

**VYHODNOCENÍ  
ENVIRONMENTÁLNÍCH VLIVŮ  
POVRCHOVÉ TĚŽBY POSTAVENÉ NA  
ANALÝZE DAT HYPERSPEKTRÁLNÍHO  
SENZORU**

**Veronika Kopačková, Jan Mišurec**

*Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1, 118 21*

*e-mail: [veronika.kopackova@seznam.cz](mailto:veronika.kopackova@seznam.cz)*

# Obsah prezentace

- Úvod do obrazové spektroskopie (spektrometrie)
- Seznámení s HS aplikacemi v ČR
- **HypSo:** Geochemické aplikace
- **HypSo:** Fyziologický stav vegetace (smrk ztepilý)
- Shrnutí a budoucí plány

# Teorie obrazové spektroskopie (spektrometrie)

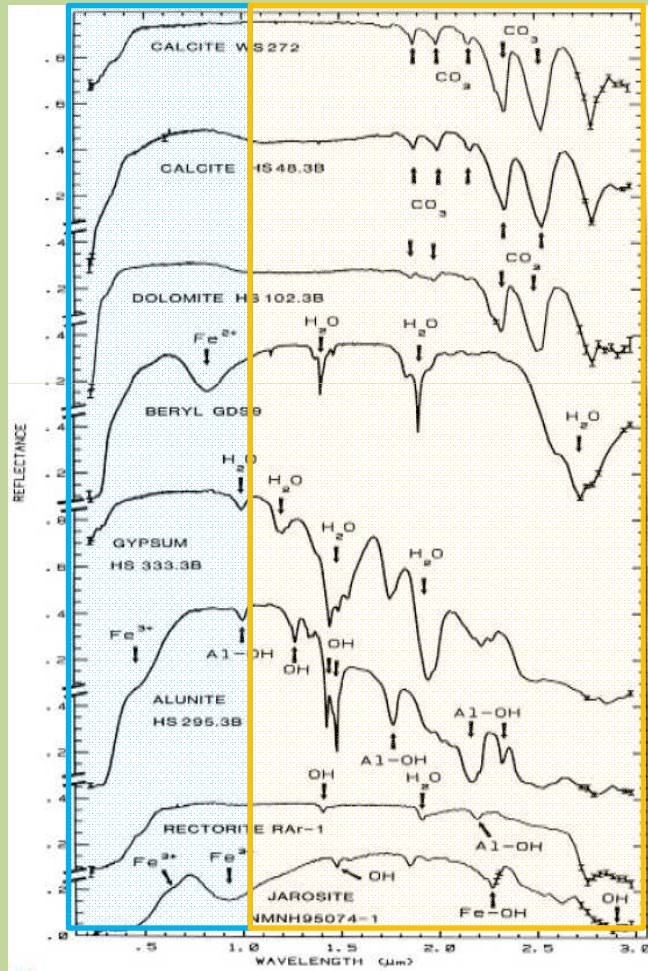
Chemické,  
fyzikální,  
mechanické  
vlastnosti



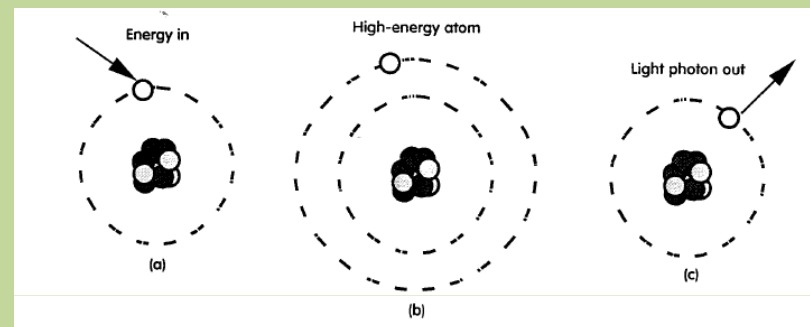
**Reflektance**  
**Emisivita**  
- měření in situ  
pozemní přístroj)  
- nebo distančně  
(senzor)



