

# Kvantitativní odhad vegetace pomocí metod obrazové spektroskopie



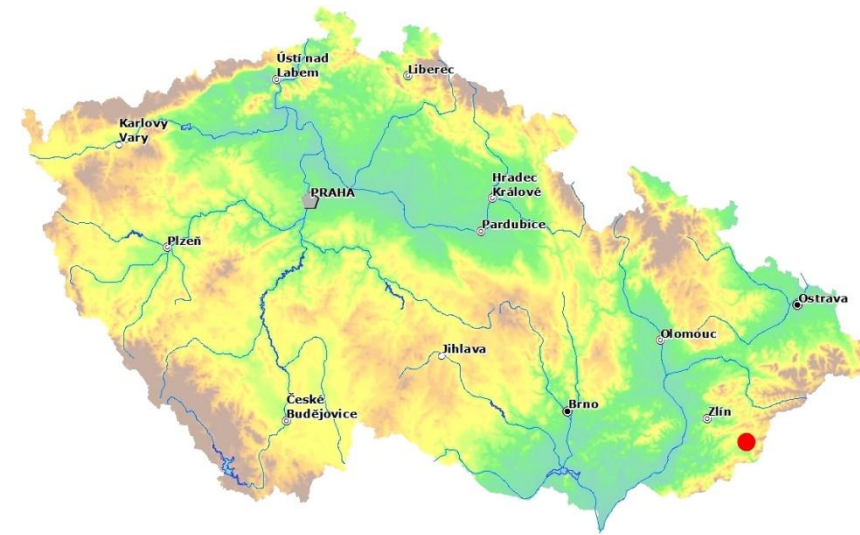
Tomáš Pelc

Vedoucí práce : Ing. Petra Šímová, Ph.D.

Katedra geoinformatiky a územního plánování

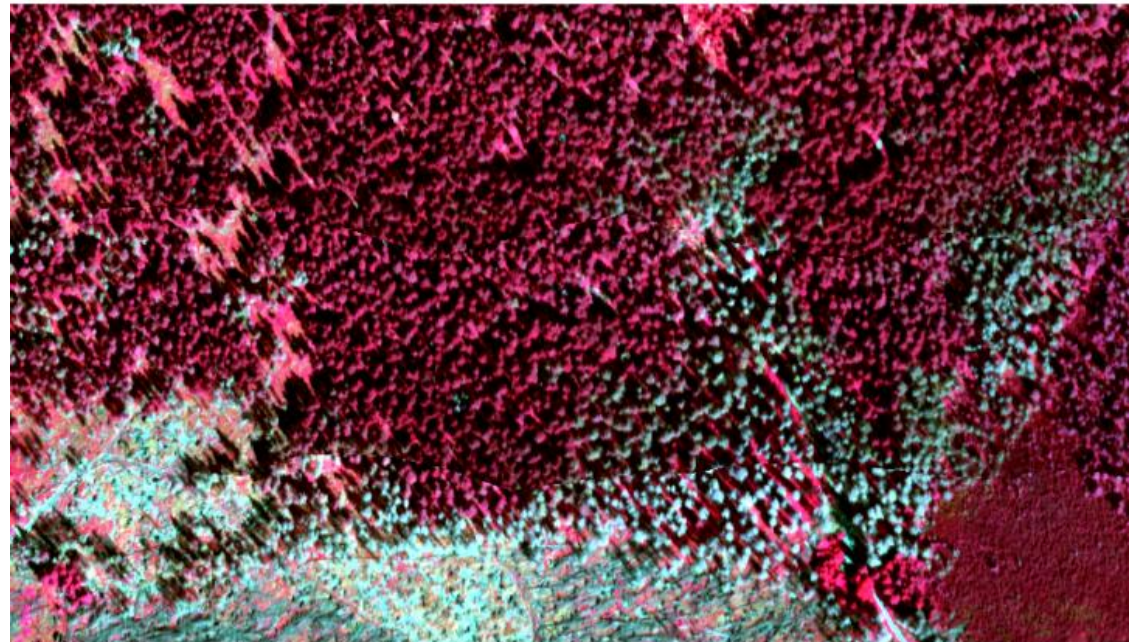
# Úvod

- Hyperspektrální dálkový průzkum země (65 pásem – VIS, NIR)
- Komplexní výzkum bukových porostů v Bílých Karpatech – Štítná nad Vláří
- Spolupráce s Ústavem pro globální změny AV



# Cíle práce

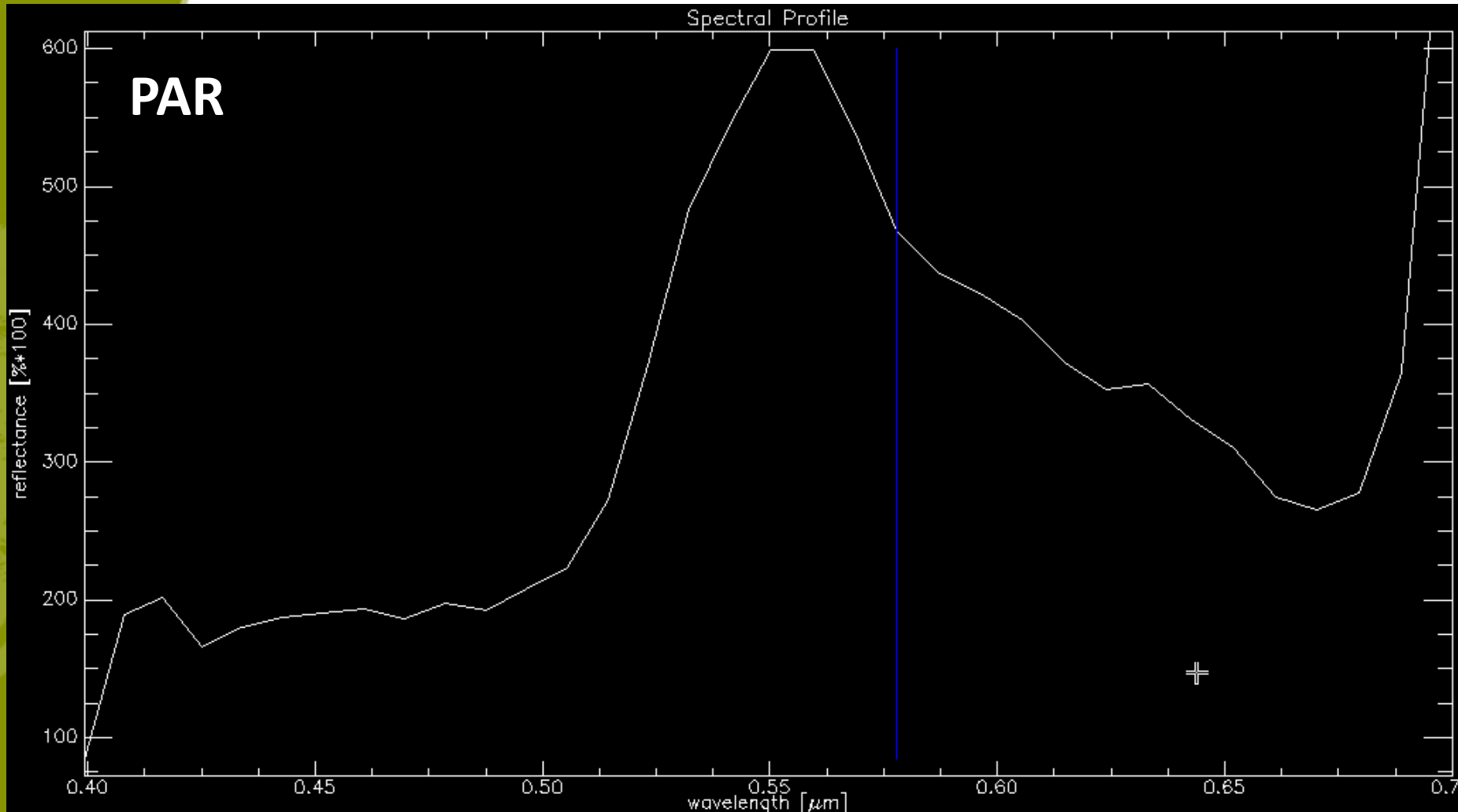
- Metodika sběru a zpracování dat
  - Odhad zdravotního stavu porostů pomocí kvantitativních parametrů vegetace
- > **chlorofylová mapa území**
- Tvorba validační databáze – RT model



