

TEPLOTNO-VLHKOSTNÝ REŽIM VO VYSOKÝCH TATRÁCH

Marian Ostrožlík

Summary

TEMPERATURE AND HUMIDITY REGIME IN THE HIGH TATRAS

Recently an increased attention is paid to the problem of long-term climatic changes. Among the most frequent meteorological elements that are analyzed at the climate study belong: air temperature, precipitation, air humidity and another.

The different altitude as well as the distinguished topographical conditions at the meteorological observatories GPI SAS Skalnaté Pleso ($\varphi = 49^{\circ}12' N$, $\lambda = 20^{\circ}14' E$, $h = 1778$ m a.s.l.) and Stará Lesná ($\varphi = 49^{\circ}09' N$, $\lambda = 20^{\circ}17' E$, $h = 810$ m a.s.l.) enable to study the seasonal variability of air temperature and relative air humidity in different altitudes. Records of the mean hourly air temperature and air humidity covering the period of the years 1991-2006 were used as an experimental base. The methods of mathematical statistics were applied for the evaluation of these time series.

Obtained results of air temperature confirmed the general decreasing of air temperature as well as its annual amplitude with increasing altitude. Diurnal and annual courses of air temperature in the both localities are similar and very simply. Theoretical curve (the 1st harmonic component) has a good fitting of experimental values. On the opposite, the character of the daily and annual courses of air humidity is different in the investigated high-mountain layers.

Keywords: air temperature, relative air humidity, mathematic statistics, daily and annual course

Úvod

V súčasnej dobe sa venuje zvýšená pozornosť problematike dlhodobých zmien klímy. Medzi najčastejšie meteorologické prvky, ktoré sú analyzované pri štúdiu klímy patrí: teplota vzduchu, atmosférické zrážky, vlhkosť vzduchu a iné (Hrvol, 2006; Kveták, 1996; Lapin a kol., 2003; Murínová, Wiszniewski, 1974). Objasnenie niektorých zákonitostí a zvláštností vysokohorského masívu Tatier si vyžaduje hlbšiu analýzu meteorologických a klimatických podmienok. Poznatky o meteorologických procesoch a klíme v oblasti Tatier nachádzajú svoje uplatnenie nielen v príslušnom vednom odbore, ale aj v mnohých ďalších prírodných disciplínach, ako sú napríklad botanika, hydrológia, lesníctvo, pedológia, geomorfológia a iné. Najvernejší obraz o meteorologických a klimatických podmienkach dostávame z priamych meraní jednotlivých meteorologických prvkov.

Materiál a spôsob spracovania

Štúdium zvoleného problému je založené na experimente. Na základe hodinových hodnôt teploty vzduchu a relatívnej vlhkosti vzduchu boli vypočítané priemerné hodinové, denné, mesačné a ročné hodnoty, ktoré slúžili ako podklad pri analýze ich časovej premenlivosti v oblasti Tatier. Rozdielna nadmorská výška, ako aj odlišné orografické podmienky, na meteorologických observatóriách GFÚ SAV Skalnaté Pleso ($\varphi = 49^{\circ}12' N$, $\lambda = 20^{\circ}14' E$, $h = 1778$ m n.m.) a Stará Lesná ($\varphi = 49^{\circ}09' N$, $\lambda = 20^{\circ}17' E$, $h = 810$ m n.m.) umožňujú študovať sezónne zmeny teploty vzduchu a relatívnej vlhkosti vzduchu v rozdielnych nadmorských výškach. Pri štúdiu boli použité hodinové hodnoty za obdobie 1991-2006.

K vyhodnoteniu časových radov nám slúžili metódy matematickej štatistiky (Anděl, 1985; Nosek, 1972). Pre podrobnejšie hodnotenie denného a ročného chodu bola

