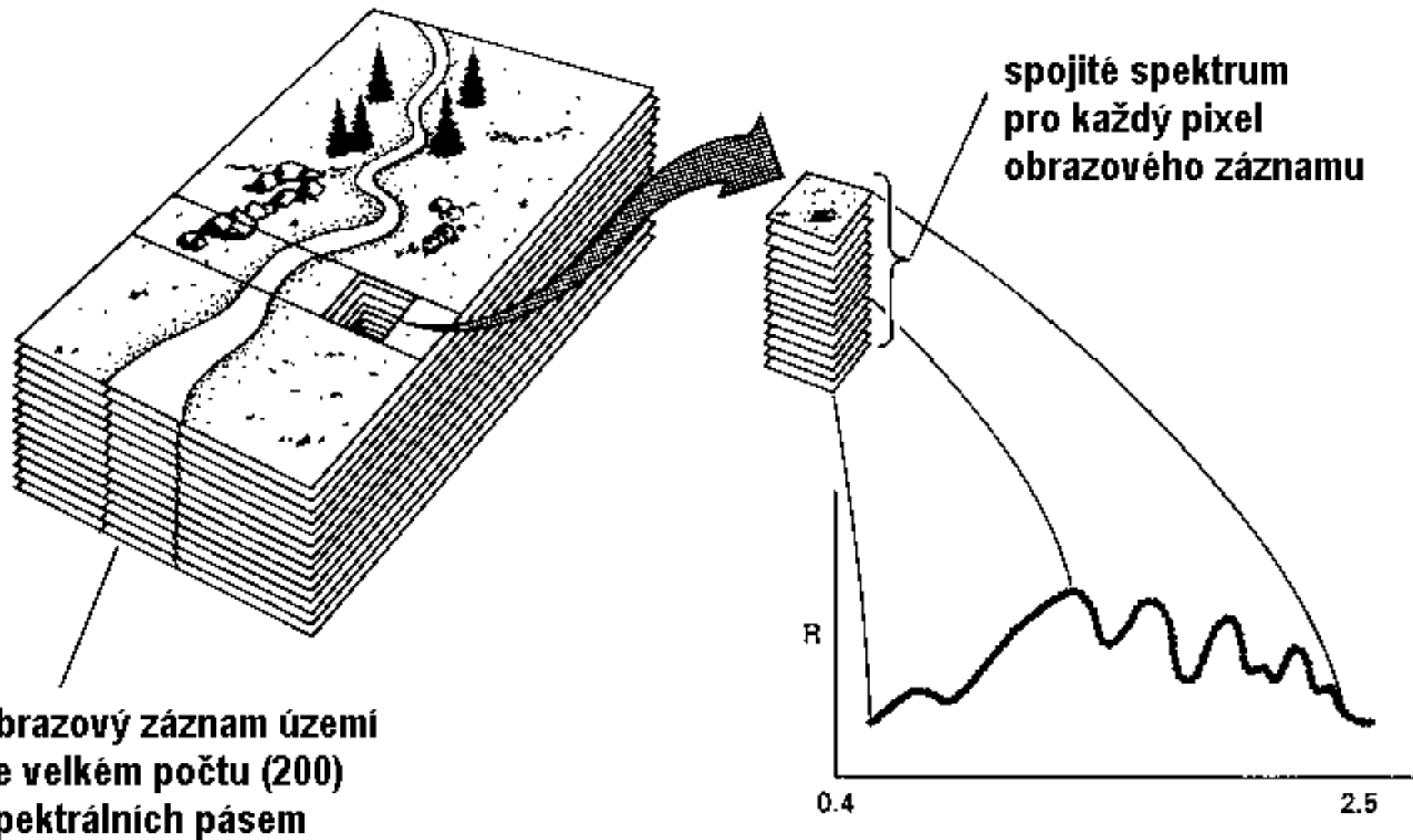
Řada specifických rysů spektrálního chování objektů je na běžně používaných multispektrálních snímcích „shlazená“ hrubým spektrálním rozlišením obrazových záznamů (snímky jsou pořizovány v širokém intervalu vlnových délek)



Obrazová spektrometrie rozšiřuje tzv. **multispektrální** přístup na přístup **hyperspektrální**



Princip hyperspektrálního snímání

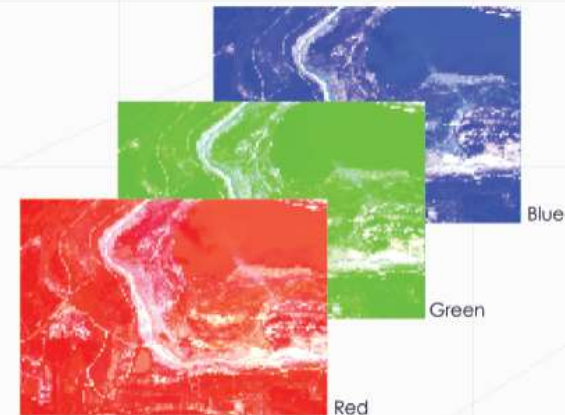


Spektrální dimenze



◀ Snímek v podobě, kterou vidí běžný uživatel

Ortofoto - RGB

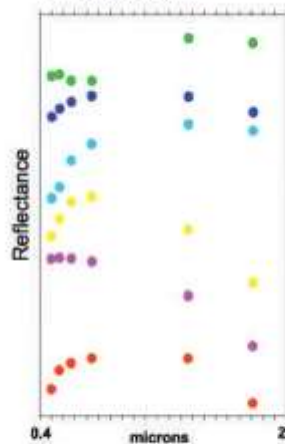


Δ Složení ortofota - princip RGB



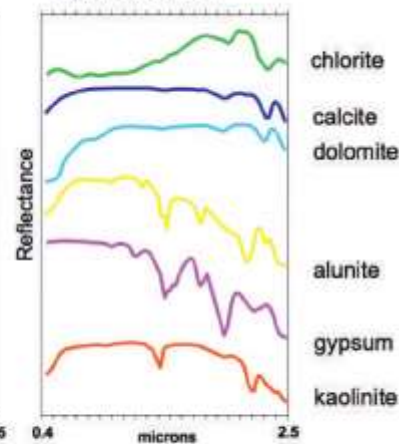
Makhtesh Ramon/Israel
Simulated EnMAP data
(color composite)

Multispectral



Few individual bands
Minimal identification

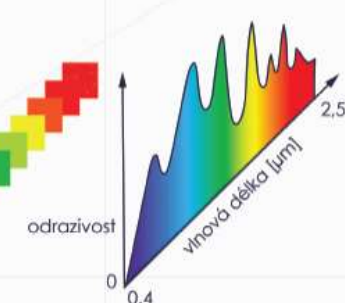
Hyperspectral



Many contiguous bands
Reliable identification

pek

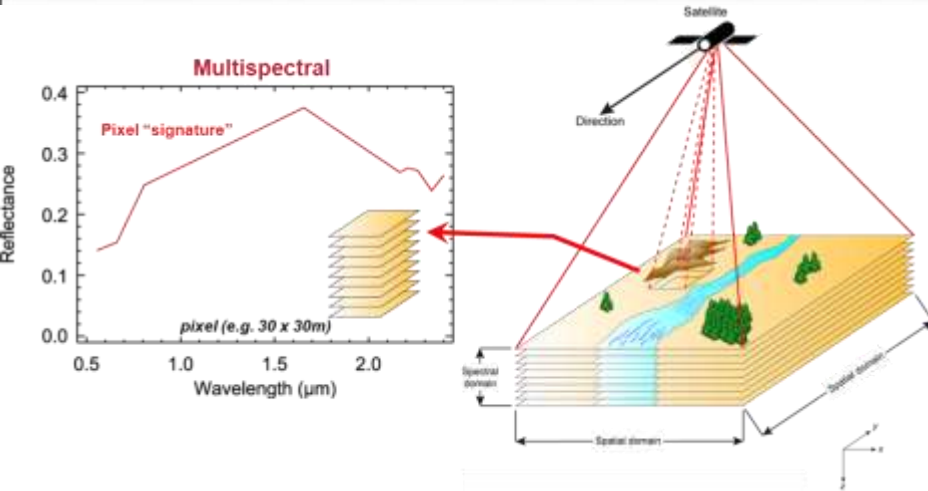
řádky pásma
řádky vlnové délky
1 pixel



Spektrální křivka
(vylvořena z hodnot
odrazivosti, které
nese pixel v každém
spekl. pásmu)

