

ZMENY SNEHOVEJ POKRÝVKY V PRIESTORE MALÝCH KARPÁT

*Milan Lapin
Pavol Faško*

Summary:

SNOW COVER CHANGES IN THE LITTLE CARPATHIANS IN SLOVAKIA

The Little Carpathians represent relatively isolated 80 km long mountains in south-western Slovakia with mean altitude of their ridge about 600 m and steep slopes. Observations from 20 stations have been utilized for areal and temporal snow cover analysis (3 of them with complete observations since 1921 and 6 since 1951, all other stations have shorter periods of observations, insignificantly interrupted series, or they have already closed their operation). After analysis of selected series we came into conclusion to reconstruct daily snow cover time series from October 1950 to April 1990 and from October 1990 to April 2004 (without and with influence of supposed climate change, some tables and figures contain data up to April 2005). The results showed that in spite of significant increase in temperature means and some decrease in precipitation totals in the November to March season no remarkable decrease in snow cover conditions occurred after 1990. Only selected results are presented in this paper.

Keywords: climate change, variability, snow cover

Abstrakt:

Malé Karpaty predstavujú relatívne izolované, rozsahom malé a nízke pohorie s celkovou dĺžkou asi 80 km. Priemerná výška jeho hrebeňa je okolo 600 m n.m., no vyznačuje sa pomerne strmými svahmi smerom do okolitých nížin (Podunajskej na juhovýchode s nadmorskou výškou asi 150 m a Záhorskej na severozápade s nadmorskou výškou asi 200 m). Mesto Bratislava leží v južnej časti úpätia Malých Karpát a v celom okolí tohto pohoria žije vyše jedného milióna obyvateľov. Napriek veľkej mohutnosti Malé Karpaty veľmi významne ovplyvňujú zrážkové a snehové pomery v bezprostrednej blízkosti. Stanica Modra (168 m n.m., SE úpätie) má napríklad priemerný úhrn zrážok za sezónu november až marec až 243 mm a v sezóne máj až august je to 250 mm, čo predstavuje najmenší ročný chod na celom Slovensku. Na hrebeni Malých Karpát je v zime až 2x vyšší zrážkový úhrn ako na neďalekej Podunajskej nížine. Priemerná januárová teplota vzduchu je v centre Bratislavy iba okolo $-1,0$ °C, kým na hrebeni Malých Karpát je to menej ako $-3,5$ °C. To spolu so zrážkovým režimom spôsobuje, že snehové podmienky sú v Malých Karpatách relatívne dobré, preto je toto pohorie vyhľadávané na zimné športy, predovšetkým beh na lyžiach. Po roku 1990 pozorujeme na celom Slovensku významný rast zimnej teploty vzduchu a pokles počtu dní so snehovou pokrývkou. V Malých Karpatách máme k dispozícii pomerne hustú sieť zrážkomerných staníc, 20 z nich sme vybrali na charakterizovanie zmien snehových pomerov v období 1950-2005, pričom 3 z nich majú kvalitný rad pozorovaní už od roku 1921. Obdobie 1991-2004 (2005) považujeme za ovplyvnené globálnym otepľovaním a porovnávame ho s obdobím 1951-1990, ktoré má podobné snehové charakteristiky ako dlhšie obdobie 1921-1990 (pravdepodobne iba nepatrne ovplyvnené globálnym otepľovaním). Priemerná výška snehovej pokrývky na hrebeni Malých Karpát vo výške 600 m n.m. je vo vrchole zimy asi 35 cm, pričom má asi 80% pravdepodobnosť výskytu. Na východnom okraji Bratislavy je vtedy priemerná výška snehovej pokrývky iba 12 cm a má pravdepodobnosť výskytu iba 55%. Absolútne maximum výšky snehovej pokrývky je na hrebeni Malých Karpát okolo 100 cm (zmerané maximum 119 cm je z februára 1931) a na okolitej nížine iba okolo 50 cm.

Kľúčové slová: klimatická zmena, variabilita, snehová pokrývka

ÚVOD

Malé Karpaty majú významný vplyv na klimatické pomery západného Slovenska, a to napriek svojej malej nadmorskej výške (hrebeň okolo 600 m n.m.) a prevýšeniu oproti okolitým nížinám (asi 400 - 450 m). Toto nevysoké a priestorovo menšie pohorie významne ovplyvňuje aj atmosférické prúdenie do značnej výšky a šírky a podmieňuje zaujímavé náveterné a záveterné efekty s konečným dôsledkom na zrážkové a snehové pomery. V príspevku sa snažíme stručne zhrnúť poznatky z rozsiahleho spracovania údajov v relatívne hustej sieti zrážkomerných (snehomerných) staníc, pričom sa teraz sústreďujeme iba na porovnanie období pred roku 1991 a obdobia 1991-2004 (2005). Keďže sú Malé Karpaty často navštevované turistami (v zime predovšetkým kvôli behu na lyžiach), tieto výsledky nájdeme zrejme čitateľov aj mimo meteorologickej a klimatologickej obce. Navyše časť výsledkov sme už zverejnili na webovej stránke www.dmc.fmph.uniba.sk v časti Meteorologické observatórium ako službu verejnosti.

