

HypSo, EO-MINERS a DeMinTIR – co nového mohou přinést hyperspektrální technologie do oblasti monitoringu životního prostředí

Veronika Kopačková, Jan Mišurec
Česká geologická služba

Hyperspektrální aplikace – projekty ČGS

2009: Grant GAČR 205/09/1989 **Vyhodnocení environmentálních vlivů povrchové těžby postavené na analýze dat hyperspektrálního sensoru ARES**, (HYPSO: hyperspectral Sokolov) 2009-2012



Institute of Systems Biology
and Ecology
ACADEMY OF SCIENCES
OF THE CZECH REPUBLIC, v.v.i.



Geoscience for a sustainable Earth

brgm



2010: FP7 projektu (**EO-MINERS: Earth Observation for Monitoring and Observing Environmental and Societal Impacts of Mineral Resources Exploration and Exploitation**) 2010-2012



British
Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



Council for Geoscience



miro

TEL AVIV UNIVERSITY



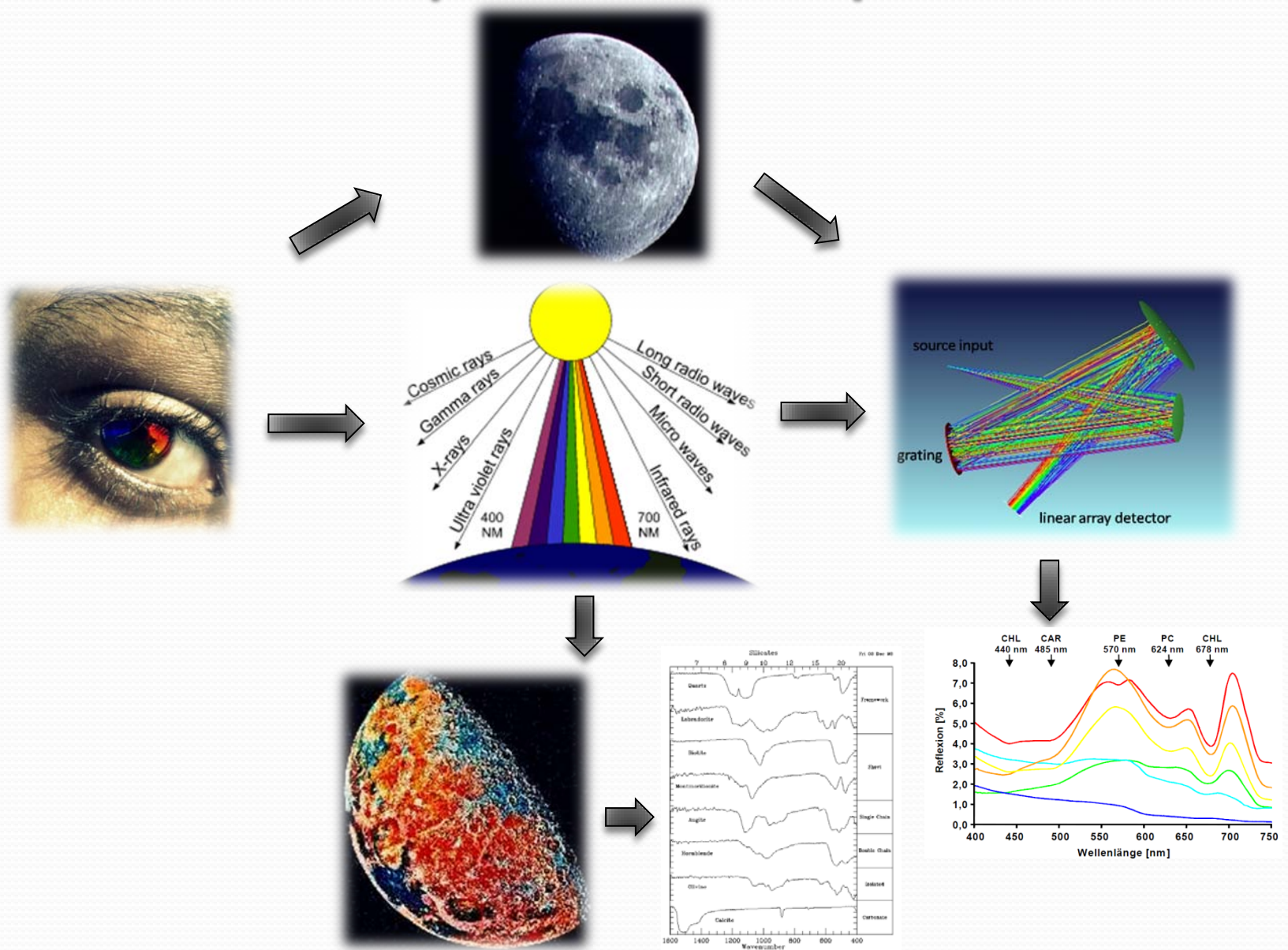
Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.
SOKOLOVSKÝ



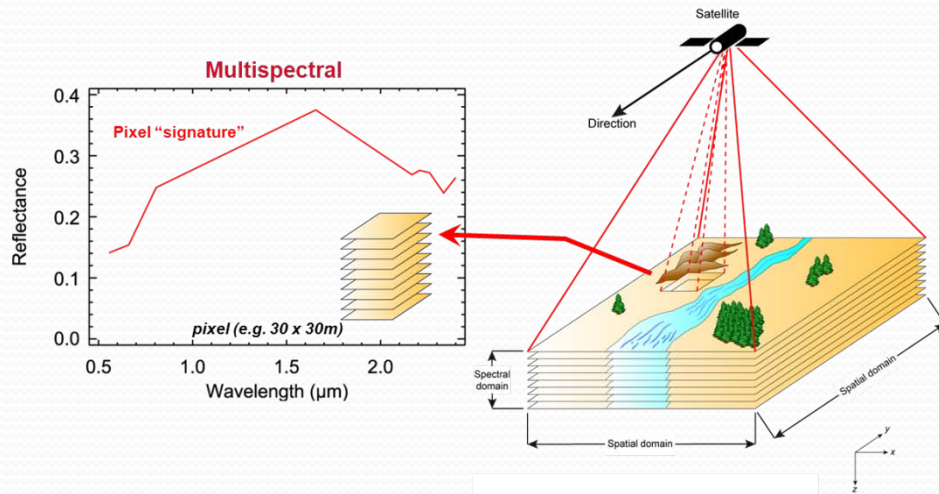
Wuppertal Institute
for Climate, Environment
and Energy

2011: DeMinTIR (EUFAR): CGS, DLR, TAU, (AHS, INTA) program EUFAR, navazuje na práce provedené v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve během projektů HypSo a EO-Miners, letecká termální obrazová data AHS s vysokým spektrálním rozlišením AHS (airborne hyperspectral scanner): 80 pásem z oblasti TIR (8 - 13 μm)

Obrazová spektroskopie



Hyperspectral vs. multispectral



The acquisition of images in hundreds of registered contiguous spectral bands such that for each picture element it is possible to derive a complete reflectance/emittance spectrum (Goetz 1983)

Extraction of bio-, geochemical parameters

Whole spectrum: Information on

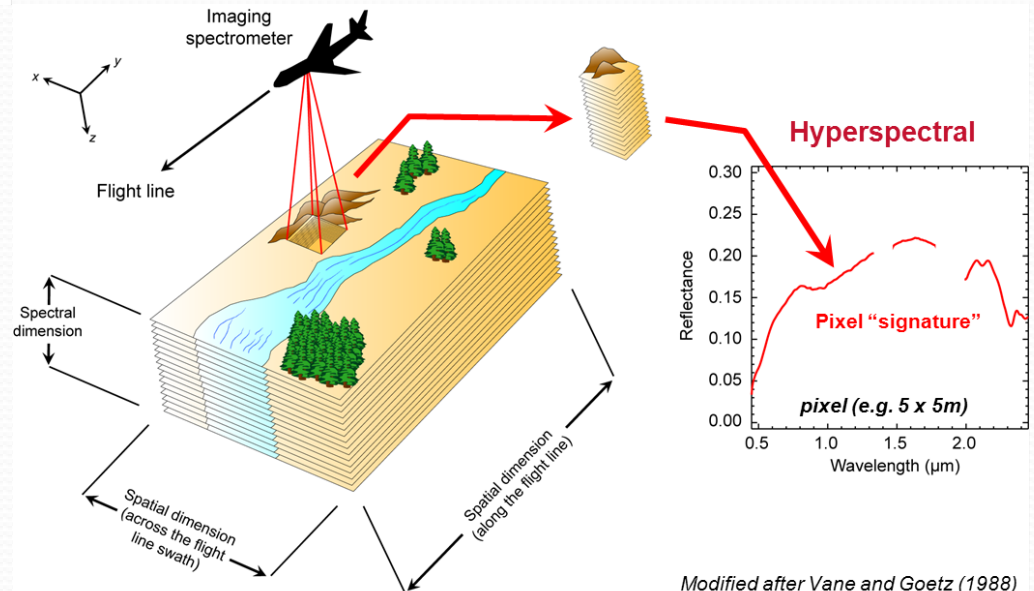
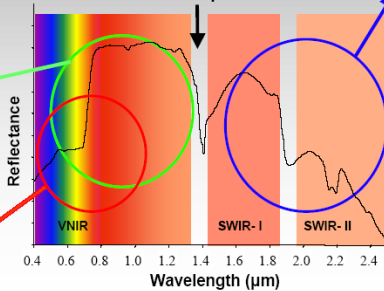
- soil moisture
- organic matter
- soil roughness (crusting) and grain size

