

DYNAMIKA SNEHOVEJ POKRÝVKY V STREDNÝCH A VYSOKÝCH HORSKÝCH POLOHÁCH SLOVENSKA.

THE DYNAMICS OF SNOW COVER IN MEDIUM AND ALPINE ELEVATIONS IN SLOVAKIA.

Martin Vojtek (FMFI UK Bratislava), Pavel Faško, Pavel Šťastný (SHMÚ Bratislava)

Abstract:

The snow cover is very important in mountain regions, because it essentially controls energy balance of local ecosystems. In Slovakia, the possible change of snow cover duration and amount may positively or negatively affect the hydrological balance, tourism and other human activities in future. Available long-term snow data since 1921/22 winter season from 35 selected Slovak mountain stations (above 700 m a.s.l.) were used. General decrease of snow duration as well as solid precipitation was observed; but there exists a critical altitude, where the negative trend reverts, because the higher and northern sites showed no significant trend or even a slight increase. Increasing trends of both precipitation amounts and temperature are the key factors that can and do change the snow duration as well as the ratio of solid, mixed and liquid precipitation. The results correlate with similar studies from Alps.

Key words:

snow cover, long-term snow data, climate change, alpine climatology, precipitation types.

Úvod

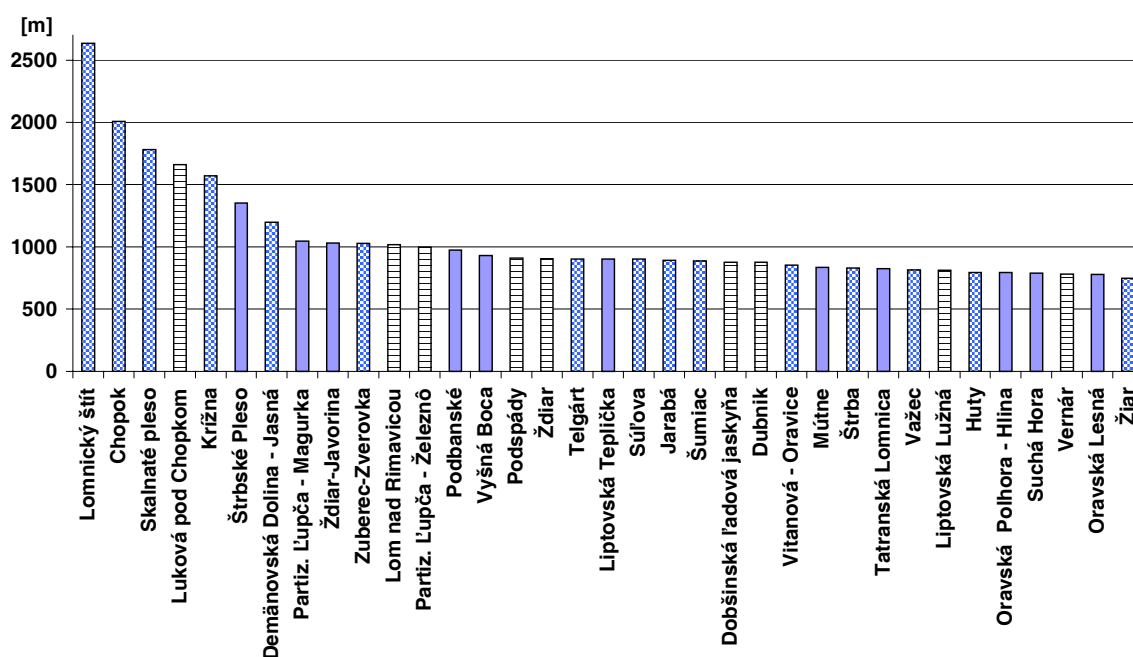
Snehová pokrývka je špecifická v našich zemepisných šírkach svojou sezónnosťou. Vyplývajú z toho niektoré dôsledky, ktoré pozitívnym alebo negatívnym spôsobom môžu ovplyvňovať náš život. Čerstvá snehová pokrývka je nápadná svojou bielou farbou, čím púta pozornosť človeka. Má však v takomto stave aj veľké albedo a tak podstatne ovplyvňuje v priestore svojho výskytu energetickú bilanciu. Ďalej významne ovplyvňuje možnosti rozvoja turistiky; jej niektoré vlastnosti sa pozitívne využívajú v poľnohospodárstve, v lesníctve a vo vodnom hospodárstve.