# Hypotézy

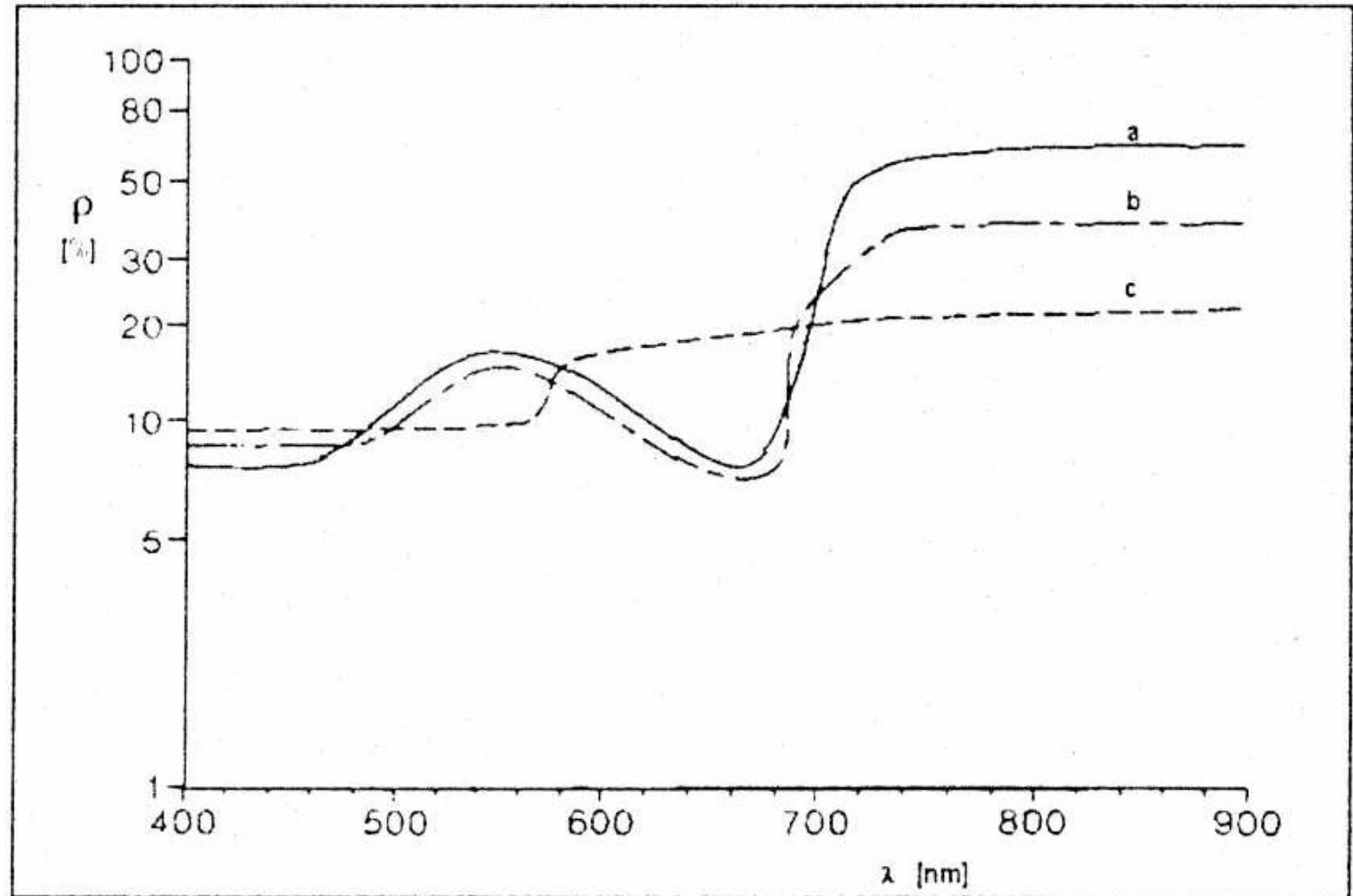
- I. Lesní porosty mění své spektrální vlastnosti se změnou jejich biochemických či strukturálních vlastností
- II. Tyto spektrální vlastnosti je možno ve formě vhodného vegetačního indexu (např. NDVI, SIPI, REP) vztáhnout na množství  $C_{a+b}$  v listoví pomocí regresního vztahu
- III. Takto získaný regresní vztah je aplikovatelný v rámci snímaného porostu pro všechny jedince