Δ Princip hyperspektrálních dat

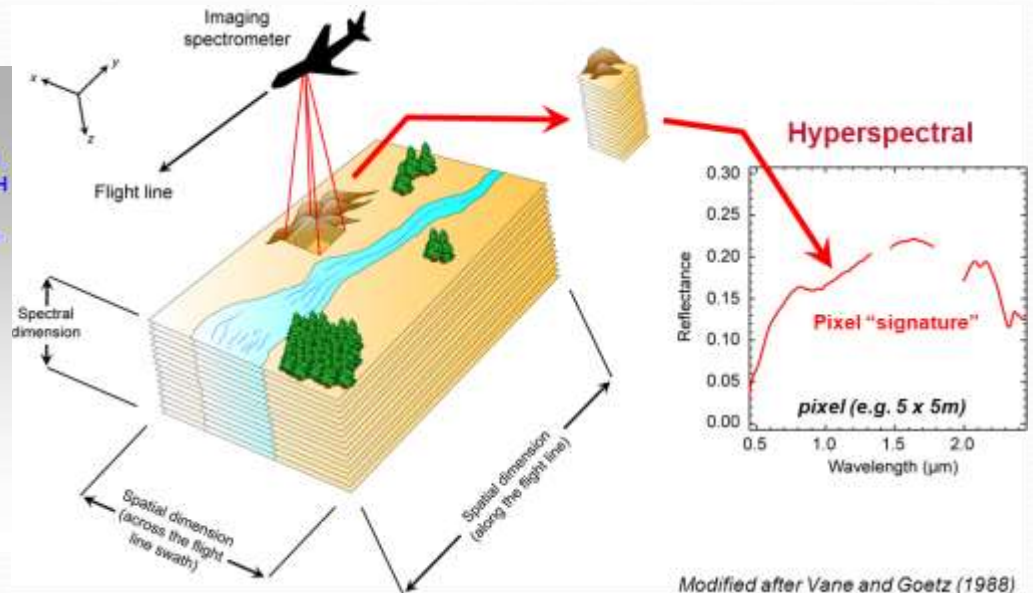
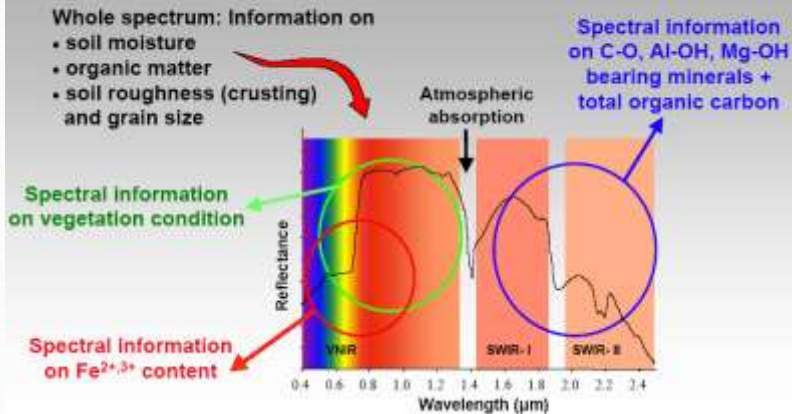
Parametry obrazových dat DPZ: spektrální rozsah a rozlišení



Rozsah – region/oblast EM spektra v rámci něhož jsou obrazové záznamy (pásky) pořizovány

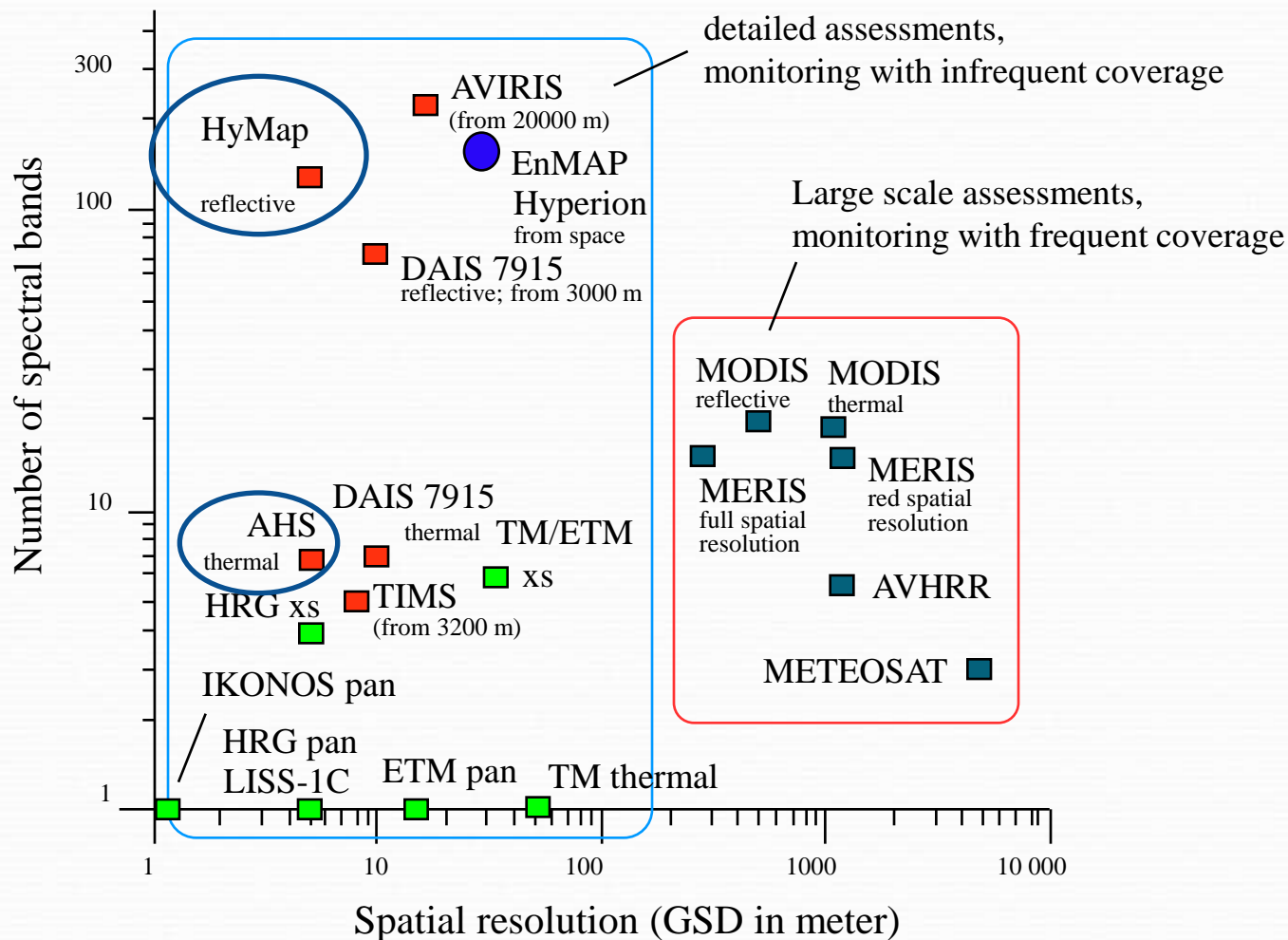
Rozlišení – fce šířky (v nm) pořizovaných pásem

