

REMOTE SENSING AND YIELD MAPS (DPZ A VÝNOSOVÉ MAPY)

Václav ŽDÍMAL¹, Jiří POSPÍŠIL², Václav ŠAFÁŘ³

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav aplikované a krajinné ekologie¹,

Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky²

Zemědělská 1, 613 00 Brno,

GEODIS BRNO Ltd, Lazaretní 11a, 615 00 Brno³

E-mail: zdimal@mendelu.cz, pospisil@mendelu.cz, vaclav.safar@geodis.cz

Abstrakt

Jednou z možností, které poskytuje dálkový průzkum Země (DPZ), je sledování vegetace, do které patří i zemědělské rostliny. Spektrální chování vegetace se vyznačuje především významným nárůstem odrazivosti v blízké infračervené části spektra. Podstatou řešeného výzkumu bylo zjistit, nakolik se mění reflektance vybraného zemědělsky využívaného pozemku a nakolik tyto změny korelují s výnosovými mapami. Pro řešení projektu byl zvolen pozemek ŠZP Žabčice (Czech Republic, 48°59'11"N 16°37'40" E, 175 m n.m., 61 ha). Výnosové mapy byly získány při sklizni sklízecí mlátičkou Claas, která je vybavena zařízeními pro měření výnosu, vlhkosti zrna a stanovení pozice. Letecké snímkování bylo provedeno firmou GEODIS BRNO spol. s r.o. ve dvou spektrálních pásmech (RED, 630-690 nm a NIR, 750-900 nm) a ve třech obdobích: červen 2004 (dvakrát), červenec 2005 a květen 2006. Z nasnímaných dat byla vytvořena ortofotomapa (velikost pixelu 10 x 10m), stanoven NDVI a spočítána korelace mezi kanály v jednotlivých termínech snímkování a mezi dostupnými výnosovými mapami. U ozimé pšenice byla zjištěna silná závislost mezi kanály RED a NIR v obdobích červen 2004 a květen 2006. Stejná závislost byla pozorována u NDVI a mezi reflektancí a výnosovými mapami. Tyto výsledky ukázaly, že existuje závislost mezi reflektancí zemědělsky využívaného pozemku v konkrétním umístění v jednotlivých letech a mezi výnosovými mapami.

Abstract

One of the possibilities offered to us by the remote sensing, is to monitor all the vegetation. Therefore agricultural plants can be monitor as well. From the spectral point of view, the presence of vegetation induces a significant increase of reflectance in IR part of the spectra. The main topic of this research project was to evaluate the changes in reflectance in chosen agriculturally used land in time and evaluate the correlation with yield maps. A field (61 ha) which belongs to University agriculture enterprise in Žabčice (Czech Republic, 48°59'11"N 16°37'40" E, 175 m above sea-level) was chosen as an experimental area for our project. Yield maps were obtained at harvest machine-Class, which is equipped to measure the yield, grain moisture content and GPS. Aerial photography was done by mid-format camera Hasselbland H1 in two spectral bands (RED, 630-690 nm a NIR, 750-900 nm) and in the following time periods: June 2004 (twice), July 2005 and May 2006. Based on these data, we were able to create an orthophotomap (pixel size = 10 x 10 m), determine NDVI and calculate a correlation between the reflectance of both spectral bands within the period of monitoring. In the case of winter wheat, a high dependence (correlation factor = 0.70) between RED and NIR bands was observed in June 2004 and May 2006. Interestingly, within the same period of monitoring, the similar correlation was observed also in the case of NDVI and yield maps. Based on these results, one might expect that if the same crop-plant, land management and growth period would be used, the values of RED, NIR, NDVI and yield maps of agricultural crop-plants on this particular field might be estimated.

Klíčová slova: dálkový průzkum Země, zemědělství, využití krajiny, historie, výnosové mapy

Key words: Remote Sensing, Agriculture, Land Use, Land Cover, History, Yield Map

ÚVOD

Jednou z možností, které poskytuje dálkový průzkum Země (DPZ), je sledování vegetace, do které patří i zemědělské rostliny. Spektrální chování vegetace se vyznačuje především významným nárůstem odrazivosti v blízké infračervené části spektra. Běžně se uvádí, že ve viditelné oblasti spektra je vegetací odraženo asi 20 % dopadajícího záření, zatímco v blízké infračervené oblasti spektra je to okolo 60 %.

