

Prof. RNDr. Milan Lapin, PhD., Oddelenie meteorológie a klimatológie KAFZM, FMFI UK

Posudok na: Habilitačnú prácu: Popis atmosférické cirkulácie pomocí vícerozmerných statistických metod
Autor: RNDr. Radan Huth, DrSc., Přír. F UK, Praha
Rozsah: 40 strán úvodného textu, 15 publikovaných článkov ako príloha

Predložená habilitačná práca je venovaná pomerne závažnej meteorologickej, klimatologickej ale aj geografickej a sociálno-ekonomickej problematike – analýze atmosférickej cirkulácie viacerými štatistickými metódami, vrátane diaľkovej previazanosti (teleconnection) a interpretácii získaných výsledkov. Výber témy a postup spracovania nadväzuje na dlhodobú vedeckú a publikačnú činnosť autora, v ktorej dosiahol zaslúžené medzinárodné uznanie. Zvolená téma je stále aktuálna a má vysokú spoločenskú dôležitosť, čiže nie len pre odbory meteorológie a klimatológie.

Habilitačná práca (HP) sa skladá z 4-stranového úvodu, kde je opísaný aj cieľ HP a uvedený je tam zoznam 15 publikovaných prác dr. Hutha v angličtine (od r. 2006), ktoré tvoria rozsiahlu prílohu HP. Uvedené prílohy sa dajú rozdeliť do 4 častí: 1) Metodické aspekty popisu cirkulácie pomocou diaľkových väzieb (teleconnections); 2) Metodické aspekty klasifikácií atmosférickej cirkulácie; 3) Detekcia klimatických zmien a modelovanie klímy, vrátane dlhodobých zmien cirkulácie; 4) Atmosférická cirkulácia a 11-ročný cyklus slnečnej aktivity. Ďalej je tam analytická časť HP obsahujúca: 6-stranový popis „Metodických aspektov analýzy diaľkových väzieb“, 5-stranový popis „Metodických aspektov klasifikácií atmosférickej cirkulácie“, 8-stranový popis „Klimatologickej analýzy atmosférickej cirkulácie“, 5-stranový popis „Súvislosti atmosférickej cirkulácie s premenlivosťou slnečnej aktivity“, 1-stranové „Zhrnutie, 1-stranová informácia o podiele autora v predložených 15 prácach a Zoznam použitej literatúry na 7 stranách (z toho 25 titulov od roku 2013). Ďalej nasledujú kópie 15 spomínaných prác dr. Hutha. Po formálnej stránke je textová časť HP úplná a nemám k tomu pripomienky.

V analytickej textovej časti HP autor najprv podrobil rozsiahlej a podrobnej kritike viaceré postupy smerujúce k identifikácii a klasifikácii jednotlivých typov oscilácie atmosférickej cirkulácie. V zásade je potrebné súhlasiť s autorom najmä v tom, že subjektívne definované a zisťované klasifikácie a oscilácie musia byť potvrdené aj štatistickou analýzou, pričom je potrebné štatistickú analýzu voliť tak, aby zodpovedala charakteru cirkulačnej variability. Napríklad, lepšie sa spravidla hodí výber staníc na základe metódy PCA (principal component analysis) ako konvenčnou metódou pevných staníc (Rejkjavík a Gibraltar pri Severoatlantickej oscilácii a podobne). Dodal by som len toľko, že atmosférická cirkulácia je čiastočne previazaná aj s cirkuláciou oceánov (aspoň na 25%), na čo treba pamätať pri podrobnejšej fyzikálnej interpretácii (a aj pri štatistickej analýze diaľkových väzieb). K tejto časti HP nemám iné pripomienky.

Zaujímavým problémom sú diaľkové väzby medzi aj dosť vzdialenými osciláciami atmosférickej a oceánickej cirkulácie. Je to celkom logické, že by také väzby mali existovať, lebo klimatický systém Zeme je navzájom poprepájaný rôznymi závislosťami, vrátane cirkulácie atmosféry a oceánov. Existujú aj možnosti fyzikálnej interpretácie, že riadiace tlakové útvary v atmosfére a termohalinná cirkulácia oceánov navzájom súvisia aj v tak vzdialených regiónoch ako je sektor 3.4 v Pacifiku a severný Atlantik (ElNiño a Severoatlantická oscilácia). To sa nakoniec potvrdilo aj štatisticky v prípade dlhého radu homogénnych pozorovaní. Autor v HP uviedol rad možností, na takúto detailnú analýzu. Aj v časti „Metodických aspektov analýzy diaľkových väzieb“ sa autor HP podstatne viac venuje atmosférickej cirkulácii ako previazanosťou s oceánickou cirkuláciou. Ani k tejto časti HP nemám žiadne ďalšie kritické pripomienky.