ÚDAJE A METÓDA

Pri spracovaní snehových pomerov južnej časti Malých Karpát boli využité pozorovania z 20 zrážkomerných staníc, pričom všetky z nich merajú výšku celkovej a novej snehovej pokrývky o 7. h SMČ (tab. 1). Po predbežnom spracovaní uvedených údajov sme prišli k rozhodnutiu zrekonštruovať časové a priestorové zmeny snehových pomerov v tejto oblasti pre obdobia zím 1921/22 až 1949/50 (6 staníc), od 1950/51 do 1989/90 (19 staníc) a od 1990/91 do 2003/04 (16 staníc). Predpokladali sme pritom, že len posledné obdobie po roku 1990 je už významnejšie ovplyvnené nastupujúcou klimatickou (IPCC, TAR, 2001). To môžeme dokumentovať aj významne rastúcim trendom teploty vzduchu, až o 1,3 °C od roku 1921 za zimnú sezónu XI-III (november až marec, obr. 2). Túto sezónu sme zvolili ako hlavné snehové obdobie

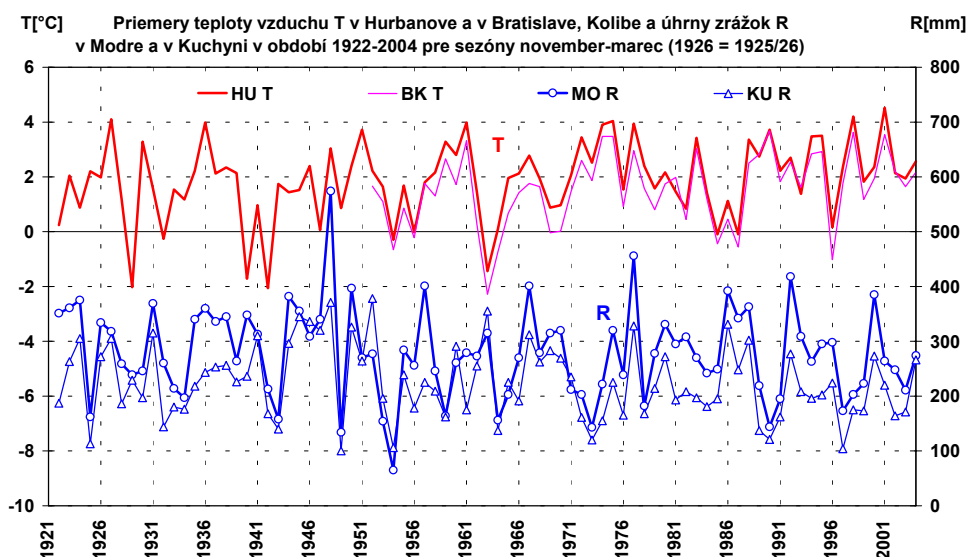
v Malých Karpatách, pretože v októbri a v apríli sú snehové charakteristiky nevýznamné (obr. 5).

Z obr. 2 vidíme, že od roku 1921 (odkedy máme na Slovensku pravidelné meranie snehovej pokrývky v sieti staníc) došlo aj v priestore Malých Karpát k niektorým zmenám v klimatických podmienkach zimnej sezóny (XI-III). Zaznamenali sme trend rastu priemerov teploty vzduchu o 1,34 °C za 85 rokov v Hurbanove a mierny pokles úhrnov zrážok (o 36,8 mm v Modre a o 43,8 mm v Kuchyni) pri lineárnom trende. Analýza korelácie snehovej pokrývky s teplotou vzduchu a úhrnmi zrážok z iných častí Slovenska potvrdila, že snehové pomery sú na Slovensku v nadmorskej výške okolo 500 m citlivejšie na zmeny teploty vzduchu ako na zmeny úhrnov zrážok (Lapin et al., 2004; až okolo 1000 m n.m. začína prevažovať vplyv zmien úhrnov zrážok). Podľa toho v poslednom období sa na zmenách snehových pomerov v priestore Malých Karpát rozhodujúcou mierou podieľajú zmenené teplotné podmienky. Vidíme to nakoniec aj z obr. 3 pre stanicu Modra.