Spectral information on C-O, Al-OH, Mg-OH bearing minerals + total organic carbon

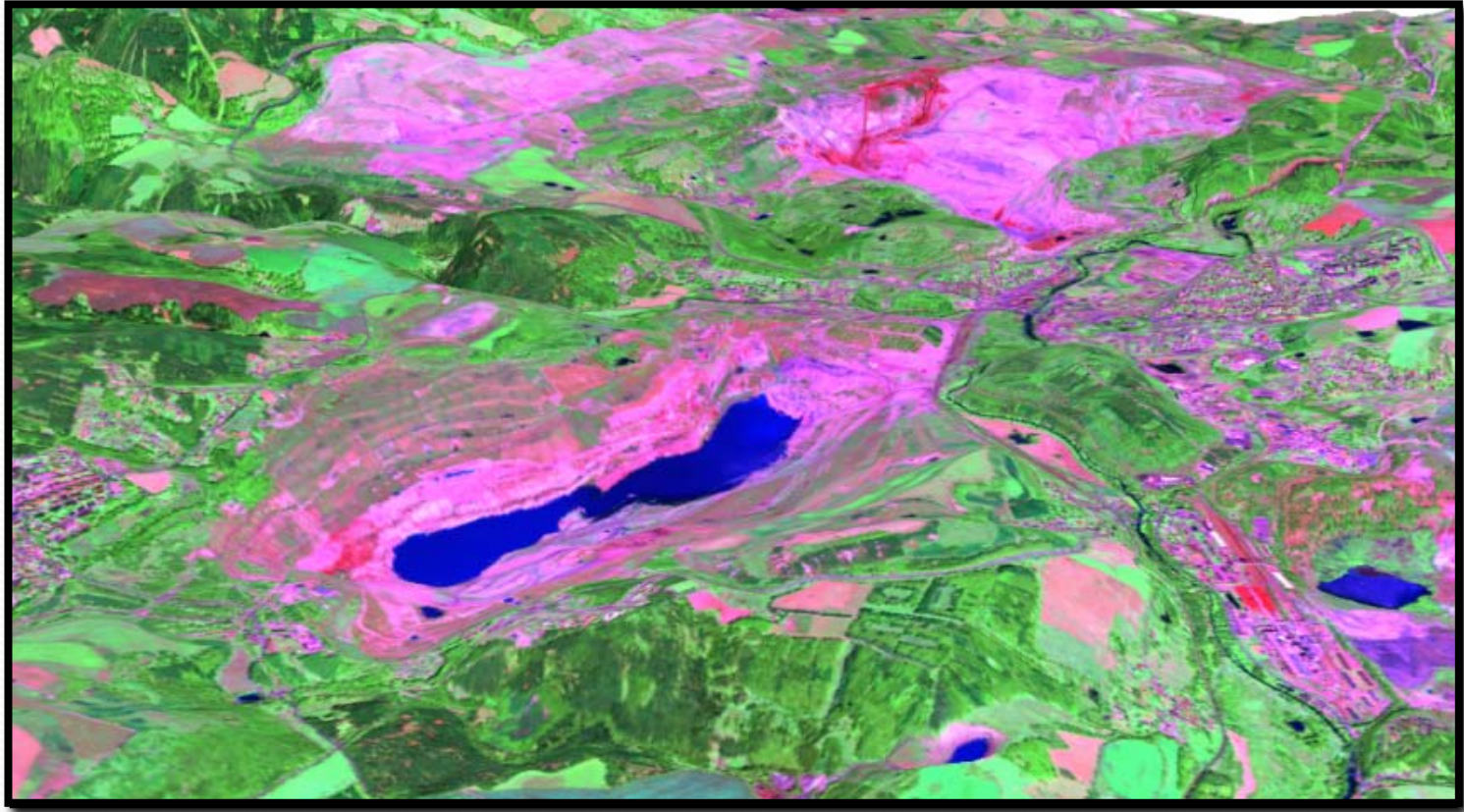
Atmospheric absorption

Spectral information on vegetation condition

Spectral information on $\text{Fe}^{2+,3+}$ content

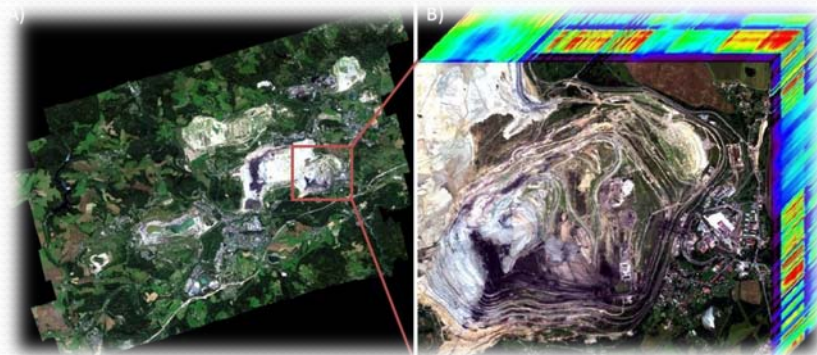


Modified after Vane and Goetz (1988)



HS kampaň

- Sokolov - Letecké kampaně
 - pořízení HS dat HyMap (HyEurope 2009, 2010)
 - CASI, AHS (INTA) EUFAR (2011)
- Cal/Val pozemní kampaň
 - atmosférická korekce – **absolutní reflektance**
- Pozemní kampaň
 - vzorkování („ground truth“),
 - měření pozemním spektrometrem (ASD, μ FTR)

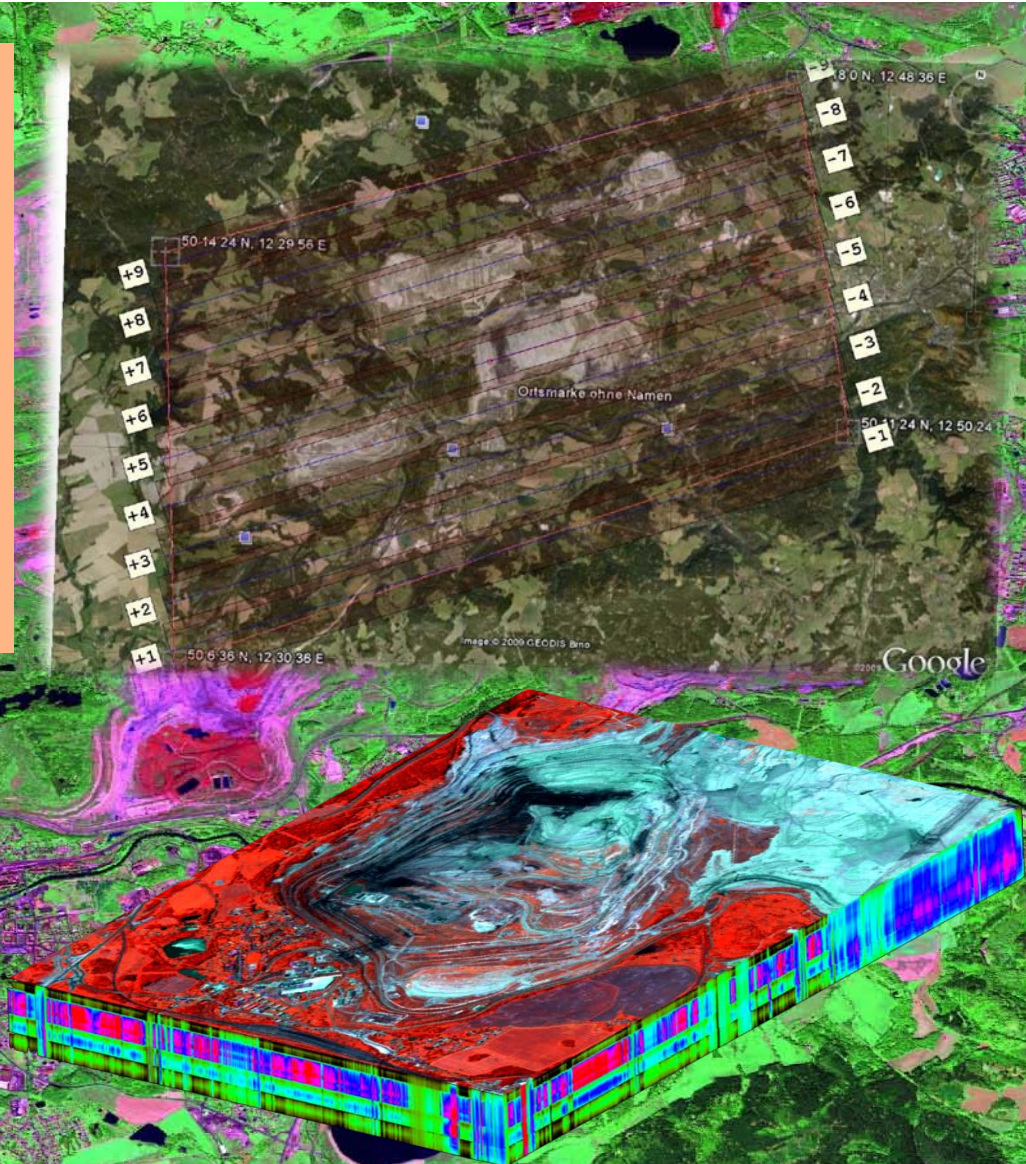


Pozemní data (ground truth)