# Teorie obrazové spektroskopie (spektrometrie)



## Elektronové procesy (0.2-1.1 μm)

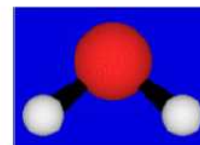


Přechod do  
vyššího E stavu

Přenos náboje

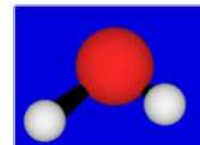
## Vibrační procesy

Stretching



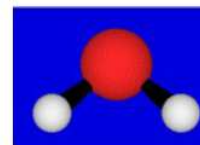
Voda, 1.4, 1.9 μm

Asymmetric  
Stretching



-OH, 1.4 μm

Bending



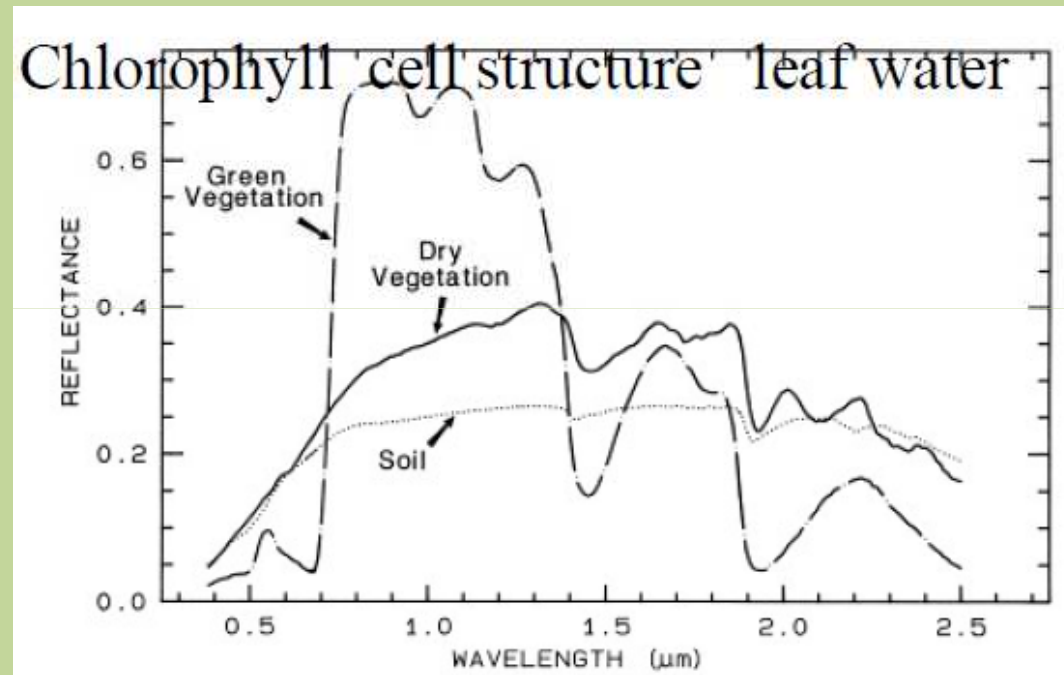
Al-OH, 2.2 μm

Mg-OH, 2.3 μm

CaCO<sub>3</sub>, 2.32-2.35 μm

# Teorie obrazové spektroskopie (spektrometrie)

## Vegetace



-Fotosynteticky aktivní vegetace (chlorofyl @  $0.7 \mu\text{m}$ )

-Voda @  $0.9 \mu\text{m}$

-Suchá vegetace (celulóza, lignin, N)



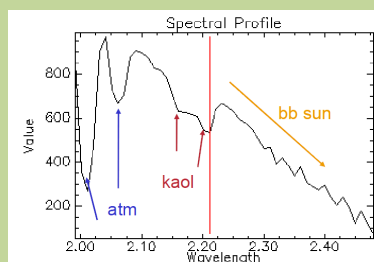
# Teorie je hezká věc.....



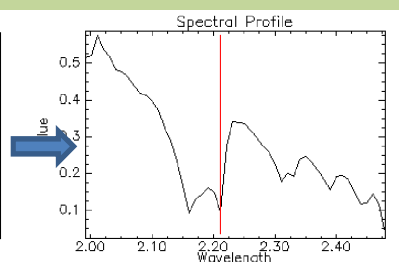
Chyba, stabilita a kalibrace senzoru, technické parametry