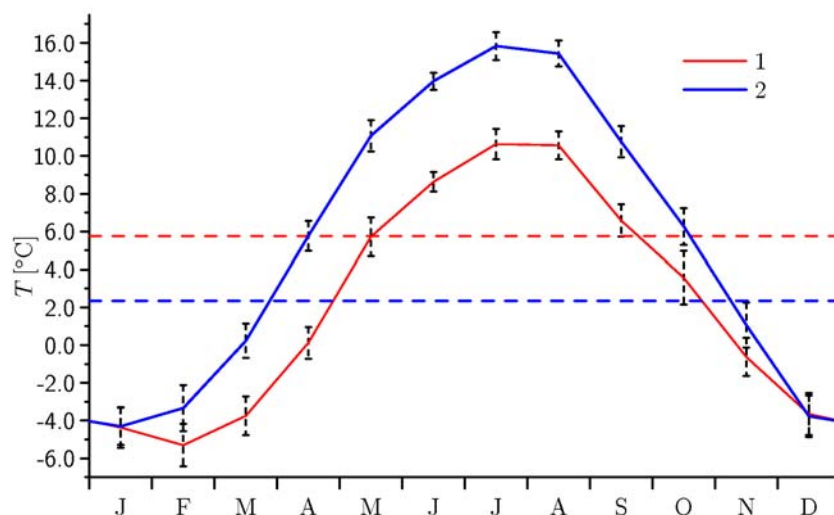
použitá harmonická analýza (Brooks a Carruthers, 1953; Conrad a Pollak, 1962; Kendall a Stuart, 1968).

Výsledky a diskusia

Treba poznamenať, že už skôr boli publikované niektoré výsledky týkajúce sa teplotných pomerov a vlhkosti vzduchu v oblasti Tatier. Tieto výsledky ukázali, že teplota vzduchu s nadmorskou výškou spravidla klesá, podobne i jej ročná amplitúda, že charakteristickým znakom teplotných pomerov horských oblastí sú inverzie (vzrast teploty vzduchu s nadmorskou výškou), že relatívna vlhkosť vzduchu v horských oblastiach sa mení s výškou nepravidelne, a iné (Smolen

a Ostrožlik, 1994; Murínová a Wiszniewski, 1974). Nakoniec to potvrdili i naše výsledky, ktoré boli získané na základe výsledkov štatistickej analýzy podkladových materiálov v hodnotenom období r. 1991-2006.

Priemerná ročná teplota vzduchu za celé hodnotené obdobie dosiahla na Skalnatom Plese hodnotu 2,4 °C, kým v Starej Lesnej priemerná teplota vzduchu za rovnaké obdobie vystúpila na 5,8 °C. Roky 2000 a 2002 boli najteplejšie, zatiaľ čo najchladnejším rokom v oboch polohách bol rok 1996. Ako vidieť z priebehu kriviek na obr. 1, ročný chod teploty vzduchu v tatranskej oblasti je jednoduchý a charakterizovaný maximom v júli a minimom v januári.



Obr. 1. Ročný priemer, ročný chod a smerodajnej odchýlky teploty vzduchu na Skalnatom Plese (1) a v Starej Lesnej (2). Priemer za obdobie 1991-2006.

Vo vyšších polohách (od výšky asi 2000 m n.m.) najnižšia hodnota sa presúva často z januára na február (z celkového počtu 16 spracovaných rokov v 10 prípadoch bol február najchladnejší) a maximum je v niektorom mesiaci júl a august (7, resp. 9 prípadov). Smerodajné odchýlky vykazujú určitý ročný chod, ktorý je charakterizovaný maximom v zimných mesiacoch a minimom v letných mesiacoch. Väčšia premenlivosť teploty

vzduchu v mesiacoch chladného polroka je zrejme spôsobená väčšou premenlivosťou cirkulačných pomerov v tejto časti roka.

Pre zaujímavosť ešte uvedieme priebeh kriviek nevyrovnaného a vyrovnaného ročného chodu teploty vzduchu v sledovaných polohách (obr. 2). Na výpočet 1. harmonickej zložky bola použitá harmonická analýza. Z porovnania priebehu kriviek na obr. 2 vidíme, že teoretická

krivka dobre fituje experimentálne hodnoty.