Hypso: Hyperspectral Sokolov (2009, 2010)

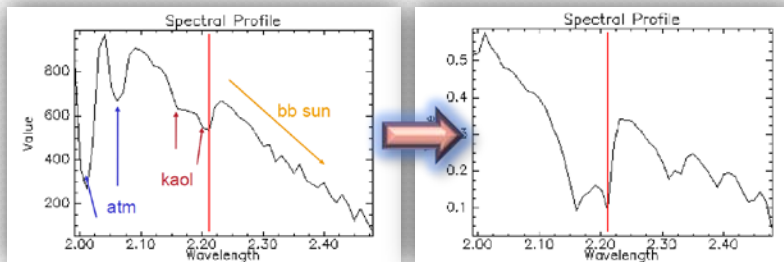
- **HyMap airborne hyperspectral data**
- 125 bands
- 450-2500 nm
- FWHM: 15 nm
- Spatial resolution 5m/pix



HYMAP: pre-processing

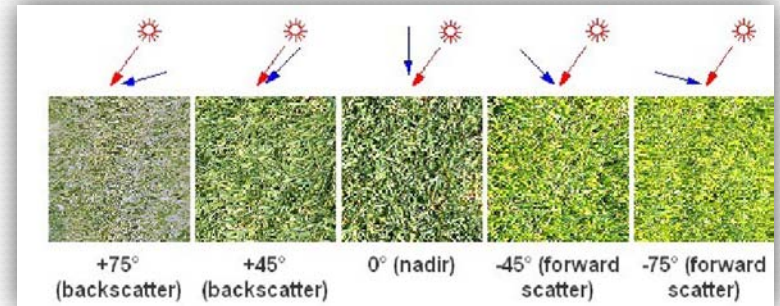
- Testování vlivu atmosférické korekce na kvalitu dat: různé přístupy jak minimalizovat vliv atmosféry a BRDF (fyzikální základ, RT)

BRDF - Bi directional reflectance distribution function



At sensor radiance

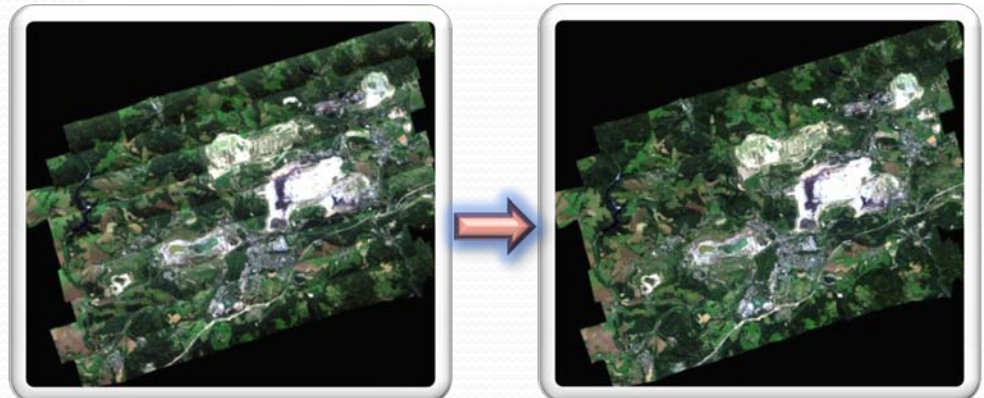
Reflectance



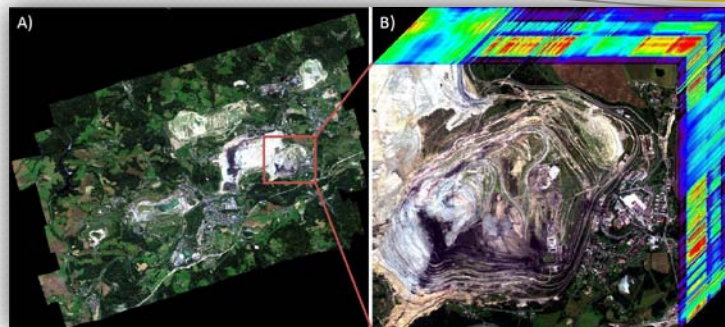
Korekce BRDF pomocí polynomické fce

← along-track
across-track

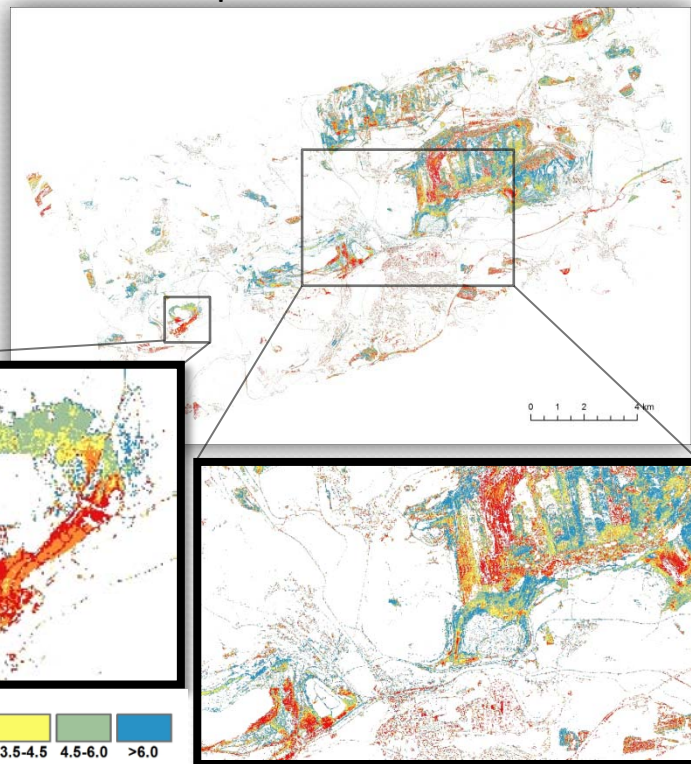
- Reflektance „vyladěná“ pro různé aplikace (vegetace, půda/substrát)



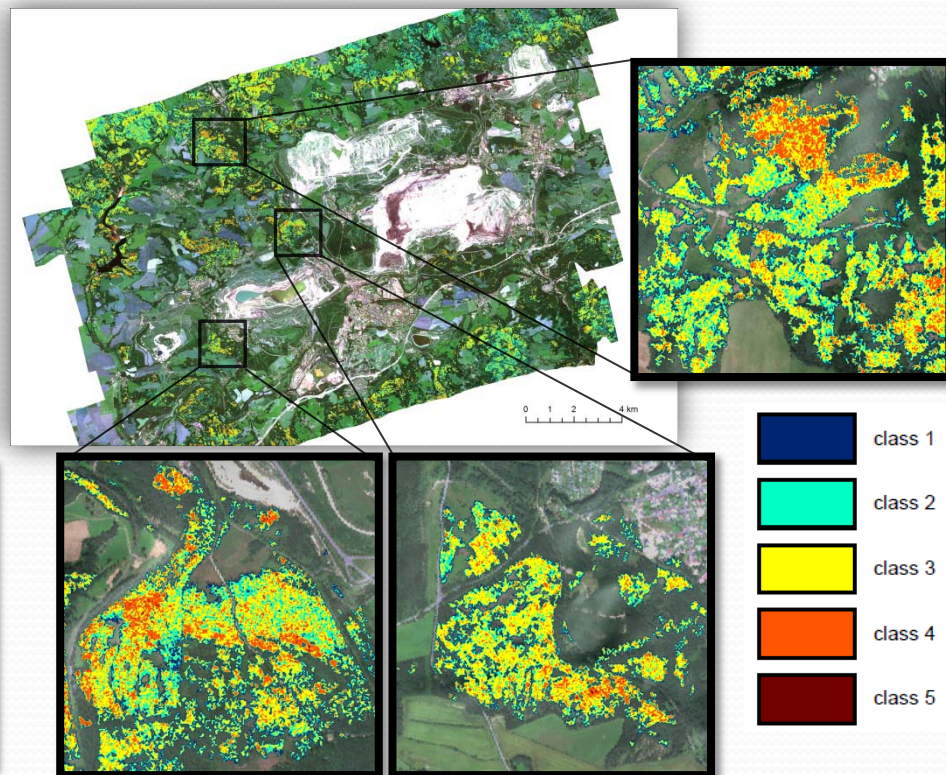
Sokolovská pánev: letecká data HyMap (07/2009)