V posledných desaťročiach v súvislosti s globálnym otepľovaním sa však zaznamenáva všeobecný úbytok snehovej pokrývky. Skúsenosti z Álp však poukazujú na existenciu zvratu v tomto trende, ktorý je ale zreteľný až od určitej nadmorskej výšky. Vzrast priemernej teploty v horských regiónoch Álp zodpovedá posunu snežnej čiary asi o 150 m vyššie. [Haeberli a Beniston, 1998]. Mnohé regionálne štúdie klimatickej zmeny vo švajčiarskych Alpách naznačujú vzrast teploty aj viac ako o 3°C do r. 2050, pričom zrážky v zime by mali mierne vzrásť a v lete podstatne poklesnúť. Mierne zimy sú spojené s vyššími zrážkovými úhrnmi ako chladnejšie zimy, avšak s väčším podielom tuhých

zrážok vo výškach nad 1700 – 2000 m n. m., a naopak, pod touto hranicou vyšším podielom tekutých zrážok [Beniston et al., 2003]. Podobný vývoj je pozorovateľný aj u nás (viď Obr. 6).

Vysvetlenie treba hľadať v ročnom režime atmosférických zrážok, ktorý je teraz často zaťažovaný rôznymi anomáliami. V jednotlivých posledných rokoch boli aj u nás zaregistrované na naše prírodné podmienky veľmi neštandardné režimy zrážok počas roka. Pri globálnejšom pohľade vykazujú u nás tzv. kvázi letné zrážky (VI-IX) v dlhých časových radoch pokles, ktorý je všeobecný. To znamená, že bol zachytený aj v sieti zrážkomerných staníc, aj v sieti totalizátorov a bol podobný aj v rôznych expozíciách. Ročné úhrny zrážok vykazujú v dlhých časových radoch rovnako pokles na väčšine územia Slovenska, avšak nie na severnom Slovensku. Z tohto vyplýva, že minimálne v severných regiónoch Slovenska musí vzrastať podiel zimných zrážok, resp. zrážok prechodných ročných období. V tejto súvislosti je cieľom tohto príspevku zistiť, či trendy v dlhých časových radoch vybraných charakteristík snehovej pokrývky tieto tendencie potvrdia a zároveň podobne ako v Alpách, aj v Karpatoch hľadať hranicu, nad ktorou prestáva snehová pokrývka ubúdať.