Extraction of bio-, geochemical parameters

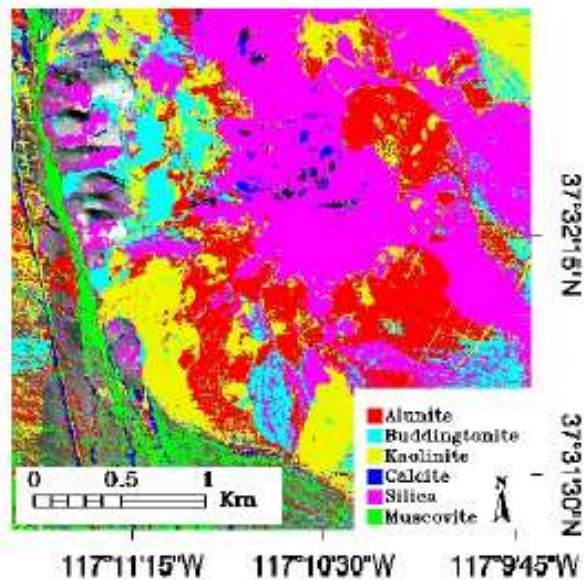
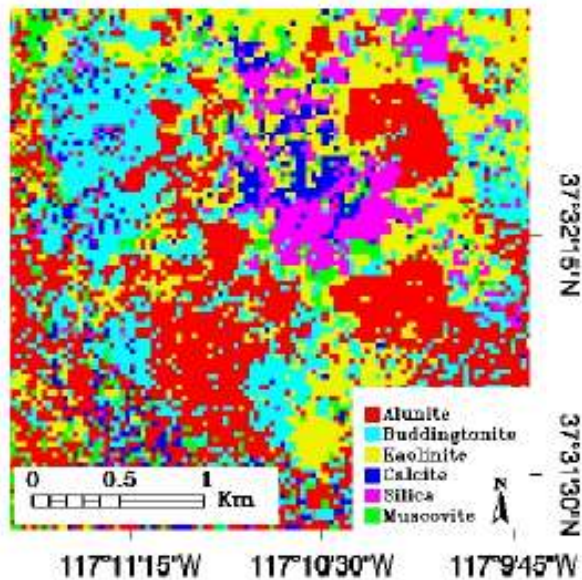
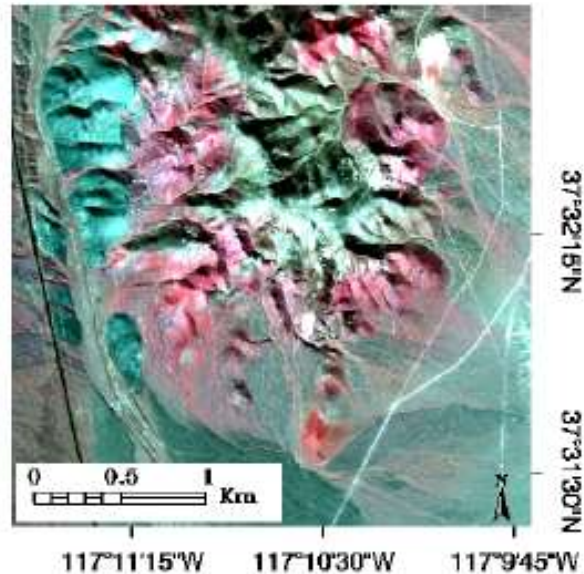
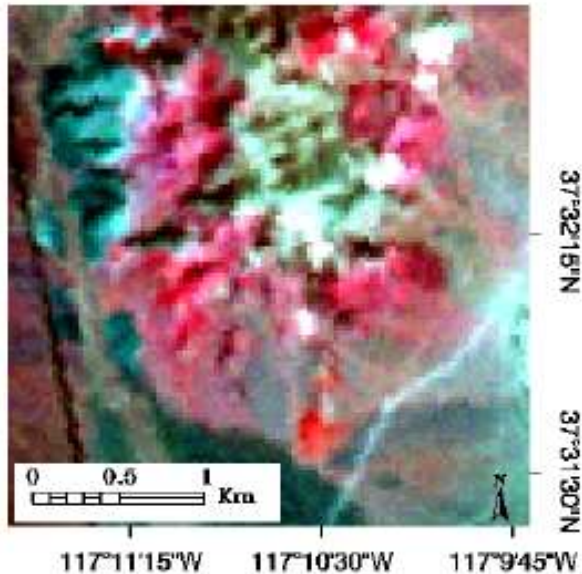


Modified after Vane and Goetz (1988)

