

## KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA TEPLEJŠÍCH A CHLADNEJŠÍCH LETNÝCH OBDOBÍ 1961-2003 V HURBANOVE PODĽA KANADSKÉHO PREPOJENÉHO MODELU GCM

*Marián Melo*

### **Summary:**

#### **CLIMATIC CHARACTERISTIC OF WARMER AND COLDER SUMMER PERIODS FOR HURBANOVO IN 1961-2003 ACCORDING TO CANADIAN COUPLED GCM**

In this contribution the behaviour of the Canadian climate model daily outputs (CCCM 2000) are studied from the point of view of their ability to catch warmer and colder summer periods for the Danubian lowland region (Hurbanovo) in the model control periods (1961-2003). These warmer and colder periods are analysed by an analogue method. The aim is to find warmer and colder summer periods in the existing time series and to characterise their climatic patterns. Summer season creates June, July and August.

These selected periods are characterized by air temperature as well as by precipitation, specific humidity, global radiation and air pressure. Finally the results obtained by the climate model outputs and by the analogue method for Hurbanovo in 1951-2003 period (based on Melo, Gera 2005 results) are compared.

The climate models are the most important source of information about behaviour of climatic system under changed conditions. We utilized model data from the Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis in Victoria, B.C. (CCCM 2000 model with IPCC "A2-SRES" forcing scenario). CCCM 2000 model is the second generation coupled global climate model (CGCM2) of this centre (Flato, Boer 2001).

According to IPCC (2001) temporal analogues make use of climatic information from the past as an analogue for possible future climate. Periods of observed global scale warmth during the historical periods have also been used as analogues of a greenhouse gas induced warmer world. The advantage of the analogue approach is that the changes in climate were actually observed and so, by definition, are internally consistent and physically plausible (IPCC 2001). The analogue scenarios are much more important if they are used as a combination of several climatic elements (Lapin, Melo 2004).

For the regional climate study and its following impact study in Slovakia is advisable to utilise a combination of several methods, usually based on GCMs outputs (mean annual/monthly warming and mean annual/monthly change in precipitation totals) and on temporal analogue (more in Lapin, Melo 2004).

In this contribution we go out from the warmer and colder seasons, where this colder (warmer) period continual exists at least ten days and average season temperature is in all days lower (higher) than 1961-1980 normal. If any singular day (or days) occurs in this continual series which is not suitable for our requirement we can take account it only in this case, if instead it this requirement is fulfilled by its 3-days simple weighting moving average for this concrete day.

Analyzing the CCCM 2000 model outputs for Hurbanovo we found several periods with relatively stabile colder (warmer) summer periods longer than 10 days and without any significant sequence of warmer (colder) days. We found 87 warmer summer periods and 49 colder summer periods. Climatic characteristic of individual summer seasons on the base of the 30-th coldest and the 30-th warmest summer periods was prepared. Selected warmer summer periods in the Danubian lowland in Slovakia are characterized by decrease of the precipitation amount and global solar radiation flux density too and by increase of the specific humidity and by the air pressure too (Tab. 1). Colder summer periods are typical by increase of the precipitation amount, by increase of the global solar radiation flux density and by decrease of the specific humidity and by the air pressure too (Tab. 1). Finally we can state that results achieved by Canadian climate model are similar to the results achieved by analogue method in the summer periods for Central European region (Hurbanovo) in case of the precipitation amounts, but in case of the global solar radiation flux density are these results different.

In the future we plan to study warmer and colder winter periods existing in Canadian coupled GCM output results for Central European region.

Analogue method and some other methods of regional climate change scenarios design are more in details presented in Lapin, Melo 2004.

**Key words:** analogue method, climate model, warmer and colder periods, air temperature, climate pattern

**Abstrakt:**

V tomto príspevku študujeme schopnosť kanadského klimatického modelu CCCM 2000 zachytiť teplejšie a chladnejšie letné obdobia pre oblasť Hurbanova v rokoch 1961-2003, pričom pri analýze týchto období vychádzame z denných údajov tohto modelu. Zaujímá nás hlavne klimatická charakteristika týchto období z hľadiska atmosférických zrážok, vlhkosti vzduchu, globálneho žiarenia, ... Na konci si položíme otázku do akej miery je modelová klimatická vzorka študovaných letných období v súlade s reálne dosiahnutou klimatickou vzorkou na stanici Hurbanovo. Táto metóda sa využíva pri štúdiu analógovej metódy scenárov klimatickej zmeny.