Materiál a metódy

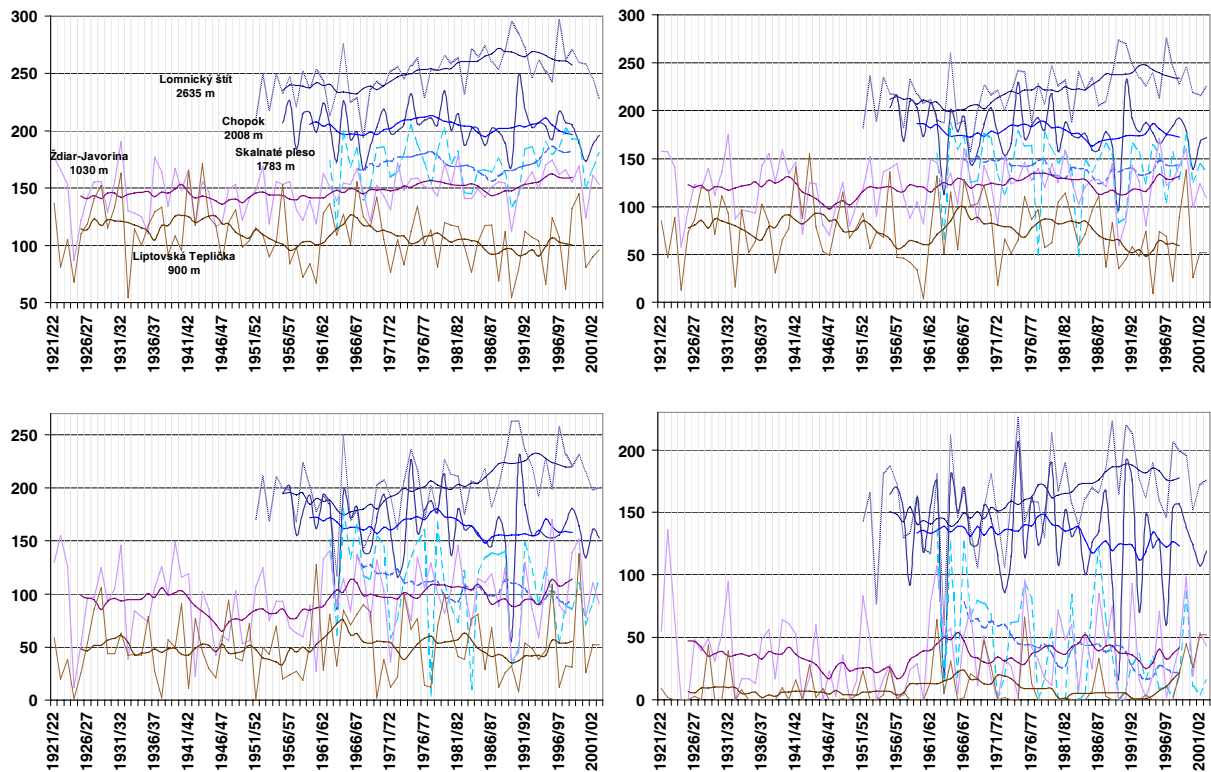


Obr. 1: Zoznam skúmaných meteorologických staníc zoradených podľa nadmorskej výšky. Podľa rozsahu dát sú stanice na grafe rozdelené do 3 skupín: najkratšie od 1981/82 (vodorovné šrafovanie); dlhšie - aspoň od 1950/51 (šachovnicové); a napokon najstaršie stanice merajúce aspoň od 1921/22 (bez šrafovania).

Počet dní so snehovou pokrývkou je ľahko dostupnou a dostatočne citlivou charakteristikou snehovej pokrývky, v ktorej sa môžu príslušné tendencie dobre prejavovať. Analyzovali sme časové rady ročného počtu dní so snehovou pokrývkou väčšou alebo rovnou 1 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm a 100 cm., ktorých dĺžka siahala maximálne do zimy 1921/22 (začiatky meraní) a minimálne do zimy 1981/82. Skúmali

sme tieto charakteristiky na vybraných 35 meteorologických staniciach od nadmorskej výšky 700 m, pretože v týchto polohách je podiel tuhých zrážok relatívne vyšší ako v nižších polohách. V tejto súvislosti sme v období od zimy 1981/82 sledovali vývoj podielu tuhých, zmiešaných a tekutých zrážok na ich celkovom úhrne. Rôzna dĺžka spracovaného obdobia umožnila zúžitkovať, čo najviac údajov, pretože sme využívali stredné a vysoké horské polohy, v ktorých je ale nedostatočné zastúpenie zrážkomerných staníc.

