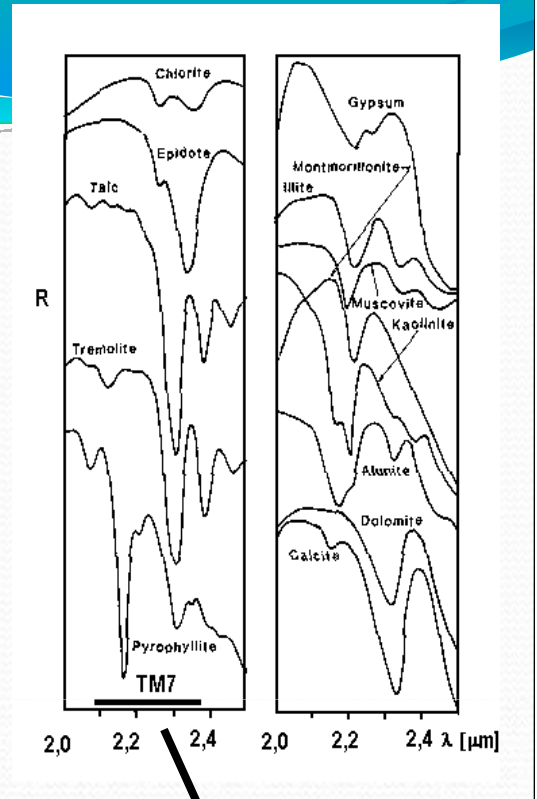


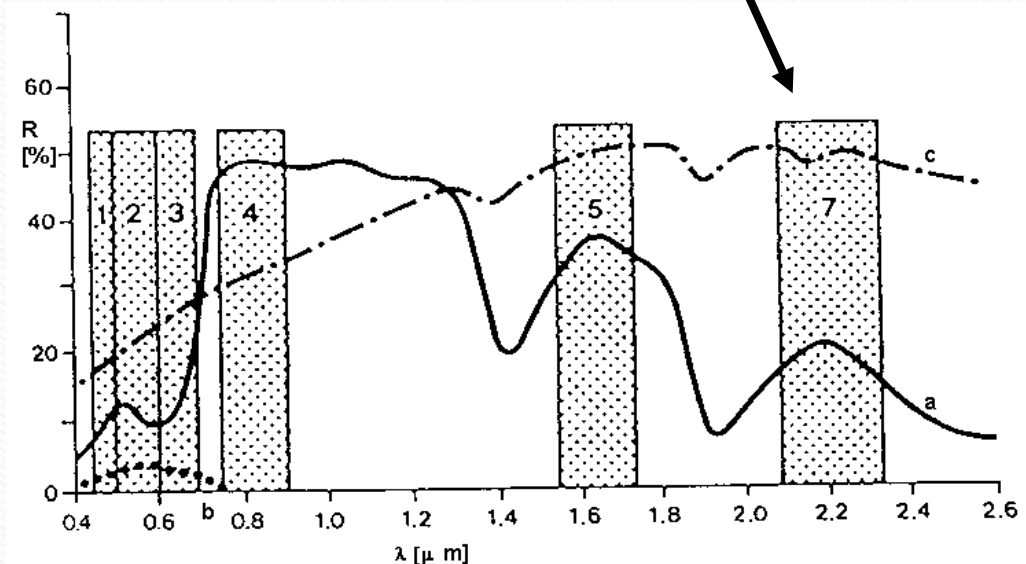
# Obrazová spektrometrie, vytváření hyperspektrálních snímků a příklady jejich využití

# Obrazová spektrometrie

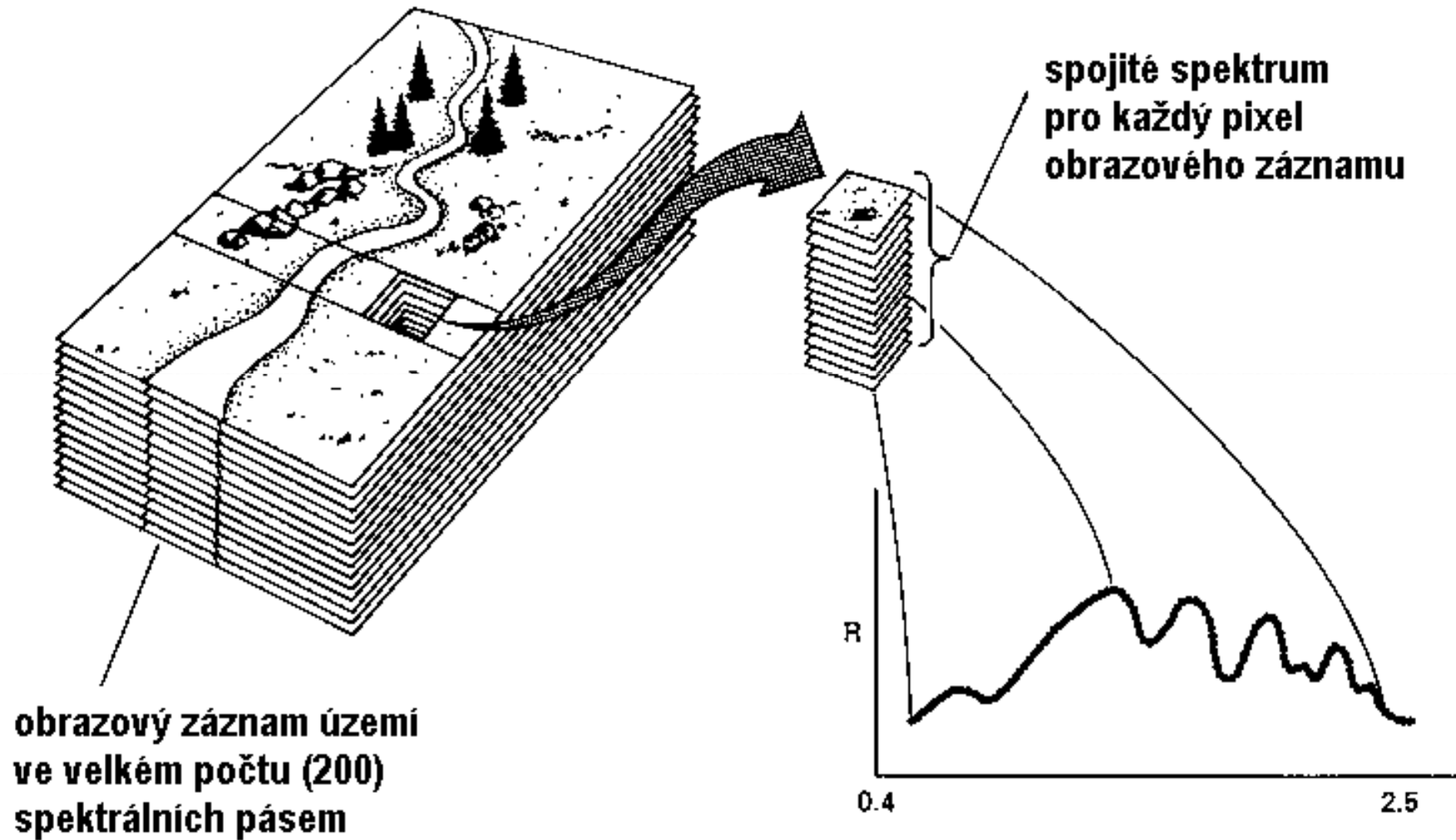
Řada specifických rysů spektrálního chování objektů je na běžně používaných multispektrálních snímcích „shlazena“ hrubým spektrálním rozlišením obrazových záznamů (snímky jsou pořizovány v širokém intervalu vlnových délek)