Povrchové pH



Zdravotní stav smrkových porostů



Sokolov – zdraví lesních porostů

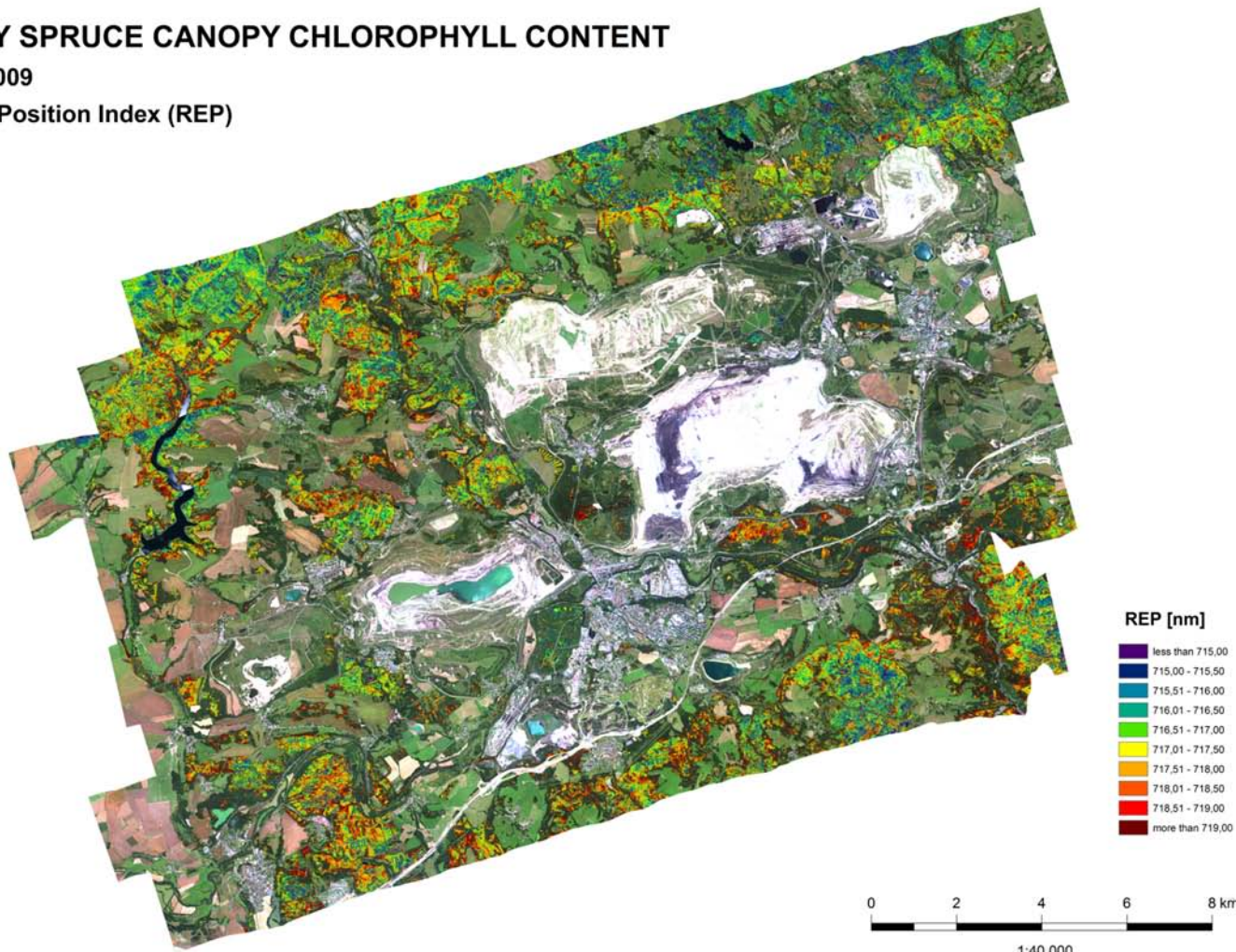


Sokolov – zdraví lesních porostů

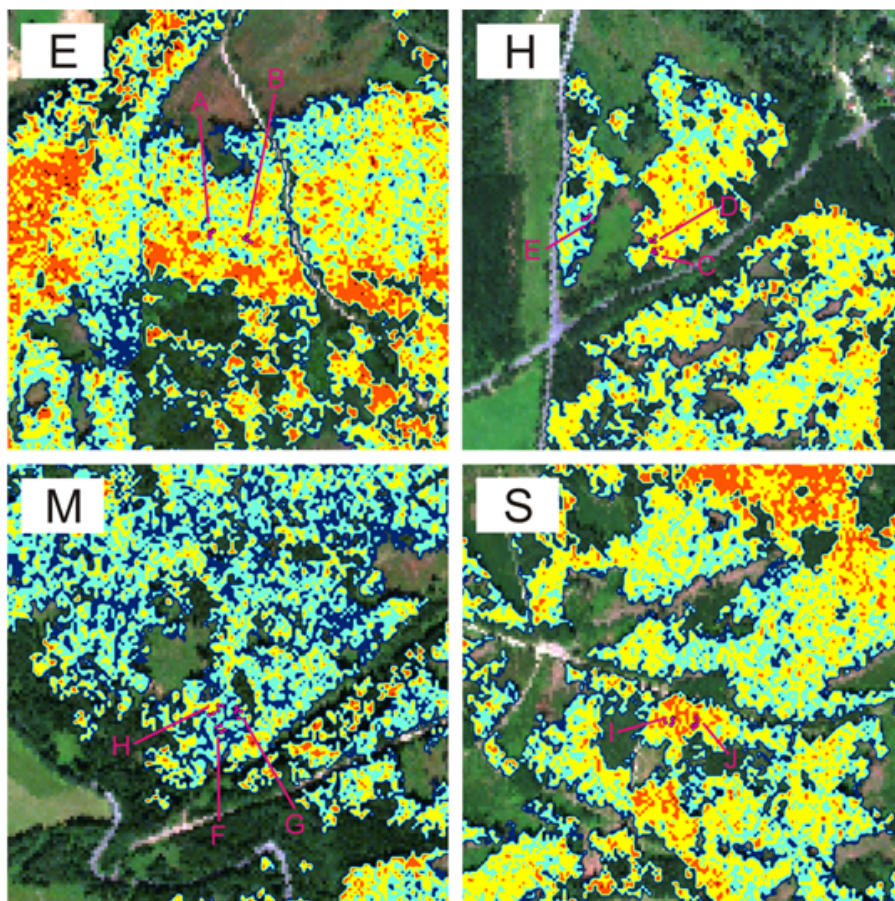
NORWAY SPRUCE CANOPY CHLOROPHYLL CONTENT

Sokolov 2009

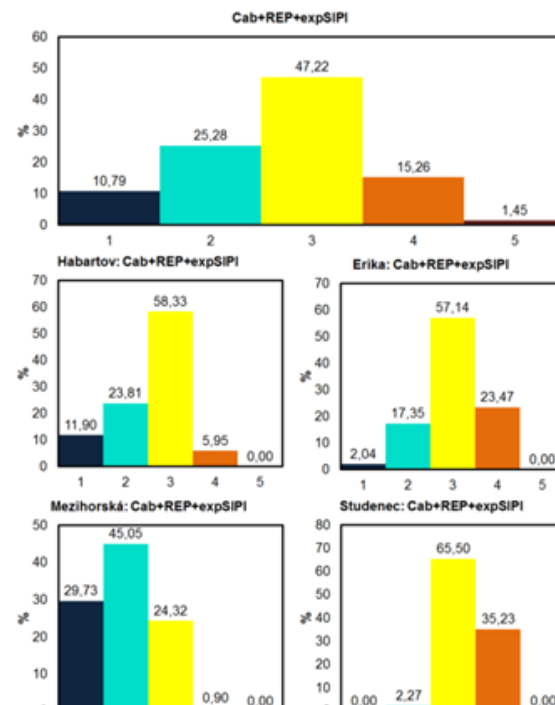
Red Edge Position Index (REP)



Sokolov – zdraví lesních porostů



Health status classes for the trees without visual damage symptoms
1 - the worst and 5 - the best result

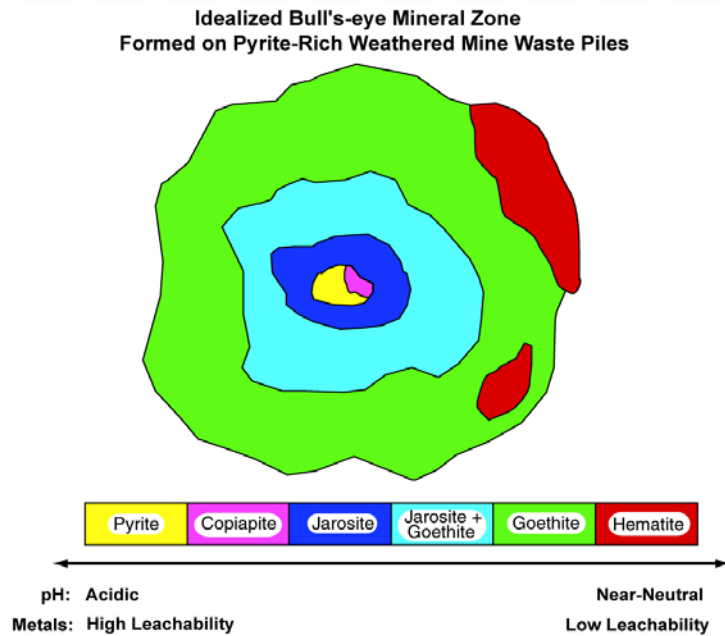


Relative frequencies (%) :
The entire Sokolov lignite basin area (top) and the individual sites Erika, Habartov, Mezihorská and Studenec (bellow).