Odrzivost rostlin je ovlivňována okolním prostředím, ale i obsahem chlorofylu a jiných rostlinných pigmentů jako jsou karoteny, xanthofyly, anthokyanidy. Rovněž povrchová struktura listu, obsah vody v buněčných a mezibuněčných prostorách je pro odrazivost důležitá. Čím kolměji je orientována plocha stěny buňky k dopadajícímu záření, tím větší je odrazivost listu. Význam je třeba přikládat i počtu buněčných vrstev listu a jejich struktuře. Listová morfologie a buněčná struktura jsou jedním z důležitých faktorů ovlivňujících odrazivost rostliny i v blízkém infračerveném pásmu spektra.

Optický (radiální) projev jednotlivých stavových parametrů nebo komplexu stavových parametrů zemědělských plodin, zjišťovaný pozemními detektory (radiometry, spektrometry), je popisován pomocí všeobecně známých spektrálních koeficientů odrazu. Popis, který je ve světové literatuře uváděn často a již velmi dlouho, však v žádném případě nemá obecnou platnost. Je stavěn na pozemních spektrometrických (radiometrických) měřeních, která jsou prováděna v časově o prostorově omezeném rozsahu tak, aby vystihla vliv vybraných biometrických, pedologických a meteorologických parametrů na spektrální odrazivost zemědělských plodin. Vliv na proměnlivost spektrálních koeficientů odrazu má mnoho faktorů: druh plodiny včetně genotypu, barva plodiny, obsah chlorofylu (Haboudane a kol., 2004), hustota výsevu, fenologická fáze plodiny, výška porostu, zápoj porostu, výskat plevelných druhů, obsah látek v rostlinách (Zhang a kol., 2006, Reyniers a kol. 2006) a další.

Použití DPZ v zemědělství je lákavé, ale přináší řadu problémů. Již od počátku sledování zemědělských plodin prostředky DPZ byla snaha vytvořit katalog, charakterizující jednotlivé plodiny v určité fenofázi. Vzhledem k množství vlivů ovlivňujících odrazivé vlastnosti rostlin, je téměř nemožné stanovit jejich hodnoty obecně platné. Je ale možné stanovit lokálně relativní změny v závislosti na měnících se podmínkách. Na jednu stranu dokáží data DPZ za stejných stanovištních podmínek odlišit dvě odrůdy stejné plodiny, na druhou stranu jedna odrůda za rozdílných podmínek vykazuje velkou proměnlivost v údajích. Velký vliv má rovněž dřívější činnost člověka (Gojda, 2000).

Vhodnost použitých spektrálních pásem je často diskutovanou otázkou (Ferwerda, Skidmore a Mutanga, 2005). Standardně se používají pásma červené (RED, 630-690 nm) a blízké infračervené (NIR, 750-900 nm). Pro zvýraznění informací získaných DPZ se používají tzv. vegetační indexy, které vyjadřují vztah mezi odrazivostí v intervalu červené viditelné části spektra (RED) a v blízké infračervené části spektra (NIR). Normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index) je následující: $NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$.

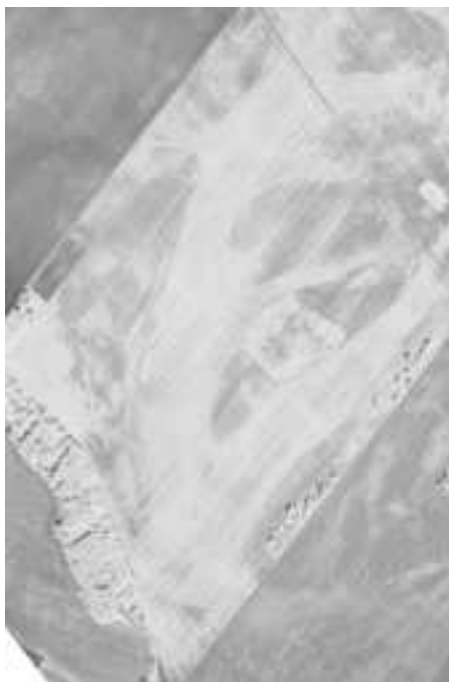
Reflektance rostlin je velmi ovlivněna podmínkami ve kterých rostliny rostou. Tyto podmínky jsou na daném pozemku relativně stálé, pokud nejsou změněny v první řadě člověkem. Podstatou řešeného výzkumu bylo zjistit, nakolik reflektance odpovídá rozložení výnosu na pozemku.