# Spektrální chování lesa



Absorpční špičky  $C_{A+B}$   
- 0.43, 0.46, 0.64, 0.66 nm

# Spektrální chování vegetace



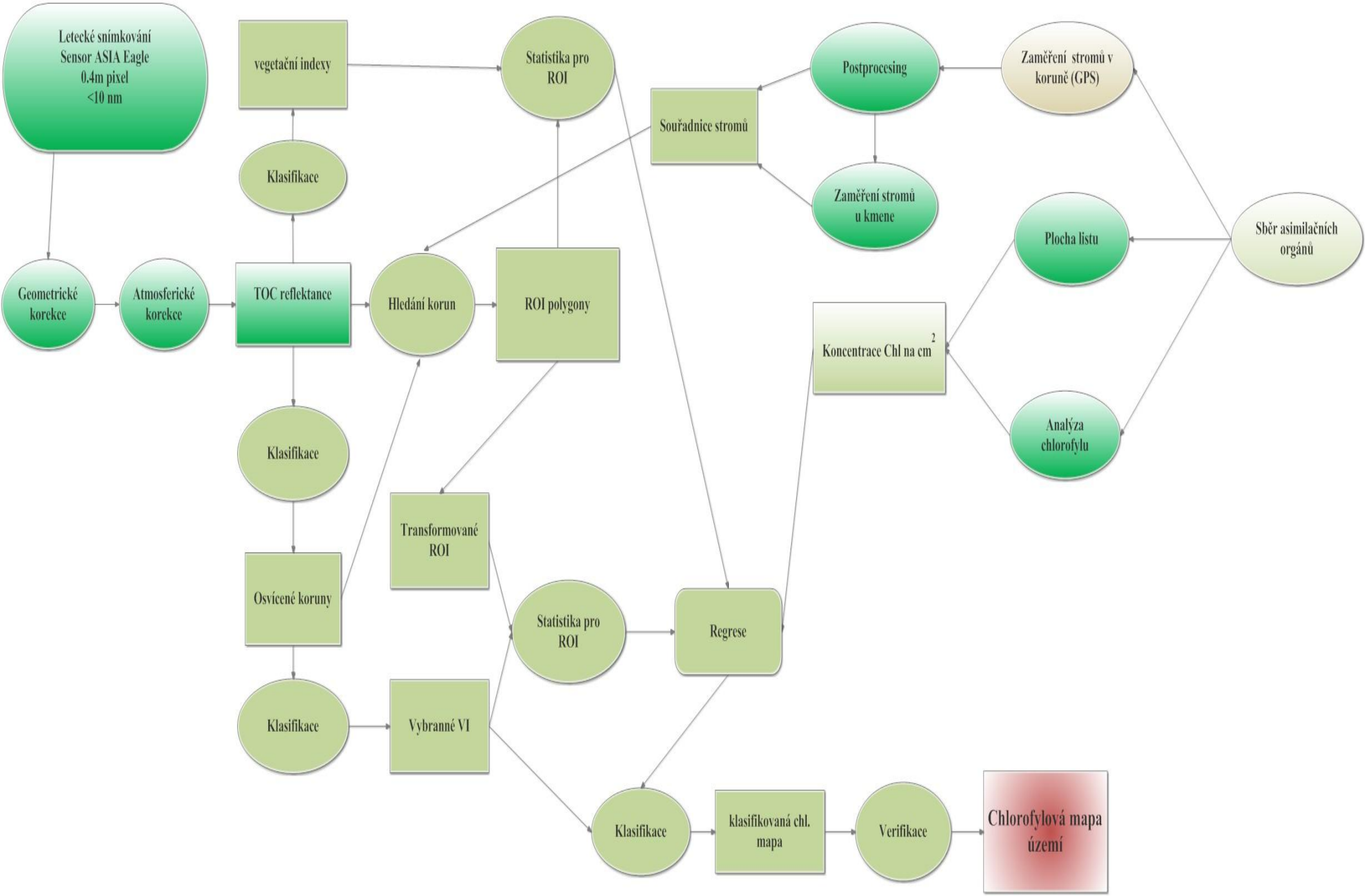
a – zdravá vegetace

b – brzy po stresu

c – delší doba po stresu



# Metodika





# Letecká kampaň

- Období vegetace – 28.8.2011
- Letecké snímkování - Spektrometr AISA EAGLE
- 65 spekt. pásem, **0.3992 – 0.9899 nm**
- + Pozemní podpůrné snímání s FieldSpec
- Zpracování dat na TOC Reflectanci
  - Atmosferické korekce
  - Radiometrické korekce
  - Geometrické korekce



VIS

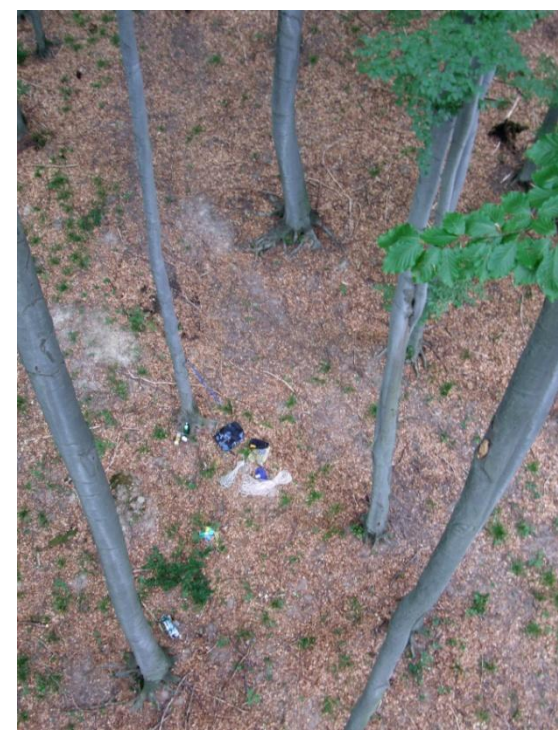
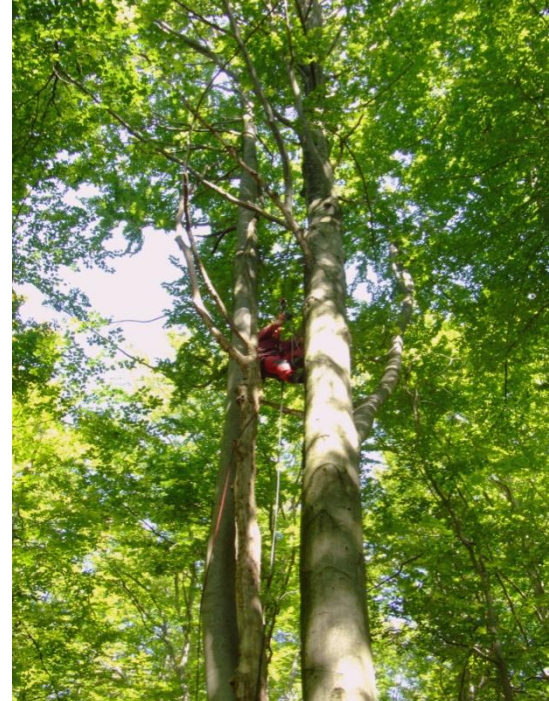


R: 860  
G: 650  
B: 550  
nm



# Pozemní kampaň

- Zjištění konkrétních hodnot  $\text{Chl}_{A+B}$  z korun stromů
- Výběr 18 stromů (fenotyp)
- Horolezecká lanová technika
- Sběr vzorků z osvětlené a stinné části koruny
- Zaměření polohy stromu pomocí GPS



# Zpracování listových vzorků

- Laboratorní zjištění obsahu chlorofylu
  - Extrakce v dimetilformamide (DMF)
  - Spektroskopické zjištění koncentrace ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )
  - Přepočet na LAI (Leaf Area Index)

Polní laboratoř:  
transpirace,  
evaporace  
transmittance  
reflectance,...