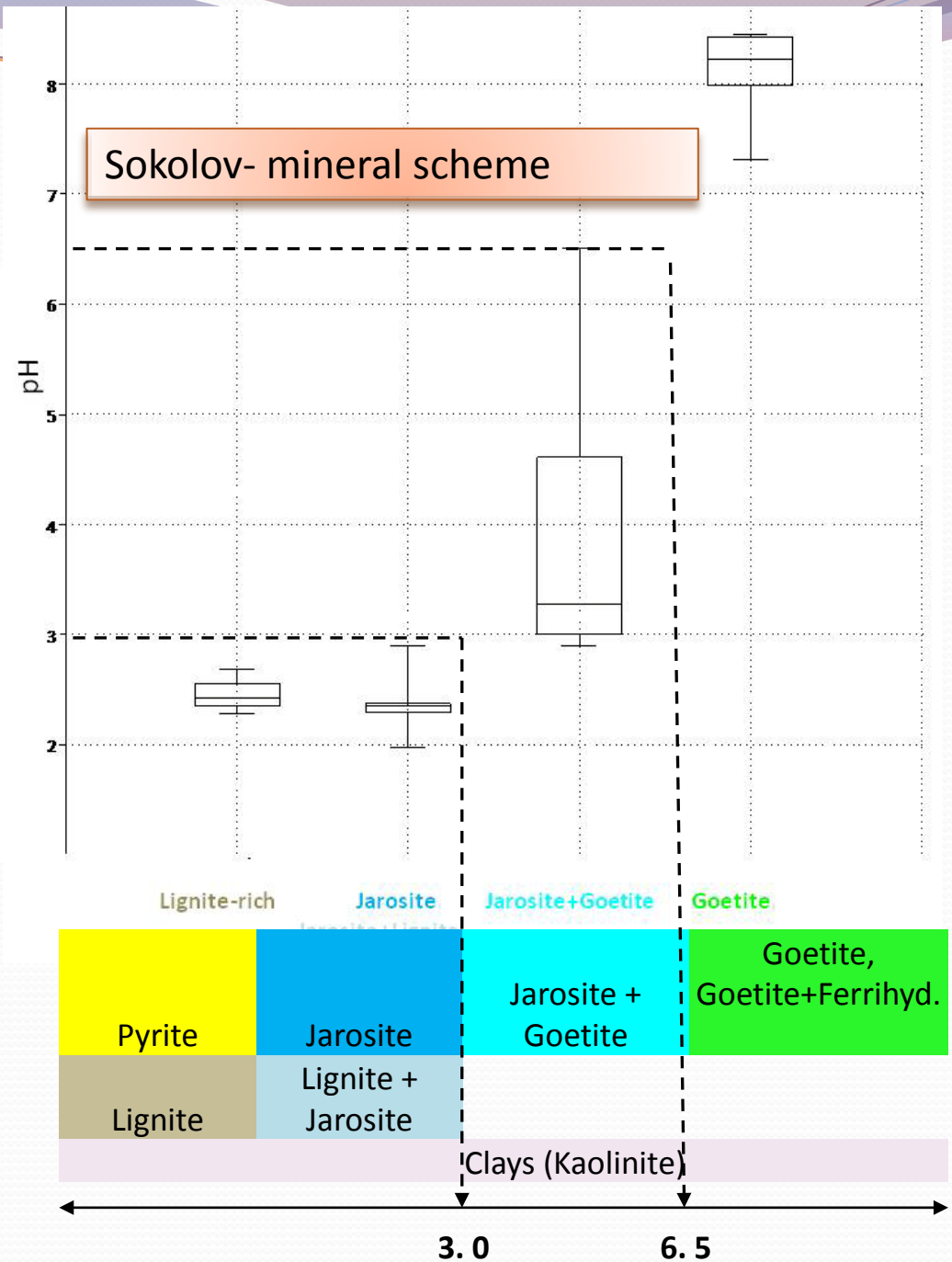
Sokolov – povrchové pH antropogenních substrátů



AMD- typical mineral scheme



pH can be resolved through mapping the indicative mineral abundances

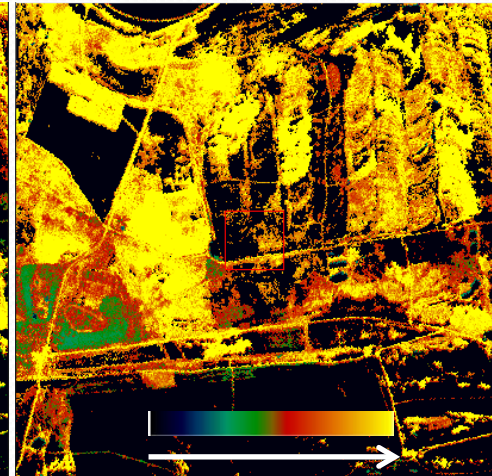
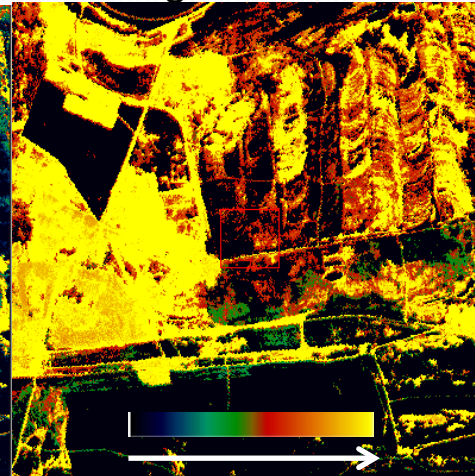
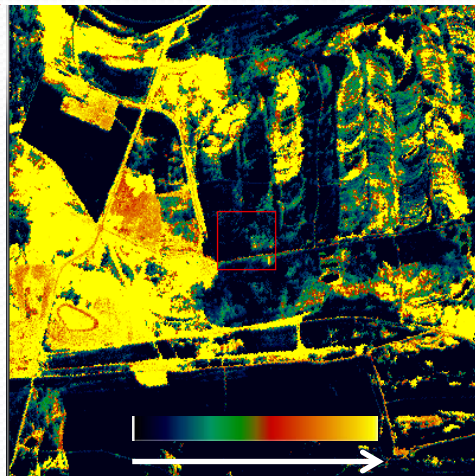




Jílové minerály, goethit

Jarosit+goethit

Jarosit

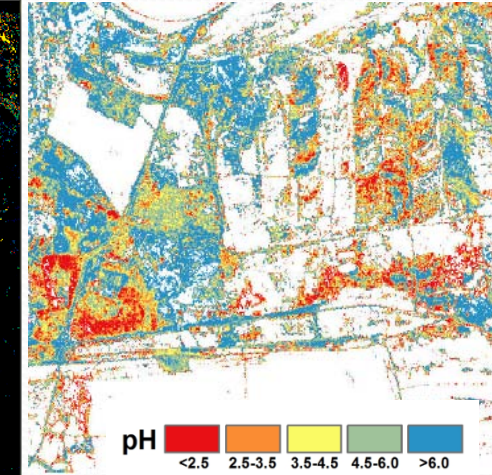
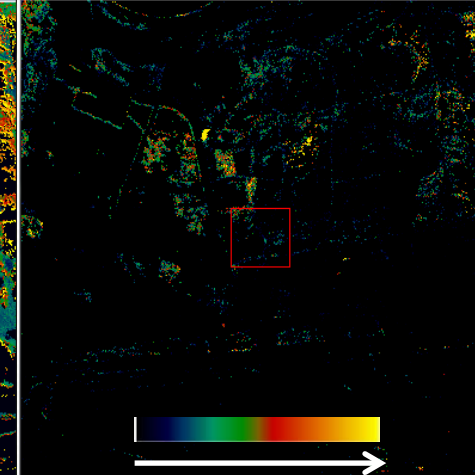
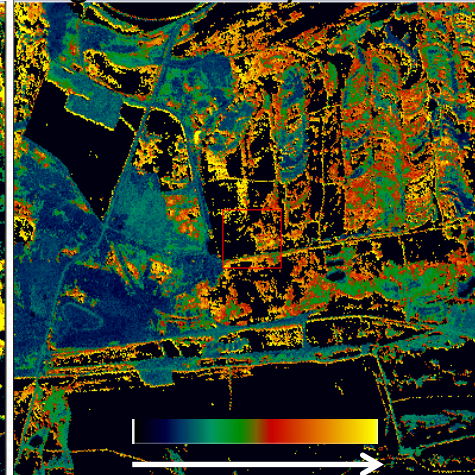
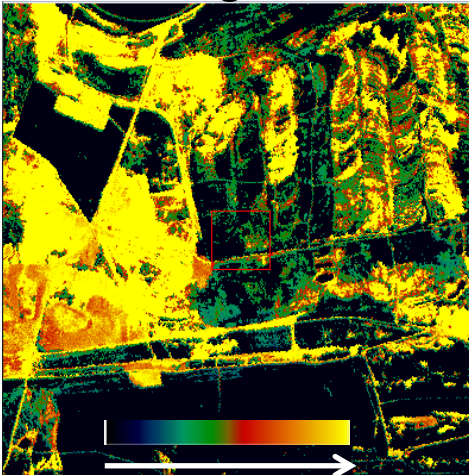