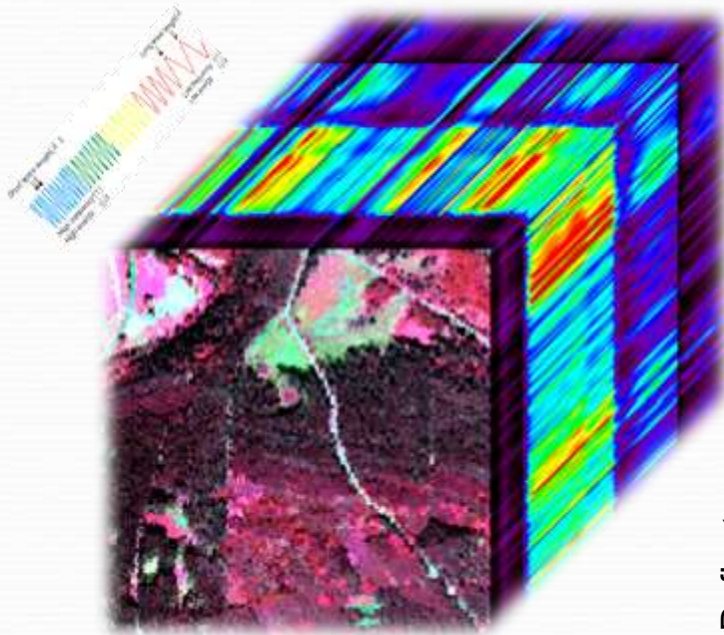
Prostorové vs. spektrální rozlišení



Spektrální rozsah: VNIR/SWIR



Obrazová spektroskopie

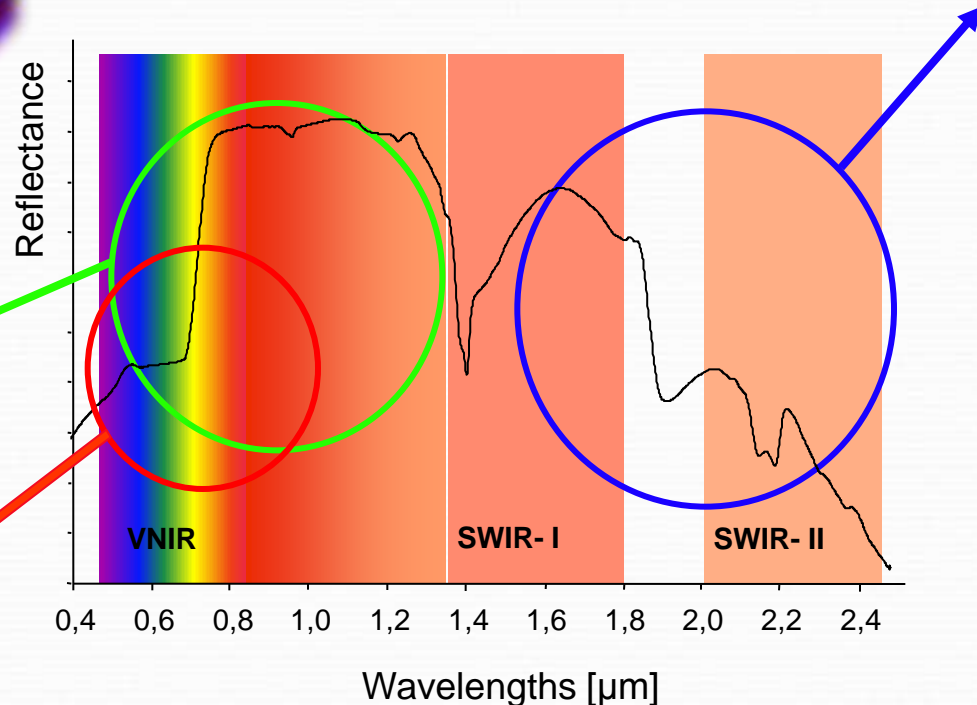


Specifická absorpce
na dané vlnové
délce – chem. a fyz.
vlastnosti povrchu

Spectral information
of C-O, Al-OH, Mg-OH
bearing minerals

Spectral information
of vegetation condition

Spectral information
of Fe²⁺,³⁺ content

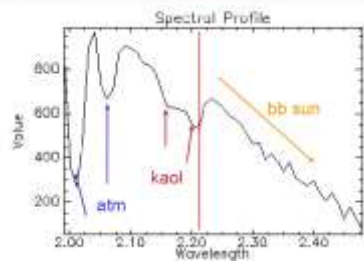


Teorie vs. realita

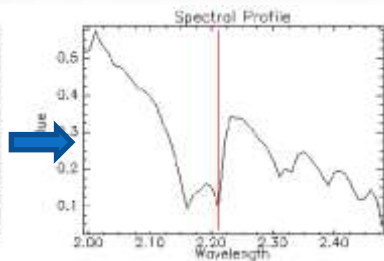
Chyba, stabilita a kalibrace senzoru,
technické parametry

Vliv atmosféry

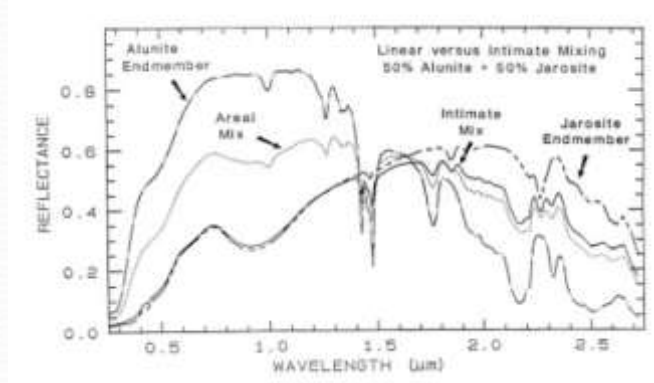
At. sensor radiance



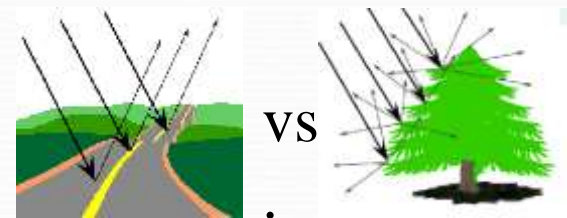
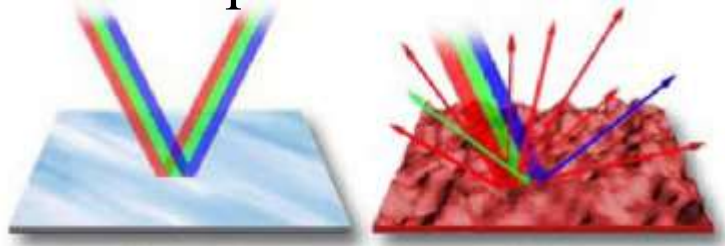
Reflectance



Problém míchání - směsi



Odraz: spekulární vs. difuzivní

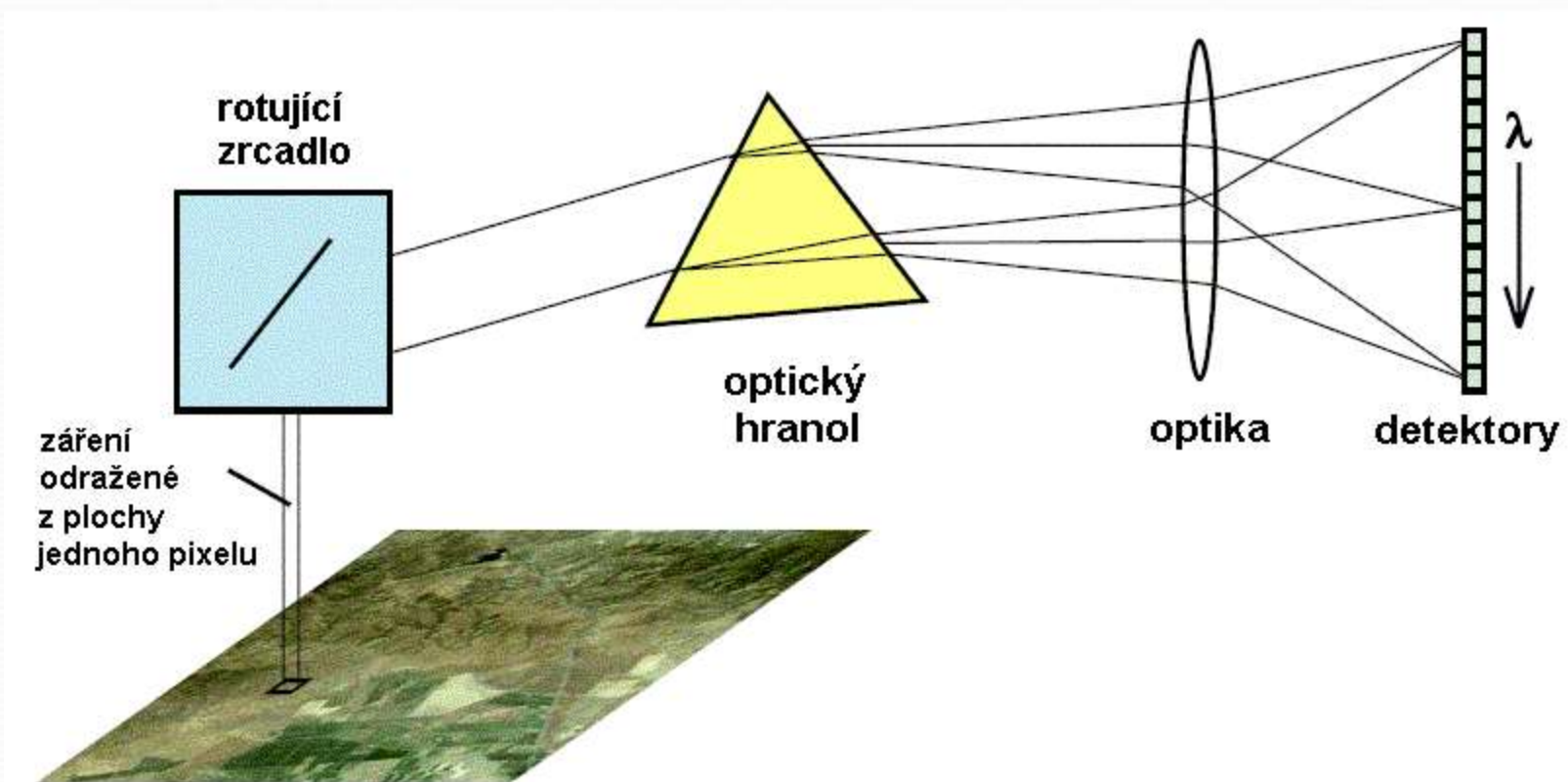


VS

BRDF Bi-directional reflectance distribution function



Princip zobrazujícího spektrometru



Přednosti dat obrazové spektrometrie

- **Vytváření velkého množství (stovek) obrazových záznamů daného území ve velmi úzkých, na sebe navazujících intervalech spektra v oblasti viditelného, blízkého a středního infračerveného elektromagnetického záření**
- **Možnost snáze identifikovat objekty a jevy na snímcích**
- **Možnosti získat kvantifikovatelná měření odrazových vlastností objektů**
- **Problém velkého objemu dat**
- **Nutnost korekce vlivů atmosféry a vlivů terénu (osvětlení) před vlastním zpracováním a analýzou snímků**




Příklady konkrétních systémů - letadla

Sensor	Organization	Country	Number of Bands	Wavelength Range (μm)
AVIRIS	NASA	United States	224	0.4 - 2.5
AISA	Spectral Imaging Ltd.	Finland	286	0.45 - 0.9
CASI	Itres Research	Canada	288	0.43 - 0.87
DAIS 2115	GER Corp.	United States	211	0.4 - 12.0
HYMAP	Integrated Spectronics Pty Ltd	Australia	128	0.4 - 2.45
PROBE-1	Earth Search Sciences Inc.	United States	128	0.4 - 2.45

AVIRIS (Airborne Visible - Infrared Imaging Spectrometer).