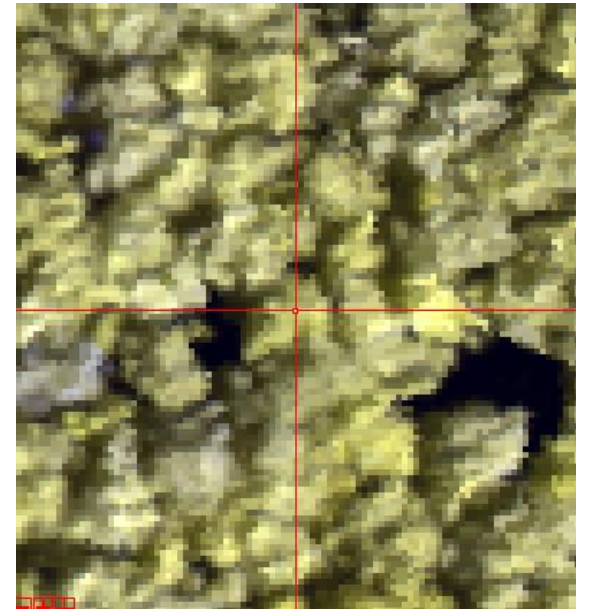
# Zpracování dat

- Envi Soft. (Exelis Visual Information Solutions, Inc.)  
ArcGIS, Statistica, Excel
- Vysoké nároky na výpočet -> server CzechGlobe



46 : 33 : 20

0.815 : 0.688 : 0.568 nm

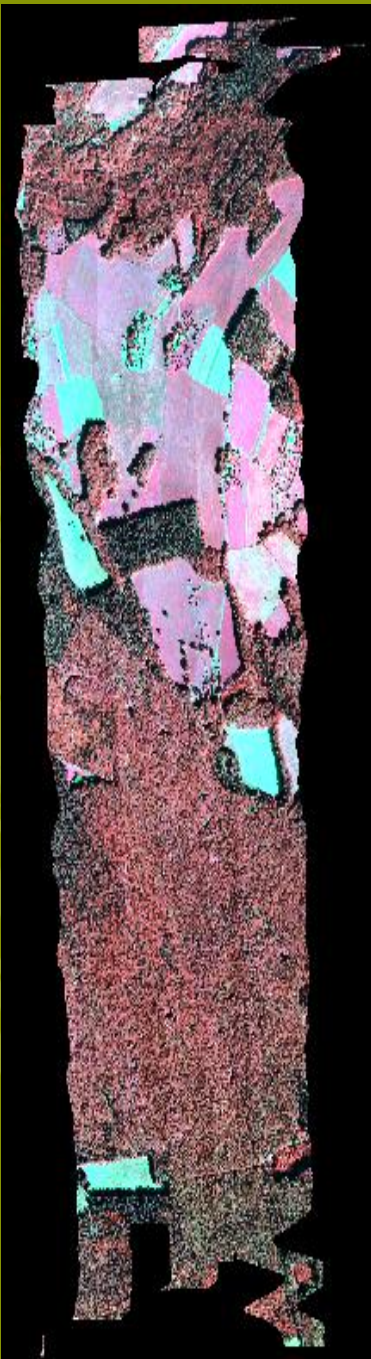
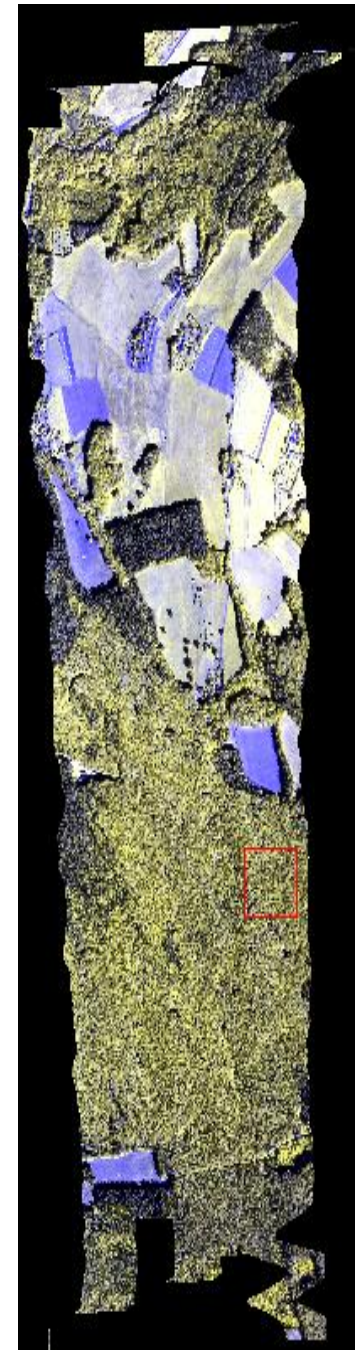
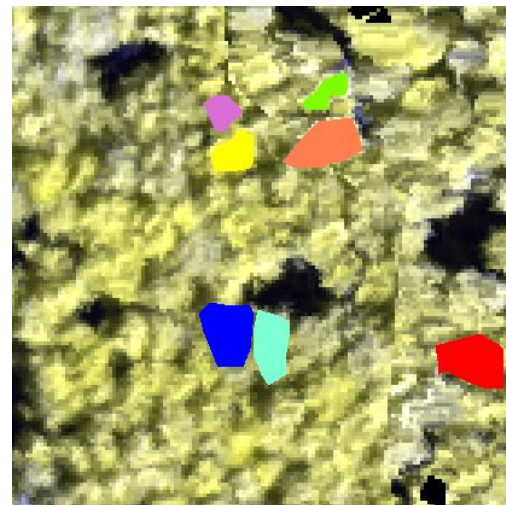
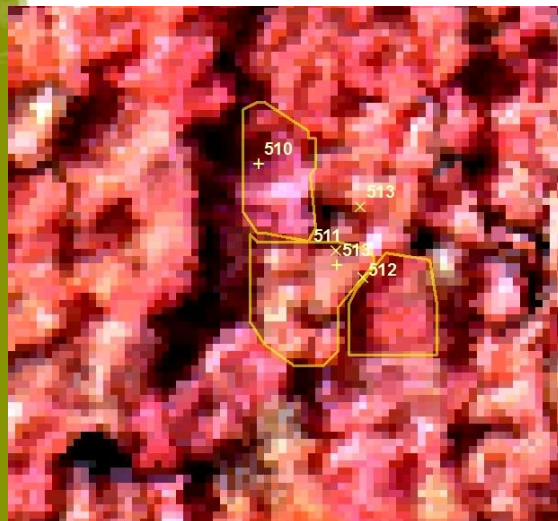


