

## Oponentský posudek disertační práce

**Citace práce:** Pokorný, M., 2017: Testování produktů generovaných ze snímků družice Meteosat (MSG) v synoptické praxi. Disertační práce. Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 148 s.

Disertační práce Mgr. Michala Pokorného se zabývá testováním nowcastingové metody založené na analýze vertikálního profilu velikosti oblačných částic odvozené z družicových pozorování pro oblast střední Evropy. Spektrum velikosti oblačných částic je počítáno s využitím přejetého software MSG\_RGB, který na základě družicových dat naměřených meteorologickou geostacionární družicí Meteosat Second Generation (MSG) dokáže odvodit efektivní poloměr oblačných částic pro danou výškovou hladinu. Základem této metody je výběr dané oblasti s dostatečným pokrytím oblačnosti v různých teplotních hladinách (výškách) a předpoklad, že velikost oblačných částic na horní hranici oblačnosti je shodná s velikostí částic uvnitř oblačnosti v odpovídající výškové hladině. Práce má celkem 148 stran a je členěna do pěti číslovaných kapitol, doplněných o úvod, závěr a přehled literatury, tabulek a použitých zkratk. Seznam literatury, ze kterého autor v celé práci vychází, obsahuje celkem 67 citačních odkazů zahrnujících jak tuzemskou, tak zahraniční literaturu.

Gramatická úroveň práce je dobrá, avšak některé formulace jsou poněkud neobratné až zavádějící (viz například str. 44: „...na nejjednodušším oblaku vůbec, na maritimním stratocumulu“). S ohledem na rozsah práce se autor nevyhnul několika překlepům (např. str. 14, místo „...lépe odráží záření půda a listy.“, by mělo být „...lépe odráží záření půdy a listů.“). Grafické výstupy, jejichž značná část je však autorem přejetá z citované literatury, jsou na slušné úrovni.

V úvodu práce autor zdůvodňuje motivaci výzkumu v oblasti nebezpečných projevů počasí spojených s konvektivními procesy, zabývá se jejich dopady po ekonomické stránce, poukazuje na moderní distanční metody pozorování konvektivních bouří a v neposlední řadě představuje metodu aplikace vztahu jasových teplot horní hranice oblačnosti v různých výškách a odpovídající velikosti oblačných částic (tzv., *T-re* vztah). Téma práce má nepochybně značný potenciál v předpovědní praxi a zcela jistě si zasluhuje odbornou pozornost. Úvodní část práce však zcela postrádá kapitolu nebo alespoň pasáž vytyčující hlavní cíle práce. Jisté vytyčení cílů se postupně objevuje až v dalších kapitolách (např. str. 53-54, kap. 3.1.1, první odstavec), proto je z pohledu recenzenta poněkud obtížné hodnotit naplnění dosažených cílů práce. Po formální stránce mám k úvodní části pouze dvě drobné připomínky:

- str. 7: místo formulace „v teplé sezóně (květen-srpen)“ bych doporučil „v teplé části roku (květen-srpen)“
- str. 10: větu „...která by pomohla zvětšit náš náskok před silnými konvekčními bouřemi...“ bych doporučil přeformulovat takto: „...která by pomohla prodloužit předpovědní dobu před silnými konvekčními bouřemi...“

První kapitola se věnuje základnímu představení meteorologické družice MSG včetně její technické specifikace, popisu přenosu naměřených dat a využití jednotlivých kanálů družice MSG. Kapitola má logickou stavbu a je vhodně doplněna snímky družice v daných spektrálních kanálech. K této části mám pouze drobné připomínky:

- str. 11, první věta: označení „geostacionární družice“ není zcela přesné. Spíše bych volil formulaci „družice na geostacionární dráze“
- str. 14, Tab. 1: uvítal bych doplnění využití kanálu IR3.9 pro mikrofyzikální studium oblačnosti během denních hodin
- str. 17: v textu chybí uvození obr. 5

- str. 25: zde by bylo vhodné zmínit, že družice na geostacionární dráze mají oproti družicím na polární dráze menší horizontální rozlišení snímání, což je podstatné především s ohledem na studium mikrofyzikálního složení oblačnosti

Na první kapitolu logicky navazuje kapitola 2 věnující se popisu kombinace daných spektrálních kanálů skládaných do tzv. RGB kompozitních snímků. Autor pečlivě interpretuje barevnou kompozici s ohledem na fyzikální podstatu zobrazovaného jevu. S ohledem na další kapitoly, které vychází především ze subjektivní analýzy vertikálních profilů velikosti oblačných částic, se dá považovat zařazení a rozsah této kapitoly za odpovídající. Po formální stránce bych vytknul, příp. doplnil následující:

- str. 31-32: Autor zmiňuje, že nesrážkové vodní oblaky se jeví na obr. 22 bíle (písmena C, M). Na kompozitním snímku mají však tyto oblasti spíše žluto-tyrkysovou (C), resp. tyrkysovou (M) barvu. Obdobně na obr. 23 nejsem schopen rozeznat světle žlutou barvu u písmen C a M.
- str. 34, d) Snímek konvekční bouře: Na začátku podkapitoly by bylo vhodné zmínit, že snímek je složen ze třech komponent daných rozdílem kanálů WV6.2-WV7.3 (R), IR3.9-IR10.8 (G) a NIR1.6-VIS0.6 (B). Pro čtenáře, který danou problematiku nezná, může být proto tato pasáž poněkud matoucí. Obdobný nedostatek je možné nalézt na str. 42 u kompozitu "Sníh".
- str. 46, obr. 36: Jaký důvod má zařazení příčných profilů do obrázku 36? Myslím, že odkaz formou písmen je dostačující. Popis barevného vyjádření daných kompozitních snímků je již zmíněn v textu.

