

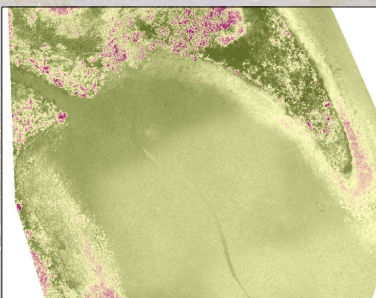
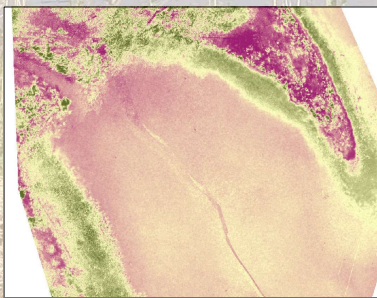
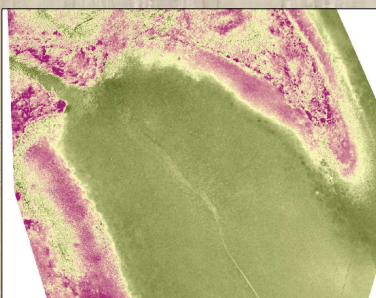
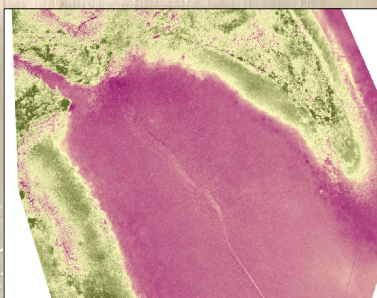
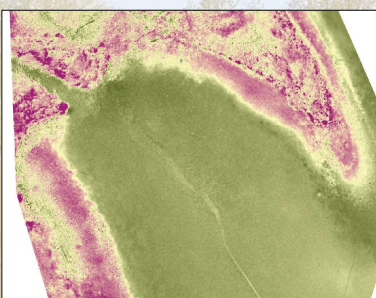
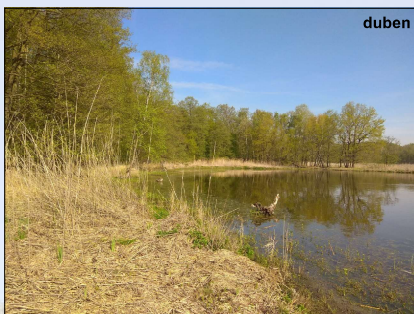
# Spektrální indexy založené na datech UAV při identifikaci břehové vegetace

Pavel Sedlák,<sup>1</sup> Jitka Komárková,<sup>1</sup> Oldřich Mašín,<sup>2</sup> Jakub Jech<sup>1</sup>

Rychlá identifikace vodní plochy, pobřeží a pobřežní vegetace může sloužit jako prostředek ke sledování hladiny vody a jako důležitý ukazatel změn. V případech, kdy je vyžadována vysoká úroveň podrobnosti nebo rychlé pořízení snímků na vyžádání, mohou UAV pomoci. Je ale také důležité přemýšlet o nákladech na UAV a připojených senzorech. Multispektrální a termální kamery jsou ve srovnání s kamerami, které snímají jen ve viditelné části spektra, stále drahé (tisíce dolarů).

Poster ukazuje, jak používat komerčně dostupný dron střední třídy (DJI Phantom 3 s vestavěnou kamerou), který je dostupný i pro jednotlivce. Sice shromažďuje data pouze ve viditelných spektrálních pásmech, ale shromážděné údaje mohou být snadno použity pro identifikaci pobřeží, vegetace a vody na základě barevných spektrálních indexů založených pouze na viditelných spektrálních pásmech.

Snímkována byla část rybníku Skříň. Území leží severně od města Pardubice a je velmi bohaté na rybníky. Oblast zájmu je rovinná, ležící cca 220 m n. m. Území pokrývá vodní hladina, sezónně zaplavená zeleň, vegetace včetně stromů, suché rákosy (včetně suché trávy) a suché stromy. Území zaujme členitost břehové linie a dostupnosti.



## Plánování letu a sběr dat

Datová sada byla pořízena dne 20. dubna 2018, tj. v jarní sezóně. Let byl předem naplánován v DJI GO a poslán do dronu. Dron automaticky letěl podle plánu. Sběr dat z oblasti 0,0285 km<sup>2</sup> trval přibližně 15 minut, takže nebylo nutné žádné mezipřistání. Celková délka letu byla 1 545 m, naplánováno bylo 7 řad, na které připadlo celkem 64 bodů snímkování. Podélné i příčné překrytí bylo 60 %. Průměrná rychlost byla 2,2 m/s, výška 39,6 m, rozlišení 1,7 cm na pixel.

## Zpracování dat - výpočet indexů vegetace založených na viditelných spektrálních pásmech

Byly použity dva softwarové nástroje: zkušební verze Pix4Dmapper 4.2.27 a ArcGIS for Desktop 10.5.1. Pix4Dmapper byl použit pro tvorbu mozaiky a výpočet všech indexů. ArcGIS byl použit pro vizualizaci výsledných indexů. Jako souřadnicový systém byl použit systém WGS 84 - UTM zóna 33N.

Finální mozaika byla vytvořena ze 33 snímků a pokrývá 0,012 km<sup>2</sup>. Obrázky ukazující jen koruny stromů nebyly použity kvůli problematické identifikaci identických bodů. Tento druh pokryvu vyžaduje vyšší překrytí, případně vyšší výšku snímkování. Výsledná mozaika pokrývala celý břeh a byla tak perfektně použitelná pro další krok.