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



# Princip hyperspektrálního snímání

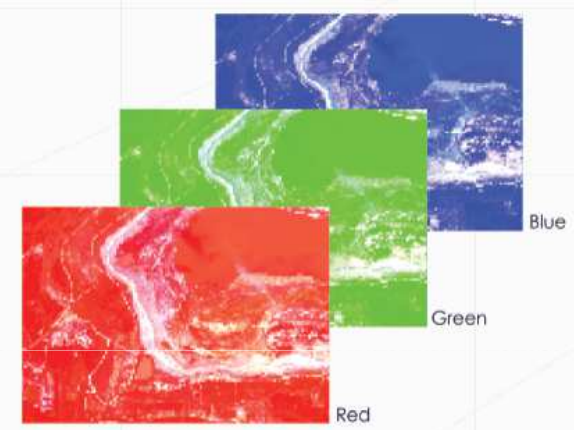


# Spektrální dimenze

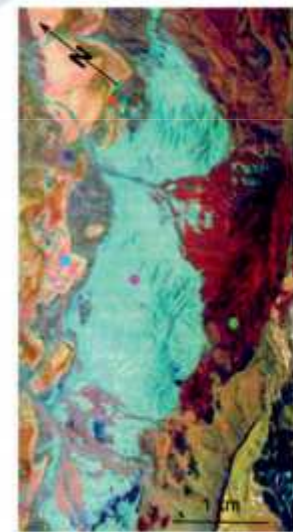


◀ Snímek v podobě, kterou vidí běžný uživatel

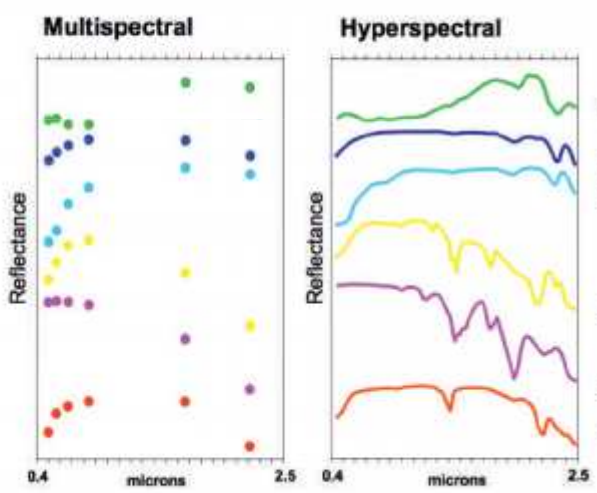
Ortofoto - RGB



Δ Složení ortofota - princip RGB



Makhtesh Ramon/Israel  
Simulated EnMAP data  
(color composite)



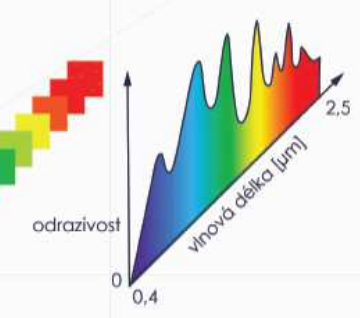
Few individual bands  
Minimal identification

Many contiguous bands  
Reliable identification

chlorite  
calcite  
dolomite  
alunite  
gypsum  
kaolinite

spektr

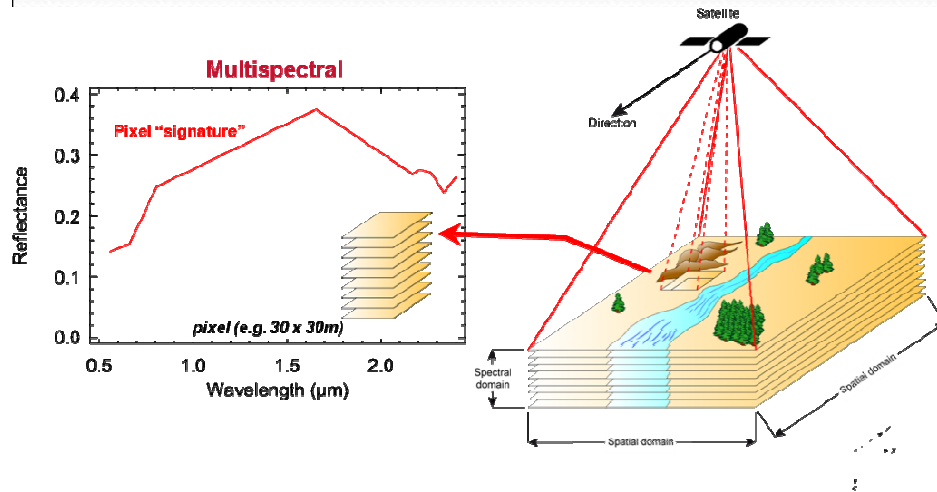
roční pásma  
různé vlnové délky  
1 pixel



Spektrální křivka  
(vytvořena z hodnot odrazivosti, které nese pixel v každém spektr. pásmu)

Δ Princip hyperspektrálních dat

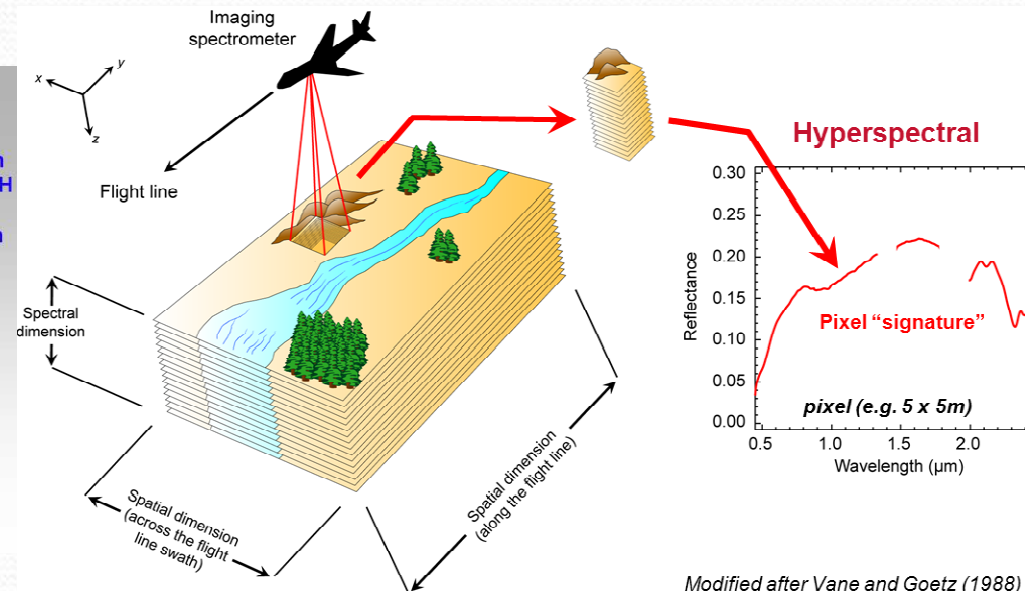
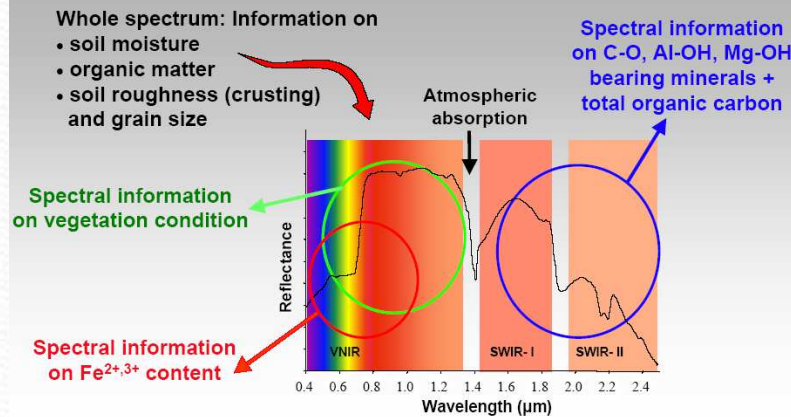
# Parametry obrazových dat DPZ: spektrální rozsah a rozlišení



