

Odborný posudek habilitační práce **RNDr. Lucie Kupkové Ph.D.** vypracované pod názvem:  
**Vybrané geoinformační přístupy pro hodnocení využití krajiny, krajinného pokryvu a fyziologického stavu vegetace.**

---

### **Obecné hodnocení**

Význam výsledků z hlediska vědeckého přínosu pro rozvoj vědního oboru a původnosti:

Práce propojuje dva geoinformační obory: geografické informační systémy (GIS) a dálkový průzkum Země (DPZ). Přínos prací je z vědeckého hlediska výraznější pro vědní obor GIS než pro DPZ. DPZ je tradičně vnímáno jako efektivní zdroj vstupních dat pro GIS a prostorové modelování. Přesnost a aktuálnost klasifikačních legend a vlastních map využití území a územního pokryvu je proto velmi důležitým aspektem nejen vědeckých prací. Autorka se podílela na ohodnocení kvality a využití několika různých prostorových databází využití území a územního pokryvu, čímž přispěla k eliminaci chyb primárních GIS zdrojů a zvýšení přesnosti následných prostorových analýz. Přínos pro obor DPZ je omezen zaměřením práce na převážně kvalitativní klasifikační metody a limitovaným přístupem autorky k moderním kvantitativním metodám modelování přenosu elektromagnetického záření (které nejsou bohužel, až na jednu výjimku, systematicky rozvíjeny na žádném vědeckém či univerzitním pracovišti v celé České republice). Autorka publikovala tři vědecké práce s kvantitativními přístupy, které jsou zaměřeny především na měřítkovou úroveň listu a potřebují důležitý následný krok, tj. univerzální a místně nespecifický přenos dosažených výsledků na úroveň celých vegetačních porostů, jež by znamenal výrazný přínos pro DPZ. Původnost a originalita vědeckých prací se pohybuje na úrovni aplikační vědy. Autorka použila ve svých vědeckých pracích standardní publikované metody, ale nevyvinula žádný zcela nový přístup či fyzikálně-matematický model s originálními mechanismy založenými na nových experimentálně objevených zákonitostech a faktech. Práce jsou přínosné pro agentury a orgány činné v oblasti ochrany a managementu krajiny a plánování rozvoje urbanizace, ale méně již pro rozvoj vědních disciplín GIS a DPZ jako takových.

Aktuálnost problematiky obsahu habilitační práce:

Vzhledem k rozvoji nových konstelací satelitních systémů pro DPZ (např. družice Sentinel zkonstruované a provozované pro Copernicus program Evropskou kosmickou agenturou) a k rapidnímu rozvoji bezpilotních systémů (unmanned aircraft systems – UAS; autorka je označuje jako RPAS) v oboru DPZ je obsah práce aktuální a potřebný pro budoucí rozvoj vědního oboru geoinformačních věd. Na druhou stranu jednotlivé vědecké práce se věnují aktuálním společenským problémům a vědeckým výzvám, jež jsou zmíněny v úvodu habilitační práce (např. globální změna klimatu a tím souvisejícím změnám v celkovém pokryvu, druhovém složení a primární produktivitě vegetace či nutnost ochrany vodních zdrojů a trvale udržitelné urbanizace atd.), spíše okrajově. Motivace většiny prací je využití či ověřování jež existujících GIS a DPZ metod a znalostních databází, popřípadě ohodnocení změn velmi specifických krajinných prvků (horská tundra) a zdravotního stavu horských lesních oblastí postižených imisními událostmi a kyselými dešti v 80. a 90. letech minulého století. V oblasti monitorování vegetace a ohodnocování stresové zátěže pomocí DPZ je aktuálním problémem dynamika, udržitelnost a předpověď potenciální primární produkce (asimilace uhlíku) pod vlivem nastávajících klimatických změn. K tomuto účelu jsou využívány kvantitativní produkty obrazové spektroskopie (např. obsahy chlorofylů a jiných fotosyntetických a ochranných listových barviv, index množství listové plochy atd.) společně s novým DPZ signálem detekovatelným z velmi úzkých spektrálních pásem v červené a daleké červené spektrální oblasti elektromagnetického záření, solárně indukovanou chlorofylovou fluorescencí.