METODIKA

Pro řešení projektu byl zvolen pozemek ŠZP Žabčice (Czech Republic, 48°59'11"N 16°37'40" E, 175 m n.m.), který hospodář v kukuřičné výrobní oblasti. Polní výroba je zaměřena na produkci obilnin a pícnin, živočišná výroba na chov skotu a prasat. Rozvíjí další účelovou činnost, sloužící především potřebám praktické výuky studentů. Pracoviště Žabčice v současné době obhospodařuje 1602 ha zemědělské půdy z toho je 1353 ha orné půdy. Velikost sledovaného pozemku byla cca 50 ha.

Na základě zkušeností a z důvodu srovnatelnosti výsledků s jinými výzkumy bylo provedeno v letech 2004 – 2006 snímání ve dvou spektrálních pásmech (630-690 nm a 750-900 nm) ve dvou termínech – konec

května až začátek června a konec června až začátek července. Vzhledem k vývoji plodin a podmínkám pro snímání se mohou termíny posunout. První termín byl nejvhodnější pro sledování pšenice a ječmene, druhý termín byl nejvhodnější pro kukuřici. V prvním termínu snímání je u ozimé pšenice předpokládána růstová fáze 51-58 dle BBCH a ve druhém termínu je u kukuřice předpokládána růstová fáze 40-49 dle BBCH. Snímání provedla firma Geodis letadlem Z-37A Čmelák, který je vybaven digitální kamerou Hasselblad a filtry pro snímání zvolených spektrálních pásem, výška snímání byla 1680 metrů nad terénem, velikost pixelu do 0,5 metru, střední terén 175 metrů nad mořem. Hlavními sledovanými plodinami byli ječmen, pšenice a kukuřice. Součástí snímání byla analytická triangulace, ortogonalizace a tvorba ortofotomapy, vzhledem k výšce snímání a použité metodě nebyla použita atmosférická korekce. Nasnímaná data byla zpracována v prostředí GIS ArcView a Erdas Imagine. Výsledky měření odrazivosti v květnu roku 2004 (Obr.1) byly srovnány s výnosovou mapou pozemku ze stejného roku získanou sklízecí mlátičkou Claas (Obr.2) a zpracovány s využitím statistického programu Statistica (Obr. 3).



Obr. 1: Odrazivost v květnu 2004.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Na zvoleném pozemku bylo vybráno 5269 ploch o rozměru 5 x 5 metrů, ve kterých byl znám výnos i reflektance. Korelace mezi těmito dvěma proměnnými byla spočítána a výsledek byl 0,47 s významností na hladině $p < 0,05$.

Korelaci 0,47 lze interpretovat jako střední souvislost mezi dvěma proměnnými. Významnost na hladině $p < 0,05$ je daná počtem prvků. „Okometrický“ odhad byl výraznější a nadějnější a daný výsledek je potřeba podrobit dalšímu zkoumání. Za nejslabší článek lze odhadovat výnosové mapy, kdy vzhledem k šířce sklízecí lišty asi bude docházet k největší nepřesnosti.