Kapitola 3 se skládá ze dvou základních částí. V první části (podkapitola 3.1) se autor věnuje především rešerši dostupné literatury zabývající se fyzikální podstatou *T-Re* profilů, jejich testováním v různých částech světa a využitím jejich potenciálu v oblasti nowcastingu nebezpečných konvektivních jevů. Rešerše čerpá především z prací prof. Rosenfelda z Hebrejské univerzity v Jeruzalémě, který se svým výzkumem řadí ke světové špičce. Kapitola navíc seznamuje čtenáře s použitým software MSG\_RGB umožňující vizualizaci jednak naměřených družicových dat z MSG a jednak vypočítaných *T-Re* profilů pro vybranou oblast. V závěrečné části kapitoly 3.1 pak autor zmiňuje kategorizaci vybraných událostí a kritéria k jejich výběru. K této kapitole mám následující připomínky:

- str. 51, třetí odstavec: Autor popisuje automatizovaný systém, který využívá adaptivní určování prahu teploty oblačných vrcholů k odhalení konvektivních systémů. Z textu však není jasné, o jaký systém se jedná. Je zde sice citační odkaz, ale myslím, že by bylo vhodnější zde uvést alespoň název daného nowcastingového systému.
- str. 51, čtvrtý odstavec: Na tomto místě by bylo vhodné uvést, že algoritmy SAF NWC jsou volně dostupné a od nové verze, která byla spuštěna na podzim 2016, již aplikovatelné i na data z dalších družicových systémů (GOES, Himawari, apod.).
- str. 57: V textu by bylo vhodné doplnit informaci, že se jedná o idealizovaný průběh závislosti mikrofyzikálních zón a výšky. Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že každá konvektivní epizoda je velmi individuální, přičemž některé zóny mohou v rámci vertikálního profilu i zcela chybět (viz např. Rosenfeld, et al., 2014).
- str. 65, obr. 42: U obrázku chybí popis bílé křivky a dvou bílých linií. Předpokládám, že bílá křivka v levé části grafu značí počet pixelů v dané výškové hladině.
- str. 68, třetí odstavec: „Druhá skupina potom obsahuje situace, při kterých byly pozorovány bouřky bez nebezpečných doprovodných jevů a dále situace, kdy se ani bouřka nevytvořila, ale byly pozorovány cumulonimby, nebo ještě méně vertikálně vyvinutá oblačnost.“ Mám dojem, že autor zde zaměňuje pojmy „bouře“ a „bouřka“. Bouřka jako taková představuje soubor elektrických, optických a akustických jevů, které doprovázejí elektrické výboje uvnitř oblaku, mezi oblaky navzájem nebo mezi oblaky a zemí a je doprovodným jevem konvektivní bouře. Se zaměňováním těchto pojmů jsem se v textu setkal na více místech (např. str. 132, 133, 137).

V druhé části třetí kapitoly (podkapitola 3.2) autor popisuje vybrané události z hlediska průběhu vertikálního profilu velikosti oblačných částic jako možného prediktoru výskytu nebezpečných

doprovodných jevů konvektivních bouří, které byly hlášeny do databáze „European Severe Weather Database“ (ESWD). V rámci studovaných *T-re* profilů se autor zamýšlí nad jejich strukturou odrážející především rychlost updraftu v konvektivní oblačnosti a porovnává jejich průběh s analýzami vybraných situací v USA. Zde jsem nucen podotknout, že CD s obrazovou přílohou analyzovaných profilů jsem neměl k dispozici, tudíž nemohu objektivně hodnotit popis *T-re* vztahů u všech vybraných událostí. U několika vybraných událostí autor uvádí předpovědi různých meteorologických proměnných z numerického modelu ALADIN. Zde však chybí údaj o čase vydání předpovědi. Dále bych se autora zeptal, podle čeho bylo provedeno řazení analyzovaných událostí? Očekával bych, že v rámci studovaných projevů konvektivních bouří budou události seřazeny chronologicky od nejstarší po nejaktuálnější. Autor dále zmiňuje, že *T-re* profily mohou indikovat nebezpečné doprovodné jevy bouří nebo jejich extrémní intenzitu několik (2) hodin dopředu, s čímž lze zcela souhlasit. Z osobní zkušenosti mohu potvrdit, že v některých případech lze opravdu na základě podoby *T-re* profilu usuzovat na výskyt krup s předstihem až 2 hodiny. Je však důležité upozornit, že každá událost je do jisté míry individuální a podoba *T-re* profilu nemusí výskyt krup naznačovat.