## Vliv atmosféry

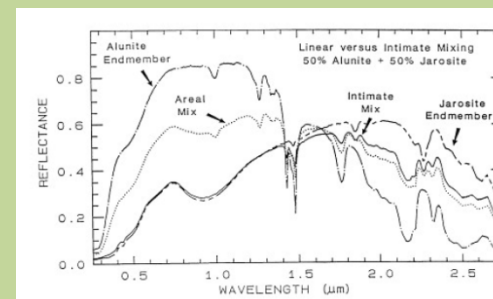
At sensor radiance



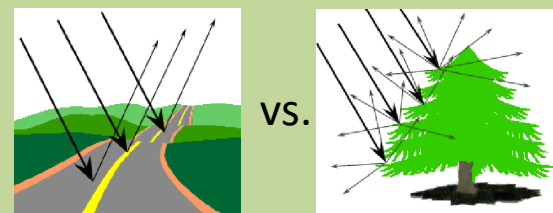
Reflectance



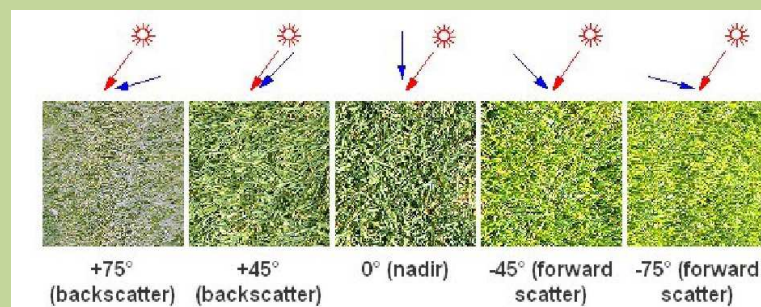
## Problém míchání a směsí



Odraz: spekulární vs. difuzivní

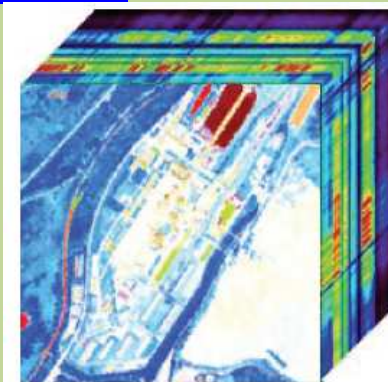


BRDF - Bi directional reflectance distribution function



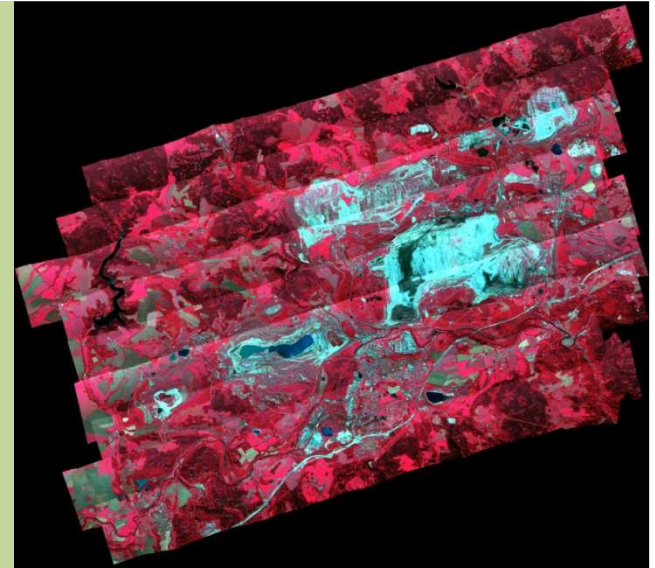
# HS aktivity v ČR

- Pilotní studie vyhodnocovala stav jehličnanů v Krušných Horách (Entcheva-Cambell et al., 2004)  
**Katedra fyziologie rostlin, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova**
- **Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR AISA Eagle VNIR** - HS náletové kampaně byly provedeny na testovací lokalitě Bílý Kříž v Moravsko-slezských Beskydech, další aktivity na Šumavě a Sokolovsku
- **Česká geologická služba (2009) – HypSo**
  - <http://www.geology.cz/project619100/history/>
- **EO-MINERS**
  - <http://www.eo-miners.eu/>
- HS data: **Hymap**



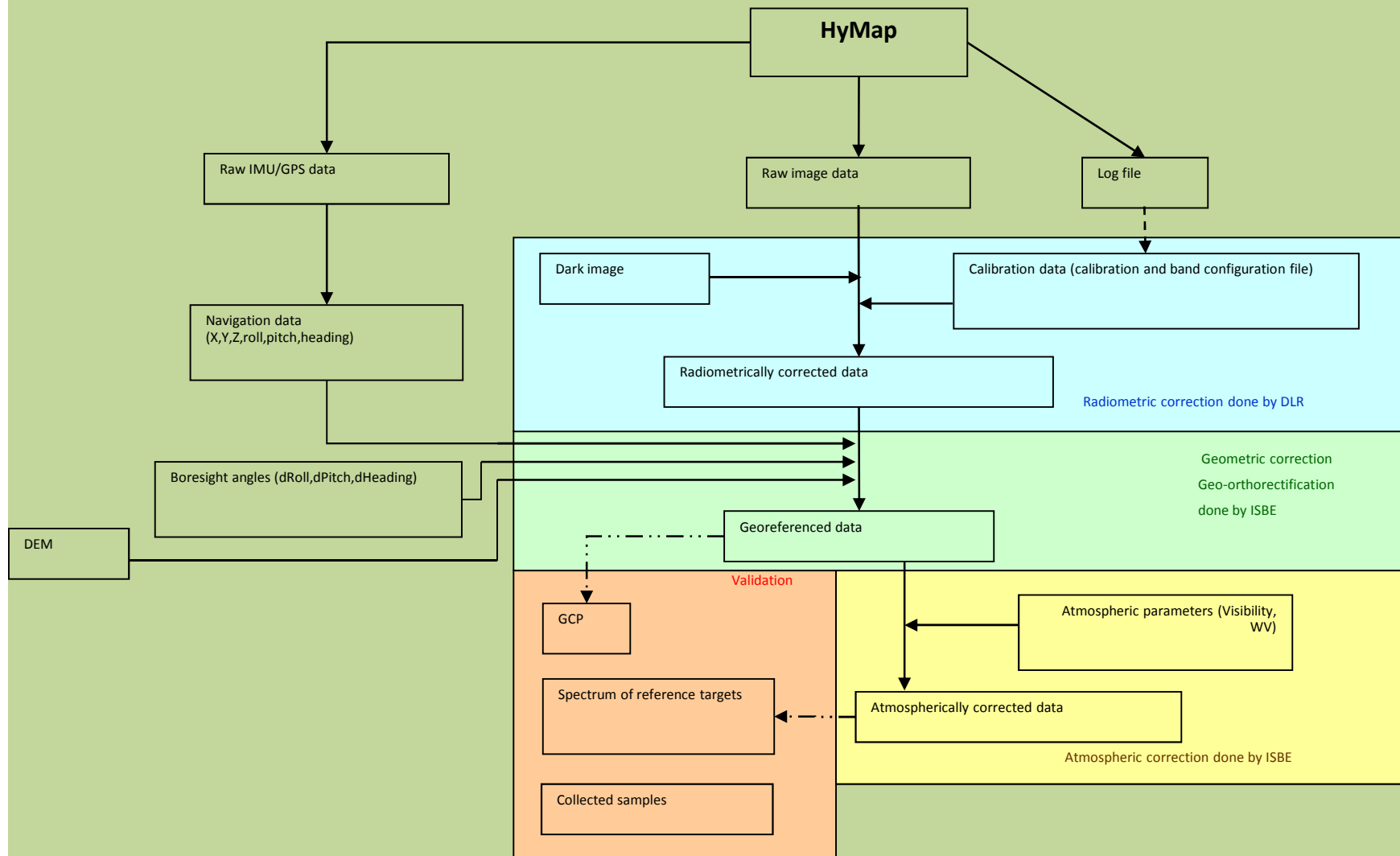
# Hymap

- Letecká kampaň –  
pořízení HS dat HyMap, HyEurope 2009, 2010
- Cal/Val pozemní kampaň – atmosférická  
korekce – **absolutní reflektance**
- Pozemní kampaň –
  - vzorkování („ground truth“),
  - měření pozemním
  - spektrometrem ASD