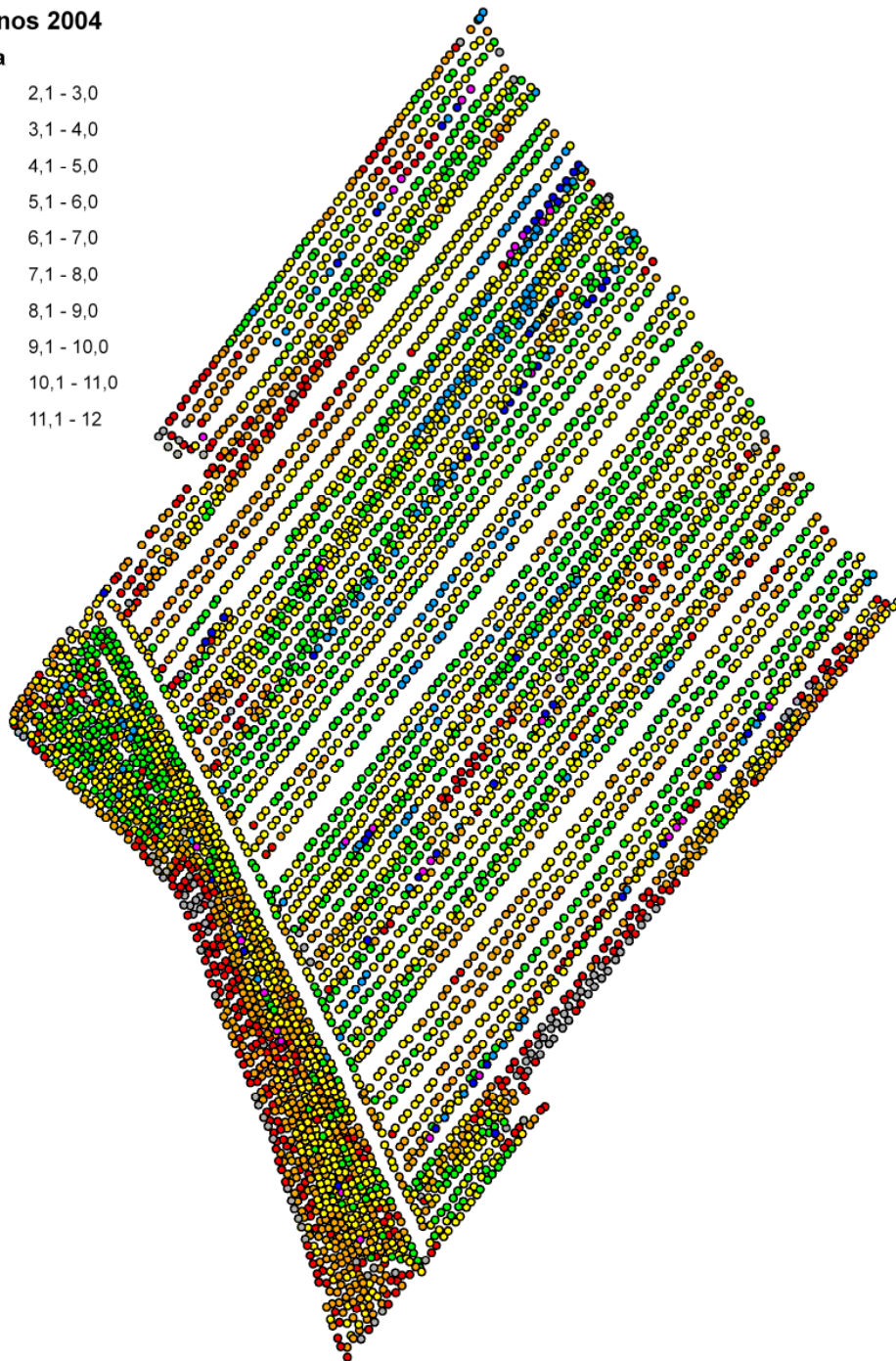
ZÁVĚR

Výsledky ukázaly, že existuje určitá závislost mezi reflektancí zemědělsky využívaného pozemku v konkrétním umístění a výnosem. Tento závěr umožní předpokládat s určitou pravděpodobností rozložení NDVI a výnosu v minulých a budoucích letech na základě aktuálního leteckého snímání. To lze využít při postupech precizního zemědělství, kdy DPZ může být jednou ze složek precizního zemědělství.