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

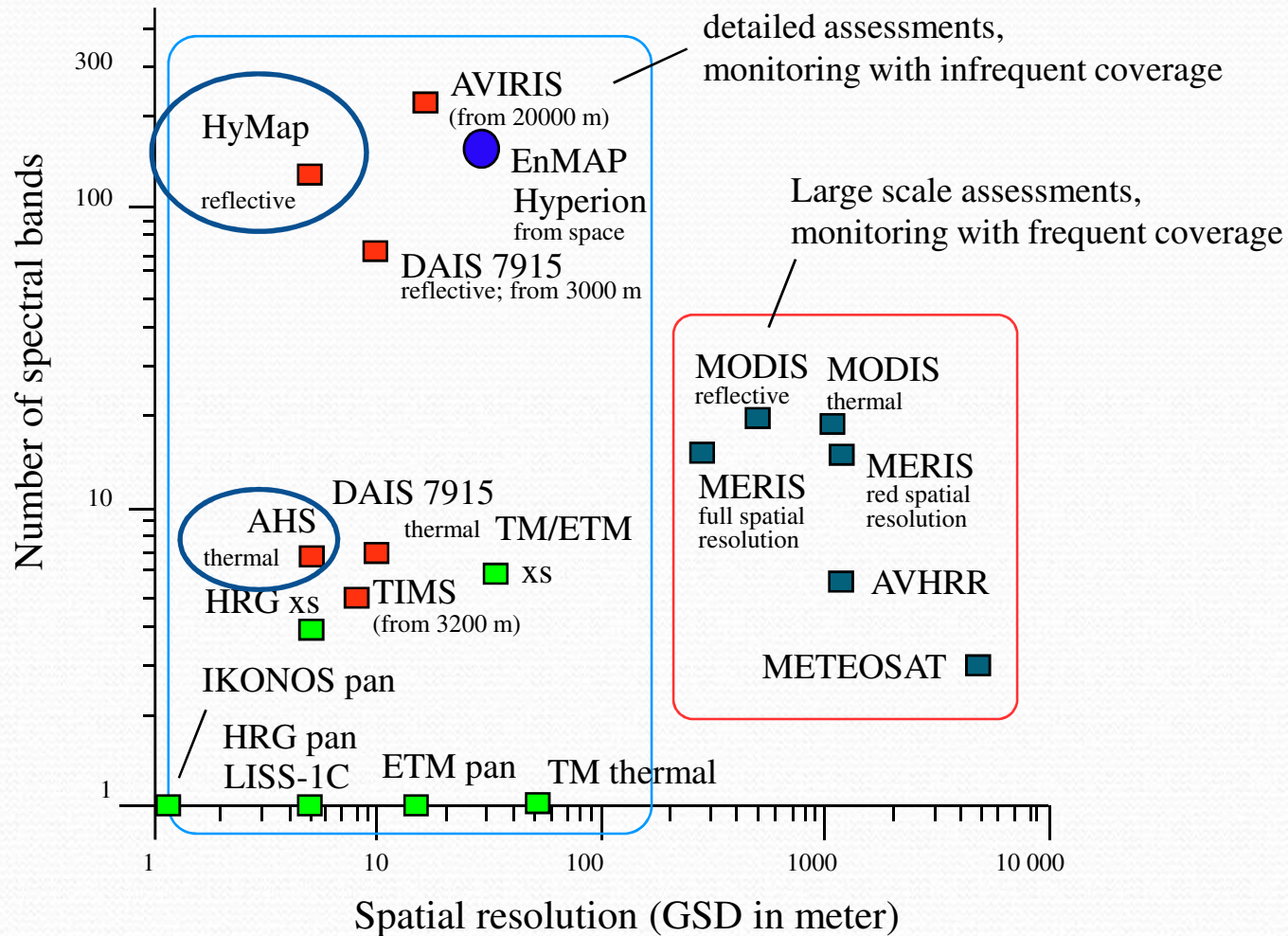
Rozlišení – fce šířky (v nm) pořizovaných pásem

## Extraction of bio-, geochemical parameters

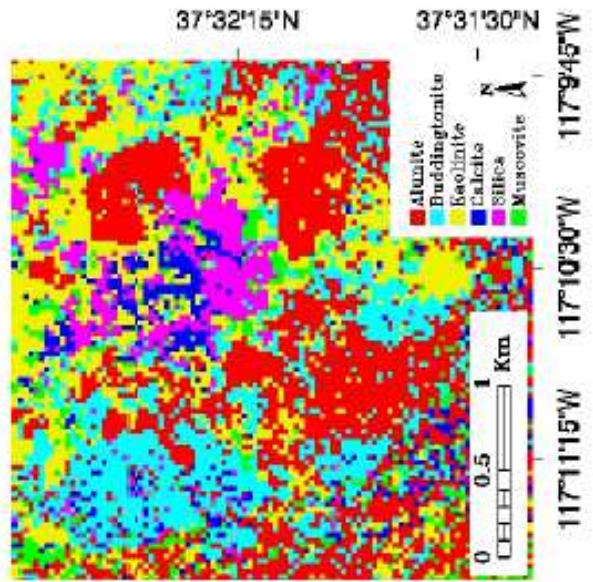
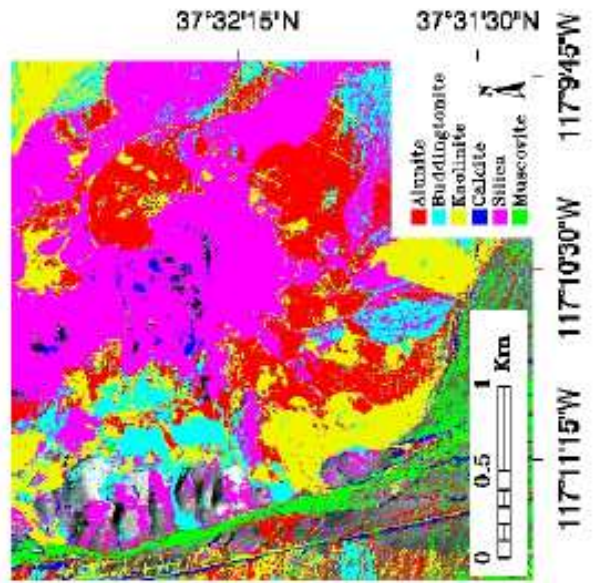
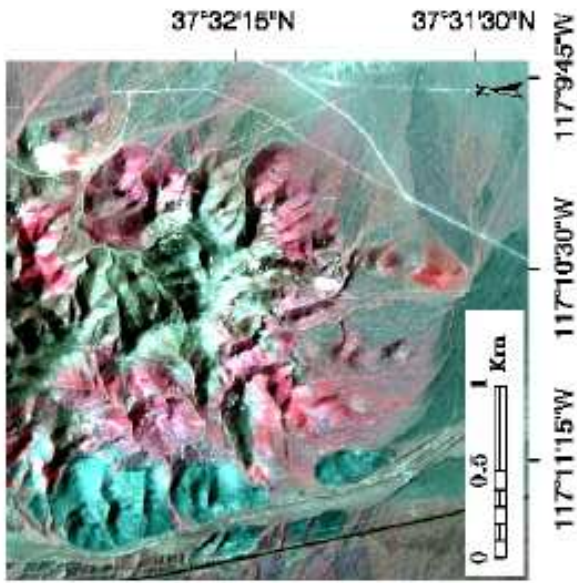


Modified after Vane and Goetz (1988)