### Vědecké metody použité pro zpracování tématu:

Většina vstupních dat digitálního obrazu (leteckých i družicových) byla pořízena technologicky vyspělými senzory a vhodně zvolena pro cíle jednotlivých prací. Kvalitativní metody klasifikace obrazu (např. klasifikace pomocí strojového učení) použité v publikacích jsou aktuální, i když bych očekával větší využití objektové orientovaných klasifikací a sekundárních produktů optických DPZ dat (např. specifických vegetačních optických indexů a transformací) používajících nejen spektrální intenzity odrazivosti zemských povrchů, ale i texturní a kontextuální informace v digitálním obrazu krajinné mozaiky. Použité statistické kvantitativní predikční metody (např. PLSR) jsou sice stále využívány ve vědeckých studiích, ale čím dál více jsou nahrazovány pokročilejšími metodami hloubkového strojového učení (např. umělé neuronální sítě nebo regrese podpůrných vektorů apod.), které jsou robustnější a netrpí neduhy klasických statistických metod, jako např. autokorelace vstupních dat, v tomto případě spektrálních pásem různých vlnových délek. Aktuální pozornost spektrálního DPZ vegetace se upíná na propojování modelů přenosu elektromagnetického záření (radiative transfer model – RTM) s biochemickými modely fotosyntetických procesů či dynamickými vegetačními SVAT (soil-vegetation-atmosphere-transfer) a SPAC (soil-plant-atmosphere-continuum) modely s využitím solárně indukované fluorescence (SIF). Jak modelování, tak SIF jsou jednověť zmíněny v souvislosti s kolaborujícími vědeckými kolegy, ale nejsou součástí habilitační práce ani uvedeny jako pilotní směry budoucí vědeckého zájmu laboratoře obrazové spektroskopie založené autorkou na Karlově Univerzitě (vyjma zmínky o Discrete Anisotropic Radiative Transfer – DART modelu v budoucím projektu řešeném společně s NASA GSFC a CzechGlobe).

### **Specifické komentáře a připomínky k jednotlivým kapitolám habilitační práce**

#### Kapitola 1.

Žádné specifické připomínky.

#### Kapitola 2.

- Kapitola popisuje použité metodologické přístupy ze široka, ne vždy s dostatečnou hloubkou. Chybí zdůvodnění zvolených metod, jejich výhody a nevýhody v porovnání s dalšími potenciálně aplikovatelnými metodami?
- Z pohledu externího čtenáře nejsou zcela jasné souvislosti pro zarážení obsáhlého popisu různých českých a zahraničních vědeckých týmů? Popis týmů obsahuje faktické chyby (např. univerzita v Curychu nevyvíjí modely přenosu záření jen používá modely vyvinuté jinými pracovišti pro své vědecké účely, Dr Martin Schlerf ani Prof Clement Atzberger nepracují v ITC Enschede, Twente univerzita, ale ve výzkumném ústavu v Luxemburgu a ve Vídni).
- Nekterá DPZ terminologie je použita nepřesně, např. spektrální rozlišení není vzdálenost spektrálních pásem ale jejich šířka v polovině Gaussovy křivky aproximující jejich spektrální odezvu a časové rozlišení DPZ dat technicky neodpovídá době mezi dvěma následnými akvizicemi, ale integračnímu času digitálního obrazu (str. 14).
- Je vhodnější používat přednostně jako reference aktuální vědecké články než kapitoly knih. Některé reference se mnohonásobně opakují, jiné nejsou vhodně použity (např. původní reference pro NDVI je Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127–150).
- I když nedostatečné korekce DPZ obrazových dat zanechávají chyby, které mohou být omezující, nejsou omezením, jak zmiňuje autorka (str. 15), ale nutnými matematicko-

fyzikálními postupy zabezpečujícími standardizaci dat. Jsou součástí zpracování dat jako každé jiné metody, jež zanechávají systematické metodické chyby.

- V části o poškození horských smrčín (str. 29) není zmínka o nevhodnosti jejich genetického původu (provenience byly přivezeny z rakouských alp) a taktéž není zmíněna dlouhodobá problematika přemnožení kůrovce jako zdravotní faktor porostů.
- Ne zcela objektivní popis RPAS (str. 32). Chybí zmínka o nevýhodách těchto nosičů, jako např. krátká letová operační doba (průměrně 15-20 min na jednu sadu baterií) a s tím spojené omezení rozsahu DPZ obrazových dat, nutnost létání na dohled a další.
- Část informací o vesmírných hyperspektrálních senzorech je neaktuální (satelitní senzor PRISMA byl vypuštěn v první polovině 2019 a koncem září ukončil testovací fázi, chybí zmínka o DAIS senzoru umístěném na mezinárodní kosmické stanici).

### Kapitola 3.

- Autorský podíl 80% a 35% u uvedených studií 1 a 10 (str. 42) neodpovídá pořadí autorů.
- Vědecké články byly publikovány převážně v časopisech s nízkým impaktním faktorem (IF). Ani jedna publikace není ve vrcholném časopise (např. Remote Sensing of Environment, IF ~ 8.2). Vystává otázka, zdali je autorka dostatečně napojená na vedoucí odborníky oboru geoinformatiky a DPZ?
- Nepřesné vyjádření ohledně kvality dat na str. 49, mění se povaha ne kvalita dat. Data sekundárního typu nejsou nezbytně méně přesná než data primární. Kvalita může být posouzena jen aplikací kvantitativního modelu komplexní propagace chyb a nejistot.