Vypočítali jsme různé barevné indexy vegetace, které jsou založeny pouze na červeném, zeleném a modrém pásmu: CIVE, ExG, ExR, GRVI, NDI, TGI, VARI a VDVI. Kombinace barevných pásem a kombinace jednotlivých indexů byly vypočítány tak, aby zahrnovaly různé přístupy popsané v literatuře.

Index	Colour Index of Vegetation Extraction	0,441*Red - 0,81*Green + 0,385*Blue + 18,78745
ExG	Excess Green	2*g - r - b
ExR	Excess Red	1,3*r - g
NDI	Normalized Difference Index	(Green - Red)/(Green + Red)
VDVI	Visible-Band Difference Vegetation Index	(2*Green - Red - Blue)/(2*Green + Red + Blue)

ArcGIS byl použit pro vizualizaci výsledků, neboť poskytuje více metod pro vizualizaci a lepší nástroje pro finalizaci mapových výstupů. Pro všechny indexy jsme použili barevnou škálu "Pink to YellowGreen Diverging, Bright". Tato barevná škála nám pomohla vizuálně rozlišovat mezi jednotlivými druhy půdního krytu. Další nastavení byla: stretched visualization, percent clip stretch (both min and max: 0,5). Pro usnadnění srovnání výsledků byla použita jednotná barevná škála. Zelená barva představuje nejvyšší hodnoty, tmavě růžová představuje nejnižší hodnoty a ve všech případech žlutá reprezentuje střední hodnoty. V některých případech bylo přirozenější inverzní zobrazení, např. pro zobrazení vegetace se zelenou barvou.

## Výsledky a interpretace

Na základě naší vizuální interpretace a literatury byly vybrány jako nejvhodnější následující barevné indexy: CIVE, ExG - ExR, NDI, poměr červené/zelené a VDVI (viz obrázky indexy).

Čistá vodní plocha je zvýrazněna indexy R/G, ExG - ExR (v obou případech tmavě zelená) a NDI (tmavě růžová). Vodní plochu lze snadno odlišit od sezónně zaplavené zeleně. Hranice mezi čistou vodní plochou a sezónně zaplavenou zelení je tvořena žlutou čarou.

Zelená vegetace je zvýrazněna všemi indexy. VDVI a CIVE velmi dobře zvýrazňují koruny stromů. V tmavých barvách zobrazují zelenou a suchou vegetaci, takže tyto dva druhy půdního krytu lze snadno rozlišit.

Sezónně zaplavená zelená je dobře viditelná u R/G, NDI, ExG - ExR a VDVI, protože je ohraničena žlutou čarou. Nejlepší výsledkem je prezentována v indexu VDVI (zelená barva).

Suché rákosy a suché stromy jsou dobře zvýrazněny indexem VDVI (tmavě růžové) a indexem CIVE (tmavě zelená).

## Komentář k indexům

Index VDVI je velmi užitečný pro diferenciaci zelené vegetace od suché vegetace.

R/G (a jeho opačné G/R) umožňuje snadné rozlišování mezi vegetací a čistou vodou.

Rozdílné ExG - ExR umožňuje rozlišovat veškerou vegetaci od čisté vody.

NDI umožňuje rozlišovat veškerou vegetaci od čisté vodní plochy.

CIVE dobře zdůrazňuje zelenou vegetaci, kterou lze snadno odlišit od suché vegetace (stromy i rákosy). Čistou vodní plochu není v tomto případě snadné rozlišit, protože je vizualizována podobně jako suchá vegetace.

## Závěr

Břeh, vegetaci a čistou vodní hladinu lze snadno monitorovat dronem střední třídy vybaveným kamerou, která snímá pouze ve viditelných spektrálních pásmech. Poskytuje velmi rychle snímky vysokého prostorového rozlišení a s přijatelnými náklady. To může významně pomoci při monitorování nedostupných oblastí, například zarostlých nebo podmáčených oblastí, jako v našem případě. Jednotlivé druhy půdního krytu lze snadno popsat vizuálně jako první krok. Vegetační indexy založené na viditelných spektrálních pásmech vhodně doplňují vizuální interpretaci. Mohou rychle zvýraznit vegetaci, sezónně zaplavenou vegetaci a čistou vodní hladinu, rovněž lze identifikovat i pobřeží. Každý index zdůrazňuje různé druhy půdního krytu, takže je výhodnější kombinace více indexů.

## Literatura

- Helmuda, E., Glavin, M., Jones, E. (2016) A survey of image processing techniques for plant extraction and segmentation in the field. Computers and Electronics in Agriculture 125(1), pp. 184-199.
- Meyer, G.E., Neto, J.C. (2008) Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. Computers and Electronics in Agriculture 63(2), pp. 282-293.
- Pontil, M.P. (2013) Segmentation of Low-Cost Remote Sensing Images Combining Vegetation Indices and Mean Shift. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 10(1), pp. 67-70.

Software: Pix4Dmapper 4.2.27, ArcGIS Desktop 10.5.1, CorelDRAW X7, Corel PHOTO-PAINT X7, Hardware: DELL OPTIPLEX 9020, Intel (R) Core (TM) i5-4590 CPU, 3,30 GHz, 8 GB RAM, HP DesignJet 5500, Mapový podklad: ČÚZK

<sup>1</sup> Ústav systémového inženýrství a informatiky, Fakulta ekonomicko-správní, Univerzita Pardubice, Studentská 84, 532 10 Pardubice, pavel.sedlak@upce.cz

<sup>2</sup> Oddělení krizového řízení kanceláře hejtmana Krajského úřadu Pardubického kraje, Komenského náměstí 125, 532 11 Pardubice, oldrich.masin@pardubickykraj.cz

Poděkování: Tento výzkum podpořil projekt Univerzity Pardubice SGS\_2018\_19.