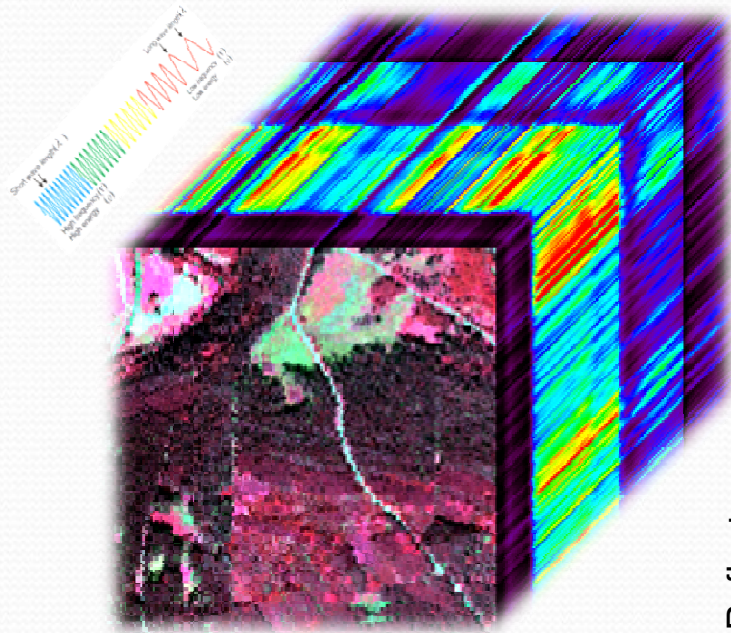
# Prostorové vs. spektrální rozlišení



Spektrální rozsah: VNIR/SWIR



# Obrazová spektroskopie

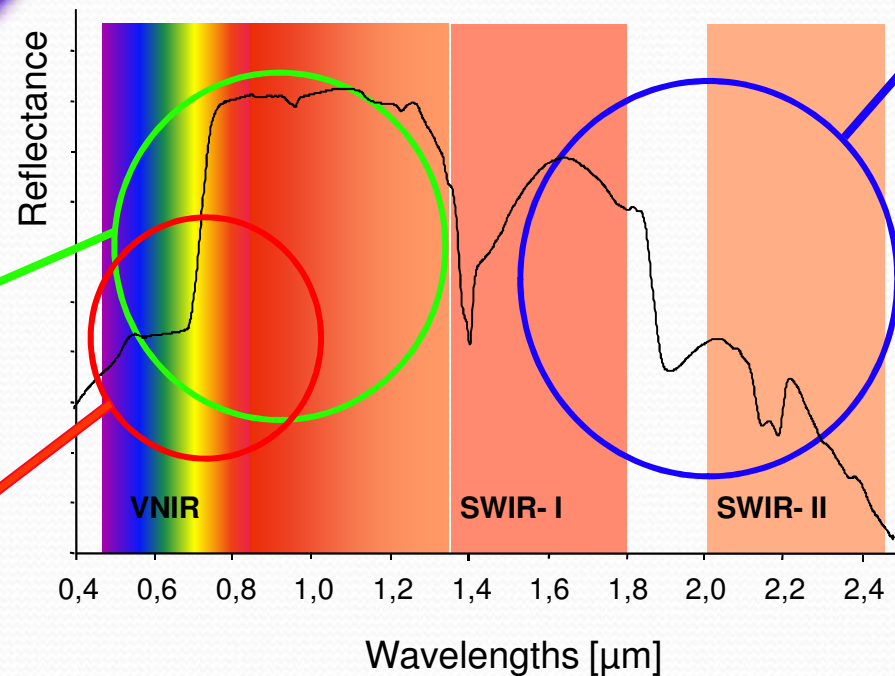


Specifická absorpce  
na dané vlnové  
délce – chem. a fyz.  
vlastnosti povrchu

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

Spectral information  
of vegetation condition

Spectral information  
of Fe<sup>2+,3+</sup> content



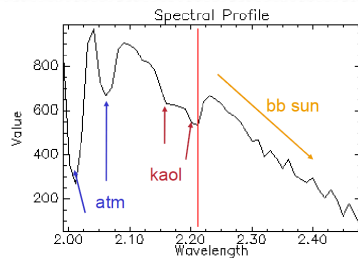


# Teorie vs. realita

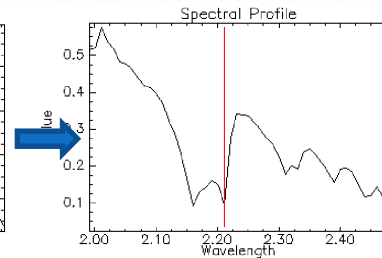
Chyba, stabilita a kalibrace senzoru,  
technické parametry

## Vliv atmosféry

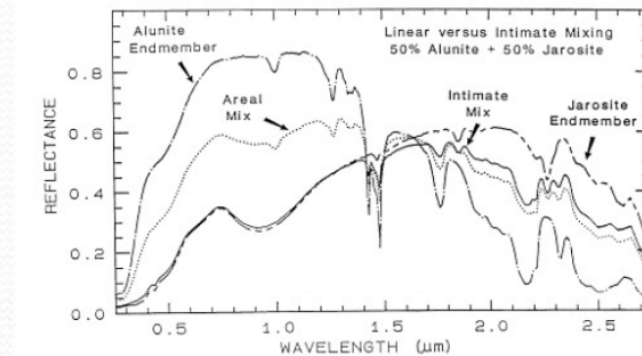
At. sensor radiance



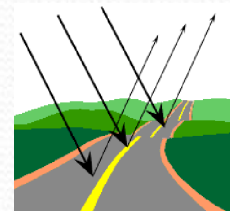
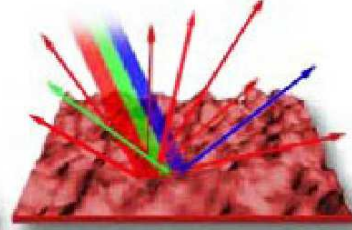
Reflectance