51 : 46 : 21

0.857 : 0.810 : 0.577 nm

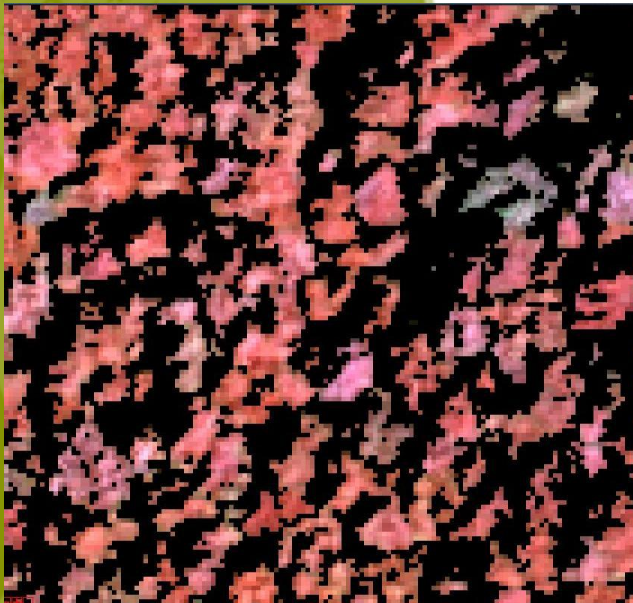
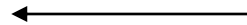
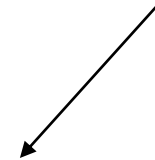
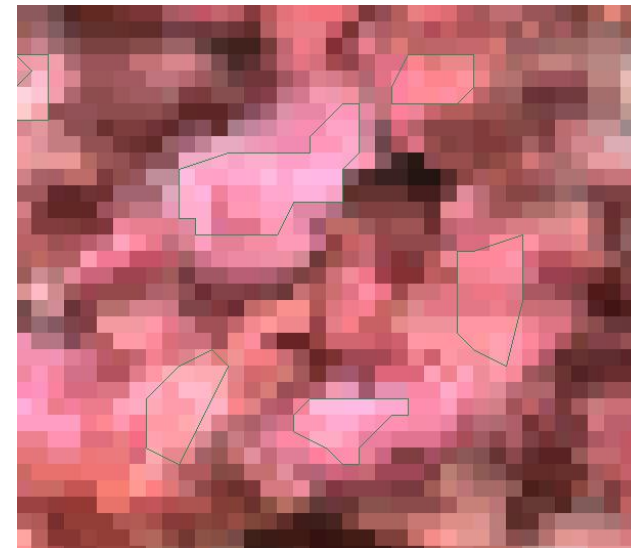
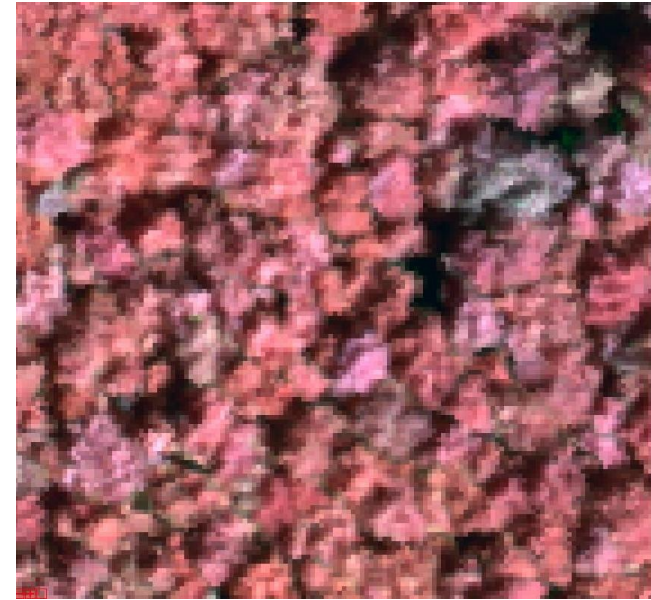
# Region Of Interest

- Dohledání korun stromů -> ROI Polygony
- GPS - 1x měření v koruně, 2x u kmene
- Zobrazení rastru kombinací pásem  
(vývoj algoritmu pro vylišení korun)
- Vyhledání a označení koruny
- Celkem  $n = 14$  korun
- Dohledání korun ( Field-Map ) ???



# Klasifikace

- Výběr pixelů s nejsilnějším signálem
  - Řízená klasifikace (parallelepiped)
1. Výběr ROI (cca 2000 pix)
  2. Tvorba masky
  3. Ořez rastru





Regrese

# Vegetační indexy

- Výběr VI z nabídky ENVI

$$\text{NDVI}_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}$$

- Red Edge Normalized Difference Vegetation Index

$$\text{SIPI} = \frac{\rho_{800} - \rho_{445}}{\rho_{800} - \rho_{680}}$$

- Structure Insensitive Pigment Index

$$\text{VOG1} = \frac{\rho_{740}}{\rho_{720}}$$

- Vogelmann Red Edge Index 1

$$-(c1-c2)/(m1-m2)$$

- Red Edge Position Index (c=680-700nm, m=720-760nm)

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{RED}}}{\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{RED}}}$$