Na základe experimentálnych údajov periodický ročný chod teploty vzduchu na Skalnatom Plese a v Starej Lesnej môžeme vyjadriť prvou harmonickou zložkou v nasledovnom analytickom tvare:

$$T = 2,342 + 8,085316 \sin(x + 259^\circ 44')$$

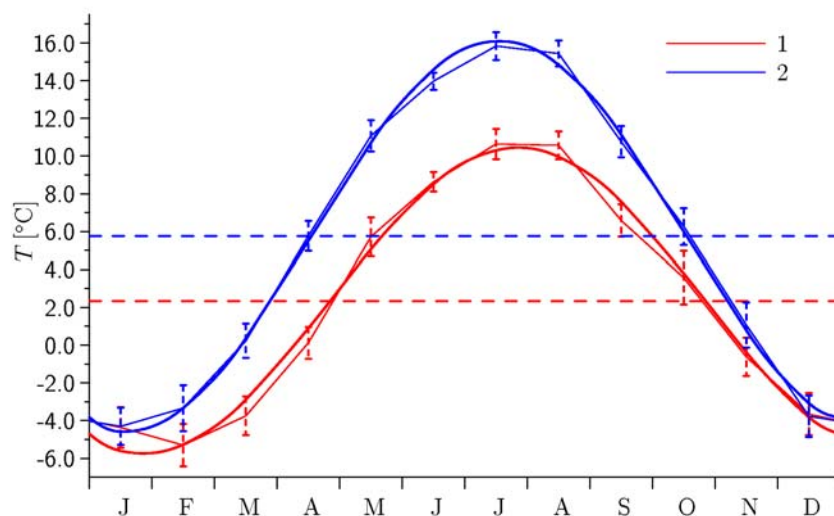
Skalnaté Plese

$$T = 5,754 + 10,338394 \sin(x + 268^\circ 40')$$

Stará Lesná

kde x znamená časový uhol: $x = iz$, pričom $z = 360^\circ/P$ a $i = 0,1,2, \dots$ a P značí dĺžku periódy (12 mesiacov).

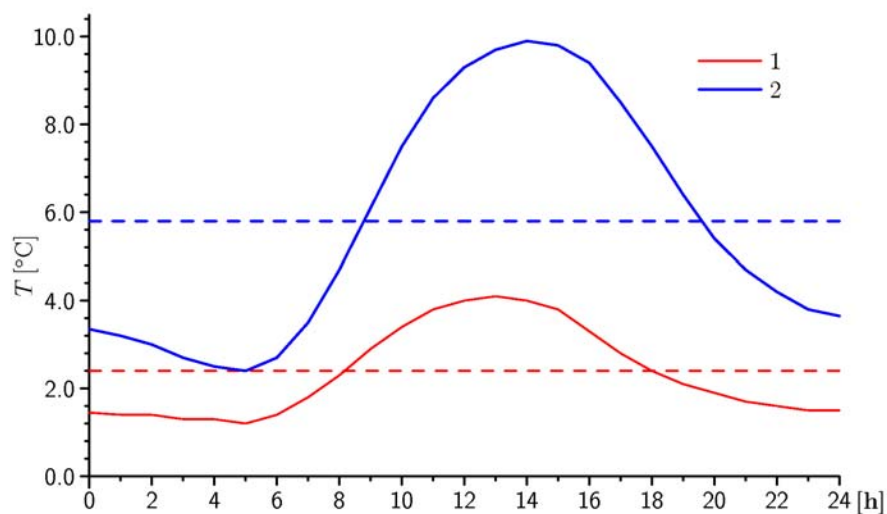
Periodická zmena výšky Slnka je hlavnou príčinou periodickej ročnej a dennej zmeny teploty vzduchu.



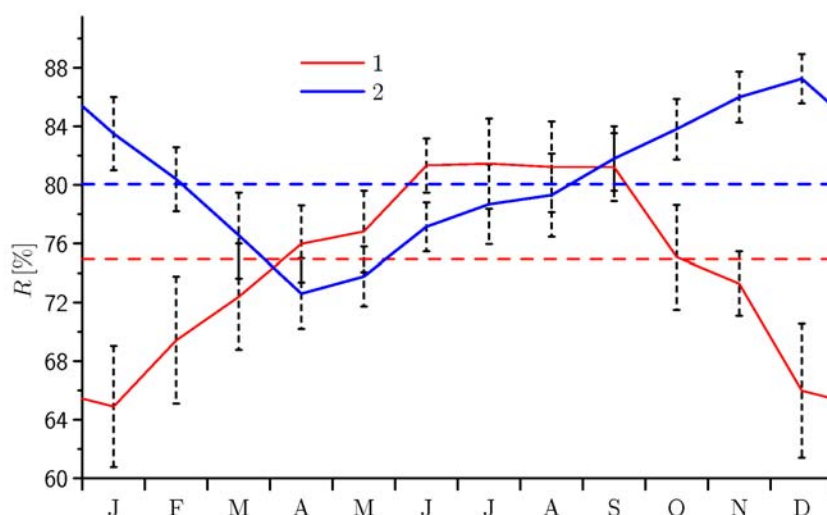
Obr. 2. Ročný priemer, ročný chod, jeho prvá harmonická zložka a smerodajné odchýlky teploty vzduchu na Skalnatom Plese (1) a v Starej Lesnej (2). Priemer za obdobie 1991–2006.