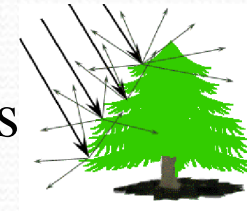
## Problém míchání - směsi



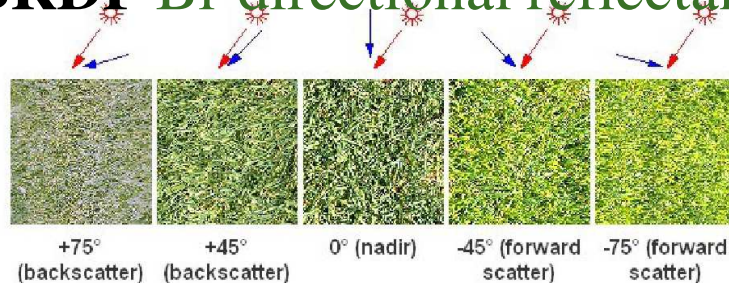
## Odraz: spekulární vs. difuzivní



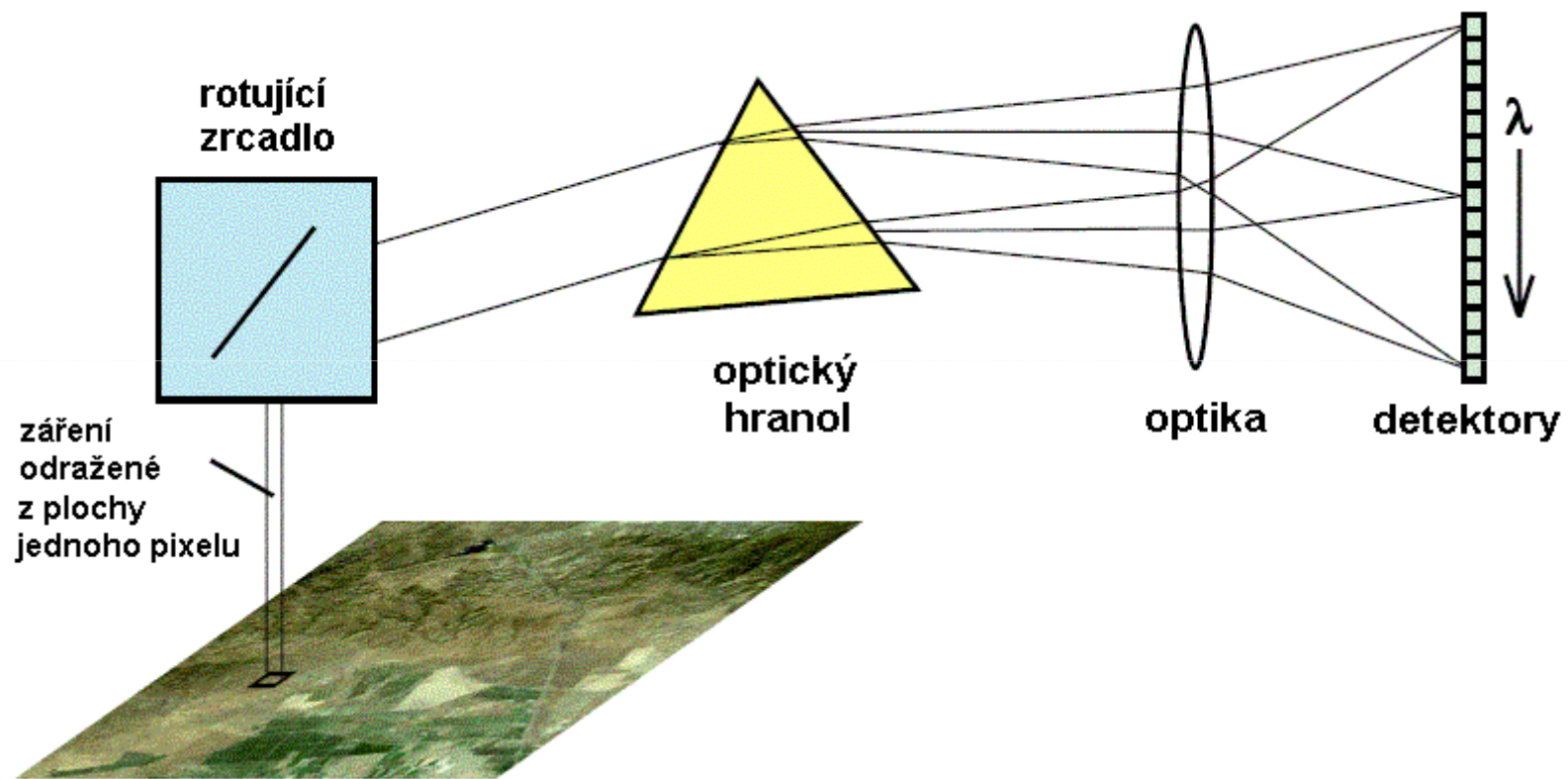
VS



## 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 ( $\mu\text{m}$ )
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
HYPAP	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).**

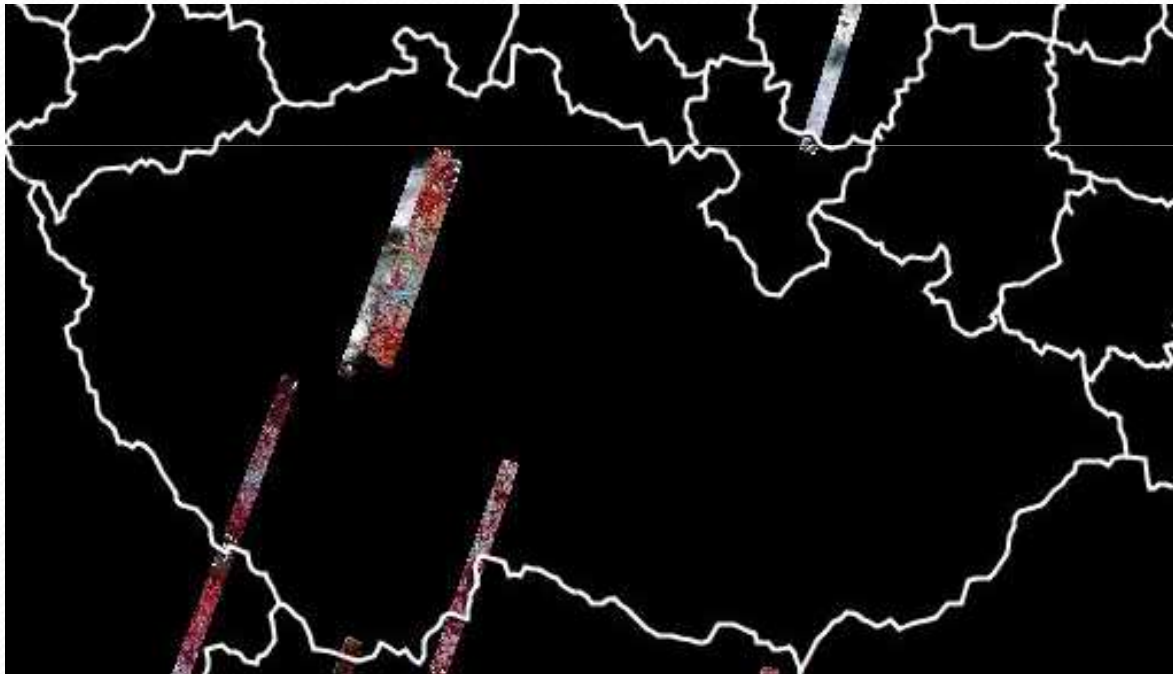
**CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager).**

# Hyperspektrální vybavení na CzechGlobe

			
Senzor	<b>CASI-1500</b>	<b>SASI-600</b>	<b>TASI-600</b>
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  $\mu\text{m}$  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

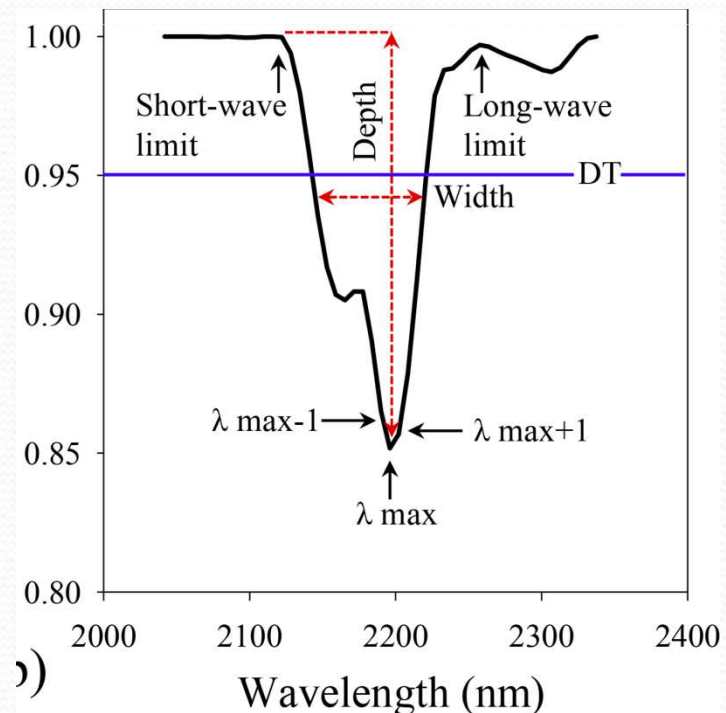
- Uchovávají laboratorně zjištěná spektra odrazivosti stovek nejběžnějších materiálů a druhů povrchů
- Obsahují údaje o absolutních hodnotách odrazivosti, lze jich využívat obecně jako určitých „vzorových“ spekter
- Mají význam interpretačních klíčů.