Uvedený vývoj nie je ale celkom jednoznačný, ako môžeme vidieť z obr. 4 pre stanicu Bratislava, Koliba. Dost' značne v niektorých zimách záleží na distribúcii zrážok a periód s teplejším počasím počas zimy, možno tu hrajú úlohu aj náveterné efekty za zvláštnych cirkulačných podmienok. Vidieť to nakoniec aj z tab. 1, že na juhovýchodnom okraji Malých Karpát (v časti Bratislavy) sme nezaznamenali pokles charakteristik snehovej pokrývky (SP) po roku 1990, kým v celej zvyšnej časti Malých Karpát (a na veľkej väčšine Slovenska tiež) je pokles veľmi zreteľný. Ďalej sme sa venovali analýze ročného chodu SP na všetkých staniaciach (ako príklad uvádzame iba Bratislavu, Kolibu na obr. 5). Tieto charakteristiky sú veľmi žiadané, pretože sú jasne zrozumiteľné aj laikmi. Dajú sa využiť aj na posudzovanie podmienok na zimné športy a na hydrologickú analýzu.



Obr. 1. Schematické rozloženie zrážkomer-
 ných staníc použitých pri spracovaní sneho-
 vých pomerov južnej časti Malých Karpát
 (od severu: Kuchyňa, Vývrat – Kuchyňa Vý-
 vrat, Piesky – Modra Piesky, Panský D. –
 Panský Dom, ďalej vidíme smerom na juh
 Modru, dve stanice v Limbachu, Košariská
 a Borinku, Javorník – Malý Javorník a pod
 ním Biely Kríž, Kačín, pod Kamzíkom je
 Bratislava Koliba, na juhozápade je Devín-
 ska Nová Ves a Devín, M.D. – Mlynská Do-
 lina a vpravo je Mudroňova a na juhovýchode
 Bratislava, letisko; na mapke nie sú
 znázornené Buková a Smolenice, ktoré sa
 nachádzajú tesne za severovýchodným ok-
 rajom obrázka).

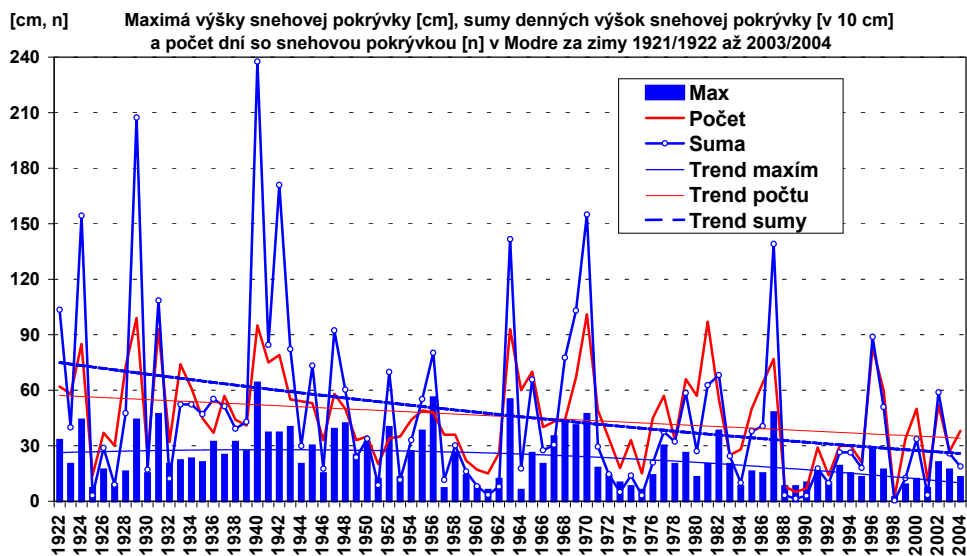


Obr. 2. Priemery teploty vzduchu (T) v Hurbanove (HU, 115 m n.m.) a na stanici Bratislava, Ko-
 liba (KO, 286 m n.n.) a úhrny zrážok v Modre (MO, 168 m n.m.) a na stanici Kuchyňa (KU, 204 m
 n.m.) pre sezóny november až marec v období 1921/22 až 2003/04.