**Kľúčové slová:** analógová metóda, klimatický model, teplejšie a chladnejšie obdobia, teplota vzduchu, klimatická vzorka

**ÚVOD**

V súčasnosti sa klimatické scenáre vytvárajú hlavne na základe výstupov globálnych prepojených modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry - GCMs. Klimatické modely sú považované za najvhodnejší prostriedok na štúdium klimatického systému a jeho modelovanie. Napriek tomu niektoré klimatické charakteristiky, získané z výstupov súčasných GCMs, nedávajú zatiaľ reálne výsledky pre jednotlivé regionálne lokality. Súvisí to hlavne s riedkou sieťou uzlových bodov, príliš zhladeným reliéfom v globálnych modeloch, rôznou nadmorskou výškou, zjednodušenou fyzikálnou interpretáciou procesov v klimatickom systéme Zeme (Lapin 2005). Tieto charakteristiky je preto vhodnejšie nahradiť scenármi, získaných analógovou metódou. Podstatou tejto metódy je vyhľadávanie období vo vývoji klimatického systému, ktoré by mohli byť modelom budúcich podmienok (časový analóg). Najvhodnejšie je študovať klímu z teplotných radov, ktoré sú k dispozícii z obdobia prístrojových meraní. Vychádzame z teplejších, resp. chladnejších období, buď súvislých alebo vytvorených z jednotlivých extrémnych rokov. S analógovou metódou sa môžeme stretnúť napr. v prácach Borzenkova a Zubakov 1984, Lapin a kol. 1994, Melo 2001a, popis metodiky nájdeme v práci IPCC 2001.

Lapin a kol. 1994 považujú za relatívne teplé obdobie najmenej 5-ročné obdobie, v ktorom sa nevyskytujú viacmesačné výrazne chladné obdobia a ktorého celkový priemer

teploty je aspoň o 0,4 °C vyšší, ako je dlhodobý priemer z obdobia 1901-1980. Podľa uvedeného kritéria autori zistili, že v Hurbanove sa v minulom storočí vyskytlo 5 takýchto období (1934-1939, 1943-1953, 1957-1961, 1966-1977, 1988-1993), pričom najteplejším bolo posledné obdobie 1988-1993 s odchýlkou teploty od dlhodobého priemeru +0,8 °C. Podľa teploty i ostatných prvkov by mohlo byť toto 6-ročné obdobie vzorkou klímy okolo roku 2015.

Výsledky aplikácie analógovej metódy na vybrané meteorologické prvky v ČR a SR ukázali, že pri vzostupe globálnych teplôt severnej pologule o 0,4 °C vzrástli ročné teploty o 0,5 - 0,6 °C, predĺžilo sa trvanie slnečného svitu pri poklese oblačnosti, klesli zrážkové úhrny a prakticky sa nezmenil prízemný tlak vzduchu (Kalvová a Brázdil 1993).

Mika (1994) uvádza, že na základe regresných koeficientov za posledných 100 rokov, oteplenie o 0,5 °C na severnej pologuli je spojené v Maďarsku s teplotným rastom o 0,6 °C, 10% poklesom zrážok a 20% rastom trvania slnečného svitu v letnom polroku.

Alternatívnym postupom môže byť vybratie minulého obdobia (prístrojovo-záznamový analóg) na základe nielen pozorovaných klimatických podmienok, ale aj zaznamenaných impaktov. Príkladom môže byť sucho v 30-tych rokoch 20. storočia v centrálnej časti Severnej Ameriky. Ďalšou možnosťou je aj zvolenie časového analógu na základe vzorky pozorovanej atmosférickej cirkulácie (IPCC 2001).

V predchádzajúcich prácach sme sa zaoberali problematikou analógovej metódy na základe mesačných údajov z časových radov Hurbanova (Melo 2001a), troch horských staníc Slovenska - Liptovského Hrádku, Skalnatého Plesa a Lomnického štítu (Melo 2005). Tento príspevok priamo nadväzuje na prácu Melo a Gera 2005, kde sme v prípade Hurbanova študovali teplejšie a chladnejšie sezónne obdobia z denných údajov časových radov 1951-2003.