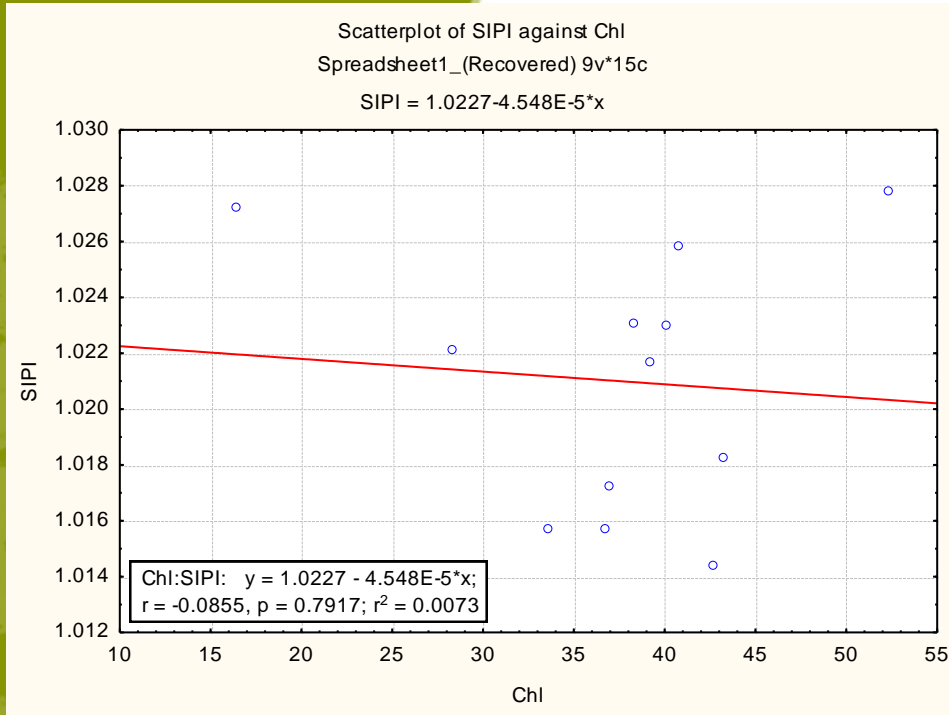
- Normal Diferent Vegetation Index



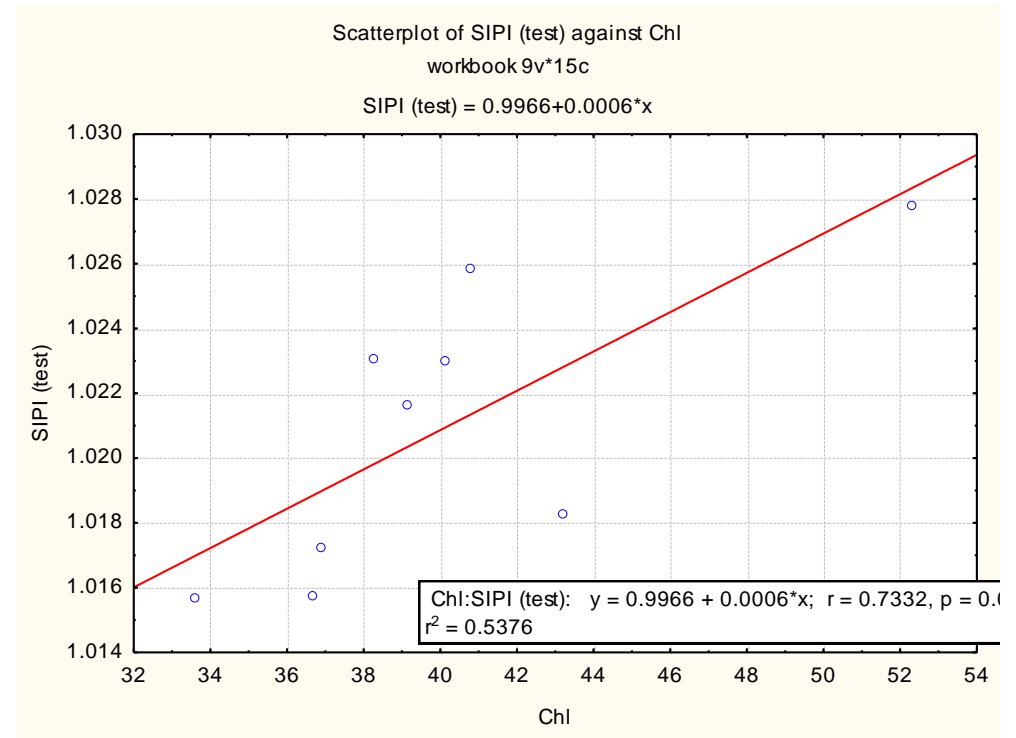
# SIPI

Naměřené  
hodnoty

$$\text{SIPI} = \frac{P_{800} - P_{445}}{P_{800} - P_{680}}$$



Testovací  
množina

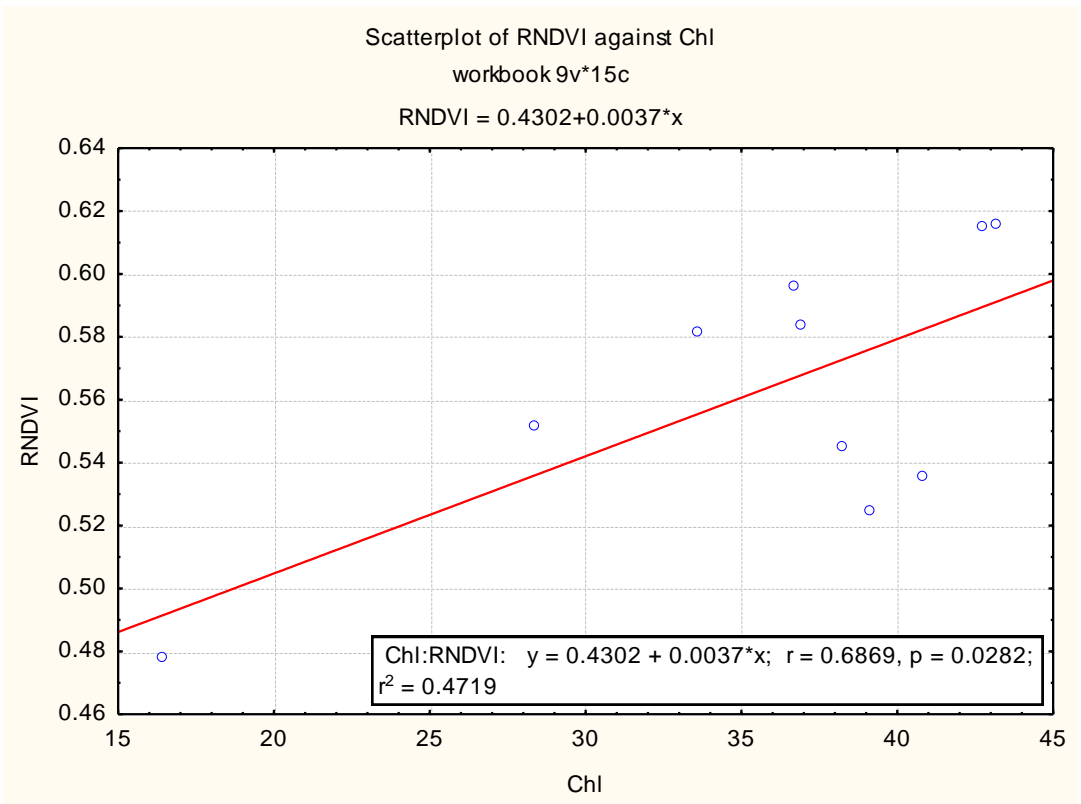
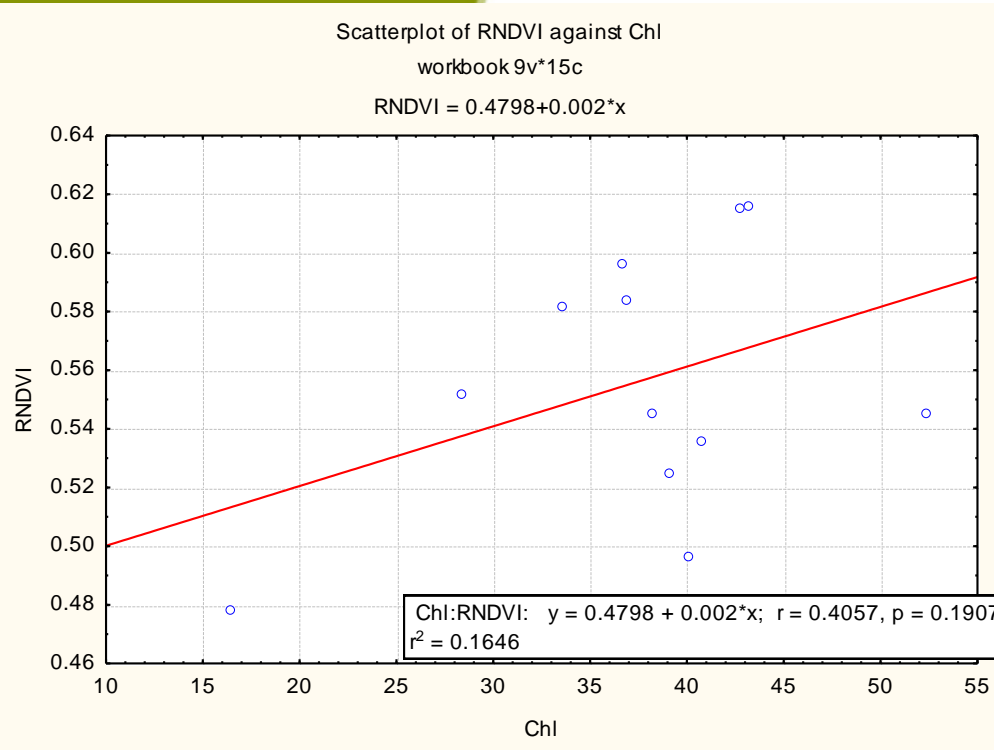