#### Podkapitola 3.1

- Většina prací této podkapitoly je deklarovaná jako vývoj nové metodiky. Přesto zastoupení moderních metodologických postupů typu objektově orientované klasifikace v kombinaci s teorií nejasných množin je spíše sporadické.
- Není uveden vědecký přínos autorky u studií 2, 3 a 4.
- Studie 3: změny na východní straně “železné opony” jsou zmíněny jako extrémní, ale není uvedeno, co sloužilo jako reference pro identifikaci extremity?
- Studie 4: na základě jakých výsledků je konstatováno že jiná data a automatické metody nemohou přinést výsledky stejné kvality?
- Studie 5: testování vizualizace a softwarové stability modelů je záležitostí spíše vývojářů než vědců. Modely mohly být testovány více z hlediska vědeckých hypotéz a prognózních scénářů.

#### Podkapitola 3.2

- Stejně jako v předchozí a následující podkapitole, popis spolupracujících vědeckých týmů je nadbytečný, opakuje informace uvedené v kapitole 2.
- Studie 7: časová snímací frekvence 16 dní je spíše dlouhá (konstelace Sentinel-2 má frekvenci 5 dní). Vhodnost WorldView-2 multispektrálních dat (8 spektrálních pásem není mnoho jak je tvrzeno) a jejich prostorového rozlišení (2.2 m) je z technické povahy těchto parametrů diskutabilní.
- Studie 8: použití stejné legendy, převzaté z předchozí studie, je zarážející. Legenda by měla odrážet spektrální variabilitu přítomných vegetačních funkčních typů. Hyperspektrální data mají ambici odhalit a odseparovat dodatečné třídy ve srovnání s multispektrálními daty. Taktéž, použití hyperspektrálních vegetačních indexů jako dodatečných vstupů by mohlo zvýšit přesnost klasifikací.
- Studie 9: opakování nepřesného vyjádření, korekce DPZ dat nejsou komplikací, ale součástí jejich nezbytné standardizace. Stejně tak pozemní podpurné kampaně nejsou přítěží, ale nezbytností (vývoj jakýchkoliv DPZ metod je bez pozemní podpory

nemyslitelný). Přirozeně, pro jejich operační nasazení v praxi by neměly být nezbytné. Příliš pozitivní a ambiciózní hodnocení bezpilotních systémů. RPAS, tak jak je známe dnes, jsou a budou nepostradatelným vědeckým nástrojem DPZ, ale nejsou vhodné pro operativní mapování, s výjimkou maloplošných zájmových území.

### Podkapitola 3.3

- Studie 11: NASA letecký hyperspektrální senzor ASAS (uvedený na str. 75) nebyl v době této studie již řadu let provozuschopný. Předpokládám, že autorka minila APEX senzor.
- Studie 12: z hlediska vědeckého přínosu nejvíce kontroverzní práce. Kontaktní sonda měří dvojitou kuželovitě-směrovou odrazivost, která je z fyzikálního hlediska podmnožinou směrově-hemisférické/všesměrové odrazivosti měřené optickou integrační sférou. Proto vědecká otázka měla znít: pro které povrchy může být první měření považováno za dostatečně reprezentativní druhého měření? Předpokládanou odpověď lze odvodit z opticko-fyzikálních vlastností zkoumaných povrchů. Ano pro difuzní povrchy s všesměrově homogenní odrazivostí (např. povrch bariem sulfátu nebo listy rostlin s tenkou kutikulou poseté trichomy). Ne pro povrchy se silnou jednosměrnou odrazivostí složkou (zrcadlovou odrazivostí; např. listy rostlin se silnou ochrannou voskovou vrstvou). Proto výsledky studie pro použité povrchy nejsou překvapivé. Vědecky zajímavější by bylo otestovat stejným způsobem anatomicky rozmanité listy různých funkčních typů vyšších rostlin, adaptovaných na rozdílné životní podmínky.
- Shrnutí a závěr podkapitoly je omezen na první odstavec. Zbytek této části pojednává o plánovaných budoucích vědeckých aktivitách autorky v oblasti fyzikálních modelů přenosu záření a RPAS. Nabízí se otázka, jaká vědecká invence je očekávaná ve využití těchto modelů v konjugaci s RPAS?

Na základě důkladného prostudování celé práce, včetně přiložených publikačních výstupů, **doporučuju práci RNDr. Lucie Kupkové Ph.D. přijmout jako podklad** pro habilitační řízení.

4. listopadu 2019