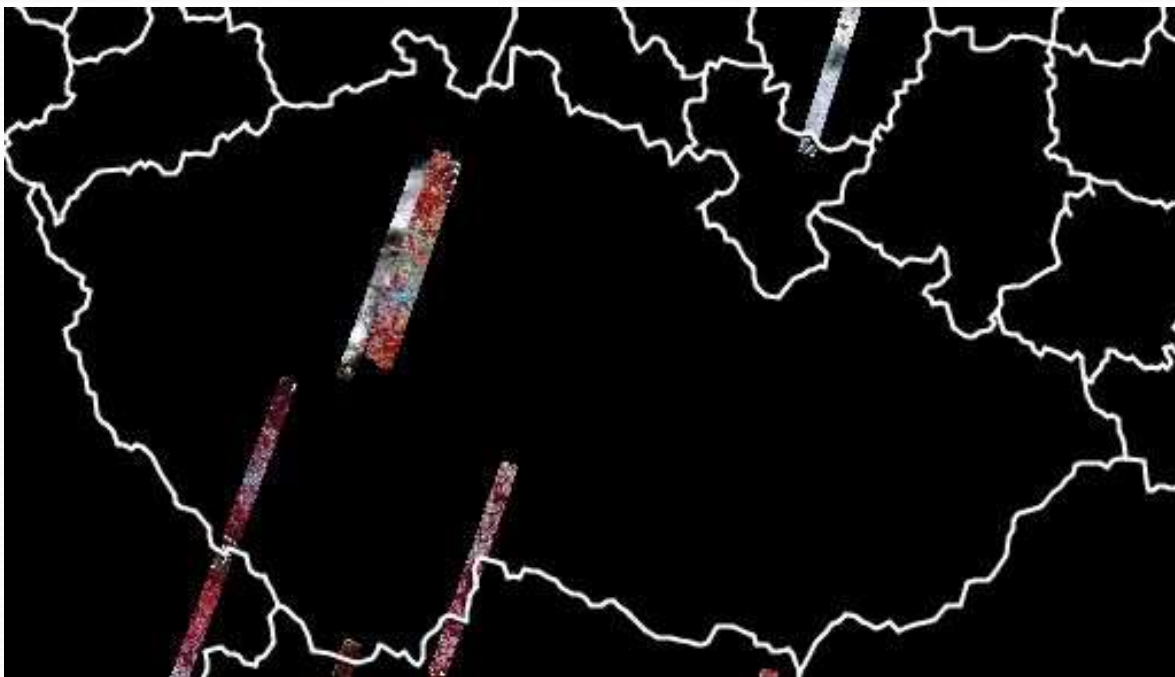
CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager).

Hyperspektrální vybavení na CzechGlobe

			
Senzor	CASI-1500	SASI-600	TASI-600
Spektrální oblast	VNIR	SWIR	LWIR
Spektrální rozsah [nm]	380-1050	950 – 2450	8 000 – 11 500
Počet prostorových pixelů	1500	600	600
Max. spektrální rozlišení [nm]	3.2	15	110
Zorný úhel [°]	40	40	40

Příklady konkrétních systémů - družice

Družice EO-1 (NASA), skener HYPERION –
hyperspektrální skener s 242 pásmy v rozsahu 0,4 - 2,5 μm s rozlišením 30 metrů a velikostí scény 7,7 x 42 resp. 185 km, časové rozlišení 16 dní



Fuji (Jap), Palo Alto (Cal)

Příklady využití

- **Geologické mapování – rozpoznávání jednotlivých minerálů a hornin**
- **Vegetační mapování - rozpoznávání jednotlivých druhů zemědělských plodin a jejich stavu**
- **Mapování výskytu znečišťujících látek**
- **Mapování v pobřežních zónách**

Tvorba spektrálních knihoven

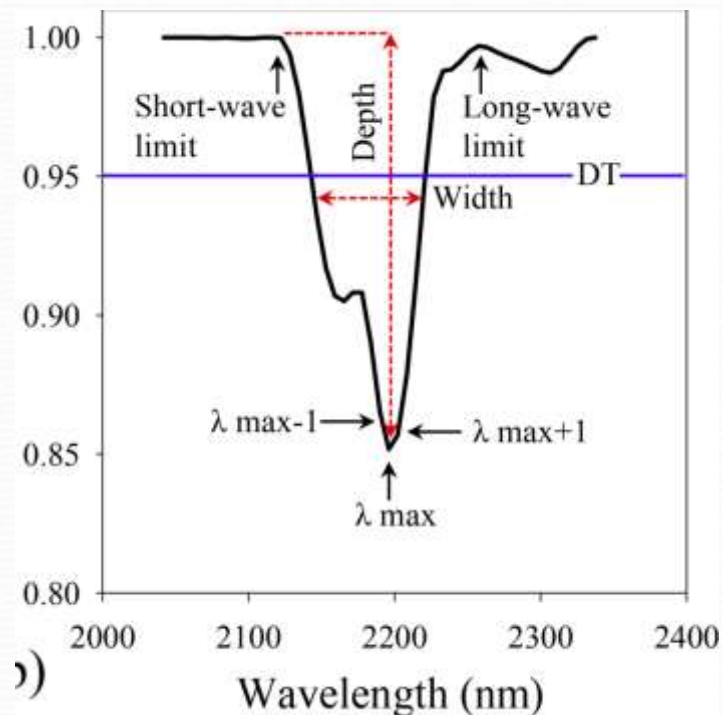
- Uchovávají laboratorně zjištěná spektra odrazivosti stovek nejběžnějších materiálů a druhů povrchů
- Obsahují údaje o absolutních hodnotách odrazivosti, lze jich využívat obecně jako určitých „vzorových“ spekter
- Mají význam interpretačních klíčů.