Jarosit+lignit

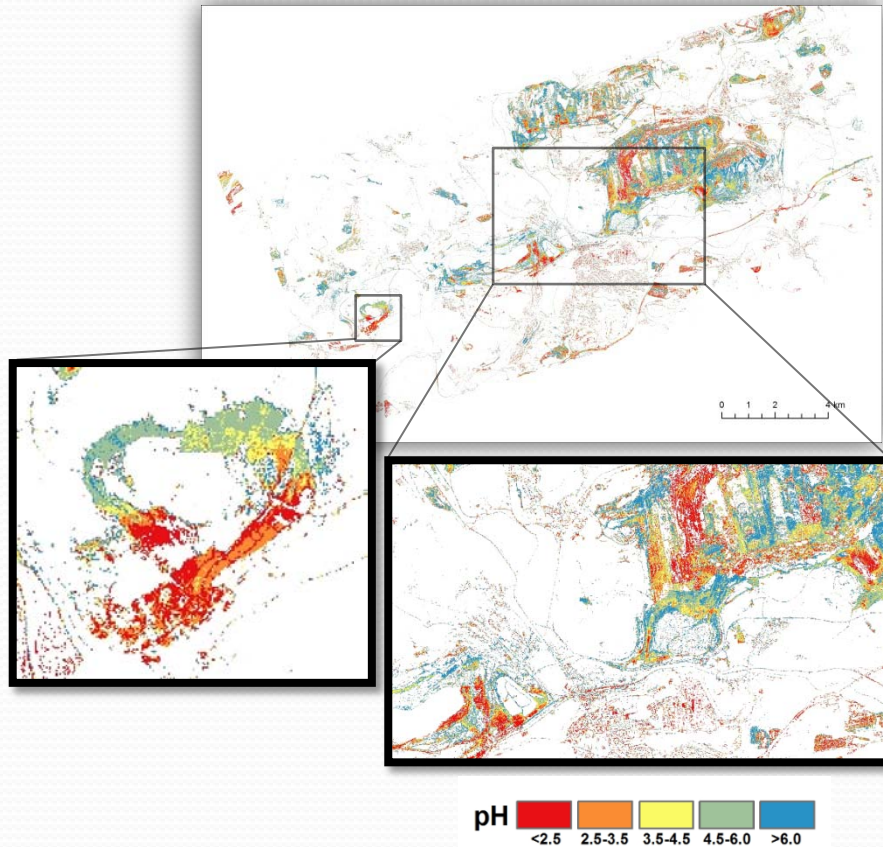
Lignit - zvětralý

Lignit - čerstvý

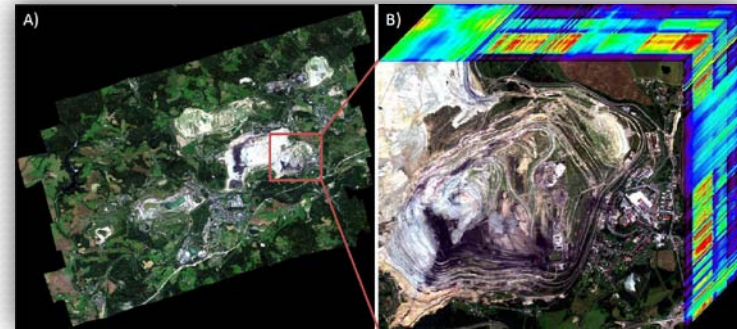
Modelované pH



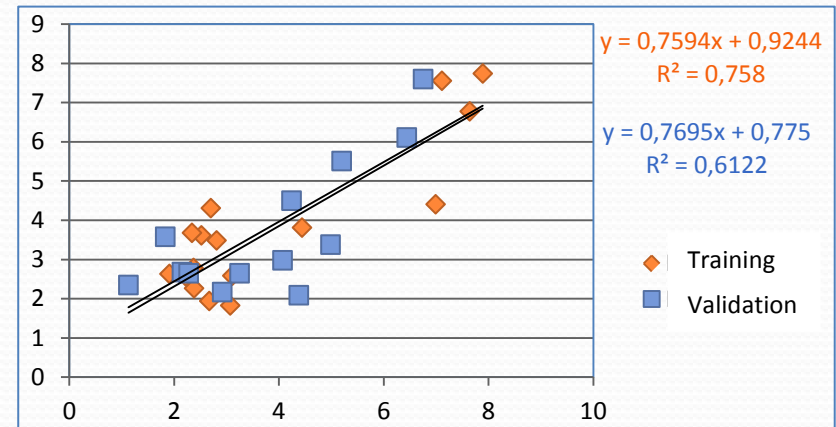
pH povrchových substrátů



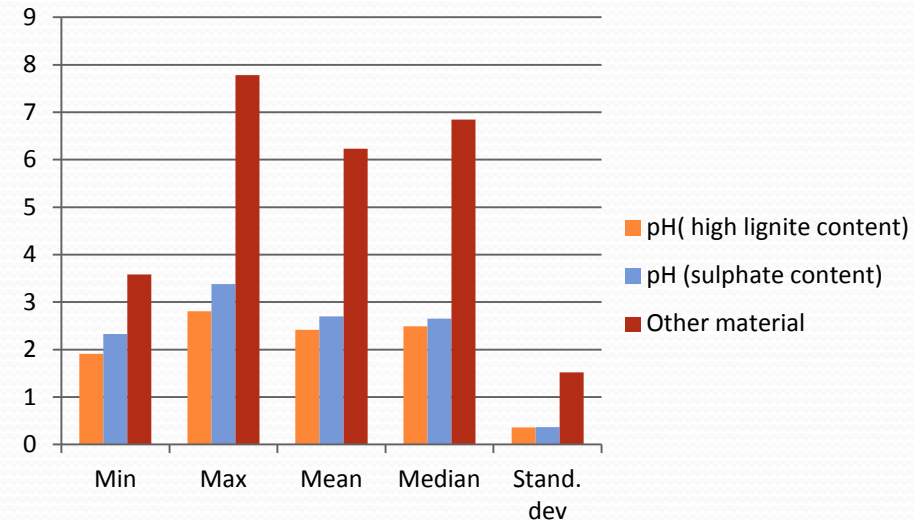
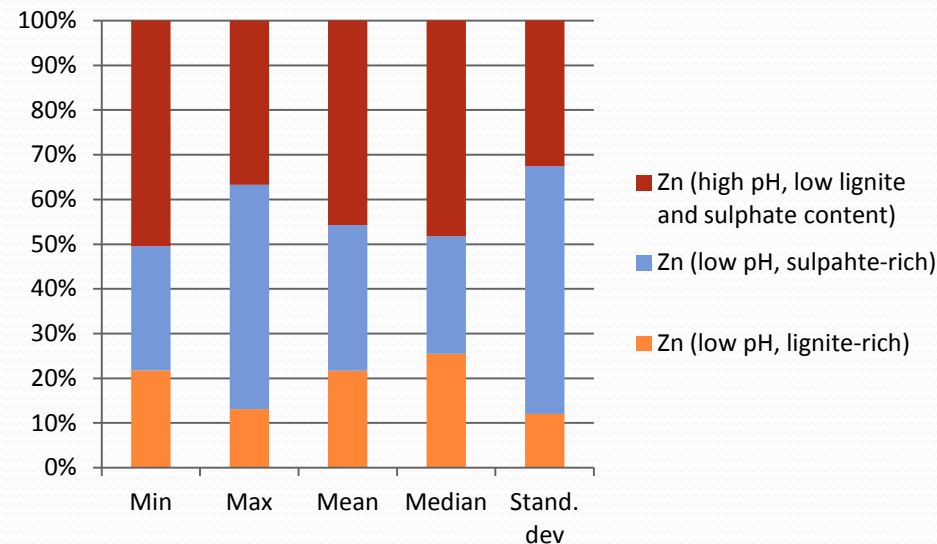
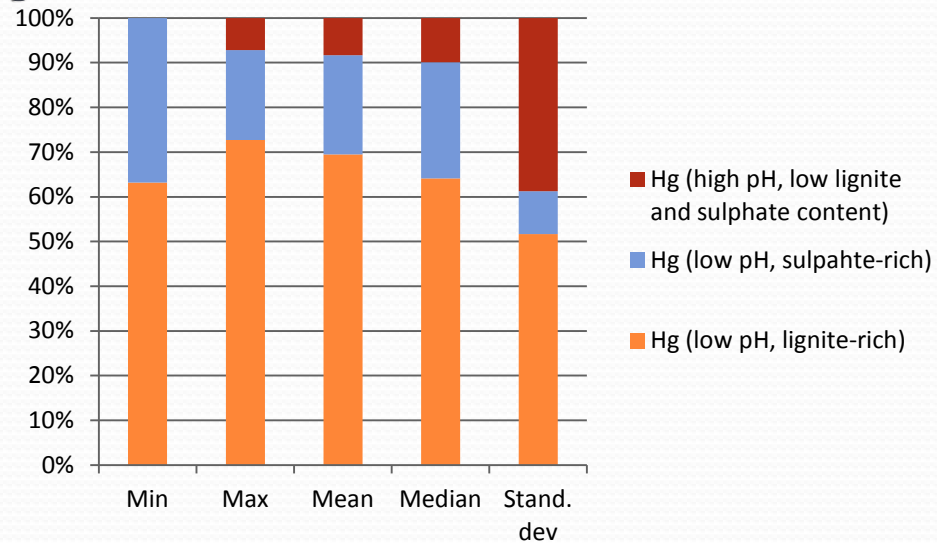
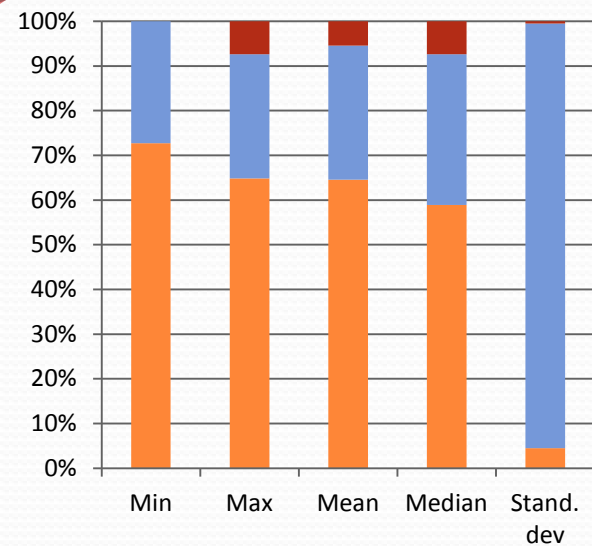
HyMap (07/2009)