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

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

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

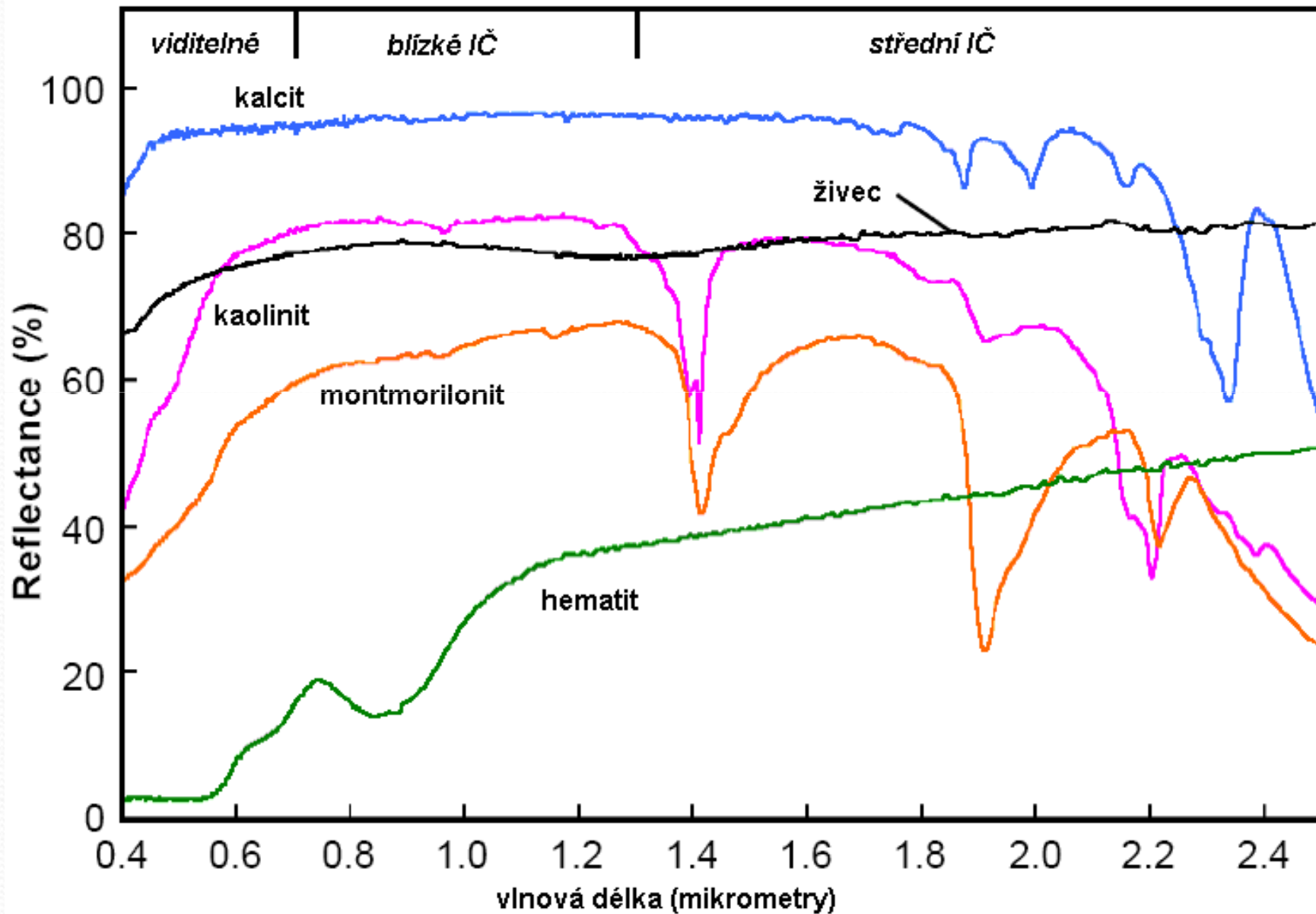
- vlnová délka
- hloubka
- šířka
- asymetrie



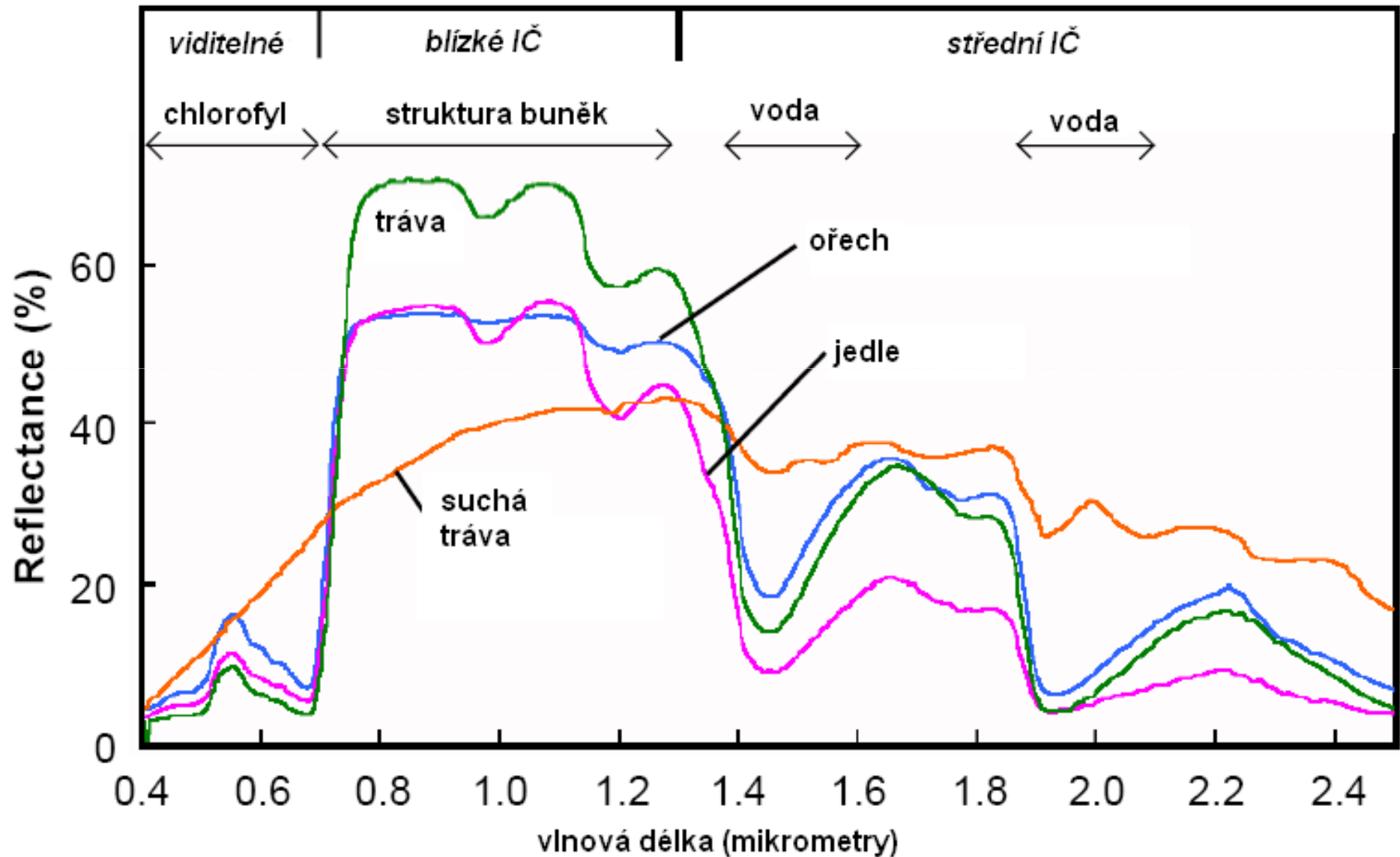
)



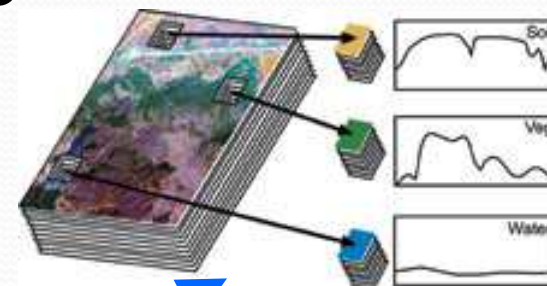
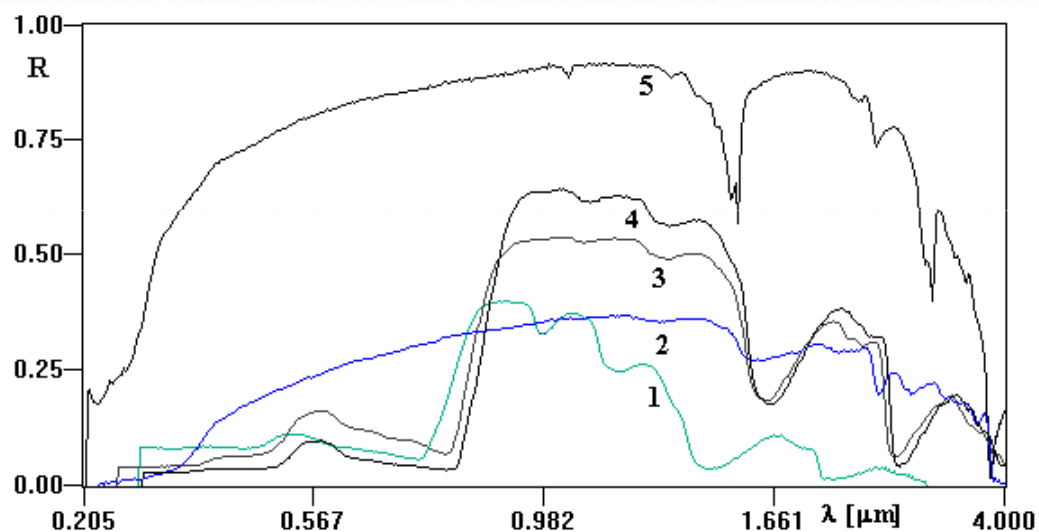
# Druhy minerálů - příklady spektrální odrazivosti