<http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib06/>

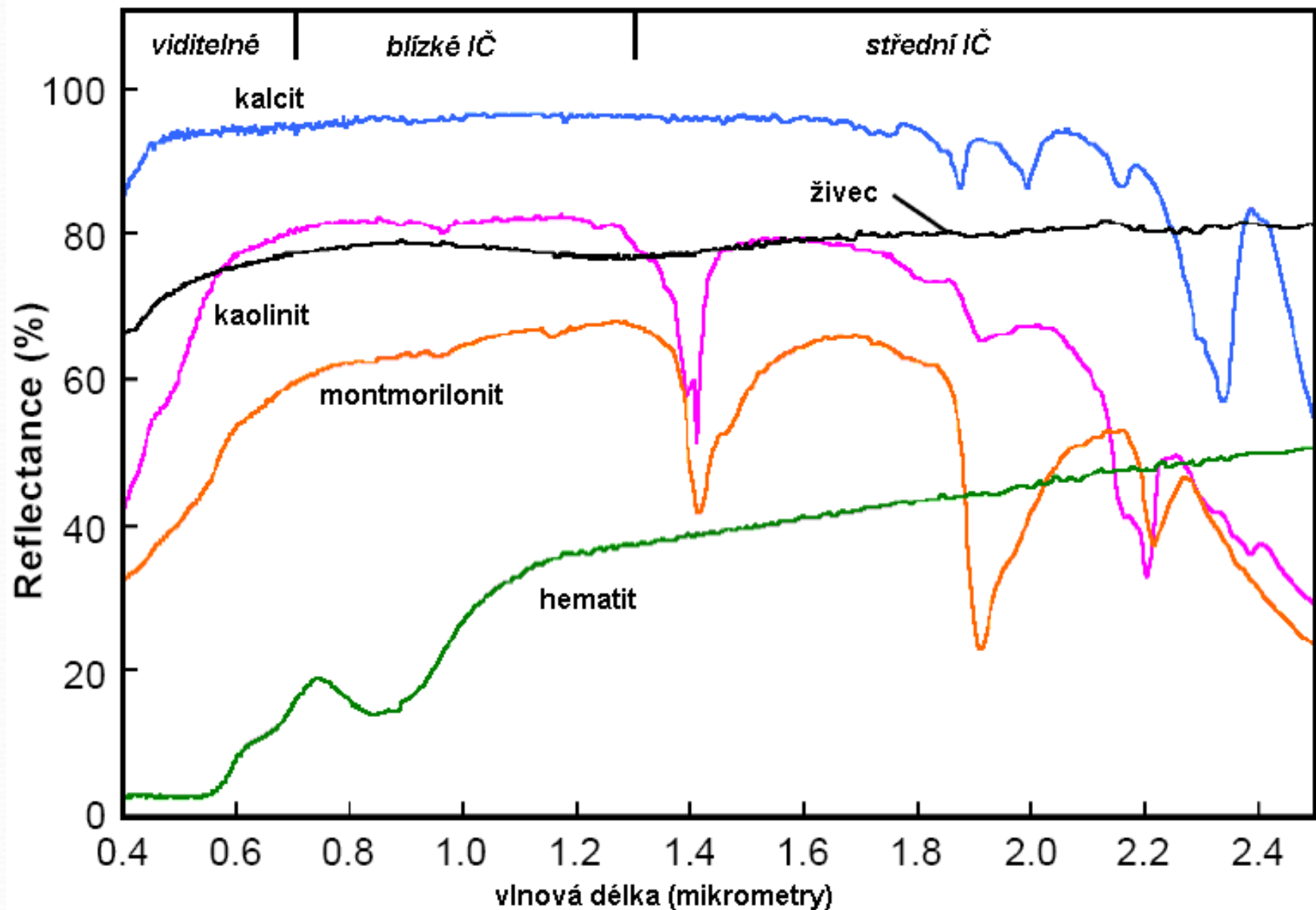
<http://speclib.jpl.nasa.gov>

Důležité prvky křivky odrazivosti (reflectance spectra) jsou absorpční pásy a jejich parametry:

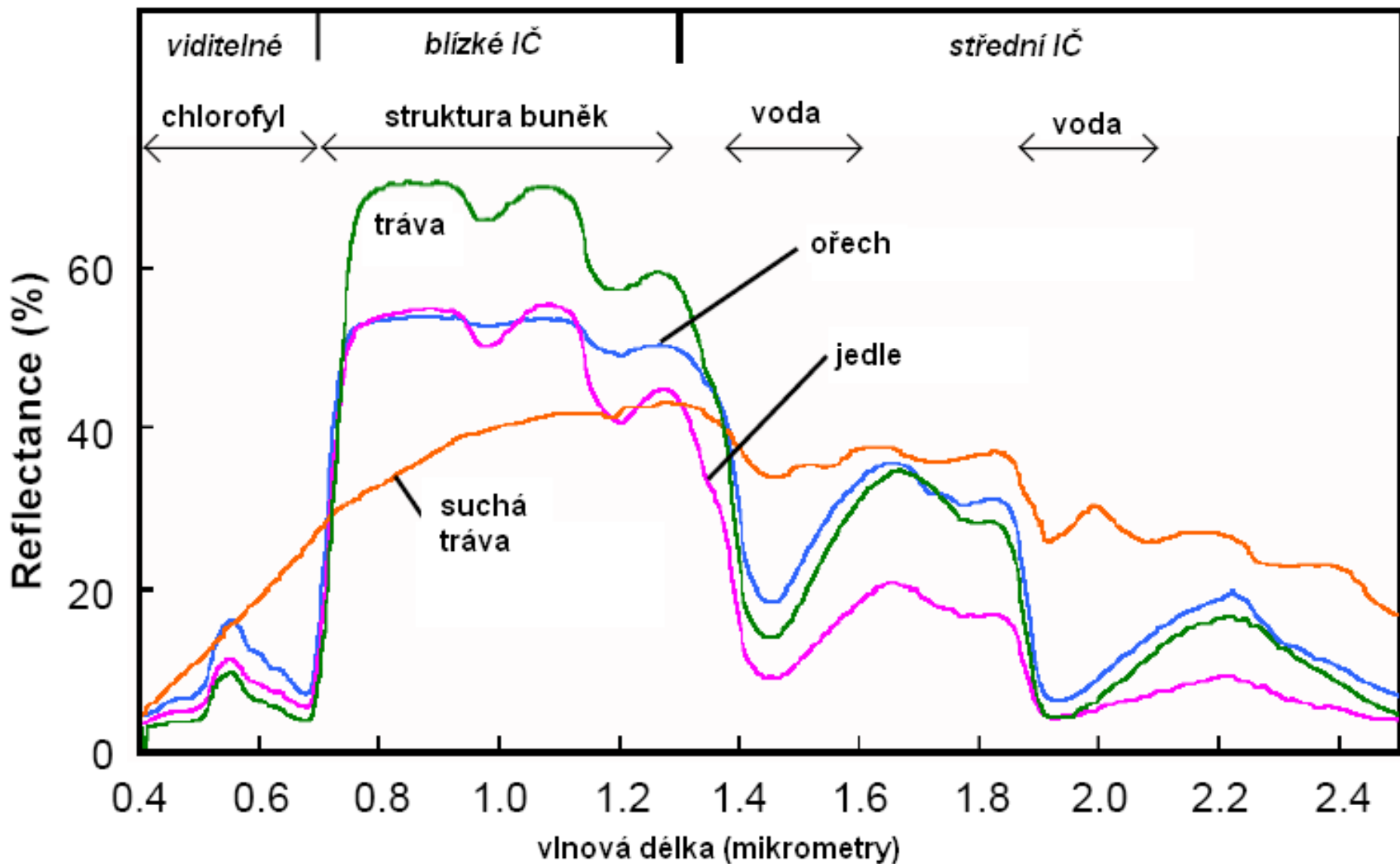
- vlnová délka
- hloubka
- šířka
- asymetrie



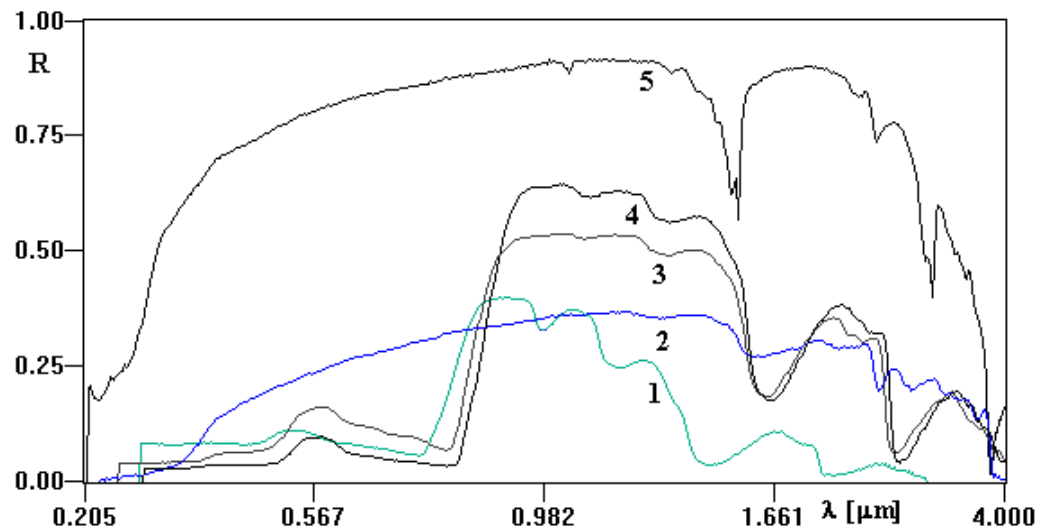
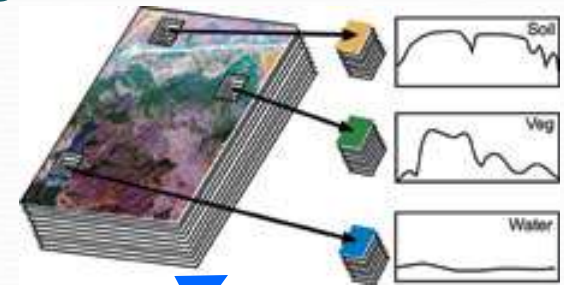
Druhy minerálů - příklady spektrální odrazivosti