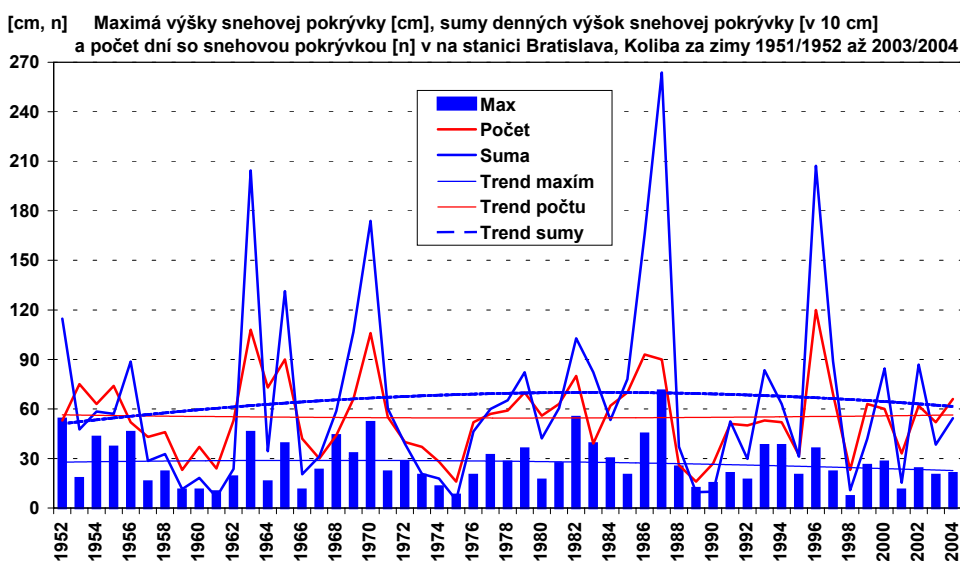
Tab. 1. Zoznam použitých staníc na spracovanie snehových charakteristík (Výška – nadmorská výška, Dni – priemerný počet dní so snehovou pokrývkou, Zimy – počet spracovaných zím, Suma – priemerná suma denných výšok snehovej pokrývky za zimnú sezónu, M SP – priemerná výška snehovej pokrývky za zimu vypočítaná iba z dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm, Max – maximum z denných výšok snehovej pokrývky za celé obdobie a dátum výskytu, [n] – počet); * - označená stanica mala v danom období nevýznamne prerušené alebo nekompletné pozorovania, ktoré boli doplnené podľa okolitých staníc (poznámka pod tab. 1); SE a NW – stanica sa nachádza na juhovýchod alebo severozápad od hlavného hrebeňa Malých Karpát.

Stanica * odvodený údaj	Výška [m] / Poloha	Pozorovania od do	Zimy [n]	Dni [n]	Suma [cm]	M SP [cm]	Max [cm]	Dátum
Vývrat	365 / NW	XI.1921 IV.1950	29	64,3	959,2	14,9	88	7.2.1931
Vývrat*	365 / NW	X.1950 IV.1990	40	56,0	748,3	13,4	71	21.2.1956
Kuchyňa	252 / NW	XI.1921 IV.1950	29	52,1	640,7	12,3	66	12.1.1945
Kuchyňa	252 / NW	X.1950 II.1990	40	46,1	432,6	9,4	70	19.2.1952
Kuchyňa	236 / NW	X.1990 III.2004	14	34,6	290,1	8,4	35	28.12.93, 10.3.2004
Košariská*	380 / NW	X.1950 VI.1990	40	70,6	1223,2	17,3	75	18-20.2.1952
Borinka*	230 / NW	XII.1950 II.1990	40	57,0	590,9	10,4	65	18-19.2.1952
Borinka	226 / NW	X.1990 III.2004	14	44,1	649,4	14,7	60	26.2.1993
Kačín*	297 / NW	X.1950 IV.1990	40	61,9	1067,5	17,2	77	7.3.1970
Devín. N.V.	154 / NW	XII.1950 II.1990	40	33,0	293,1	8,9	79	16.2.1952
Devín. N.V.	140 / NW	X.1990 III.2004	14	27,1	186,0	6,9	40	14.2.1999
Br., Devín	169 / NW	XII.1950 II.1990	40	37,7	339,8	9,0	73	18.2.1952
Br., Devín	156 / NW	X.1990 III.2004	14	32,6	252,4	7,7	34	28.2.1993
Br., Kamzík	410 / SE	X.1950 III.1990	40	74,7	1260,1	16,9	83	4.2.1963
Br., Kamzík	403 / SE	X.1990 III.2004	14	53,1	847,0	16,0	65	20-21.2.1996
Mlyn. Dolina*	182 / NW	X.1950 IV.1990	40	47,2	563,7	12,0	44	16.1.1987
Mlyn. Dolina	182 / NW	X.1990 III.2004	14	40,6	349,6	8,6	30	28.12.1993
Mudroňova	246 / SE	X.1950 II.1990	40	44,5	486,0	10,9	55	15.1.1987
Mudroňova	246 / SE	X.1990 III.2004	14	42,2	477,9	11,3	35	28-29.1.1996
BR, Koliba	286 / SE	I.1951 III.1990	40	53,9	639,2	11,9	71	24.1.1987
BR, Koliba	286 / SE	X.1990 III.2004	14	56,2	634,6	11,3	38	29.3.93, 28.12.1993
BR, letisko	131 / SE	I.1951 II.1990	40	30,3	268,5	8,9	58	22.2.1956
BR, letisko	131 / SE	X.1990 III.2004	14	35,4	356,5	10,1	36	29-30.1.96, 14.2.96
Limbach 1	315 / SE	XI.1921 III.1950	29	76,9	1625,6	21,1	83	9.2.1931
Limbach 1	315 / SE	X.1950 II.1990	40	60,2	851,7	14,1	87	21-22.2.1956
Limbach 1*	315 / SE	X.1990 IV.2004	14	52,4	809,1	15,4	80	14.2.1996
Limbach 2*	181 / SE	X.1990 IV.2004	14	37,2	371,1	10,0	29	14.2.1996
M. Javorník*	586 / SE	X.1950 IV.1990	40	83,5	1227,3	14,7	81	27.1.1987
M. Javorník	586 / SE	X.1990 IV.2004	14	79,1	1484,6	18,8	99	14-15.3.1996
Biely Kríž*	495 / SE	X.1950 IV.1990	40	66,2	1099,5	16,6	75	27.1.1987
Mod. Piesky*	533 / SE	X.1950 IV.1990	40	99,1	1696,1	17,1	90	27.1.1987
Mod. Piesky*	533 / SE	X.1990 IV.2004	14	89,2	1611,3	18,1	94	14.3.1996
Panský D.*	479 / SE	X.1921 IV.1950	29	93,3	3007,8	32,2	119	16-17.2.1931
Panský D.*	479 / SE	X.1950 IV.1990	40	77,7	1769,3	22,8	80	27.1.1987
Modra	190 / SE	XI.1921 III.1950	29	55,2	683,6	12,4	64	16.2.1940
Modra	206 / SE	III.1950 III.1990	40	42,7	395,3	9,3	56	23.2.1956
Modra	168 / SE	X.1990 III.2004	14	34,4	279,2	8,1	28	28.1.1996
Buková	336 / SE	X.1990 III.2004	14	42,1	429,4	10,2	77	29.12.1996
Smolenice	241 / SE	XI.1921 III.1950	29	56,8	619,3	10,9	46	25.2.1946
Smolenice	241 / SE	X.1950 II.1990	40	49,3	478,4	9,7	60	4.3.1970
Smolenice	228 / SE	X.1990 III.2004	14	43,4	478,1	11,0	42	20.2.1996