Naměřené  
hodnoty

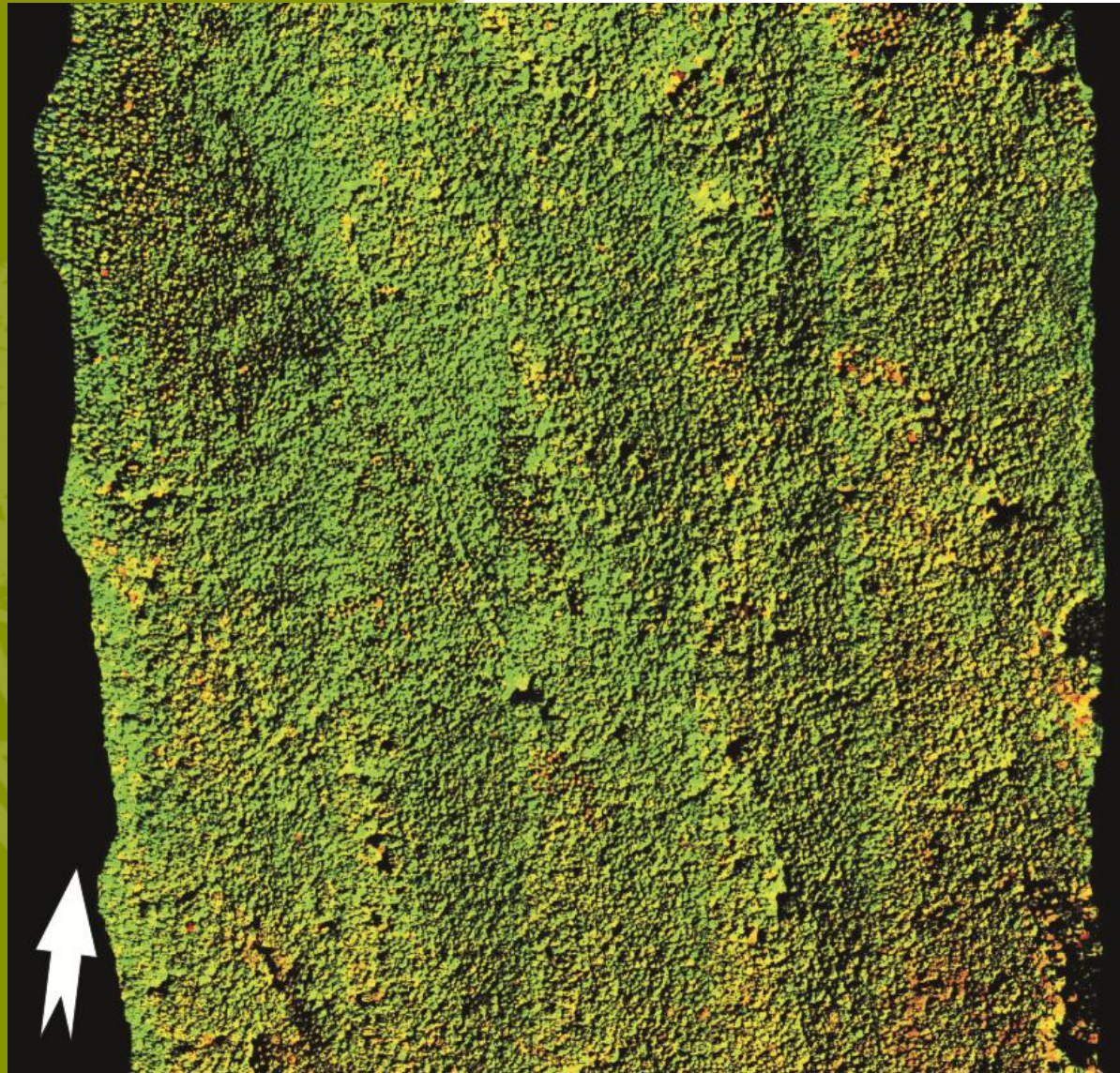
# NDVI<sub>705</sub>

$$\text{NDVI}_{705} = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}$$

Testovací  
množina



# Chlorofylová mapa

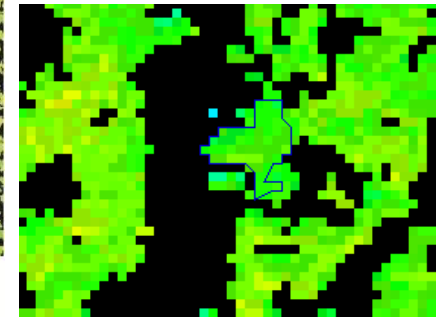


Koncentrace  $\text{Chl}_{A+B}$  [ $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ]

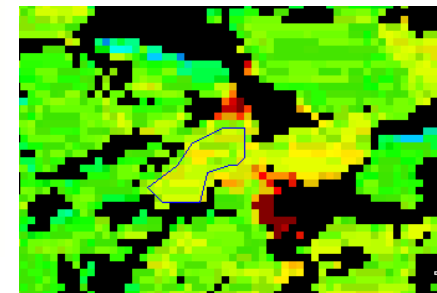


28 38 56 76 98 121

38.6

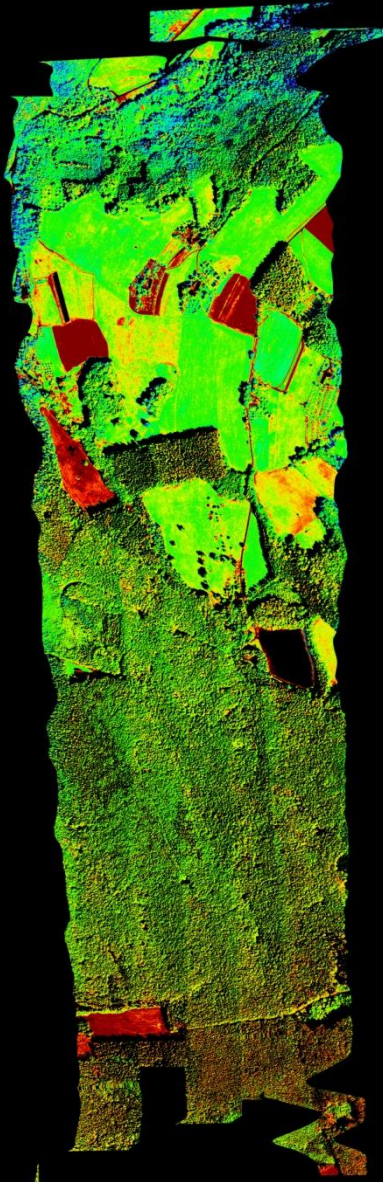


52.3



# Závěr

- Závislost obsahu  $C_{A+B}$  na snímaných datech byla prokázána
  - Pokračování výzkumu -> časová řada, více dat pro testování, signifikantní výsledek
  - Změna přístupu při sběru vzorků z koruny -> transekty + FieldMap
  - Algoritmus pro vylišení korun listnatých stromů
- > Příprava pro model přenosu radiačního záření (tzv. Radiativní transfer)