# Druhy vegetace - příklady spektrální odrazivosti

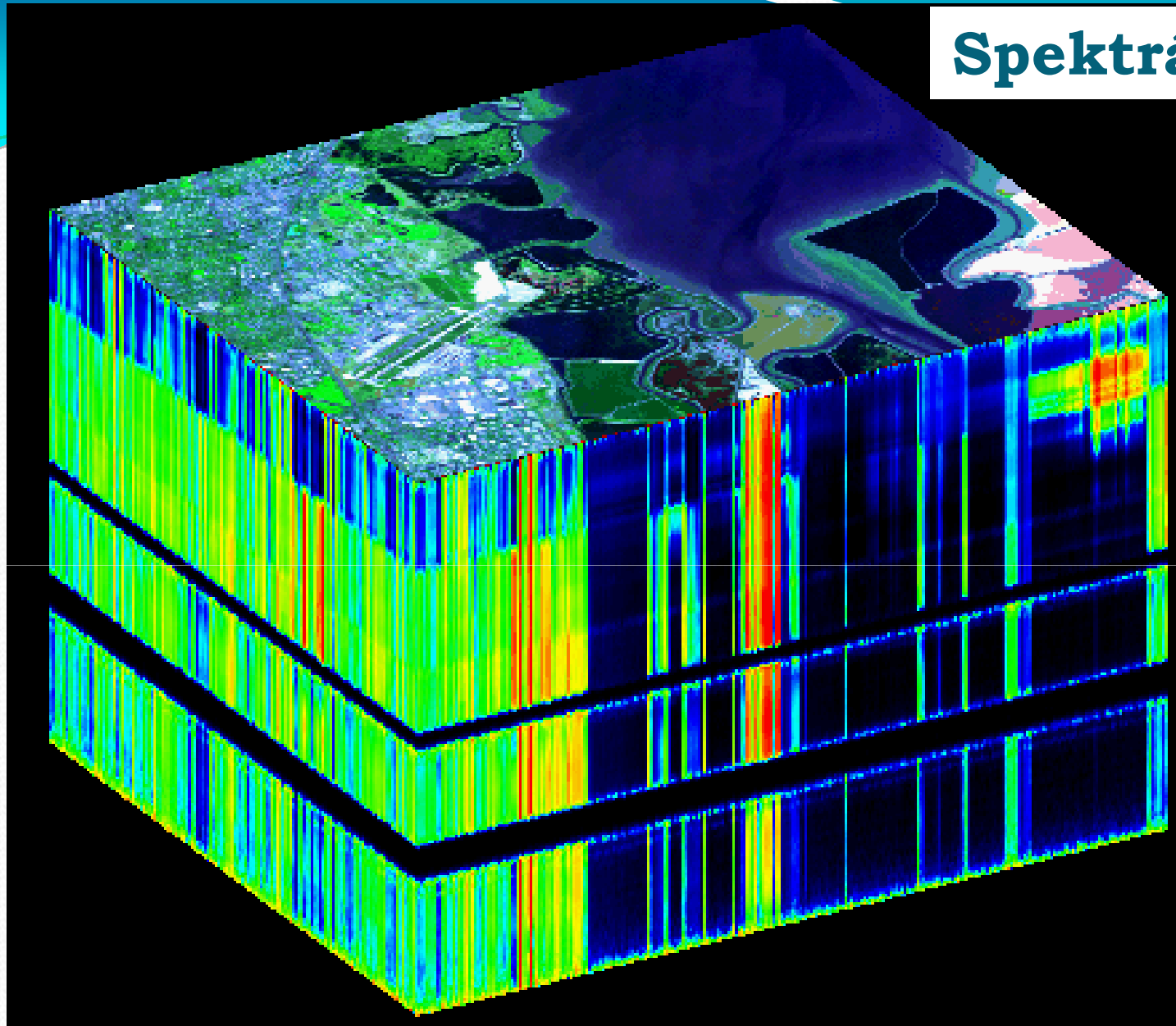


# Spektrální knihovny a automatické rozpoznávání objektů



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  $\mu\text{m}$

224  
snímků

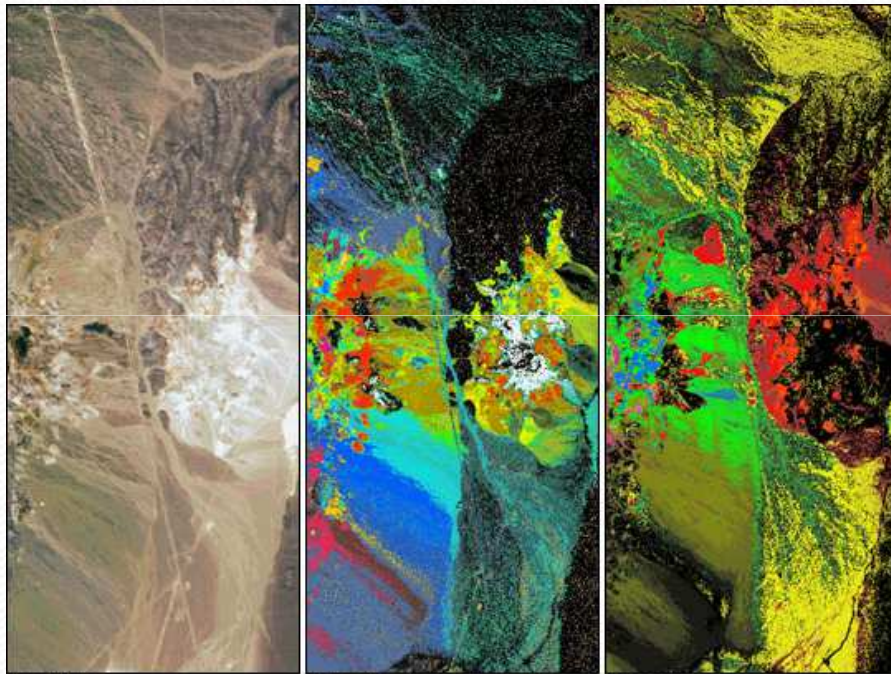
vlnová  
délka

2,45  $\mu\text{m}$

**Software  
HyperCube**

<http://www.erdc.usace.army.mil/Media/FactSheets/FactSheetArticleView/tabid/9254/Article/476681/hypercube.aspx>