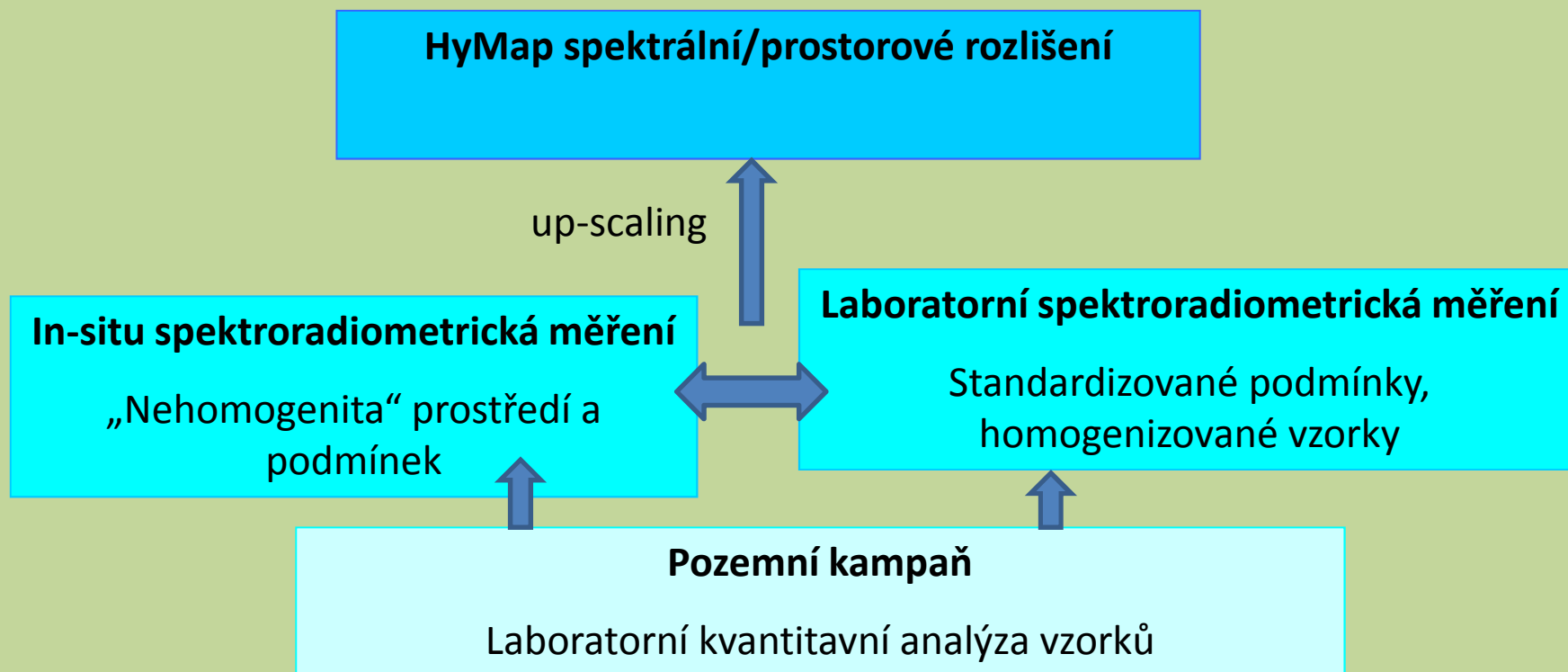




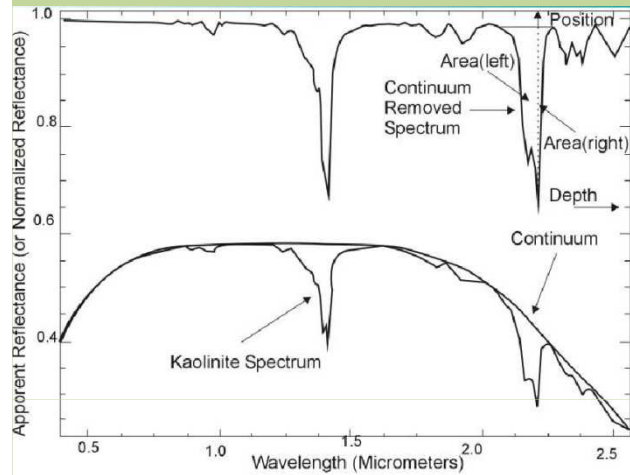
# HyMap - absolutní reflektance



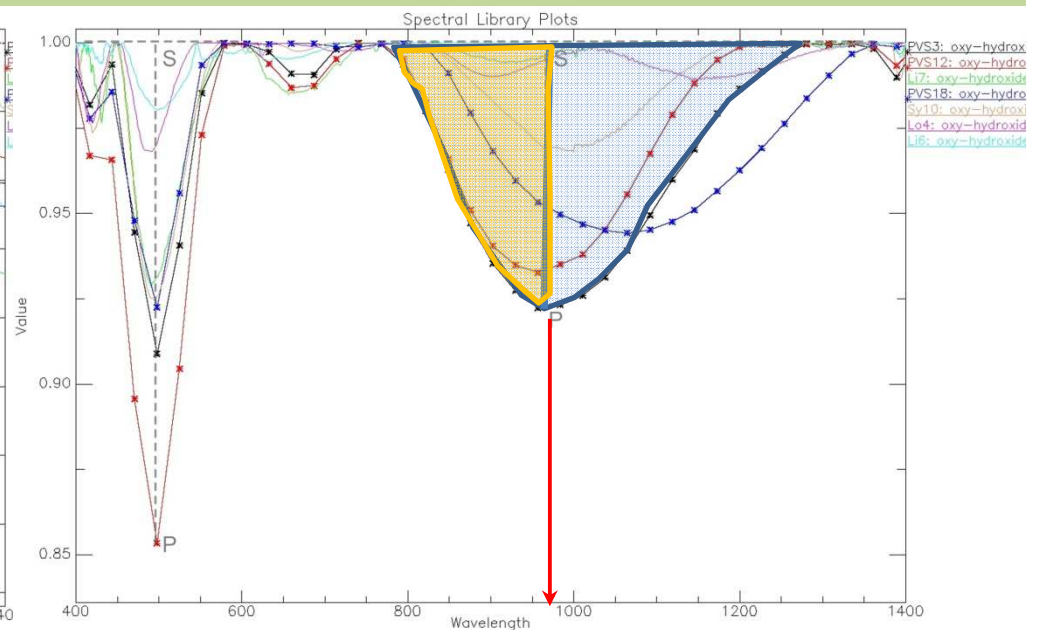
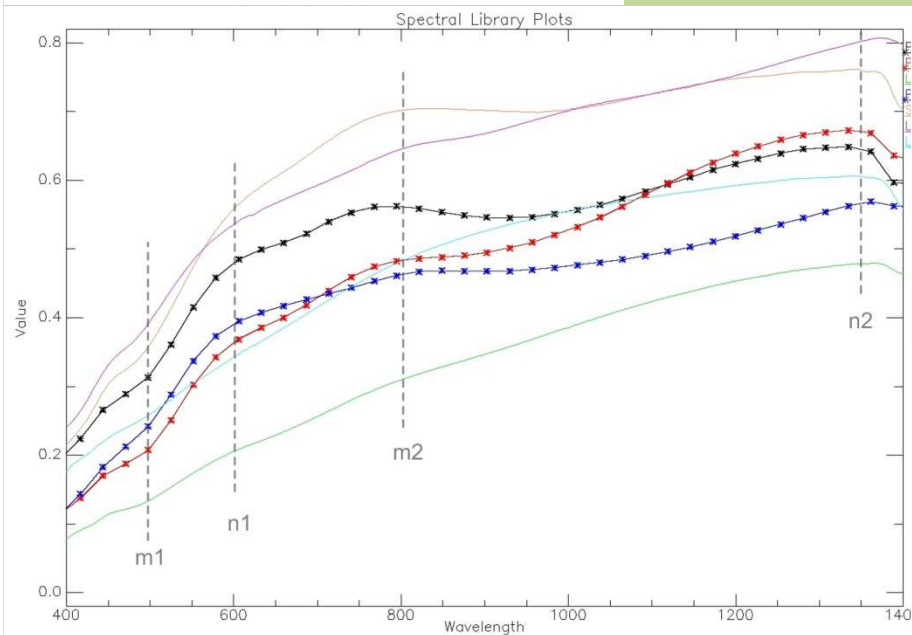
# Procesní schéma



# Spektroskopie



- Vlastní spektrum
- Normalizované (continuum removal)
- Parametry absorpce:
  - Pozice max absorpce (druh)
  - Hloubka, obsah (kvantita, obsah)
  - Asymetrie (chemické změny)