# Poděkování



Tento projekt vznikl za podpory:

CzechGlobe Reg. č. CZ.1.05/1.1.00/02.0073  
financovaného v rámci OP VaVpl z fondů EU i  
státního rozpočtu ČR a výzkumné infrastruktury  
CzeCOS/ICOS reg. č. LM2010007

# Literatura

- Blackburn, G.A., 2007: Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany* 58(4), pp. 855-867.
- Borengaser, M., Hungate, W.,S., Watkins, R., 2008: Hyperspectral remote sensing – Principles and applications. Taylor&Francis group,LLC. U.S. 2008. ISBN 978-1-56670-654-4
- Franklin E.,S., 2001: Remote Sensing for Sustainable Forest Management . Lewis publishers, 2001. USA. ISBN 1-56670-394-8
- [Gamon](#) J. A., [Serrano](#) L. and [Surfus](#) J. S., 1997: The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels. *OECOLOGIA*. 1997. 112/492-501.
- Gates D.M., Keegan H.J., Schleter V.R., and Weidner V.R. 1965: Spectral properties of plants, *Appl. Opt.*, 4(1), 11-20.
- Haboudane, D. et al. (2004). Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment* 90, pp. 337-352.
- Jacquemoud, S., and Baret, F. 1990: PROSPECT: A model of leaf optical properties. *Remote Sensing of Environment*, 34, 75–91.
- Kaufman, Y.J.; Tanre, D., 1997: Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE*. 1997. 2/261-270.
- Liang S., 2004. Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces. John Wiley, Academic Press , 534 stran. ISBN 0-471-28166-2.
- Malenovsky, Z., 2006: Quantitative remote sensing of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.): Spectroscopy from needles to crowns to canopies. PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands 2006. ISBN 90-8504-503-7.
- Malenovsky, M., 2008: Retrievals of the Ecosystem Variables from the Remotely Sensed (Hyperspectral) Data. Distance Learning Environment. Wageningen university
- Myneni, R. B. and Ross, J., 199: Photon - vegetation interactions: applications in optical remote sensing and plant ecology. Berlin, Springer-Verlag, pp. 230-250.
- Rautiainen, M., Heiskanen, J., Eklundh, L., Motus, M., Lukeš, P., Stenberg, P., 2010: Ecological applications of physically based remote sensing methods. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2010. 1-15.
- Sampson, P. H, P. J. Zarco-Tejada, G. H. Mohammed, J. R. Miller, and T. L. Noland. 2003: Hyperspectral remote sensing of forest condition: Estimating chlorophyll content in tolerant hardwoods, *Forest Science*, 49(3), 381–391.
- Samuel N. G., Markham B., Dennis G., Wayne D. and Jingli Y., 1991: Normalized difference vegetation index measurements from the advanced very high resolution radiometer. *Remote Sensing of Environment*. 1991. 257-277.

- Boyd, D., S., Danson, F., M., 2005 : Satellite remote sensing of forest resources : three decades of research development. *Progress in Physical Geography*, 29, 1-26.
- Coppin, P., R., Bauer, J., E., 1996: Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery. *Remote Sensing Reviews*, 13, 3-4.
- Damesin, C. (2003) Respiration and photosynthesis characteristics of current-year stems of *Fagus sylvatica*: from the seasonal pattern to an annual balance. *New Phytologist*, 158, 465-475.
- Doubrava, P., Jirásková, L., Petruřhová, J., Rouřarová, ř., řeřicha, J., Suchánek, Z., 2011: Metody dálkového průřkumu země v projektu Národní inventarizace kontaminovaných míst. CENIA, Praha 96 p.. ISBN 978-80-85087-91-8.
- Gates D.M., Keegan H.J., Schleter V.R., and Weidner V.R. 1965: Spectral properties of plants, *Appl. Opt.*, 4(1), 11-20.
- Jacquemoud, S., and Baret, F. 1990: PROSPECT: A model of leaf optical properties. *Remote Sensing of Environment*, 34, 75-91.
- Kodani, E., Awaya, Y., Tanaka, Matsumura, N., 2002: Seasonal patterns of canopy structure, biochemistry and spectral reflectance in a broad-leaved deciduous *Fagus Renata* canopy. *Forest Ecology and Management*, 167, 233-249.
- Mehta, A., 2011: Introduction to the Electromagnetic Spectrum and Spectroscopy, PharmaXChange.info. Online: <http://pharmaxchange.info/press/2011/08/introduction-to-the-electromagnetic-spectrum-and-spectroscopy/>. cit. 25.2.2012.
- Myneni, R. B. and Ross, J., 199: Photon - vegetation interactions: applications in optical remote sensing and plant ecology. Berlin, Springer-Verlag, pp. 230-250.
- Blackburn, G.A., 2007: Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany* 58(4), pp. 855-867.
- Sampson, P. H, P. J. Zarco-Tejada, G. H. Mohammed, J. R. Miller, and T. L. Noland. 2003: Hyperspectral remote sensing of forest condition: Estimating chlorophyll content in tolerant hardwoods, *Forest Science*, 49(3), 381-391.
- Borengasser, M., Hungate, S., W., Watkins, R., 2008: Hyperspectral Remote Sensing – principles and Applications. Taylor & Francis Group. ISBN 13: 978-1-56670-654-4.
- le Maire, G., Francois, C. & Dufrene, E. (2004). Towards universal broad leaf chlorophyll indices using PROSPECT simulated database and hyperspectral reflectance measurements. *Remote Sensing of Environment*, 89, 1\_28.
- Rozanov, V., V., Diebel, D., Spurr, R., J., D., Burrows, J., P., 1997: GEOMETRAN: A radiative transfer model for satellite project GOME, the plane-parallel version. *Journal of geophysical research*, 102, 683-695.
- Verhoef, W., 1984: Light scattering by leaf layers with application to canopy reflectance modeling: The SAIL model. *Remote Sensing of Environment*, 16, 125-141.

Děkuji za pozornost!