Cieľom tohto príspevku je upriamiť pozornosť na kanadský prepojený model CCCM 2000 a zistiť do akej miery je schopný tento model reálne zachytiť klimatickú vzorku teplejších a chladnejších letných období (z denných údajov) pre lokalitu Hurbanova v rokoch 1961-2003.

### MATERIÁL A METÓDY

V príspevku využívame modelové výstupy prepojeného modelu GCM 2. generácie CCCM 2000 (cgcm2), vyvinutého v Kanadskom stredisku pre modelovanie a analýzy klímy vo Victorii a klimatické údaje zo stanice Hurbanovo, ktoré poskytol SHMÚ Bratislava. Model CCCM 2000 predstavilo kanadské stredisko spolu s krátkou charakteristikou na internete v roku 2000 a v literatúre o rok neskôr (Flato, Boer 2001). Tento model je založený na predchádzajúcom prepojenom modeli 1. generácie (CCCM 1997), ale s niektorými vylepšeniami. Atmosférická časť tohto modelu vychádza z modelu CCCM 1992, ktorý predstavili Boer a kol. (1992), McFarlane a kol. (1992). Oceánska časť modelu vychádza z modelu Geofyzikálneho laboratória dynamiky tekutín Princetonskej univerzity (New Jersey, USA) GFDL MOM1.1. Scenáre niektorých klimatických prvkov pre Slovensko podľa tohto modelu sú prezentované v príspevku Melo (2001b).

Pri modelovom výstupe CCCM 2000 máme k dispozícii údaje zo šiestich gridových bodov stredoeurópskej oblasti. Prvý gridový bod (A) sa nachádza v Slovinsku východne od Ljubljany (46,39° N; 15,00° E; 597 m n.m.), druhý (B) je v južnom Maďarsku (49,39° N; 18,75° E; 616 m n.m.), tretí (C) v rumunských Karpatoch (46,39° N; 22,50° E; 554 m n.m.), štvrtý (D) východne od Prahy (50,10° N; 15,00° E; 442 m n.m.), piaty (E) v Sliezsku západne od Katovic (50,10° N; 18,75° E; 531 m n.m.) a šiesty (F) v juhovýchodnom Poľsku (50,10° N; 22,50° E, 566 m n.m.).

Priemerná nadmorská výška šiestich uzlových bodov modelov CCCM v oblasti strednej Európy je 561 m. Ako je vidieť z nadmorských výšok jednotlivých bodov, modely majú veľmi zjednodušenú a zhladenú orografiu, nakoľko v stredoeurópskej oblasti poznajú len spoločné alpsko-karpatské pohorie bez Panónskej panvy. Hodnoty v jednotlivých uzlových bodoch teda vyjadrujú určitý priestorový klimatický priemer celej okolitej oblasti. Z vybraných šiestich uzlových bodov stredoeurópskej oblasti (v okolí Slovenska) z globálneho klimatického modelu sme interpoláciou získali jednu spoločnú hodnotu charakteristickú pre polohu Hurbanova. Jednotlivým uzlovým bodom sme prisúdili váhy podľa ich vzdialenosti od Hurbanova. Najväčšia váha je kladená na uzlový bod B a E.

Pri výbere klimatických charakteristík sa zameriavame na teplotu vzduchu, atmosférické zrážky, globálne žiarenie (hustotu toku globálneho žiarenia), mernú vlhkosť vzduchu a tlak vzduchu (na hladine mora). Scenáre klimatickej zmeny pre jednotlivé klimatické prvky vychádzajú z emisného scenára A2-SRES modelu CCCM 2000. Bližšie o emisných scenároch sa možno dozvedieť v príspevku Melo 2004, kde sú porovnané výsledky scenárov teploty vzduchu, atmosférických zrážok a mernej vlhkosti vzduchu pre Hurbanovo na základe klimatického modelu CCCM 2000 podľa pôvodného emisného scenára IS92a a podľa najnovších emisných scenárov A2-SRES a B2-SRES.