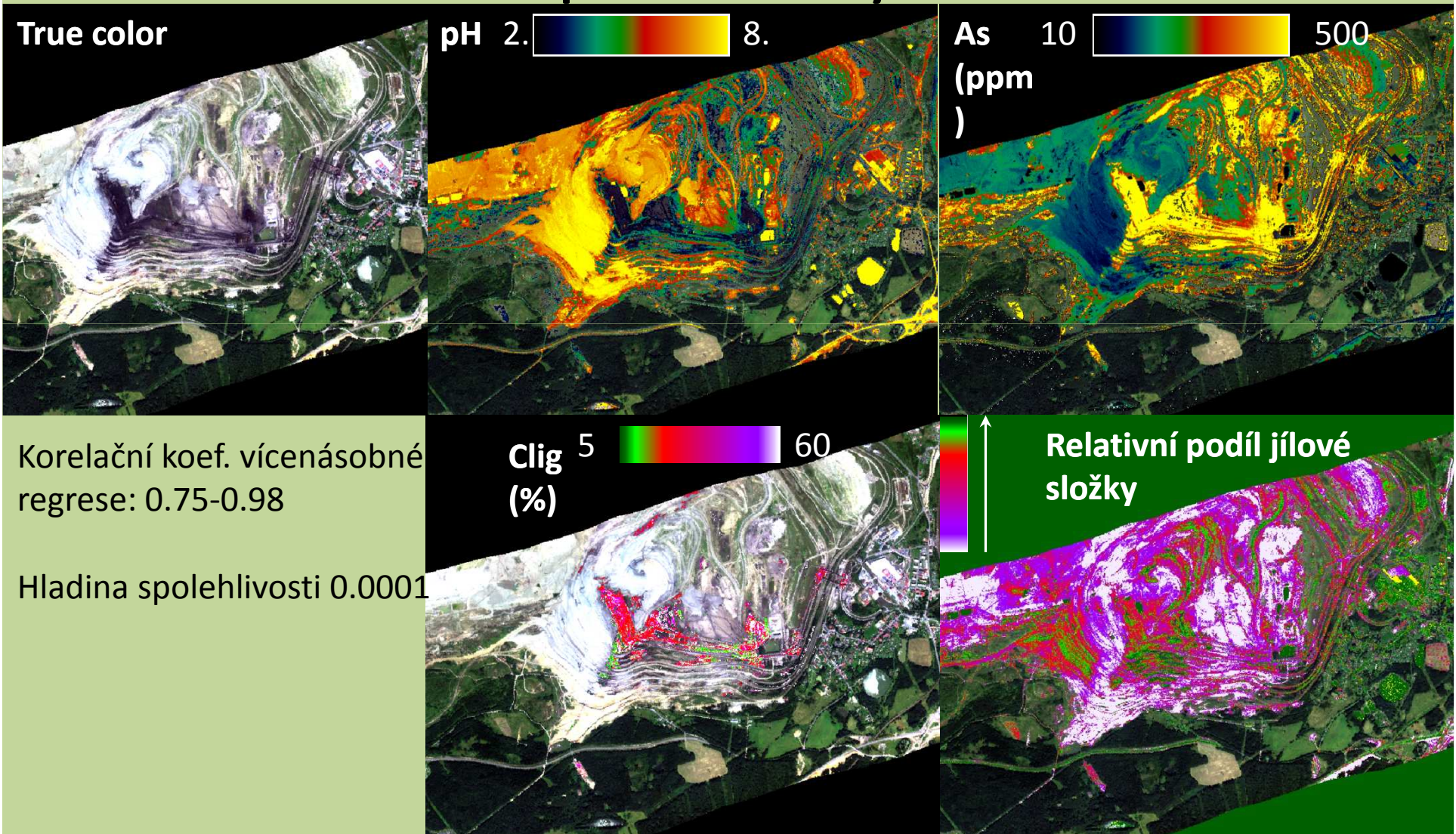


# Empirický model pro výpočet geochemických parametrů

- Parametry spektrálních absorpcí charakteristické pro organickou komponentu Clig, Oxy-hydroxidy kovů, jílové minerály
- Empirický model postavený na vícenásobné lineární regresi počítané z vybraných parametrů (nezávislé proměnné s dostatečnou váhou)



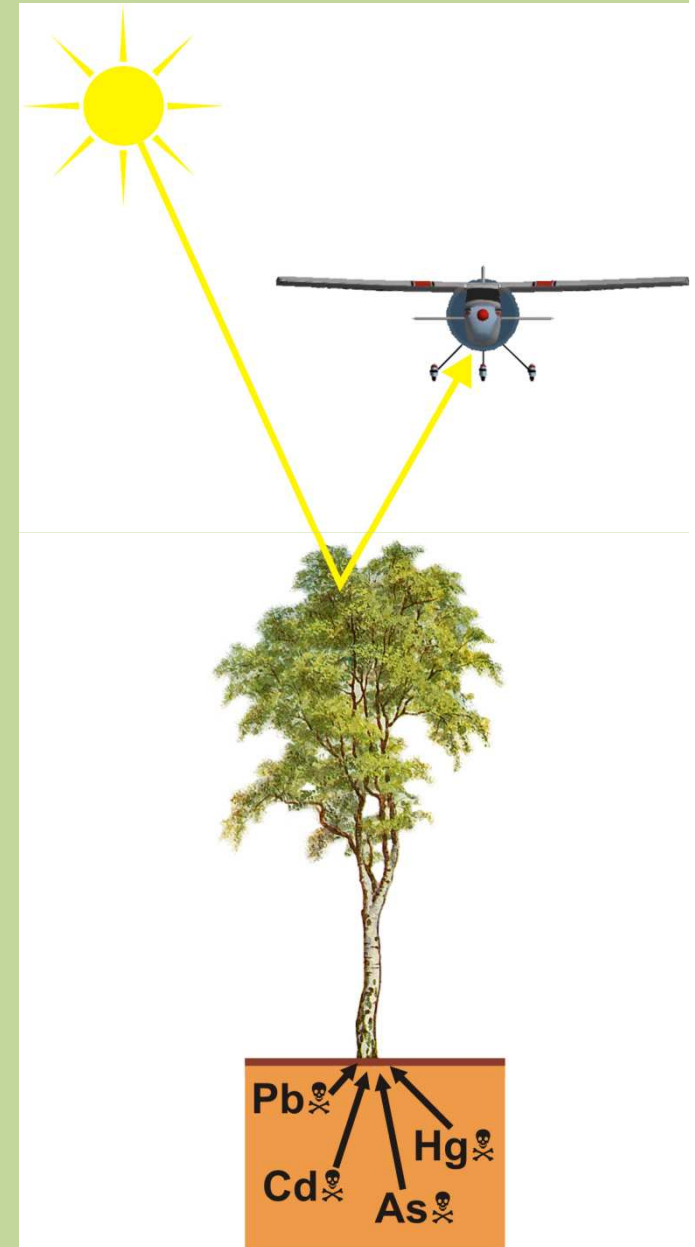
# Empirický model: geochemické parametry