Ve čtvrté kapitole autor hodnotí a analyzuje dosažené výsledky, které vychází ze statistického zpracování sledovaných veličin v rámci vybraných událostí. Výsledky jsou prezentovány přehlednou formou boxplotů demonstrující statistickou distribuci získaných hodnot pro každý studovaný jev. Autor navíc hodnotí i vzájemnou závislost studovaných charakteristik s ohledem na projevy nebezpečných doprovodných jevů. Jako nelogické vidím v rámci této kapitoly zařazení popisu korelační analýzy a koeficientu determinace, který bych spíše očekával v části popisující metody. Zřejmě největší slabinou této části a pravděpodobně i celé práce je dle mého názoru malý rozsah zpracovaných událostí. Počet situací s tornádem, jejichž výskyt v podmínkách střední Evropy není příliš četný, je pochopitelný. Nicméně alespoň v případech nálevkovitého oblaku, příp. jevů bez nebezpečných doprovodných jevů by bylo žádoucí zařadit více událostí. Provádět statistické výpočty a vyvozovat následné závěry na základě třech, resp. čtyřech situací, působí z vědeckého hlediska značně neodborně. V textu jsem navíc nenašel vysvětlení, proč nebyla do statistických výpočtů zařazena i charakteristika efektivního poloměru oblačných částic u vrcholů oblačnosti? Kromě toho mám k této části několik dalších připomínek:

- str. 117-118: Uvádět vysvětlení základních statistických charakteristik (průměr, směrodatná odchylka, apod.) považuji v textu za zbytečné.
- str. 119: Na základě statistické analýzy zpracovaných událostí zde autor zmiňuje prahové hodnoty, které by bylo možné použít jako prediktor výskytu nebezpečných doprovodných jevů. Pro adekvátní posouzení navržených prahových hodnot by však bylo vhodné provést verifikaci na nezávislých datech, což může být námětem pro budoucí práci a případnou publikaci výsledků.
- str. 122, obr. 52: Nerozumím boxplotům v případě jevů (4) a (5). Jak je možné, že hodnota 10 % percentilu je nižší než minimální hodnota?

Kapitola 5 pak diskutuje získané poznatky. Zde oceňuji kritický přístup autora k dosaženým prahovým hodnotám sledovaných veličin, kde zmiňuje, že přesný přechodový práh hodnot *T* a *re* mezi jednotlivými nebezpečnými jevy konvektivních bouří není možné stanovit zcela přesně s ohledem na jedinečnost každé bouře. Z tohoto důvodu autor upozorňuje na nezastupitelnost lidského posouzení každé situace, což však na druhou stranu částečně evokuje otázku, zda má smysl zjištění hodnoty *T* a *re* uvažovat. Velikost zjištěných charakteristik pak autor porovnává s obdobným výzkumem prováděným v USA a nabízí možné vysvětlení zjištěných rozdílů.

K obecnému obsahu práce mám na autora následující otázky:

- Na několika místech práce (např. str. 62, 135) autor zmiňuje, že interpretace grafických výstupů *T-re* profilů se jeví jako rychlejší a jednodušší postup k určení intenzity vznikající bouře. Zde bych se rád zeptal autora, jakým způsobem funguje operativní systém predikce nebezpečných jevů na základě pouhých grafických výstupů? Předpokládám, že k posouzení extremity konvektivních

událostí by byly využívány zjištěné prahové hodnoty sledovaných veličin, které jsou zmíněny v kapitole 4, nicméně bez automatizace je v takovém případě nutná permanentní lidská obsluha.

- Jaké kritérium by autor navrhoval pro výběr velikosti oblasti, ze které je počítán vertikální profil velikosti oblačných částic, především v případech neizolovaných konvektivních systémů?
- Základní myšlenkou práce je, že *T-re* profily je možné považovat za nástroj k predikci výskytu nebezpečných doprovodných jevů silných konvektivních bouří. S ohledem na dobu mezi analýzou profilů a dobou výskytu nebezpečného jevu je však možné, že tyto jevy mohou být posunuty v prostoru v závislosti na rychlosti převládajícího proudění. Rád bych se proto zeptal autora, zda tento fakt vzal v úvahu při prezentovaných analýzách?

I přes skutečnost, že předložená disertační práce vykazuje výše zmíněné nedostatky, doporučuji práci přijmout k obhajobě a po jejím případném úspěšném obhájení doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.

Reference:

Rosenfeld, D., Andreae, M.O., Asmi, A., Chin, M., Leeuw, G., Donovan, D.P., Kahn, R., Kinne, S., Kivekäs, N., Kulmala, M., Lau, W., Schmidt, K.S., Suni, T., Wagner, T., Wild, M., Quaas, J., 2014. Global observations of aerosol–cloud–precipitation–climate interactions. *Rev. Geophys.*, **52**, 750–808.

V Praze dne 19. května 2017

RNDr. Vojtěch Bližňák, Ph.D.  
Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.  
Oddělení meteorologie  
Boční II 1401, 141 31 Praha 4