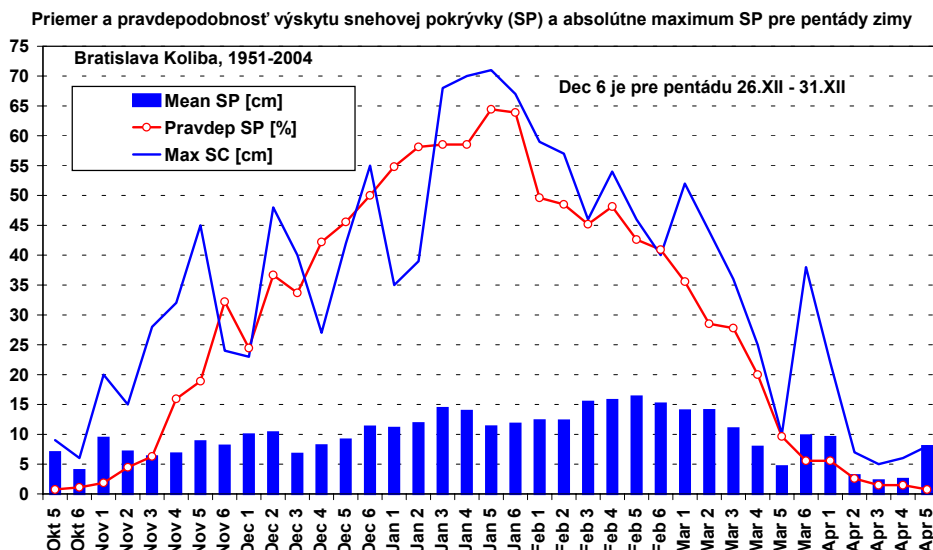
Poznámka: Úplné pozorovania: Vývrat – 1921-1980, Košariská – 1950-1970, Kačín – 1950-1980, BR Mlynská Dolina – 1982-2005, Limbach – 1921-2003 (premiestnená v 1990), Biely Kríž – 1958-1973 (pri Malom Javorníku), Modra Piesky – 1988-2005, Panský Dom – 1926-1936, Buková – 1986-2005.