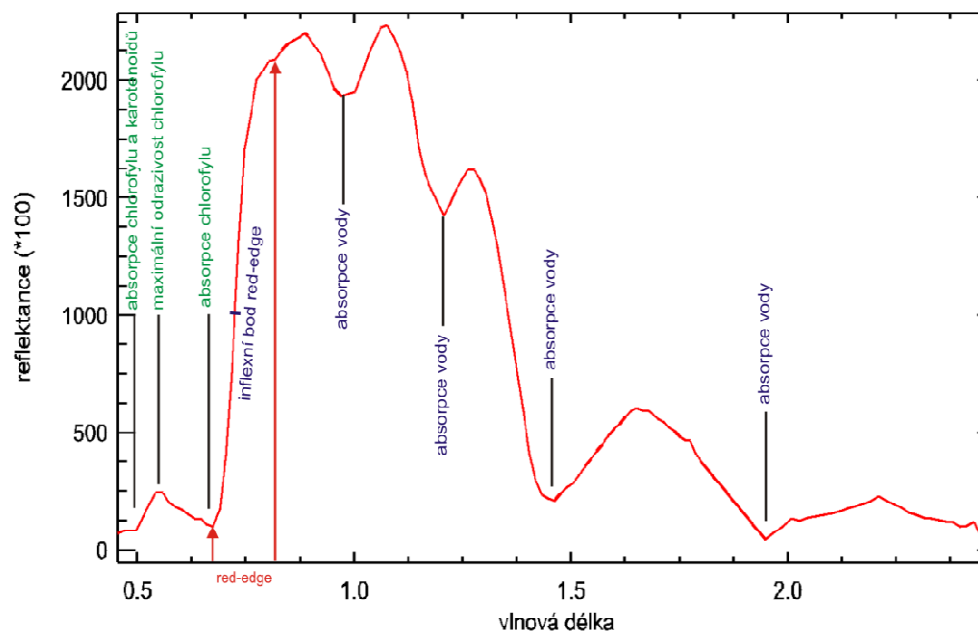
# Studium zdravotního stavu vegetace

- Studium stresových reakcí vegetace souvisejících s těžbou hnědého uhlí
- Vztah geochemického složení půdního substrátu a spektrálních vlastností vegetace (alkalické kovy, kovy alkalických zemin, těžké kovy)
  - a. Lesní lokality v okolí hnědouhelných lomů (smrk ztepilý): **Erika, Habartov, Mezihorská, Studenec**
  - b. Vegetace v opuštěných lomech a výsypkách (borovice, bříza)
- **Předpoklad:** geochemické složení půdního substrátu a jeho kontaminace ovlivňují spektrální vlastnosti vegetace



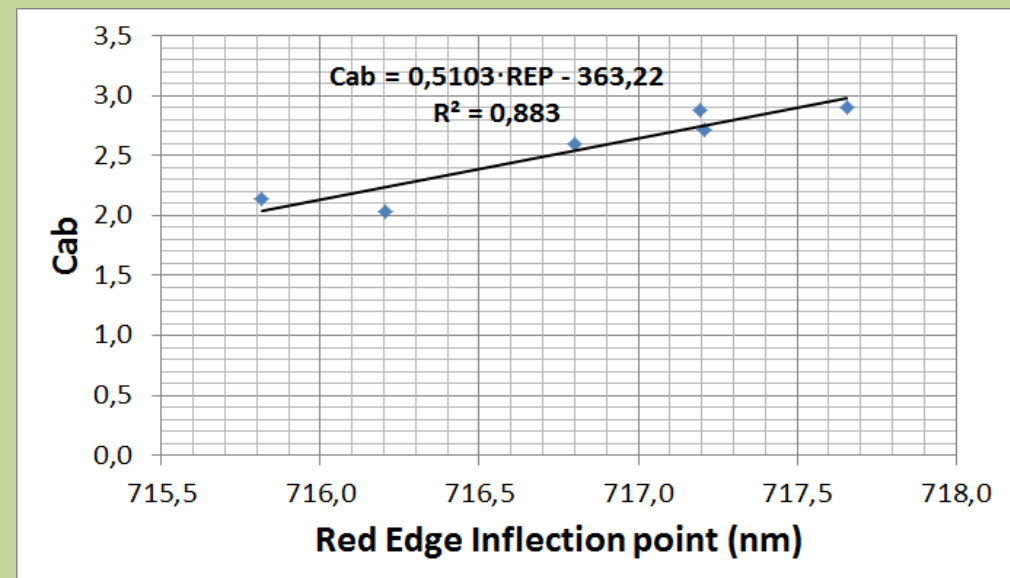
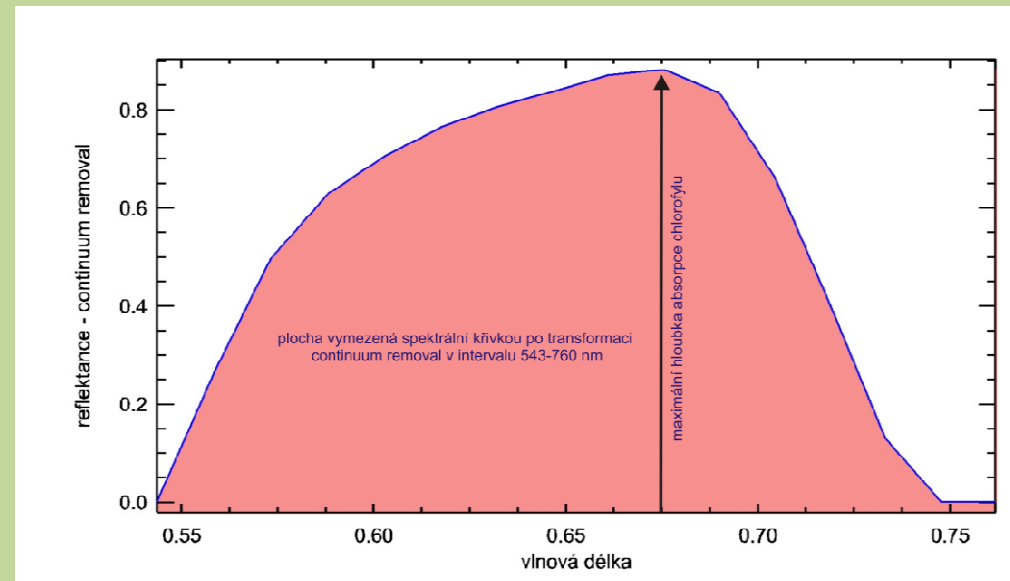
# spektrální charakteristiky vegetace

- Spektrální vlastnosti vegetace v oblasti VIS+NIR ovlivněny zejména přítomností listových barviv: **chlorofyly (Cab)**, **karotenoidy (Kar)**
  - a. absorpce Cab+Kar (400-500 nm)
  - b. maximální odrazivost Cab (550 nm)
  - c. absorpce Cab (675 nm)
  - d. Red-Edge (700-780 nm)
  - e. buněčná struktura (780-900 nm)
- **Indikátory zdravotního stavu vegetace:**
  - a. **obsah chlorofylu (Cab)**
  - b. **poměr Kar/Cab**
  - c. **poměr Ca/Cb**