Výsledky a diskusia

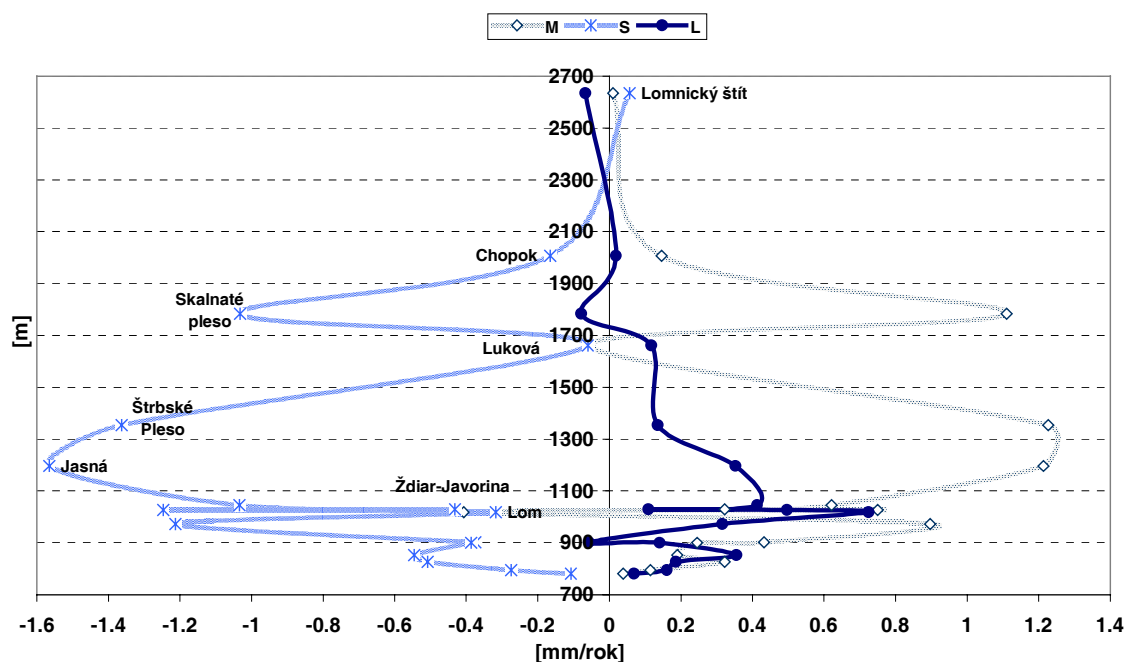


Obr. 2, 3, 4 a 5: Časové rady počtu dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm, 10 cm, 20 cm a 50 cm pre vybrané stanice (zhora nadol): Lomnický štít (2635 m), Chopok (2008 m), Skalnaté pleso (1783 m), Ždiar-Javorina (1030 m) a Liptovská Teplička (900 m).

V časových radoch ročného počtu dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm (vid' Obr. 2) sa klesajúca tendencia vyskytovala prevažne na nižšie položených staniciach. Úmerne s nadmorskou výškou ubúdala ich počet a v polohách približne od 1000 m už neboli zaznamenané klesajúce tendencie v počte dní. V časových radoch s ročným počtom dní so snehovou pokrývkou ≥ 10 cm, 20 cm, 50 cm a 100 cm postupne pribúdali klesajúce tendencie a zároveň rástla nadmorská výška, v ktorej ešte tieto tendencie v časových radoch neboli zaregistrované (vid' Obr. 3 - 5). Na rozdiel od prvej skupiny časových radov, boli v týchto nasledujúcich skupinách aj určité regionálne rozdiely, vyplývajúce zo

zemepisnej polohy príslušného regiónu. Napríklad na Skalnatom plese, ktoré má južnú expozíciu bol väčší pokles počtu dní pozorovaný pri vyšších prahových hodnotách.

Tieto výsledky podporila aj analýza časových radov, ktoré obsahovali podiel tuhých, zmiešaných a tekutých zrážok na ich celkovom úhrne v mesiacoch december až február (DJF), resp. november až apríl (N-A), za obdobie 1981/82-2002/03. Podiel tuhých zrážok v zimných mesiacoch (DJF) na väčšine staníc za posledné obdobie (1981/82 – 2002/03) klesá, najmä na úkor nárastu zmiešaných zrážok, prípadne v nižších polohách aj nárastu tekutých zrážok. Výsledok je pochopiteľný v súvislosti s globálne vzrastajúcou teplotou a v tejto oblasti i množstvom zrážok. Naopak, v najvyšších polohách a najmä na severných svahoch je pozorovateľný veľmi mierny nárast podielu tuhých zrážok. Približne možno určiť kritickú nadmorskú výšku, od ktorej smerom nadol podiel tuhých zrážok klesá, z hodnoty trendu úhrnov jednotlivých druhov zrážok. Na Obr. 6 sú vynesené hodnoty týchto trendov pre jednotlivé druhy zrážok zo staníc, ktoré boli k dispozícii.



Obr. 6: Hodnoty trendov podielov zmiešaných (M), tuhých (S) a tekutých (L) zrážok na celkovom úhrne zrážok v mesiacoch DJF pre vybrané meteorologické stanice nad 700 m za obdobie 1981/82 – 2002/03.

Významný pokles nebol už zaregistrovaný približne v nadmorskej výške 1650 m. Z grafu priamo vidno (extrapoláciou cez stanice Ždiar-Javorina – Luková, resp. Skalnaté pleso – Chopok – Lomnický štít), že na severných svahoch je kritická nadmorská výška asi 1800 m a na južných expozíciách asi 2300 m. Práve v tomto výškovom stupni Tatier a Nízkych Tatier by u nás mohla byť zóna, nad ktorou by ešte u nás nemalo dochádzať k úbytku snehovej pokrývky. Oravská Lesná (780 m) sa prejavila ako pomerne stabilná stanica bez významnejších zmien, čo môže byť spôsobené vyššími úhrnmi zrážok, ktoré pri dostatočne nízkej teplote priaznivo vplyvajú na vývoj snehovej pokrývky v zimnom období.

