

# Posudek diplomové práce

Autor diplomové práce: Bc. Martin Hofrajtr

Školitel: doc. RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Studijní obor: Kartografie a geoinformatika

Předložená diplomová práce Bc. Martina Hofrajtra se zaměřuje na problematiku termálních dat získaných satelitním a leteckým snímkováním. Primárním cílem práce bylo vytvoření a testování subpixelové metody zpřesnění termálních dat získaných družicí Landsat 8. Cílem předložené metody pak bylo zpřesnění vlastních hodnot teploty povrchu a prostorového rozlišení na základě leteckých hyperspektrálních dat s vyšším rozlišením. Součástí práce je řešení otázky stanovení emisivity povrchů pro korekci satelitních dat.

Vlastní navržená metoda se snaží zvýšit prostorovou přesnost určení teploty povrchu na základě definování hodnoty spektrální záře pro každý vytvořený subpixel. Hodnota spektrální záře je pak definována prostřednictvím koeficientu spektrální záře ( $K_{L\lambda i}$ ) pro určitý typ povrchu, mírou procentického zastoupení daného povrchu v prostoru původního pixelu a hodnotou spektrální záře původního pixelu. Výsledkem je normalizovaná hodnota spektrální záře původního pixelu prostřednictvím koeficientu  $K_{L\lambda i}$  a následně hodnota spektrální záře pro jednotlivé subpixely původního pixelů se shodnou průměrnou hodnotou.

Přestože výsledky práce nevykazují příliš dobrou shodu mezi daty leteckého a satelitního snímkování, domnívám se, že uvedená metoda přináší nový pohled na možnost relativně přesného stanovení teploty povrchu s vyšším prostorovým rozlišením oproti původním datům z Landsat 8 TIRS. Řadu důvodů neočekávaně malé shody mezi daty satelitními a leteckými autor popisuje v metodické, výsledkové i diskusní části. Osobně se domnívám, že důvodem nejasností jsou, vedle uvedených příčin, vlastní formulace způsobu výpočtu a způsob následné analýzy výsledků. Za problematickou považuji silnou autokorelaci hodnot subpixelů v rámci původního pixelu. Je zde velmi silná vazba výsledných hodnot  $L_\lambda$  na procentickém zastoupení daného povrchu. Pro ilustraci, budeme-li mít dva příklady pixelů o stejné hodnotě spektrální záře s rozdílným zastoupením jednotek krajiného pokryvu, budou výsledné hodnoty spektrální záře pro jednotlivé typy ploch odlišné. Typicky se jedná o sousední pixely. Zde je nicméně potřeba v řadě případů počítat s vlivem převzorkování dat metodou kubické konvoluce. Mějme příklady:

- 44.4 % vodní plochy, 22.2 % les, 22.2 % travní porosty a 11.1 % střechy
- 11.1 % vodní plochy, 22.2 % les, 22.2 % travní porosty a 44.4 % střechy

přičemž  $K_{L\lambda i}$ : vodní plochy 0.6, les 0.7, travní porosty 0.8, střechy 1. Hodnota původní spektrální záře bude společná, např.  $L_\lambda = 9.5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ m}^{-1}$ .

Vypočteme-li výsledné hodnoty spektrální záře, potom voda bude mít v první případě hodnotu  $L_\lambda = 8.0$ , ve druhém případě hodnotu 6.76. Je potřeba si uvědomit, že některé povrchy (zejména s vysokou tepelnou kapacitou, např. vodní plochy) jsou značně konzervativní

z hlediska tepelné výměny a tedy i teplotního režimu, na druhou stranu řada povrchů má značnou variabilitu z důvodu komplikované geometrie, prostorové heterogenity, heterogenity v obsahu vody v půdě a v porostech apod. (viz tab. 3.5), navíc hodnota  $K_{L\lambda i}$  vstupuje do výpočtu dvakrát.