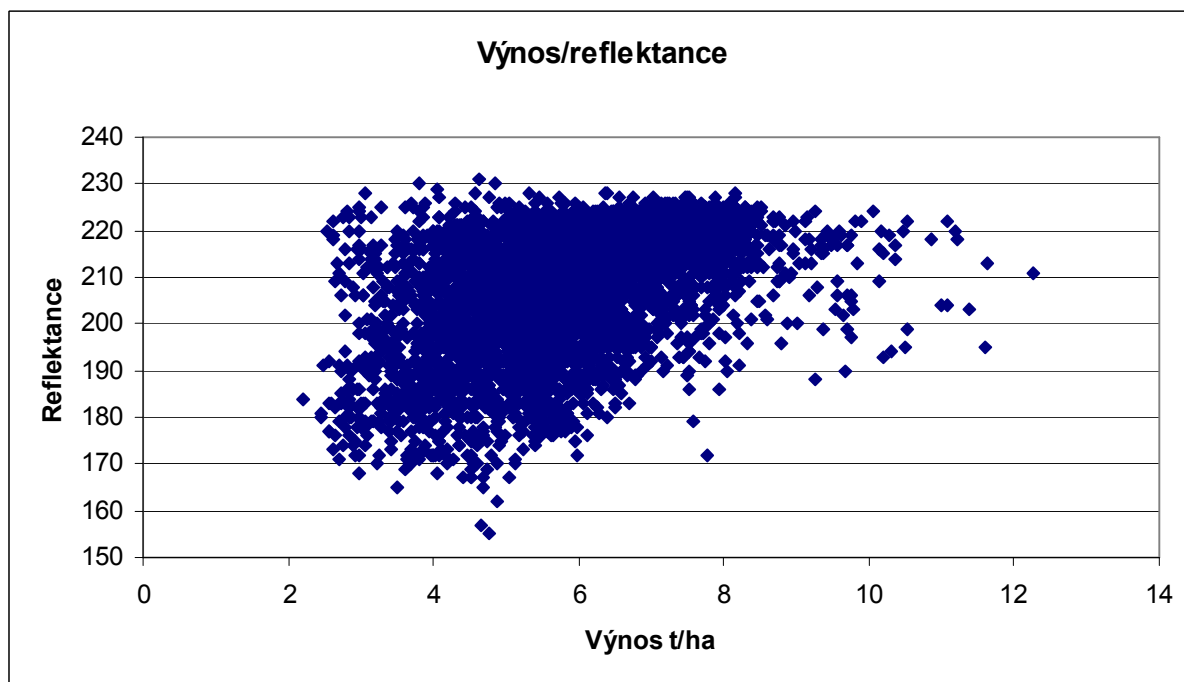
Výnos 2004

t/ha

- 2,1 - 3,0
- 3,1 - 4,0
- 4,1 - 5,0
- 5,1 - 6,0
- 6,1 - 7,0
- 7,1 - 8,0
- 8,1 - 9,0
- 9,1 - 10,0
- 10,1 - 11,0
- 11,1 - 12



Obr. 2: Výnosová mapa z roku 2004.



Obr. 3: Porovnání výnosu a reflektance.

LITERATURA

Ferwerda, J. G., Skidmore, A. K. & Mutanga, O., 2005. Nitrogen detection with hyperspectral normalized ratio indices across multiple plant species. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (18), p. 4083-4095.

Gojda, M., 2000 *Archeologie krajiny*. Academia, Praha, 240 p.

Haboudane, D., Miller, J. R., Patey, E., Zarco-Tejada, P. J. & Strachan, I. B., 2004. Hypespaktral vegetation indices and novel algoritihms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 90, p. 337 – 352.

Reyniers, M., Vrindts, E. & DE Baerdemaeker, J., 2006. Comparison of an aerial-based systém and an on the ground continuous measuring device to predict yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, vol. 24, no. 2, p. 87-94.

Zhang, P., Anderson, B., Tan, B., Huang, D. & Myneni, R., 2005. Potential monitoring of crop production using a satellite-based Climate-Variability Impact Index. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 132, no. 3-4, p. 344-358.