Druhy vegetace - příklady spektrální odrazivosti

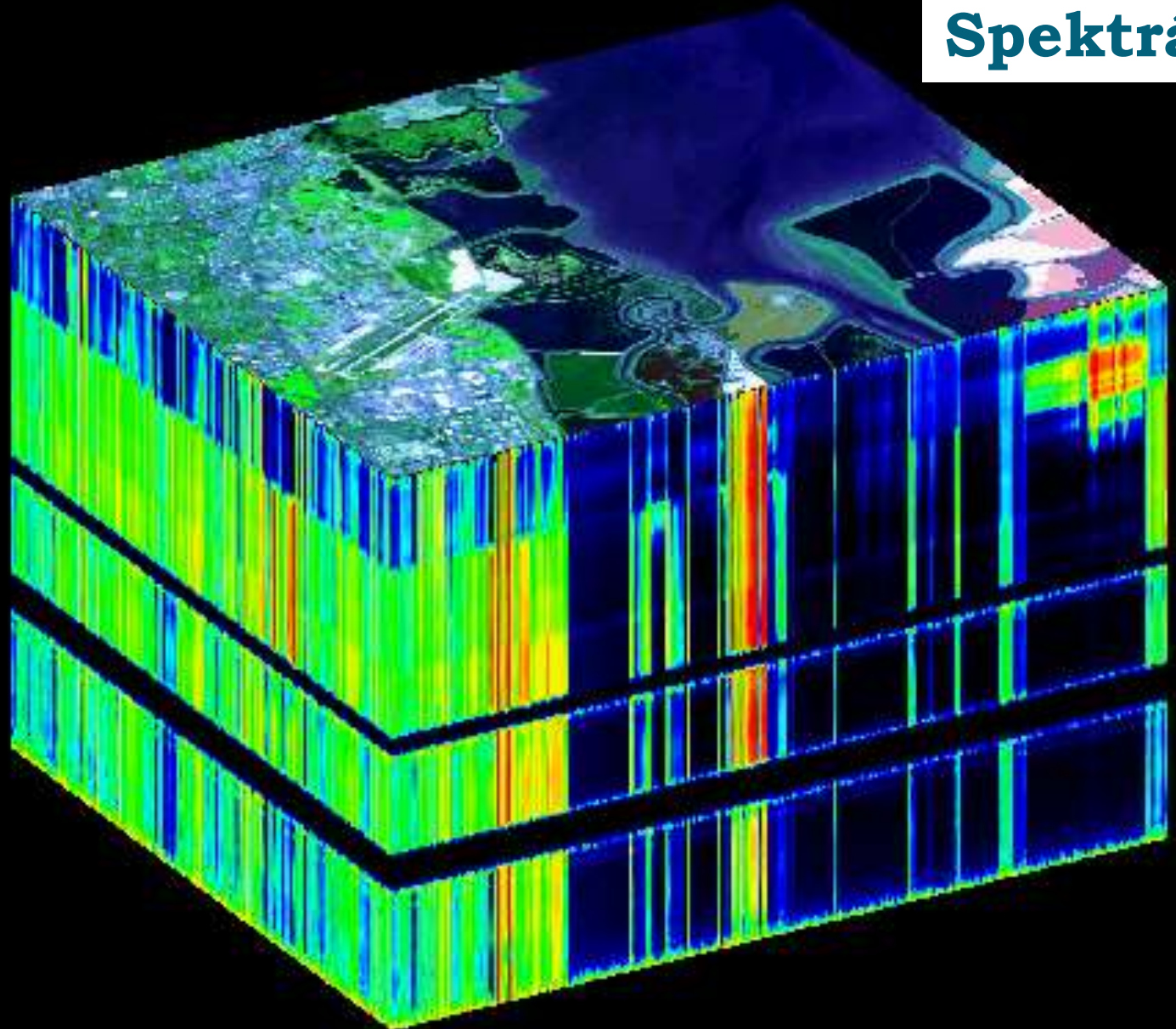


Spektrální knihovny a automatické rozpoznávání objektů



Příklady záznamů ze spektrální knihovny pro pět vybraných materiálů. Na ose X jsou vlnové délky, na ose Y normalizované hodnoty odrazivosti (R). (1 - smrkové jehličí, 2 - suchý travnatý povrch, 3 - listy vlašského ořechu, 4 - listy javoru, 5 - kaolinit)

Spektrální kostka



0,4 μm

224
snímků

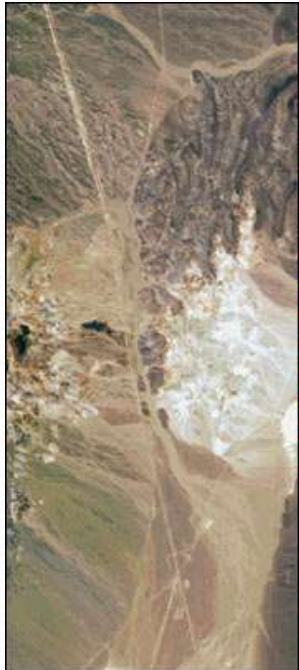
vlnová
délka

2,45 μm

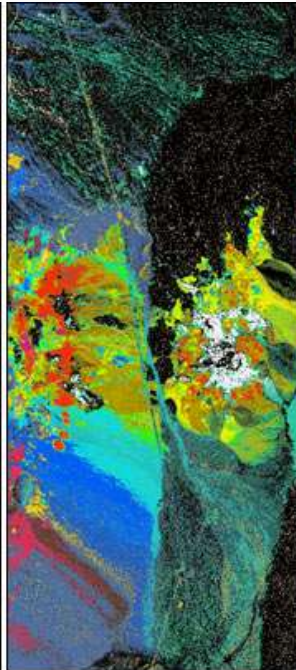
**Software
HyperCube**

<http://www.erd.c.usace.army.mil/Media/FactSheets/FactSheetArticleView/tabid/9254/Article/610433/hypercube.aspx>

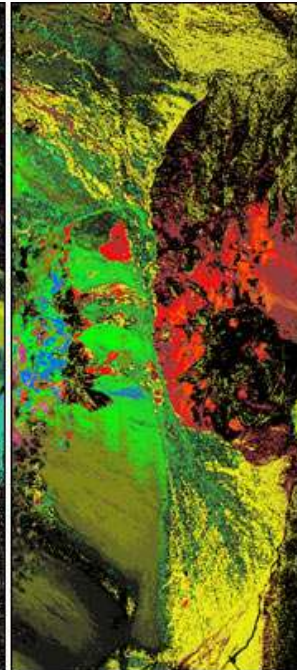
Rozpoznávání jednotlivých minerálů a hornin