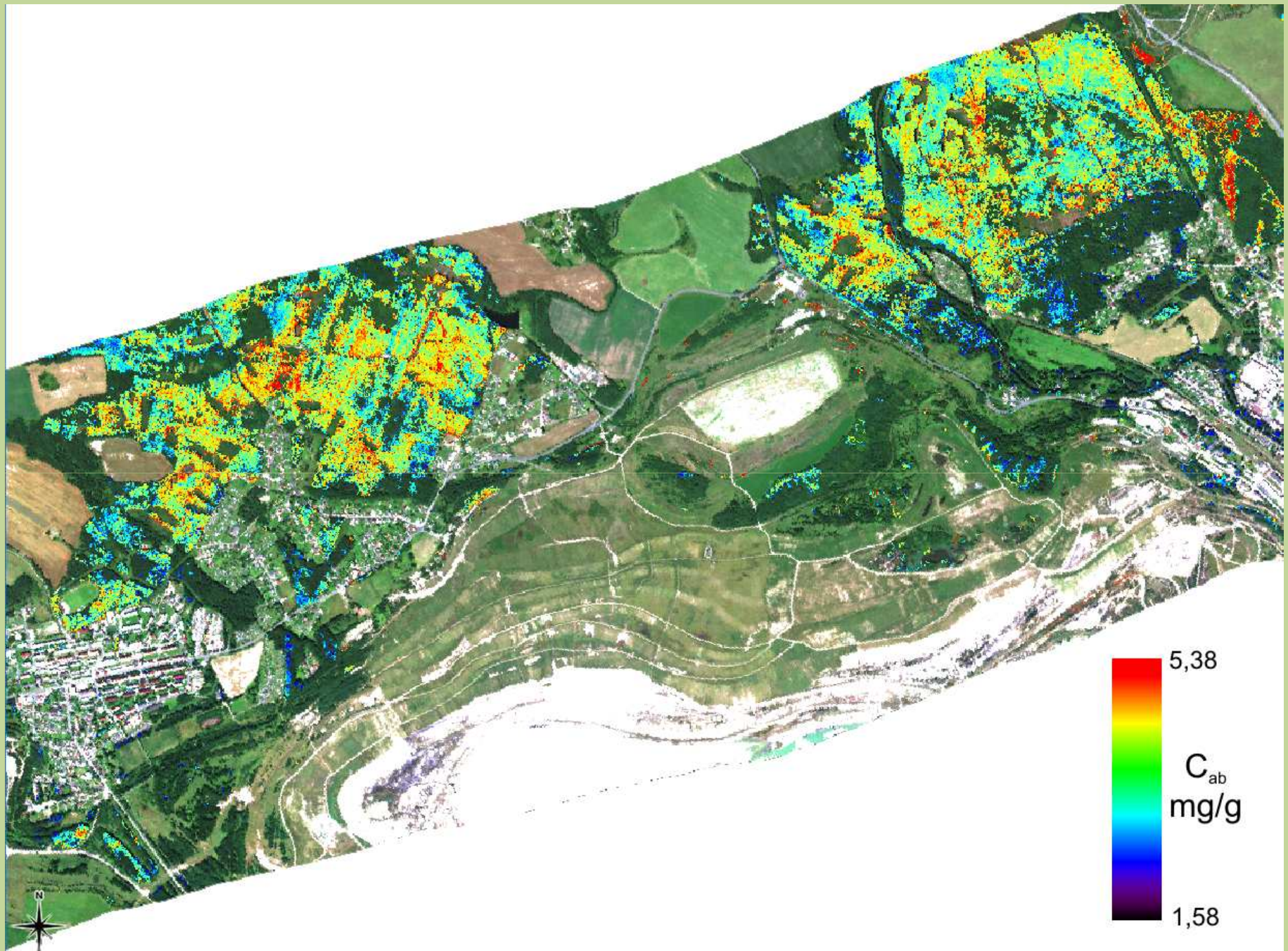


# Určování obsahu chlorofylu

- Statistický regresní model popisující vztah spektrálních indikátorů obsahu Cab (HyMap) s hodnotami koncentrace Cab zjištěnými laboratorním rozbohem odebraných vzorků jehličí.
  - a. vegetační indexy (NDVI<sub>705</sub>, VOG)
  - b. Red-Edge Inflection point
  - c. plocha pod spektrální křivkou
  - d. derivace spektra
  - e. normalizace na maximální hloubku absorpce chlorofylu
  - f. indexy odvozené z derivovaného spektra
  - g. normalizovaná reflektance









# Výsledky

- Získání mapy obsahu vybraných geochemických a biochemických parametrů (chlorofylu ve smrkových porostech) na základě vytvořených statistických regresních modelů.
- chyba v odhadu v případě geochemických parametrů (RMS) 10-20% u množství chlorofylu v nejlepším případě (f) **0,2269 mg/g** (RMS 8-15%)

## Plánované aktivity:

- zpracování dat HyMap 2010 a pořízení nové sady hyperspektrálních dat (HyMap 2011) – vznik časové řady snímků
- Validace modelů, další zpřesnění
- odvození modelů pro určování dalších ukazatelů zdravotního stavu vegetace (Kar/Cab a Ca/Cb)
- vztah hodnot indikátorů zdravotního stavu vegetace ke složení půdního substrátu
- studium spektrálních charakteristik březových a borových porostů v opuštěných lomech a výsypkách
- V rámci nového projektu DeMinTIR budou pořízena letecká hyperspektrální data z oblasti termálního regionu elektromagnetického spektra a následující aktivity budou směřovány na vývoj nových modelů využívající jak optická tak termální HS data.