Súhrn

Snehová pokrývka má najmä v horských oblastiach nesporný význam, pretože podstatne ovplyvňuje v priestore svojho výskytu energetickú i hydrologickú bilanciu, čím významne vplýva na miestne ekosystémy. Dopady klimatickej zmeny na vývoj snehovej pokrývky sa môžu pozitívne i negatívne prejavíť na turistickom ruchu a ďalších ľudských činnostiach. V príspevku sú podstatné výsledky zo spracovania dostupných dlhodobých časových radov snehovej pokrývky (už od zimy 1921/22) z vybraných 35 s nadmorskou výškou viac ako 700 m.

Pozorovali sme všeobecný pokles počtu dní so snehovou pokrývkou ako aj podielu tuhých zrážok na celkovom úhrne, avšak nie na všetkých staniciach. Najmä vyššie a severne exponované stanice vykazovali mierny nárast v počte dní so snehovou pokrývkou, ba dokonca i v podiele tuhých zrážok. Kľúčový význam na vývoj snehovej pokrývky v stredných a vysokých horských polohách Slovenska v budúcnosti bude mať vývoj (momentálne pozorovaný nárast) teploty ako aj zrážok. Podobné výsledky ukazujú aj štúdie z Álp.

Kľúčové slová:

snehová pokrývka, dlhé časové rady, zmena klímy, vysokohorská klimatológia, druh zrážok.

Literatúra

- Beniston M., Keller F., Goyette S. (2003): Snow pack in the Swiss Alps under changing climatic conditions: an empirical approach for climate impacts studies. *Theoretical and Applied Climatology*, No.74, p.19-31.
- Faško P., Handžák Š. (1997): Vybrané charakteristiky zmien snehovej pokrývky v oblasti Nízkych Tatier v období 1921 – 1995. *Národný klimatický program SR 7/97*, (p. 46-67), MŽP SR, SHMÚ Bratislava.
- Faško P., Lapin M. (1996): Kolísanie charakteristík snehovej pokrývky na vybraných meteorologických staniciach Slovenska vo vzťahu k zmenám atmosférickej cirkulácie. *Project: COUNTRY STUDY Slovak Republic*. SHMÚ, Bratislava.
- Faško P., Šťastný P. (2001): Trendy atmosférických zrážok v horských oblastiach Slovenska. *Národný klimatický program SR 10/01*, (p. 54-81), MŽP SR, SHMÚ Bratislava.
- Haeberli W., Beniston M (1998): Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio* 27: 258-265.
- Handžák Š. (1997): Dlhodobé charakteristiky snehovej pokrývky v oblastiach Nízkych Tatier za obdobie 1960/61 – 1989/90. [Diplomová práca], PriF UK, Bratislava.
- Chomicz K., Kňazovický L. (In Konček et al.) (1974): Klíma Tatier, (p.581-600), VEDA, Bratislava.
- Kočický, D., 1996: Charakteristiky snehovej pokrývky v oblasti Tatier v období 1960/61 – 1989/90. [Diplomová práca], PriF UK, Bratislava.
- KOLEKTÍV AUTOROV, (1972): Klimatické a fenologické pomery Stredoslovenského kraja. SHMÚ, Bratislava.
- Latenser M. (2002): Snow and avalanche climatology of Switzerland, Diss. ETH No. 14493, Zürich. (<http://www.slf.ch/research/snowtrends/diss-en.html>)

Matejková H. (2000): Dlhodobé charakteristiky snehovej pokrývky na vybraných meteorologických staniach severného a severozápadného Slovenska za obdobie 1960/61 – 1989/90. [Diplomová práca], PriF UK, Bratislava.

Kontaktná adresa:

Mgr. Martin Vojtek, Katedra meteorológie a klimatológie, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského, 842 48 Bratislava, Slovak Republic,
tel.: +421 2 602 95 214, fax: 02 654 25 822, e-mail: mvojtek@fmph.uniba.sk