Za letné obdobie považujeme obdobie od 1.júna do 31.augusta. Vychádzame z teplejších a chladnejších období, kde toto obdobie musí existovať kontinuálne najmenej desať dní, pričom priemerná denná teplota vzduchu je v každom z týchto dní vyššia (nižšia) ako je ich priemer z obdobia 1961-1980. Pri spracovaní experimentálnych údajov z Hurbanova sme za normálové obdobie považovali obdobie 1951-1980. Toto obdobie bolo zvolené kvôli odporúčeniu IPCC, keďže ešte nebolo významnejšie ovplyvnené klimatickou zmenou. Pri modelových výstupoch CCCM 2000 sme normálové obdobie skrátili na 1961-1980, nakoľko údaje vo forme denných výstupov z tohto modelu sú k dispozícii až od roku 1961. Ak sa v tomto rade vyskytol nejaký deň alebo dni, ktoré nespĺňajú zvolené kritérium, mohli sme tento deň (alebo dni) počítať iba v tom prípade, ak namiesto nich

spĺňa túto podmienku ich 3-denný kĺzavý priemer pre daný deň.

Z vyčlenených teplejších a chladnejších letných období sme vybrali 30 najteplejších a 30 najchladnejších období, ktoré sme potom charakterizovali ich priemernými hodnotami teploty vzduchu, atmosférických zrážok, globálneho žiarenia, mernou vlhkosťou vzduchu a tlakom vzduchu. Z modelových výstupov CCCM pre oblasť Hurbanova sme tak získali klimatickú vzorku teplejších a chladnejších letných období. Tieto výsledky sme nakoniec porovnali so skutočne dosiahnutými výsledkami z experimentálnych dát zo stanice Hurbanovo v rokoch 1951-2003.

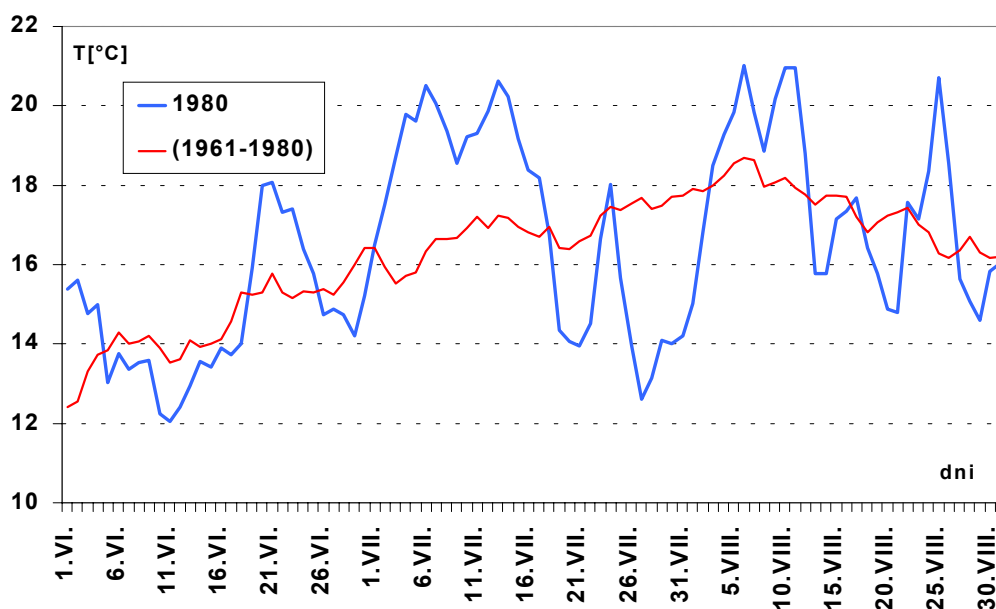
### VÝSLEDKY

Kým v 60-tych rokoch sa v modelových výstupoch CCCM 2000 častejšie objavujú chladnejšie letné obdobia, od 70-tych rokov je častejší výskyt teplejších letných období, pričom ich počet smerom do roku 2003 výraznejšie narastá. Táto skutočnosť zhruba zodpovedá realite.