Denný chod priemerných hodinových hodnôt teploty vzduchu na Skalnatom Plese a v Starej Lesnej je znázornený na obr. 3. Z priebehu kriviek možno vidieť, že denný chod v oboch polohách je jednoduchý, ale v Starej Lesnej podstatne výraznejší, denná amplitúda zhruba 2,7 krát väčšia ako na Skalnatom Plese. Denný chod v Starej Lesnej je veľmi podobný dennému chodu v nížinných polohách, kedy maximum sa najčastejšie vyskytuje o 14.-15. hodine a minimum v priemere o 5. hodine. Naopak, denný chod teploty vzduchu na Skalnatom Plese je typický pre svahové polohy vyšších horských pohorí, keď denná amplitúda je malá a maximálne hodnoty kulminujú už skôr o 13. až 14. hodine.

Najzaujímavejšou charakteristikou vlhkosti vzduchu je relatívna vlhkosť. Relatívna vlhkosť vzduchu v horských oblastiach sa mení z výškou nepravidelne. Priemerná ročná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu za zhodnotenú dobu dosiahla na Skalnatom Plese hodnotu 74,9%, kým v Starej Lesnej bola priemerná ročná hodnota 80,1%. Extrémnymi rokmi boli na Skalnatom Plese r. 2004 (79,8%) a r. 2003 (68,8%), zatiaľ čo v Starej Lesnej r. 2001 (83,4%), resp. 1993 (74,7%). Z toho vychádza, že ročné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu v sledovaných polohách kolíšu v intervale asi 10% okolo dlhodobého priemeru.



Obr. 3. Ročný priemer a denný chod teploty vzduchu na Skalnatom Plese (1) a v Starej Lesnej (2). Priemer za obdobie 1991-2006.



Obr. 4. Ročný priemer, ročný chod a smerodajnej odchýlky relatívnej vlhkosti vzduchu na Skalnatom Plese (1) a v Starej Lesnej (2). Priemer za obdobie 1991-2006.

Podobne aj charakter ročného chodu relatívnej vlhkosti vzduchu je v rozličných výškových hladinách odlišný. Ako vidieť z priebehu kriviek na obr. 4 ročný chod relatívnej vlhkosti vzduchu vo vyšších horských polohách (Skalnaté Pleso) má podobný charakter ako ročný chod teploty vzduchu s minimom v januári a decembri a maximom v niektorom letnom mesiaci. V nižších polohách (Stará Lesná) je ročný

chod podobný ročnému chodu v nížinných polohách. Maximum pripadá na december a minimum na apríl-máj, čo znamená, že jeho priebeh je vcelku opačný ako ročný chod teploty vzduchu v tejto polohe.

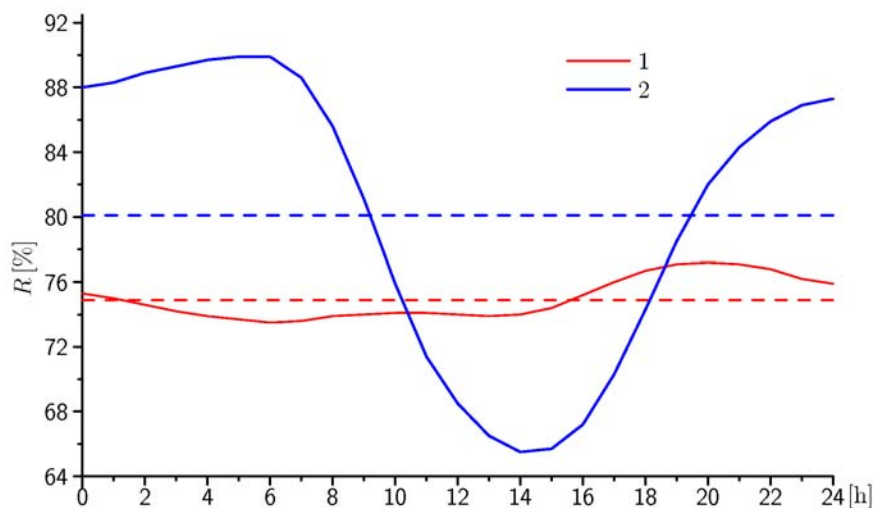
Denný chod priemerných hodinových hodnôt relatívnej vlhkosti vzduchu na Skalnatom Plese a v Starej Lesnej je znázornený na obr. 5. Z priebehu kriviek možno vidieť, že denný chod v oboch polohách je značne