Cross-validation



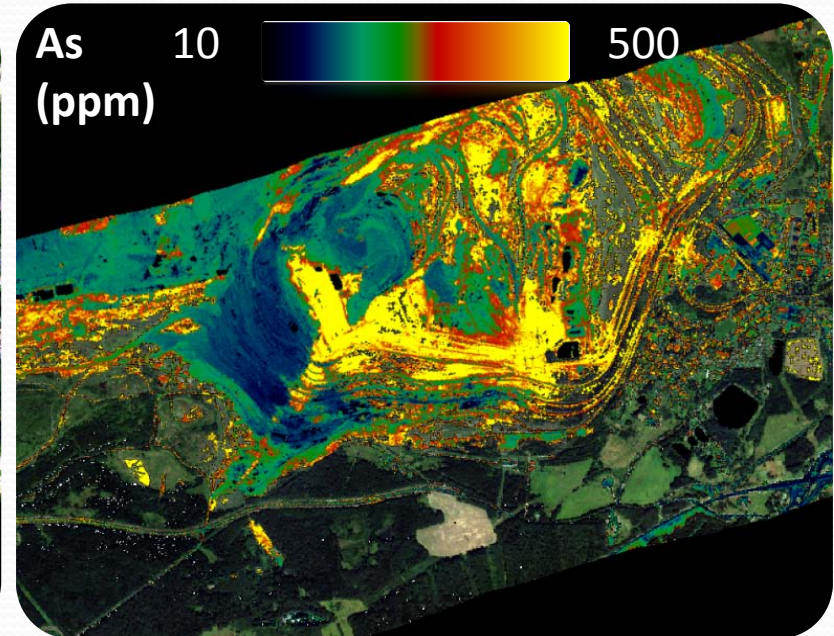
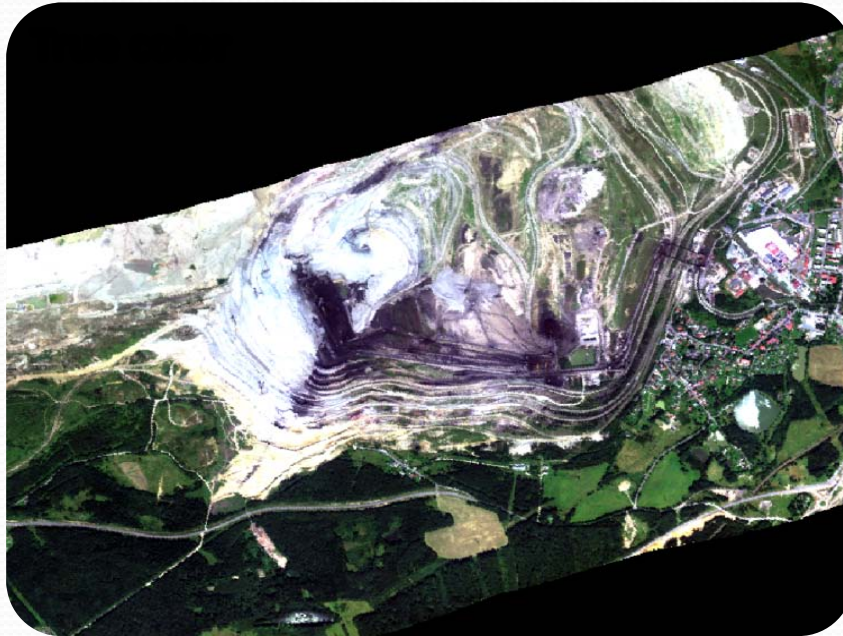
Geochemické vlastnosti v závislosti na pH



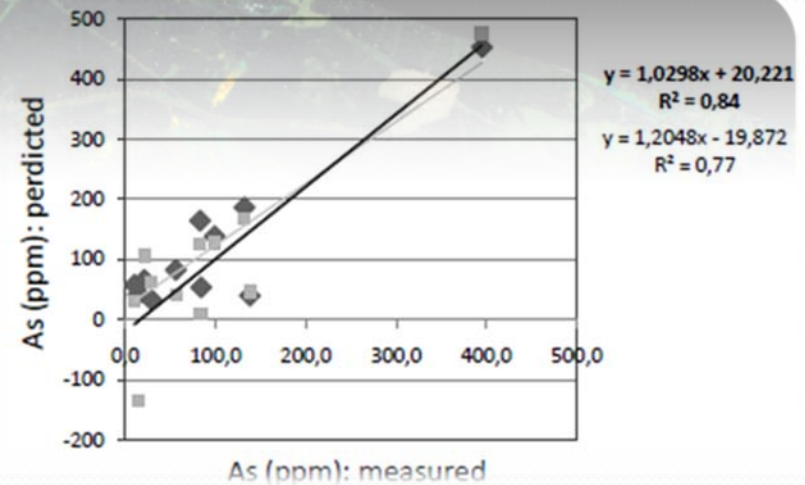
Heavy metals show different behavior (abundance) under different pH and substrate content