Na obr. 1 je znázornený chod priemernej dennej teploty vzduchu na stanici Hurbanovo v letnom období roku 1980 a chod priemernej dennej teploty vzduchu na tejto stanici v období 1961-1980 na základe výstupov ka-

nadského prepojeného modelu CCCM 2000 (údaje sú nemodifikované). V normálovom období 1961-1980 je v ročnom chode najvyššia priemerná denná teplota vzduchu v regióne Hurbanova podľa CCCM 2000 dosahovaná začiatkom augusta (6.VIII). Podľa tohto modelu sa v roku 1980 vyskytli tri chladnejšie periódy (od 5.VI do 18.VI., od 18.VII do 2.VIII, od 13.VIII do 22.VIII) a dve teplejšie periódy (od 1.VII do 17.VII a od 3.VIII do 12.VIII), ktoré vyhovujú stanoveným podmienkam našej metodiky. Ďalšie teplejšie a chladnejšie obdobia, ktoré sa podľa modelu v tomto roku objavujú, majú trvanie kratšie ako desať dní.

V období 1961-2003 sme v modelových výstupoch CCCM 2000 pre oblasť Hurbanova zistili existenciu 87 teplejších letných období, pričom najdlhšie takéto obdobie trvalo 36 dní (r. 1988). Najteplejším letným obdobím je obdobie od 25.VII do 7.VIII. 1979 s priemernou dennou teplotou vzduchu tohto obdobia 21,2 °C (tab. 1). Tieto teplejšie letné obdobia sa vyznačovali menším úhrnom zrážok, vyššou hodnotou mernej vlhkosti vzduchu, vyššou hodnotou tlaku vzduchu a nižšou hodnotou globálneho žiarenia v porovnaní s dlhodobým priemerom 1961-2003 (tab. 1).



**Obr.1:** Chod priemernej dennej teploty vzduchu v letnom období v r. (1961-1980) a v r. 1980 pre Hurbanovo na základe výstupov kanadského prepojeného modelu GCM CCCM 2000 (nemodifikované).

**Tab. 1.** Charakteristika teplejšieho (vrátane najteplejšieho), chladnejšieho (vrátane najchladnejšieho) letného obdobia v rokoch 1961-2003 a dlhodobého priemeru letného obdobia (1961-2003) pre Hurbanovo na základe modelových výstupov CCCM 2000 podľa teploty vzduchu [T], atmosférických zrážok [R], globálneho žiarenia [G], mernej vlhkosti vzduchu [SH] a tlaku vzduchu [P]:

Letné obdobia	T [°C]	R [mm/deň]	G [W.m <sup>-2</sup> ]	SH [g.kg <sup>-1</sup> ]	P [hPa]
<b>Teplejšie</b>	<b>19,8</b>	<b>2,88</b>	<b>229</b>	<b>14,0</b>	<b>1013,532</b>
<b>Chladnejšie</b>	<b>13,3</b>	<b>3,75</b>	<b>242</b>	<b>9,4</b>	<b>1011,726</b>
<b>1961-2003</b>	<b>16,6</b>	<b>3,54</b>	<b>235</b>	<b>11,7</b>	<b>1012,754</b>
<b>Najteplejšie 25.7-7.8.1979</b>	<b>21,2</b>	<b>1,47</b>	<b>279</b>	<b>15,7</b>	<b>1015,660</b>
<b>Najchladnejšie 1.6-10.6.1989</b>	<b>9,1</b>	<b>4,20</b>	<b>256</b>	<b>7,0</b>	<b>1011,143</b>

V období 1961-2003 sa v modelových výstupoch CCCM 2000 pre oblasť Hurbanova vyskytlo 49 chladnejších letných období, pričom najdlhšie takéto obdobie trvalo 34 dní (r. 1966). Najchladnejším letným obdobím je obdobie od 1.VI do 10.VI.1989 s priemernou dennou teplotou vzduchu tohto obdobia 9,1 °C (tab. 1). Tieto chladnejšie letné obdobia sa podľa modelových výsledkov vyznačujú väčším úhrnom zrážok, menšou hodnotou mernej vlhkosti vzduchu, menšou hodnotou tlaku vzduchu a vyššou hodnotou globálneho žiarenia v porovnaní s normálovým obdobím 1961-2003 (tab. 1).