rozdielny. V Starej Lesnej veľmi výrazný a v podstate opačný ako denný chod teploty vzduchu v tejto polohe, s minimom o 14.-15. hodine a s maximom pred východom Slnka zhruba o 5.-6. hodine. Avšak na Skalnatom Plese je ročný chod nevýrazný a mení sa s malými odchýlkami okolo priemernej hodnoty 74,9%. V jednotlivých mesiacoch roka však môže byť denný chod úplne odlišný.

Záver

Spracovaním hodinových hodnôt teploty vzduchu a relatívnej vlhkosti vzduchu

v dvoch odlišných orografických polohách na Skalnatom Plese a v Starej Lesnej boli získané nové poznatky o teplotných a vlhkosťových pomeroch vo Vysokých Tatrách. Výsledky ukázali, že priebeh denného a ročného chodu teploty vzduchu v týchto polohách je jednoduchý, veľmi podobný a že prvá harmonická zložka ročného chodu teploty vzduchu dobre aproximuje experimentálne hodnoty. Avšak relatívna vlhkosť vzduchu, ale aj charakter jej ročného chodu je v rozličných výškových hladinách odlišný a mení sa s rastúcou nadmorskou výškou nepravidelne.



Obr. 5. Ročný priemer a denný chod relatívnej vlhkosti vzduchu na Skalnatom Plese (1) a v Starej Lesnej (2). Priemer za obdobie 1991-2006.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-51-030205. Autor je vďačný aj grantovej agentúre VEGA (grant. č. 2/5006/25) za čiastočné sponzorovanie vypracovania tejto práce.

Literatúra

- Anděl, J., 1985: Matematická statistika. SNTL/ALFA, Praha 346 s.
- Brooks, C. E. P., Carruthers, N., 1953: Handbook of Statistical Methods in Meteorology. Majesty's Stationery Office. London, 412 p.
- Conrad, V., Pollak, L. W., 1962: Methods in Climatology. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 459 p.

- Hrvol, J., 2006: Extreme air temperatures in Bratislava, Mlynská dolina for the period 1983-2005. In: Bioclimatology and water in the land (Eds: M. Lapin, F. Matejka). Strečno, 11. – 14. 9. 2006, ISBN 80-89186-12-2, 20 p.
- Kendall, M. G., Stuart, A., 1968: The Advanced Theory of Statistics. Vol. 2, Interference and Relationship. Charles Griffin and Co. Ltd, London, 690 p.
- Kveták, Š., 1996: Variabilita júlovej teploty vzduchu na hornej hranici lesa. In: Lesné ekosystémy a globálne klimatické zmeny (Eds: J. Škvarenina, J. Mind'áš, V. Čaboun). Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene, 29-34.
- Lapin, M., Damborská, I., Gaál, L., Melo, M., 2003: Possible precipitation regime change in Slovakia due to air pressure and circulation changes in the Euro-Atlantic area until 2100. Contrib. Geophys. Geodesy, 33/3, 161-189.
- Murínová, G., Wiszniewski, W., 1974: Vlhkosť vzduchu. In: Klíma Tatier (Ed: M. Konček). VEDA, Bratislava, 347-378.
- Nosek, M., 1972: Metody v klimatologii. Academia, Praha, 433 s.
- Smolen, F., Ostrožlík, M., 1994: Podnebie. In: Tatranský národný park. Martin, Gradus, 53-66.

Kontaktná adresa: RNDr. Marian Ostrožlík, CSc.

Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava 45

Slovenská republika

Tel. č.: +421-2-59410613, Fax: +421-2-59410626

E-mail: geofostr@savba.sk