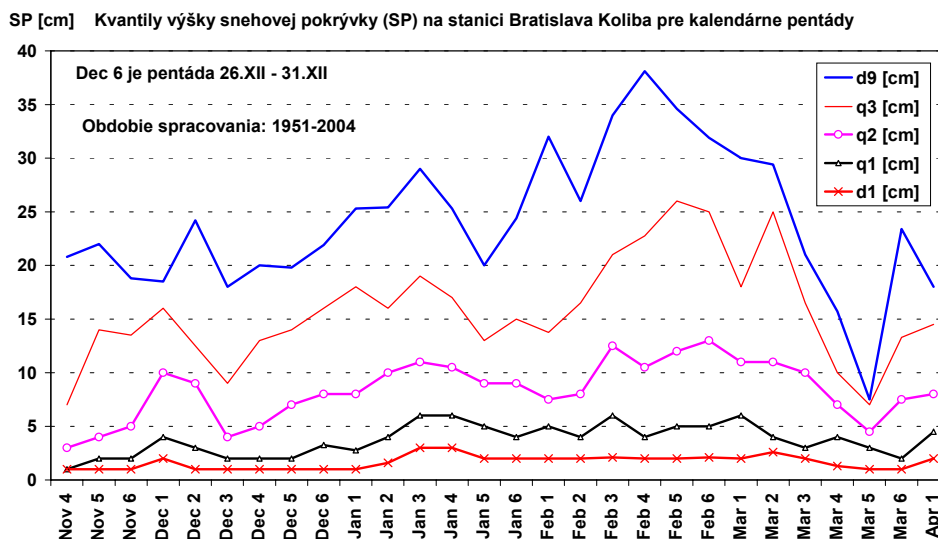
Obr. 3. Charakteristiky snehovej pokrývky v Modre pre zimy v období 1921/22 až 2003/04 (Max – najvyššia snehová pokrývka počas zimy, Počet – počet dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm za zimu, Suma – suma denných výšok snehovej pokrývky za zimu).



Obr. 4. Charakteristiky snehovej pokrývky na stanici Bratislava, Koliba pre zimy v období 1951/52 až 2003/04 (legenda je rovnaká ako v obr. 2).



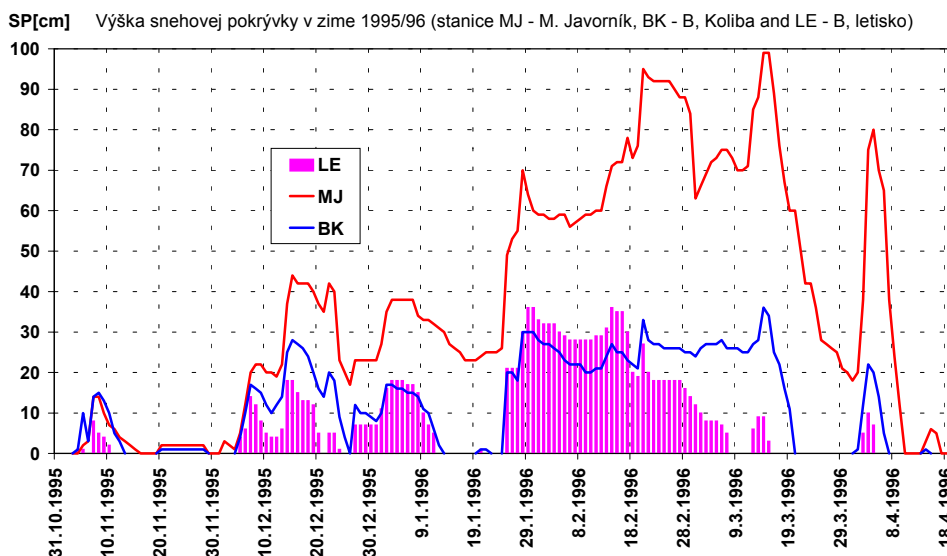
Obr. 5. Charakteristiky ročného chodu snehovej pokrývky na stanici Bratislava, Koliba pre zimu v období 1951/52 až 2003/04 (priemer (Mean) snehovej pokrývky (SP) a pravdepodobnosť výskytu SP sú vypočítané iba z dní so SP ≥ 1 cm, maximum (Max) je z celého obdobia pozorovania, pentády sa počítajú od začiatku každého mesiaca).



Obr. 6. Kvantily výšky snehovej pokrývky (SP) na stanici Bratislava, Koliba v ročnom chode pre zimu v období 1951/52 až 2003/04 (kvantily výšky SP sú vypočítané iba z dní so SP ≥ 1 cm, d9 – horný decil, q3 – horný kvartil, q2 – medián, inak ako v obr. 5).