„Metodické aspekty klasifikácie atmosférickej cirkulácie“ vystupujú do popredia najmä preto, že na svete existuje množstvo rôznych klasifikácií, pri ktorých je základom hlavne rozloženie riadiacich

tlakových útvarov. Hľadanie malého počtu charakteristických (typických) polí je jednou z možností. V minulosti bola použitá taká metodika v synoptickej klasifikácii Hessa a Brezovského (používanej dodnes), pričom jednotlivé triedy a podtriedy klasifikácie boli navrhnuté subjektívne s platnosťou v širšom regióne Európy a severného Atlantiku. Autor uvádza výsledky riešenia projektu COST733, ktorý bol venovaný výskumu „Harmonizácie a aplikácie klasifikácie typov počasia pre európsky región“. Jedným z hlavných cieľov klasifikácie atmosférickej cirkulácie by mala byť použiteľnosť v dynamickej (synoptickej) klimatológii, teda pri analýze rozmanitosti klimatologickej odozvy rozdielných typov cirkulácie aj v blízkych regiónoch a lokalitách. Z doterajšej praxe vieme, že charakteristické a metodicky korektné rozdelenie cirkulačných typov do pomerne malého počtu prípadov umožňuje významným spôsobom identifikovať klimatické zvláštnosti rôznych regiónov a lokalít. Iba na okraj je treba spomenúť, že tzv. Československá synoptická klasifikácia medzi také prípady zrejme nepatrí, lebo pri jej návrhu bola snaha o približnú platnosť na celom území bývalého Československa s čo najdlhším trvaním jednotlivých typov. Žiadna z metód ale nie je univerzálne optimálna vo všetkých európskych regiónoch.

„Klimatologická analýza atmosférickej cirkulácie“ je logickým pokračovaním klasifikácie v malom počte typov. Získa sa tým v podstate reprezentatívny, nezávislý a homogénny časový rad údajov presahujúci 30 rokov, čo je podmienkou na štatistické spracovanie s klimatologickou interpretáciou. Keďže sa klimatológia zaoberá nielen popisom klimatických pomerov ale aj výskumom zmien klímy, tak je potrebný na taký účel dlhší časový rad údajov, najlepšie aspoň 60 rokov (teda dve za sebou nasledujúce klimatické obdobia). Tento predpoklad už môže byť dnes splnený, pretože evidencia typov atmosférickej cirkulácie je možná od roku 1873 (v jednoduchšej verzii už od r. 1850). Keď analyzujeme atmosférickú cirkuláciu a jej zmeny v poslednom období (najmä po roku 1975), tak by som nezavrhol vplyv zosilneného skleníkového efektu na zmeny atmosférickej cirkulácie (aj keď to uvádzané analýzy z rokov 2004 a 2005 nepotvrdili). Ide totiž o to, že v posledných rokoch došlo k závažnému otepleniu Arktídy (až o 3 °C v porovnaní s referenčným 30-ročným obdobím okolo roku 1900), pričom tropické šírky sa oteplili podstatne menej. To bude mať zrejme dôsledky aj na zmenu rýchlosti (aj charakteru) zonálneho a meridionálneho prúdenia v miernych šírkach severnej pologule, čo sa prejaví určite na zmene frekvencie výskytu určitých synoptických typov, teda aj na atmosférickej cirkulácii. Spomínané zosilňovanie západnej zonálnej cirkulácie sa viaže iba na obdobie do roku 2000, potom nastali zmeny smerujúce k zoslabeniu západne zonálnej cirkulácie v miernych šírkach severnej pologule. Je to vidieť aj v indexoch NAO a AO. Samozrejme, v 21. storočí máme ešte len 17 rokov, čo je krátke obdobie. Na druhej strane, je zřejmé, že teplotný rozdiel medzi Arktídou a tropickými šírkami severnej pologule nie je jediným faktorom ovplyvňujúcim atmosférickú cirkuláciu. V tejto časti autor HP obsérne a správne analyzoval nepresnosti v klasifikácii (výpočte) indexov cirkulácie založených na pevných stanicích v prípade pohyblivých akčných tlakových centier, napríklad v severnom Atlantiku v lete (Azorská anticyklóna a Islandská cyklóna). Metóda PCA je v tomto prípade jednoznačne vhodnejšia. Ja by som len doplnil, že nestacionarita módu premenlivosti atmosférickej cirkulácie možno súvisí s premenlivosťou oceánickej cirkulácie, čo by sa dalo zrejme tiež úspešne analyzovať (napríklad vplyv multidekádnej severopacifckej a severoatlantickej oscilácie). Aj túto časť HP autor spracoval veľmi dobre a nemám k nej ďalšie pripomienky.