Co se týče výsledků analýzy a jejich zpracování, domnívám se, že je naprosto nedosta-  
tečné. Pro porovnání jednotlivých přístupů je potřeba provést komplexní regresní analýzu  
včetně testování předložené hypotézy, kterou autor uvádí, pomocí analýzy variance a Akai-  
keho informačního kritéria. Odchytky porovnání pak lze hodnotit pomocí hodnot střední  
polohové chyby (Root Mean Square Error, RMSE). Bohužel v práci je sice hypotéza uve-  
dena, nicméně není testována a tudíž nemohla být ani ověřena, jak autor píše v kapitole 5.3.  
Vyšší variabilitu dat získaných subpixelovou metou lze očekávat vzhledem k její podstatě.

Velmi problematickou částí práce je porovnání výsledků získaných ve dvou různých časo-  
vých rovinách. Jestliže došlo v prvním případě (družice) ke snímkování v poledních hodinách  
a ve druhém (letecké snímkování) v odpoledních hodinách, může být teplotní rozdíl značný.  
Důležitou roli může hrát též akumulace tepla v materiálech v průběhu sledovaných dní.  
Pro utváření teplotního projevu povrchu je též důležitá intenzita záření (globální záření),  
která není v práci uvedena. Jestliže dojde v krátké době před snímkováním k zastínění po-  
vrchů vlivem oblačnosti (např. v dopoledních hodinách), může být výsledný teplotní projev  
povrchů významně odlišný (zejména vegetační kryt).

Hodnocení kvality zpracování předkládané diplomové práce je velmi problematické.  
Na jednu stranu se jedná o velmi zajímavý a nový materiál, na stranu druhou je celkové  
zpracování textu nedůsledné, komplikované a na ne příliš vysoké úrovni. Na předkládaný  
text lze použít rčení, že někdy méně znamená více. Text práce je velmi rozsáhlý. Autor  
široce popisuje řadu detailů, které náležejí spíše do učebnic než do diplomové práce.

Literární přehled by, podle mého názoru, měl shrnovat současný stav poznání o konkrétní  
problematice řešené v diplomové práci. Autor se bohužel zaměřuje spíše na obecnosti. Zá-  
sadní je uvádění literárních zdrojů, ze kterých autor čerpal. Bohužel, velká část literárního  
přehledu odkazy neobsahuje vůbec, případně jsou v některých případech nevhodně uve-  
dené, např. uvedení citace na konci kapitoly/odstavce, kde není jasné zda se citace týká celé  
předchozí části nebo závěrečného tvrzení, případně odkazy na skripta formou přímě citace  
(viz str. 55, věta: "Taktó určená emisivita vycházela z poznatků Dobrovolného (1998) ...").  
Obdobně sporé je uvádění odkazů na literární zdroje v ostatních částech práce. Zejména  
v diskusní části bych očekával srovnání vlastních výsledků s literárními zdroji.

Z textu je patrná autorova snaha seznámit čtenáře se všemi souvisejícími detaily, což  
bohužel vede k velkému rozsahu textu a zároveň k překrývání informací. Problematické je  
v tomto směru též strukturování práce. Obecné informace by měly být uvedeny v literár-  
ním přehledu, zatímco metodická část by měla obsahovat (pouze) informaci o metodickém  
postupu, výsledková o výsledcích a diskusní část by měla propojovat vlastní zjištění s li-  
terárními zdroji, tzn. měla by vlastní zjištění ukotvit do kontextu současné znalosti dané  
problematiky.