Spracovanie kvantilov výšky SP (ukážka je na obr. 6) prinieslo zaujímavé poznatky o štruktúre výšok SP počas zimy. Ukázalo sa, že 54-ročné obdobie je ešte krátke na to, aby sme dosiahli hladkú krivku ročného chodu. Aj tak sa dá takouto cestou získať cenný podklad o pravdepodobnosti výskytu určitých výšok SP. Charakteristiky v obr. 6 je ale treba používať spolu s podkladmi v obr. 5, pretože kvantily sú vypočítané iba z prípadov so SP ≥ 1 cm. Ďalej sme sa venovali ročnému chodu

snehových pomerov počas výnimočných zím (príklad zo zimy 1995/1996 je na obr. 7). Ukázalo sa, že v niektorých prípadoch sa vytvorili veľmi zvláštne podmienky, keď v určitej časti Malých Karpát bolo snehu mimoriadne veľa a v nevelmi vzdalenej časti bolo snehu citeľný nedostatok. Aj to svedčí o zvláštnostiach Malých Karpát v režime snehovej pokrývky. Pomerne dobrým príkladom je aj posledná zima 2004/2005 (tab. 2, obr. 8).



Obr. 7. Výška snehovej pokrývky (SP) na staniách Bratislava, Koliba; Bratislava, letisko a Malý Javorník v ročnom chode za zimu 1995/1996.

Tab. 2. Výška snehovej pokrývky (SP) v troch vrcholoch poslednej zimy 2004/2005 na 13 staniách s kompletným pozorovaním (detaily vidíme aj na obr. 8 pre Malý Javorník).

Stanica	Výška [m] / Poloha	1. Max [cm]	Dátum	2. Max [cm]	Dátum	3. Max [cm]	Dátum
Kuchvňa	252 / NW	15	27.I.	17	16.II.	10	08.III.
Borinka	226 / NW	25	27.I.	37	25.II.	37	10.III.
Devínska N.V.	154 / NW	18	27.I.	11	24.II.	5	05.III.
Bratislava, Devín	169 / NW	12	27.I.	-	-	5	05.III.
Mlynská Dolina	182 / NW	23	27.I.	26	22.II.	22	08.III.
Mudroňova	246 / SE	20	28.I.	27	25.II.	21	09.III.
Bratislava, Koliba	286 / SE	20	28.I.	45	22.II.	40	11.III.
Bratislava, letisko	131 / SE	5	27.I.	10	22.II.	6	05.III.
Malý Javorník	586 / SE	22	28.I.	77	26.II.	94	13.III.
Modra Piesky	533 / SE	18	27.I.	65	22.II.	63	05.III.
Modra	168 / SE	3	27.I.	21	22.II.	21	08.III.
Buková	336 / SE	9	27.I.	33	25.II.	28	09.III.
Smolenice	228 / SE	14	27.I.	34	22.II.	36	10.III.

Zima 2004/2005 je dobrým príkladom nerovnomerného až netypického režimu snehovej pokrývky, tak z časového ako aj z priestorového hľadiska, na relatívne malom priestore južnej polovice Malých Karpát. Do 23.I.2005 bola celá zima prakticky bez snehu, len na hrebeni sa vyskytla prechodne 1 - 5 cm vysoká SP. Pri prvom vrchole zimy napadlo do 27.I.2005 na juhozápade Malých Karpát až 25 cm snehu, kým na východnom úpätí to boli miestami iba 3 cm. Pri druhom vrchole zimy, 22.II.2005, bolo na letisku v Bratislave iba 10 cm snehu no na hrebeni Malých Karpát aj vyše 70 cm a zotrval tam až do tretieho vrcholu zimy, okolo 8.III., kým v nižších polo-

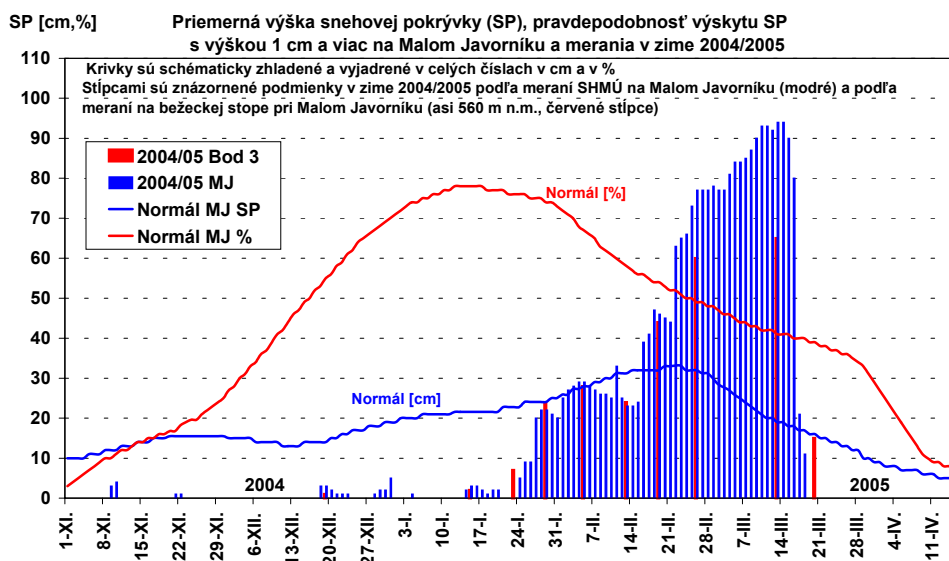
hách sa úplne roztopil a začiatkom marca napadlo znovu okolo 5 cm nového snehu. Je zaujímavé, že v severovýchodnej časti Malých Karpát sa koncom februára snehová pokrývka takmer vôbec neznížila, kým v juhozápadnej časti sa úplne roztopila. Určite tu hrá úlohu aj vplyv zvetria Álp, keď v niektorých prípadoch tzv. föhnové oteplenie zasiahne iba juhozápadnú časť Bratislavy.