Ak porovnáme dosiahnuté výsledky, získané z výstupov modelu CCCM 2000, so skutočne dosiahnutými výsledkami, získanými z experimentálnych údajov stanice Hurbanovo v rokoch 1951-2003 (Melo a Gera 2005), dostaneme pri atmosférických zrážkach podobné výsledky čo sa týka zmeny úhrnu (pokles resp. rast úhrnu zrážok). V prípade veľkosti zmeny tohto úhrnu sú modelové výsledky konzervatívnejšie. V skutočnosti sú v oboch sledovaných letných obdobiach dosiahnuté výraznejšie zmeny. Predovšetkým chladnejšie letné obdobia dosahujú v Hurbanove výrazne väčšie úhrny zrážok. Vzhľadom na to, že využívame výstupy až zo šiestich gridových bodov modelu CCCM 2000, pričom tieto modelové výstupy v GCM reprezentujú priemerné hodnoty väčšej geo-

grafickej oblasti, sú tieto výsledky v súlade s očakávaním. Výsledky modelu CCCM 2000 sa však nezhodujú so skutočnosťou v prípade globálneho žiarenia. Závislosť teplejších a chladnejších letných období od hodnôt globálneho žiarenia je presne opačná. Ak by sme do úvahy zobrali všetky teplejšie a všetky chladnejšie letné obdobia (teda nielen výber 30 najteplejších a najchladnejších období), výsledok by bol kvantitatívne (v absolútnych hodnotách) o niečo lepší a bližší k realite, avšak kvalitatívne by sa ešte stále jednalo o nesúlad s dosiahnutou realitou. Ostatné charakteristiky nemôžeme navzájom porovnať, a to jednak z dôvodu zatiaľ nedostupných denných údajov zo stanice Hurbanova a jednak kvôli rozdielnym uvažovaným charakteristikám niektorých klimatických prvkov. Napr. v prípade vlhkosti vzduchu máme k dispozícii z experimentálnych dát Hurbanova relatívnu vlhkosť vzduchu, zatiaľ čo z modelu CCCM 2000 mernú vlhkosť vzduchu.

## ZÁVER

Prepojené modely GCMs sú vo všeobecnosti považované za najvhodnejší prostriedok štúdia klimatického systému. Informácie, pochádzajúce z výsledkov klimatických modelov, sú základom takmer všetkých scenárov. Napriek tomu niektoré scenáre GCMs nie sú v súčasnosti pre niektoré klimatické prvky

dostatočne spoľahlivé (výpar, vlhkosť pôdy, relatívna vlhkosť vzduchu, odtok, snehová pokrývka, niektoré extrémne javy počasia a pod.). Pri vypracovaní scenárov klimatickej zmeny na regionálnej úrovni odporúčame na Slovensku využívať kombináciu viacerých metód, ako napr. výstupy GCMs doplniť výsledkami získanými štúdiom analógovej metódy (viac v Lapin a Melo 2004). Výhodou analógovej metódy je, že jej scenáre sú vnútorné a fyzikálne konzistentné. Prínosom tejto metódy je poznanie správania klimatických prvkov a charakteristík na danom území. Dôležitú úlohu má táto metóda pri odvodzovaní

zmien sekundárnych klimatických charakteristík (charakteristík buď modelom neposkytovaných alebo zaťažených značnou neurčitou). V tomto príspevku sme poukázali na nekonzistentnosť modelových výstupov CCCM 2000 medzi teplotou vzduchu a globálnym žiarením pri výskyte teplejších a chladnejších letných období (vychádzajúc z denných údajov) pre oblasť Podunajskej nížiny v strednej Európe. V budúcnosti sa pokúsime podobne spracovať aj charakteristiku teplejších a chladnejších zimných období pre oblasť Hurbanova podľa kanadského prepojeného modelu CCCM 2000.

**Pod'akovanie:** Výsledky projektov APVT-51-006502 a VEGA, č. 1/1042/04 (Grantová agentúra SR), ako aj údaje SHMÚ Bratislava a modelové výstupy Kanadského strediska pre modelovanie a analýzy klímy vo Victorii boli využité v tomto príspevku. Autor ďakuje za poskytnutie podkladov.