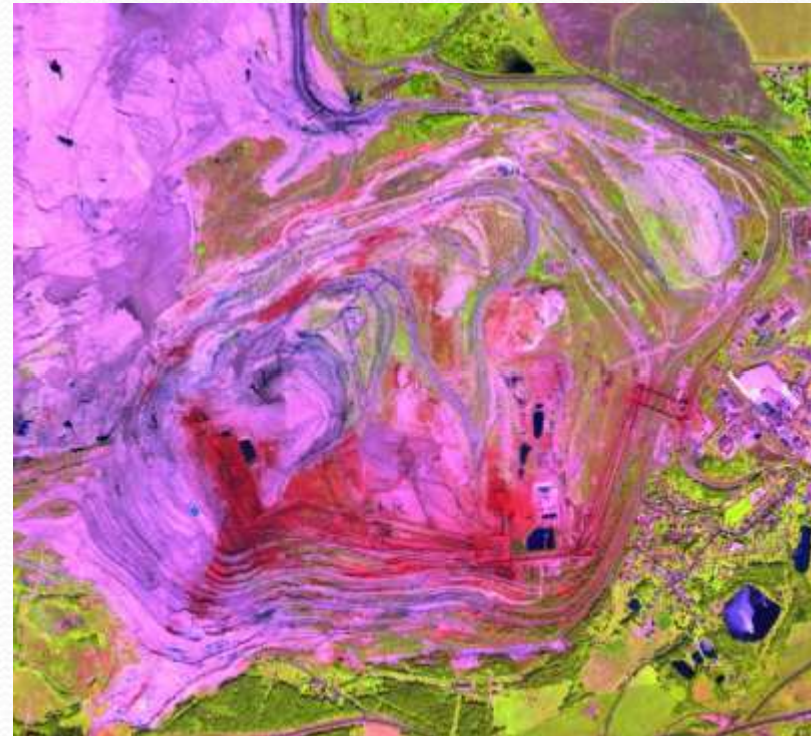
# Rozpoznávání jednotlivých minerálů a hornin



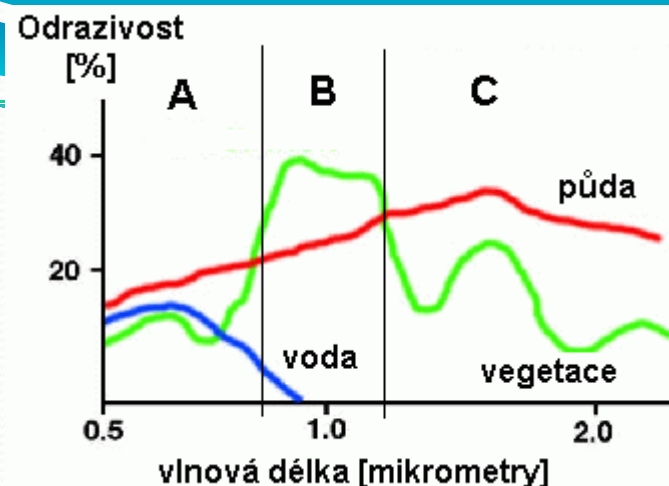
True Color

Minerals (vibrational absorption)

Minerals (electronic absorption)



## Vegetační mapování

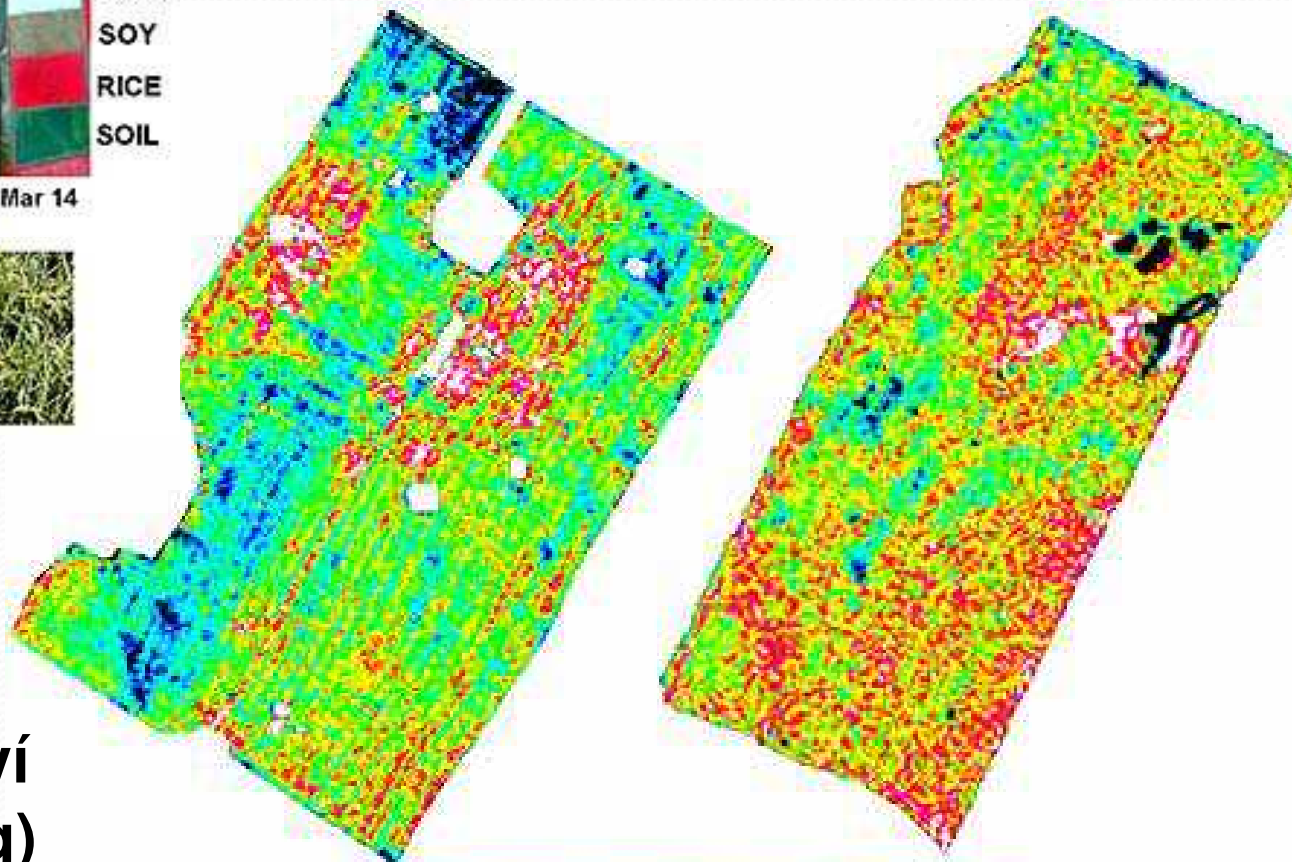
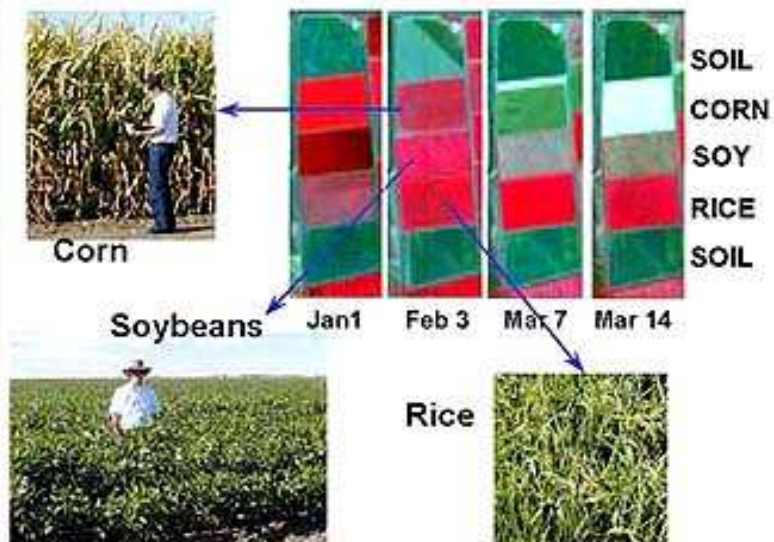


- Mapování druhů rostlin a jejich stavu pomocí multispektrálních snímků je založeno na porovnávání relativně malé odrazivosti ve viditelné části spektra a vysoké odrazivosti v blízké infračervené části spektra – viz. vegetační indexy.
- „**high resolution vegetation indices**“
- S využitím hyperspektrálních 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



Low

Chlorophyll Content

High

**Cílené zemědělství  
(precision farming)**

## Mapování environmetálního znečištění - WTC