ZÁVER

V tomto príspevku a na posteru sme sa snažili stručne uviesť zaujímavé zvláštnosti časovej a priestorovej pestrosti režimu snehovej pokrývky v južnej časti Malých Karpát. Je

zrejme, že podobné efekty sa vyskytujú aj inde na Slovensku, lenže s výnimkou Vysokých Tatier nemáme takú hustú sieť pozorovacích staníc vo väčšej nadmorskej výške ako práve v blízkosti Bratislavy. Snehová pokrývka v blízkosti Bratislavy má aj veľký socio-ekonomický význam, preto sme niektoré naše poznatky umiestnili aj na webovú stránku www.dmc.fmph.uniba.sk, kde sa dá ľahko dostať aj cez www.google.com s kľúčovým slovom „beh na lyžiach“. Predtým sme sa snehovými pomermi Bratislavy

venovali v príspevkoch Faško a Lapin (1997) a Nízkyim Tatrám vo Faško et al. (1997). Spracovanie snehových pomerov vo väčších regiónoch Slovenska (viď zoznam literatúry) nepostihuje zvláštnosti takého malého územia ako je južná časť Malých Karpát. V tomto príspevku sme sa okrem toho dotkli aj problému zmeny snehového režimu v súvislosti s klimatickou zmenou. V rozsiahlejšom príspevku sa pokúsime v budúcnosti podobne analyzovať aj niektorú inú oblasť Slovenska na porovnanie s Malými Karpatami.



Obr. 8. Výška snehovej pokrývky (SP) na stanici Malý Javorník v ročnom chode za zimu 2004/2005, tak ako je uverejnená na www.dmc.fmph.uniba.sk, teda aj s meraniami na bežeckej stope (Bod 3) v blízkosti Malého Javorníka (normál v cm a v % je odvodený z kratších kompletnejších pozorovaní od roku 1973 a vzťahuje sa na obdobie 1951-1990).

Pod'akovanie: Výsledky projektov VEGA, č. 1/1042/04 (Grantová agentúra SR) a APVT-51-006502, ako aj údaje SHMÚ boli využité v tomto príspevku. Autori ďakujú za poskytnutie podkladov.

LITERATÚRA

Klimatické a fenologické pomery Západoslovenského kraja. Hydrometeorologický ústav, Praha 1968, 343 s.

Falarz, M., Faško, P., Lapin, M., 1998: Lon-term variability of snow cover in the Carpathians. In: Proceedings of the ECAC98, Vienna, Austria, 7 pp. on CD ISSN 1016-6254 Nr. 19.

Faško, P., Handžák, Š., Lapin, M., 1997: Vybrané charakteristiky zmien snehovej pokrývky v oblasti Nízkych Tatier v období 1921-1995. In.: Príspevok ku scenárom klimatickej zmeny na Slovensku. Národný klimatický program SR, zv. 7/97, MŽP SR a SHMÚ, Bratislava 1997, 46-67.

Faško, P., Lapin, M., 1997: Stručné snehové pomery v Bratislave v druhej polovici 20. storočia. Bulletin SMS pri SAV, VIII, č. 1, SHMÚ, Bratislava 1997, s. 8-10

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.

Lapin M., Faško P., 1996: Snow cover and precipitation changes in Slovakia in the 1921-1996 period. In.: Jože Rakovec and Mark Žagar (Eds.), Proceedings of the 24th International Conference on Alpine Meteorology 1996. HMI of Slovenia, Bled 1996, 259-266.

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.

Variabilita charakteristik snehových poměrů v Karpatské části ČSFR v období 1921-1985. Zborník prác SHMÚ, Vol. 34, Alfa, Bratislava 1991, 176 s.