## LITERATÚRA

- Boer, G.J., McFarlane, N.A., Lazare, M. (1992):** Greenhouse Gas-induced Climate Change Simulated with the CCC Second-Generation General Circulation Model. *J.Climate*, 5, 1045-1077.
- Borzenkova, I.I., Zubakov, V.A. (1984):** Klimatičeskij optimum golocena kak model' global'nogo klimata načala XXI veka. *Meteorologija i gidrologija*, N 8, 69-77.
- Flato, G.M., Boer, G.J. (2001):** Warming Asymmetry in Climate Change Simulations. *Geophysical Research Letters*, 28, 1, 195-198.
- IPCC, TAR, 2001,** Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, UK, 944 p. ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch))
- Kalvová, J., Brázdil, R. (1993):** Změny klimatu. In: Národní klimatický program ČR, 10, Praha, 48-91.
- Lapin, M. (2005):** Stručne o teórii klimatického systému Zeme, najmä v súvislosti so zmenou klímy. *Meteorologický časopis*, Vol. 8, No. 1, 25-34.
- Lapin, M., Faško, P., Zeman, V. (1994):** Príspevok k analýze možných dôsledkov globálneho oteplenia atmosféry o 1-2 °C na zmeny klimatických pomerov na Slovensku. In: NKP SR, 2, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava, 35-77.
- Lapin, M., Melo, M. (2004):** Methods of climate change scenarios projection in Slovakia and selected results. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 52, 2004, 4, 224-238.
- McFarlane, N.A., Boer, G.J., Blanchet, J.-P., Lazare, M. (1992):** The Canadian Climate Centre Second-Generation General Circulation Model and Its Equilibrium Climate. *J.Climate*, 5, 1013-1044.
- Melo, M. (2001a):** Teplé a studené sezónne obdobia v Hurbanove ako podklad pre analógovú metódu scenárov klimatickej zmeny. Bioklimatologické pracovné dni 2001. Medzinárodná vedecká konferencia: „Extrémy prostredia (počasie) – limitujúce faktory bioklimatologických procesov“ 10.-12.9.2001 v Račkovej doline. 7 strán na CD, ISBN: 80-7137-910-7.
- Melo, M. (2001b):** Climate change scenarios according to CCCM 2000 model for Hurbanovo. In: Matejka, F., Ostrožlík, M. (eds): International Conference „150 years of the Meteorological Service in Central Europe“, Stará Lesná, October 9-11, 2001, ISBN 80-85754-10-X, 11p on CD.
- Melo, M. (2004):** Teplota vzduchu, atmosférické zrážky a merná vlhkosť vzduchu v Hurbanove podľa pôvodných emisných scenárov „IS92a“ a nových emisných scenárov „A2-SRES“ a „B2-SRES“. In: Šiška, B., Igaz, D. (eds.) (2004): International Bioclimatological Workshop „Cli-

- mate change – weather extremes – organisms and ecosystems“ Viničky, 23.-26.8.2004. Zborník príspevkov. ISBN: 80-8069-402-8, 14 pp. na CD.
- Melo, M. (2005):** Warmer periods in the Slovak mountains according to analogue method and coupled GCM. Croatian Meteorological Journal, 40, 589-592.
- Melo, M., Gera, M. (2005):** Cold and warm periods in Hurbanovo in 1951-2003. International conference European Geosciences Union, Vienna, 24-29 April 2005.
- Melo, M., Lapin, M. (2000):** Teplotné scenáre pre Slovensko založené na výstupoch kanadských klimatických modelov. Geografický časopis, 52, 2, 151-165.
- Mika, J. (1994):** On the problem of downscaling climate changes projected by general circulation models. In: Contemporary climatology, IGU, UGI, Masaryk University, Brno, 387-394.
- Ostrožlík, M., Zuzula, I. (2001):** Sezónne zmeny teploty vzduchu v Hurbanove a jej extrémny. Bioklimatické pracovné dni 2001, Račková dolina, Bioklimatologické pracovné dni 2001. Medzinárodná vedecká konferencia: „Extrémy prostredia (počasie) – limitujúce faktory bioklimatologických procesov“ 10.-12.9.2001 v Račkovej doline. 7 strán na CD, ISBN: 80-7137-910-7.