V piatej časti HP autor posudzoval súvislosť atmosférickej cirkulácie s premenlivosťou slnečnej aktivity. V tomto prípade by som bol opatrný pri fyzikálnej interpretácii uvedeného vplyvu. Celkový účinok premenlivosti slnečnej radiácie prichádzajúcej k Zemi totiž nie je 1 W.m^{-2} (to sa týka okamžitej hodnoty solárnej konštanty – $1361,5 \text{ W.m}^{-2}$). Na hornej hranici atmosféry Zeme je to na horizontálnu plochu v priemere iba $0,25 \text{ W.m}^{-2}$ (na zemskom povrchu sotva $0,15 \text{ W.m}^{-2}$), čo je aj v porovnaní s „radiative forcing“ vplyvom zosilneného skleníkového efektu atmosféry ($2,5 \text{ W.m}^{-2}$) skoro zanedbateľná hodnota, no periodicky sa opakujúca. Nie všetko, čo sa zistí štatistickou analýzou na výberovom súbore, má aj fyzikálne opodstatnenie (môže ísť aj o prenesenú závislosť od iného faktora – pseudokoreláciu). Vhodné by bolo zisťovať uvedené závislosti vo viacerých nezávislých výberoch z väčšieho súboru pozorovaní (meraní). Napriek tomu považujem za potrebné robiť aj takúto analýzu, lebo v prípade variability slnečnej radiácie ide o periodické zosilňovanie a zoslabovanie slnečného prichádzajúceho žiarenia, ktoré sa môže prejavovať práve preto, že je

periodické s podobnou fázou a amplitúdou a nie preto, že ide o určitú celkom malú amplitúdu vplyvu pri jednotlivých cykloch. Aj táto časť HP je z pohľadu odbornej korektnosti spracovaná dobre a nemám k nej ďalšie vecné pripomienky.

V „Zhrnutí“ autor HP zosumarioval predchádzajúce zistenia a predchádzajúce výsledky analýz, s ktorými sa dá súhlasiť. Určitým problémom pre mňa je tvrdenie, že AO (Arktická oscilácia) je nejaký štatistický artefakt a že vlastne ani neexistuje. Ak vychádzame z fyzikálnej definície AO, čiže – AO má pozitívne znamienko vtedy, keď je cirkumpolárny vortex lepšie vyvinutý a zonálne západné prúdenie v stredných výškach troposféry je preto silnejšie (je to v prípade relatívne studenej troposféry a dolnej stratosféry nad Arktídou) a naopak, AO má negatívne znamienko, keď je cirkumpolárny vortex slabšie vyvinutý a zonálne západné prúdenie je v priemere v stredných výškach troposféry relatívne slabšie (je to v prípade relatívne teplej troposféry a dolnej stratosféry nad Arktídou), tak AO objektívne existuje a dá sa fyzikálne interpretovať. Nakoniec takto definovaná AO má vplyv aj na amplitúdu a periódu Rossbyho vln. Isté je tiež to, že AO a NAO majú dosť tesnú koreláciu a je zrejme teda, že majú podobné príčinné faktory existencie. Že sa AO nemusí jednoznačne prejavovať v rozložení prízemných tlakových útvarov a časových radov prízemných klimatických údajov, to je už iný problém.

Súbor 15 publikovaných prác autora HP v angličtine od roku 2006 predstavuje veľmi dobrý prehľad jeho obsiahlej a medzinárodne uznannej publikačnej aktivity so značným citačným ohlasom (uvedeným v inom dokumente). V ďalších dokumentoch je prezentovaný aj prehľad iných odborných a vedeckých aktivít autora HP. Aj tieto údaje potvrdzujú, že dr. Radan Huth spĺňa aj s určitou rezervou požiadavky na začatie habilitačného konania. Autor HP nemá v zozname publikácií učebné texty, monografie a ani kapitoly v monografii, tento nedostatok je vyvážený rozsiahlou a početnou publikačnou činnosťou v zahraničných impaktovaných časopisoch.

Záver

Habilitačná práca spĺňa, napriek niekoľkým drobným pripomienkam, požadované parametre na habilitačné pokračovanie (na obhajobu). Je napísaná prehľadne, text je logicky vhodne usporiadaný do kapitol (častí), na začiatku textu sú jasne stanovené ciele, ktorých sa autor v celej práci pridrižiava. Práca má dobrú technickú úroveň, tabuľky a grafy sú v prílohách dobre zdokumentované sprievodným textom a majú aj veľmi dobrú grafickú úpravu. Autor vyčerpávajúco zdokumentoval dosiahnuté výsledky podrobil ich kritickej analýze a pokúsil sa o hľadanie východísk. V závere prehľadne zhrnul najdôležitejšie body práce. Pre uvedené príčiny odporúčam habilitačnú prácu prijať.

Celkový záver

Aj napriek spomínaným malým pripomienkam odporúčam habilitačnú prácu prijať na habilitačné pokračovanie (na obhajobu).

V Bratislave 1.II.2018