Geochemické parametry modelované z HS dat

- 12 independent pure image pixels with the ground truth

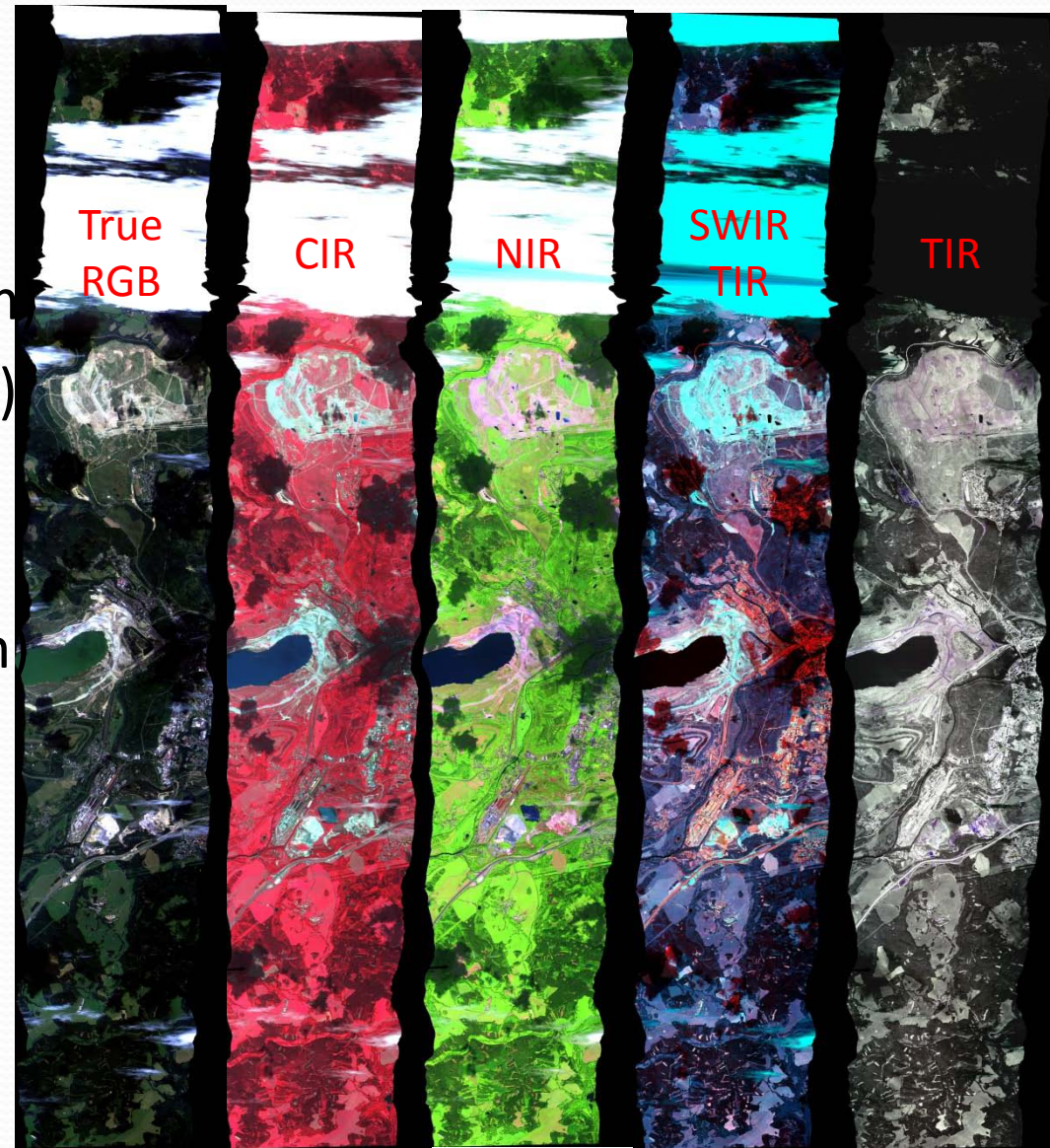


- Good linear trend and proper scaling throughout the whole range of values



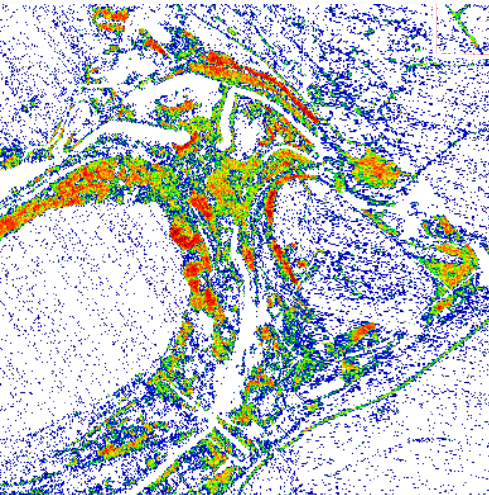
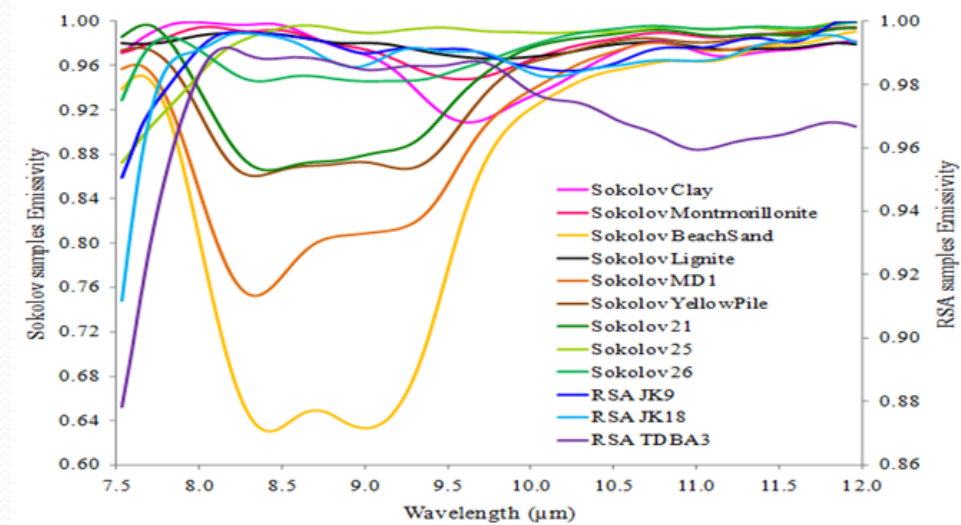
De-Min-TIR (2011)

- **Image data:**
- **AHS (day + night data)**
 - VIS (11 bands; 0.44-0.74 μm)
 - NIR (9 bands; 0.78-1.00 μm)
 - SWIR (43 bands; 1.59-2.55 μm)
 - MIR (7 bands; 3.17-5.25 μm)
 - TIR (10 bands; 8.31-12.95 μm)
- **CASI (only day data)**
 - VIS+NIR (96 bands; 0.36-1.050 μm)

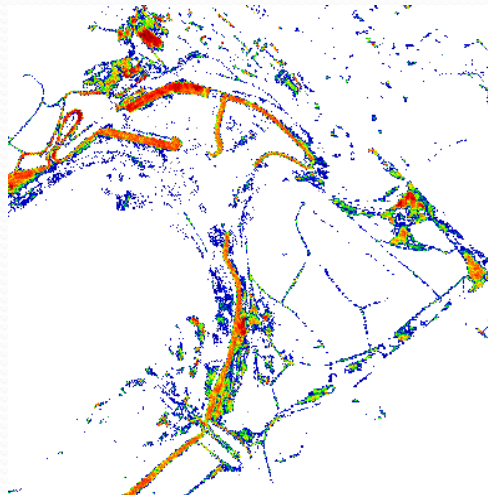


De-Min-TIR (2011)

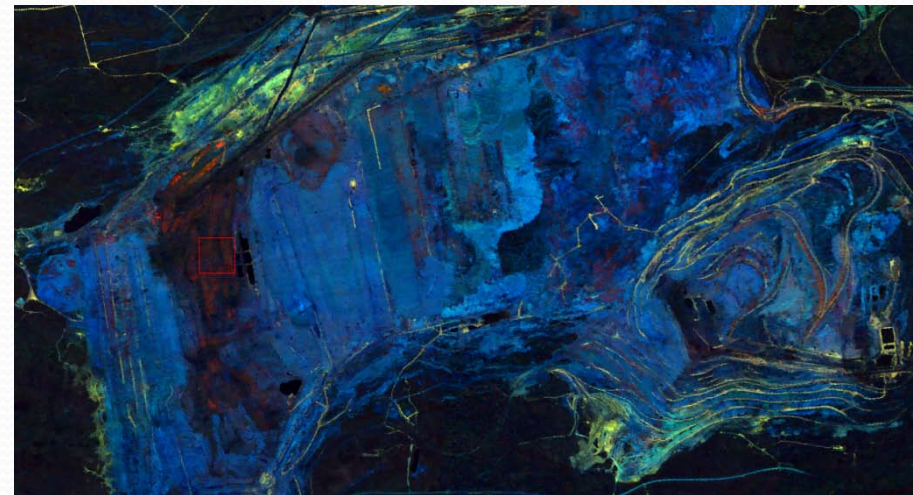
- **Field data:**
- ASD Fieldspec-3
- μ fTIR
- XRD
- pH
- S, DOC, trace elements etc.



Clay content mapping



Sand content mapping



2012-2015: INMON (KONTAKTII, MŠMT): katedra fyziologie rostlin – PřfUK, ČGS, Joint Center for Earth Systems Technology the University of Maryland, Baltimore County (UMBC) and the National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center

Inovace metod monitoringu zdravotního stavu porostů smrku ztepilého v Krušných horách s použitím hyperspektrálních dat

1. Vyhodnocení aktuálního fyziologického stavu smrkových porostů v Krušných horách pomocí kvantitativního stanovení biochemického složení a spektrálních vlastností listoví. Srovnání se stavem v roce 1998.
2. Testování vztahu mezi biochemickými parametry a spektrálními vlastnostmi listoví smrku na jedné straně a chemickým složením půd na straně druhé



INMON (2012-2015)

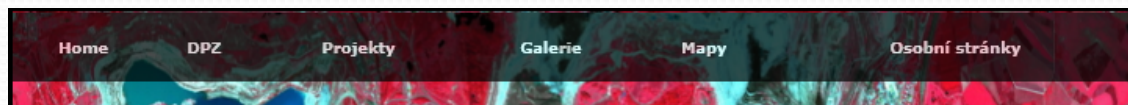
- **Data a metody:**
- **Letecká data**
 - ASAS: 62 bands, 0.41-1.032 μm (1998)
 - CASI+SASI, HySPEX?: 0.36-2.450 μm (2013)
- **Pozemní průzkum a měření**
 - Foliar pigments (chlorophyll, carotenoids, lignin, cellulose, water etc.)
 - Spectral properties of needles (ASD Fieldspec-4 + integration sphere)
 - Soil samples (pH, heavy metals, basic cations, trace elements, DOC, DON)
 - LAI measurements (hemispherical photography)
 - Defoliation assessment



Shrnutí

- ✓ Objemná „databanka“
- ✓ Pre-processing základ úspěchu
- ✓ Distanční metody ale nutný sběr dat v terénu
- ✓ U všech dat dokončen pre-processing a kalibrace
- ✓ Kvantitativní modely a jejich validace
- ✓ Časová řada HS dat, multi-temporální analýza
- ✓ Rozšíření do oblasti termálního záření
- ✓ Výsledky zveřejňovány ve formě mezinárodních recenzovaných publikací
- ✓ Velký potenciál do budoucna (hyperspektrální satelity EnMap, Prisma)

<http://www.remotesensing-geology.ic.cz/index.html>



DPZ je umění rozdělit svět na množství malých barevných čtverečků, který vždy přesahuje naše možnosti (Jonathan Huntington)



HypSo
EO-Miners
DeMinTIR
Rebilance
Pangeo

HypSo - Hyperspectral S

vedoucí projektu: Mgr. Veronika Kopačková

Multidisciplinární projekt z oblasti geologie a geofyziky, který se zabývá problematikou kontaminace půd těžkými kovy a těžkými kovy (odkalovací nádrže, výhledy povrchových dolů a těžbě chemický průmysl apod.).

První částí projektu HypSo je sledování opouštěných dolů a zdravotního stavu vegetace, který jsou prováděny jednak na výsypkách a zároveň v lesní

Hlavním podkladem pro zpracování pořízených leteckých snímků z roku 2011. Souběžně s pořízením snímků jejichž cílem byla jednak následnému zhodnocení je (materiálů) vyskytujících se dále pak odběry vzorků z spektrálních knihoven vybraných hyperspektrálních obrazových povrchu, resp. relativní za (unmixingu). Laboratorním : a karotenoidů, určení obs. odebraných vzorcích půdy, spektrálních charakteristik ukazatelů zdravotního stavu

oficiální web projektu: <http://www.hypso.cz>



DPZ je umění rozdělit svět na množství malých barevných čtverečků, který vždy přesahuje naše možnosti (Jonathan Huntington)

Fotogalerie



Sokolovsko

30.7. - 5.8. 2008

Sok

27.7. -



DPZ je umění rozdělit svět na množství malých barevných čtverečků, který vždy přesahuje naše možnosti (Jonathan Huntington)

Mgr. Veronika Kopačková
Mgr. Jan Mišurec
Bc. Jan Jelínek
Mgr. Karel Martínek Ph.D.