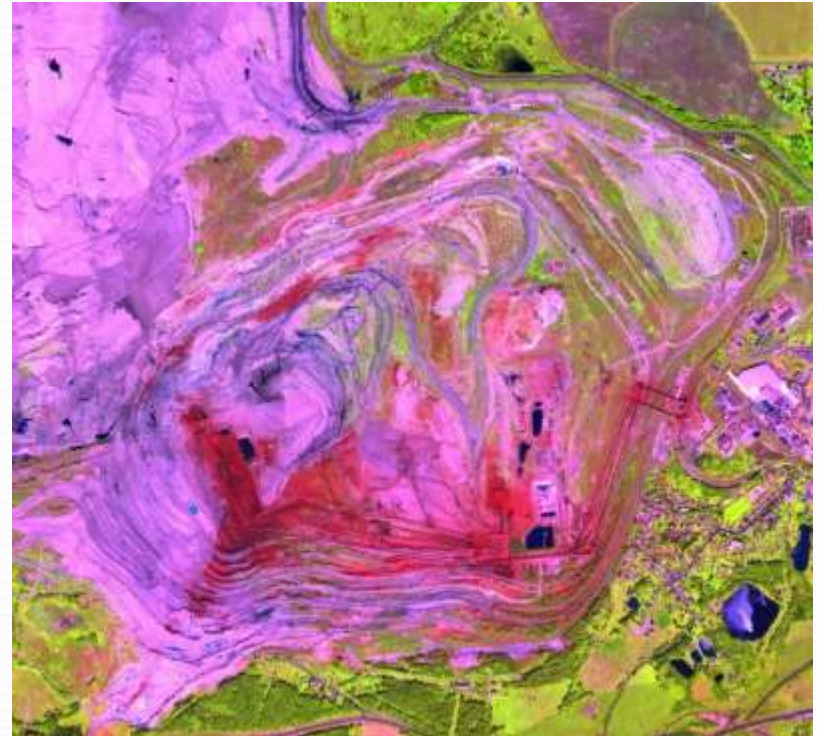
True Color



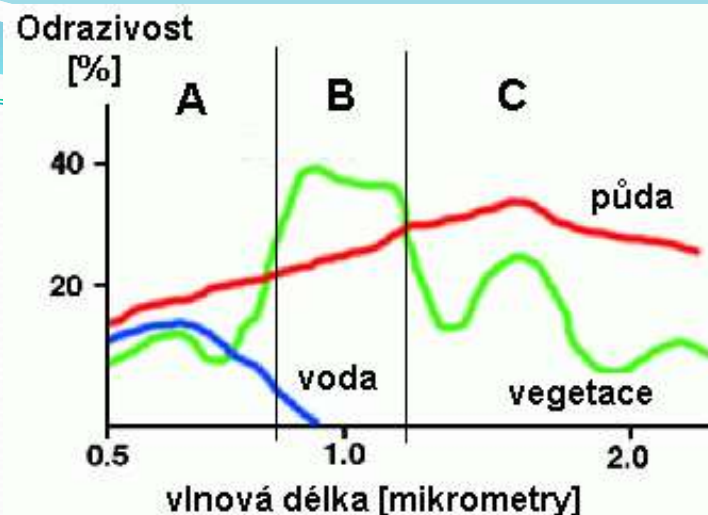
Minerals (vibrational absorption)



Minerals (electronic absorption)



Vegetační mapování



- Mapování druhů rostlin a jejich stavu pomocí multispektrálních snímků je založeno na porovnávání relativně malé odrazivosti ve viditelné části spektra a vysoké odrazivosti v blízké infračervené části spektra – viz. vegetační indexy.
- **„high resolution vegetation indices“**
- S využitím hyperspektrálních dat lze přesněji identifikovat vlnovou délku tohoto nárůstu odrazivosti označovanou jako **„red edge“**. Její hodnota vypovídá o řadě vlastností vegetačního krytu.

Mapování obsahu chlorofylu z hyperspektrálních snímků na ploše jednotlivých polí

Time Sequence of Hyperion Images

Coleambally Irrigation Area Farm 33



Corn



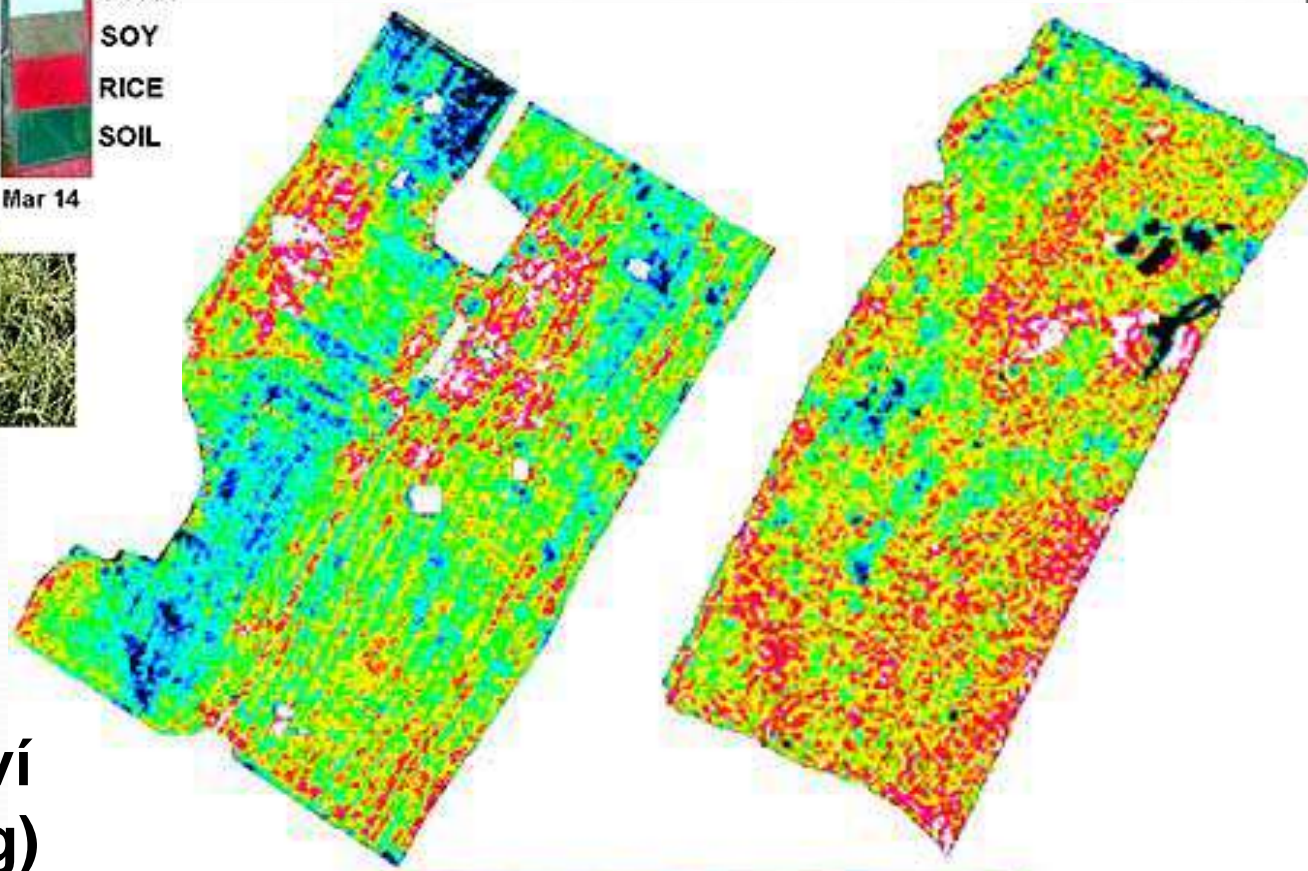
SOIL
CORN
SOY
RICE
SOIL

Jan 1 Feb 3 Mar 7 Mar 14

Soybeans



Rice



Low

Chlorophyll Content

High

**Cílené zemědělství
(precision farming)**

Mapování environmetálního znečištění