Metodická část představuje další z problematických částí předkládané práce. Text meto-  
dické části je obtížně pochopitelný vlivem používání komplikovaných a dlouhých vět, vlivem  
odbíhání od tématu k popisům někdy až zbytečných detailů apod. Na druhou stranu některé  
zásadní údaje chybí, např. informace o spektrálním rozsahu použitých leteckých senzorů  
a šířce spektrálních pásem. Úplně chybí popis výpočtu teploty povrchu pomocí metod uve-

dených pro srovnání subpixelové metody. Struktura popisu pracovního postupu by měla být, podle mého názoru, strukturovaná v opačném sledu. Vlastní popis výpočtu dané veličiny by pak měl mít strukturu směřující od teoretické definice veličiny k popisu praktického postupu výpočtu (viz kap. 3.1.4.2 a 3.1.4.3). Schéma uvedené na str. 54 je velmi obtížně srozumitelné bez znalosti následujícího textu. Domnívám se, že by mělo být koncipováno odlišně. V rovnici 3.9 jsou přehozeny členy v poměru. Není jasné, zda do výpočtu teploty povrchu vstupuje jako původní hodnota  $L_\lambda$  hodnota vypočtená podle rovnice 3.2 se započtenou informací o emisivitě povrchu, či zda se jedná o hodnotu vypočtenou s konstantní hodnotou emisivity  $\varepsilon = 1.0$ . Autor uvádí, že se jedná o hodnotu  $L_\lambda$  povrchu jakožto černého tělesa, nicméně rovnice 3.2 je definována jako výpočet hodnoty pro  $L_\lambda$  pro reálný povrch. V tomto směru nemá použití rovnice 3.14 pro výpočet povrchové teploty význam. Kapitola 3.1.4.1 zahrnuje problematiku klasifikace povrchu a zároveň otázku určení emisivity pro jednotlivé kategorie. Proč byla pro plechové střechy použita právě hodnota emisivity 0.83? Kapitola 3.1.4.1 měla být rozdělena. Jaké procento z klasifikované plochy představovala trénovací data? Případně odpovídají referenční data datům trénovacím?

Formální zpracování textu diplomové práce je vcelku na dobré úrovni, nicméně občas se vyskytují překlepy a opakující se špatné fráze způsobené pravděpodobně automatickými opravami (např.: "spektrálního záře"). Občasně se vyskytují nelogické věty. Větší důslednost měla být věnována označení symbolů. Pokud jsou obrázky vytvořeny na základě předlohy (např. obr. 2.1), mělo by být uvedeno, že byl obrázek upraven podle uvedeného zdroje, např. "Upraveno podle XY", "Převzato z XY" apod. Konstatování "vlastní tvorba" je nevhodné, protože se jedná pouze o grafickou úpravu předlohy. Obecně bych do popisů nezařazoval konstatování, že se jedná o vlastní tvorbu, protože není-li uvedeno jinak, jedná se o vlastní tvorbu. Informace o zdroji by měla být součástí popisu. Ve výsledkové části by mělo být u všech popisů porovnání metod uvedeno o jaké metody se jedná. Označení "metoda 1", "metoda 2" atd. je naprosto nedostatečné. Všechny popisy by měly být sebevysvětlující. Zároveň by součástí popisů měly být vysvětlivky k symbolům použitým v tabulkách (např. tab. 4.1). Kartografické zpracování mapových podkladů je nedostatečné (chybí směrovka, měřítko apod.). Seznam zkratk by měl být uveden včetně ekvivalentních termínů v českém jazyce.

Otázka: bylo by možné zjistit hodnoty  $K_{L\lambda i}$  přímo pro Landsatová data, např. na základě klasifikace prostoru s využitím optických dat družice Landsat a pansharpeningu? Jaký by mohl mít tento přístup výhody a nevýhody oproti uvedenému postupu?

Celkově hodnotím předloženou diplomovou práci jako velice zdařilou z pohledu myšlenky a novosti. Je evidentní, že autor přípravou diplomové práce strávil značný objem času. Na druhou stranu práci neprospěla forma zpracování, nedostatečná práce s literaturou a formální nedostatky. S ohledem na význam výsledků práce a na novost práci **doporučuji k obhajobě s hodnocením velmi dobře.**

V Českých Budějovicích 5. září 2019

  
doc. Ing. Jakub Brom, Ph.D.