

Dlhodobý vývoj vybraných charakteristík meteorologických prvkov v oblasti Vysokých Tatier postihnutej veternou kalamitou z roku 2004

Pavel Faško, Jozef Pecho, Katarína Mikulová, Pavel Šťastný

Slovenský hydrometeorologický ústav v Bratislave, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava
pavol.fasko@shmu.sk, jozef.pecho@shmu.sk, peter.kajaba@shmu.sk,
pavel.stastny@shmu.sk, jan.kucharcik@shmu.sk

Abstract

The windstorm with devastating effect on environment as well as forest cover struck The High Tatras Region on 19th November 2004. Landscape patterns of the 50 km long and 2,5 km wide area have been completely changed by the rare meteorological phenomena (total area of affected forest scrub was about 12 000 hectares). Forest cover has been dramatically changed whereby the connected and coherent spruce scrubs at the age between 40 and 110 years have been replaced by the low, mainly meadow vegetation. It is highly probable the radical surface change might result in modification of mezo- and microclimatic conditions of the affected region. Apart from this fact impact of expected mezo- and microclimatic condition changes on regional climate could modify the atmospheric component of the High Tatras environment.

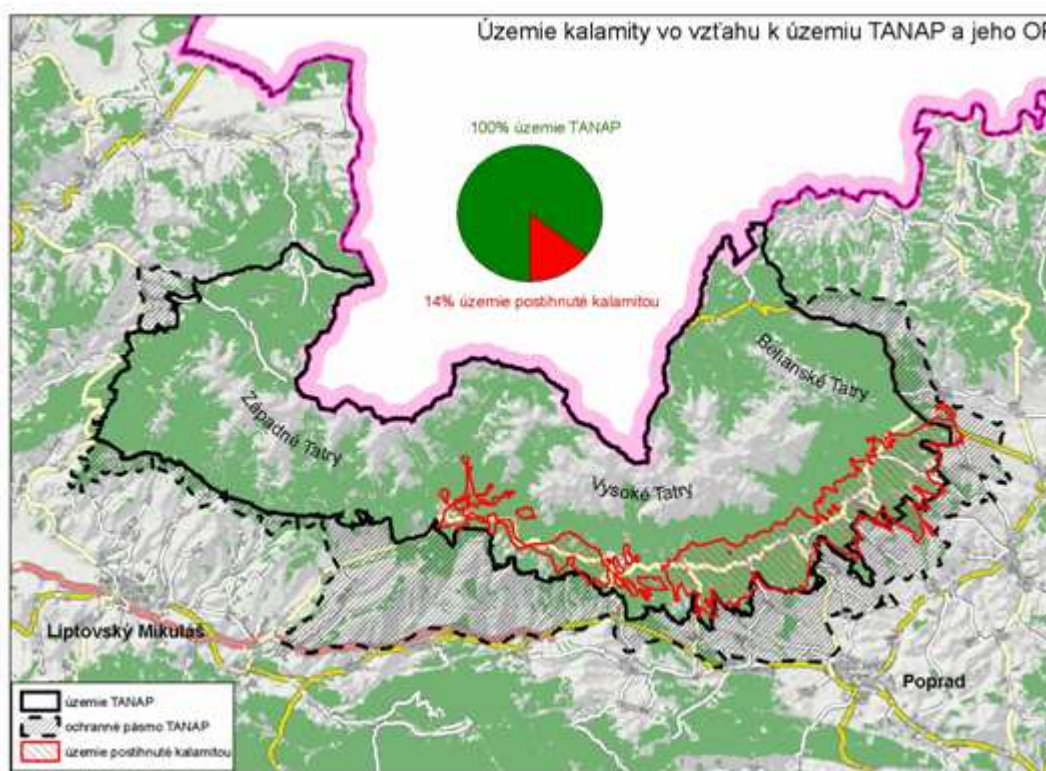
For the purpose of identification and quantification of significant scrub-change induced mezo-climatic signal we are dealing with statistical analysis of selected meteorological component time series (air temperature, air humidity, precipitation and snow cover characteristics) at representatively located climatological stations (Poprad, Štrbské Pleso, Tatranská Lomnica, Stará Lesná, Oravská Lesná, Liptovský Hrádok, etc.) within the 1951-2008 and 1961-2008 period.

Úvod

Dňa 19. novembra 2004 postihla tatranský región (predovšetkým oblasť Vysokých Tatier) víchrica s devastačnými účinkami na lesné porasty. Tento zriedkavý meteorologický jav zmenil tvar krajiny na rozsiahlej ploche s dĺžkou približne 50 km a šírkou asi 2,5 km (celková plocha zničených porastov predstavuje asi 12 tisíc hektárov; Obr. 1). V rámci tohto územia sa dramaticky zmenil porast, pričom súvislo zapojené lesné porasty s vekom 40 – 110 rokov boli nahradené nízkou vegetáciou. Možno očakávať, že tieto zmeny charakteristík aktívneho povrchu budú mať za následok zodpovedajúcu modifikáciu mikroklimatických pomerov v dotknutom regióne. Okrem toho, dopad mikroklimatických zmien na lokálnu klímu môže modifikovať atmosférickú zložku životného prostredia väčšiny obyvateľov oblasti Vysokých Tatier. Jednou z hlavných úloh projektu „Mikroklimatické účinky lesných porastov vo Vysokých Tatrách“ bolo na základe štatistického spracovania meteorologických meraní a pozorovaní v rámci siete klimatologických staníc SHMÚ zhodnotiť vplyv zmeny charakteru aktívneho povrchu predmetného regiónu na dlhodobý vývoj mezo-, resp. makroklimatických charakteristík meteorologických prvkov (napr. teplota a vlhkosť vzduchu, charakteristiky snehovej pokrývky a pod.). Výsledky uvedeného, a to predovšetkým mezoklimatického zhodnotenia vybraného územia, budú využité pre verifikáciu matematického modelu simulujúceho vplyv lesných porastov na mezoklimatické, resp. mikroklimatické pomery územia postihnutého veternou kalamitou.

V rámci predkladaného príspevku sme sa zamerali v časových radoch vybraných charakteristík meteorologických prvkov na identifikáciu a kvantifikáciu dostatočne významného mezoklimatického (resp. makroklimatického) signálu, vyplývajúceho zo zmien charakteru aktívneho povrchu. Pre tento účel boli spracované dlhé časové rady teploty vzduchu, atmosférických zrážok, relatívnej vlhkosti vzduchu a niektorých vybraných charakteristík snehovej pokrývky (výška a sumy

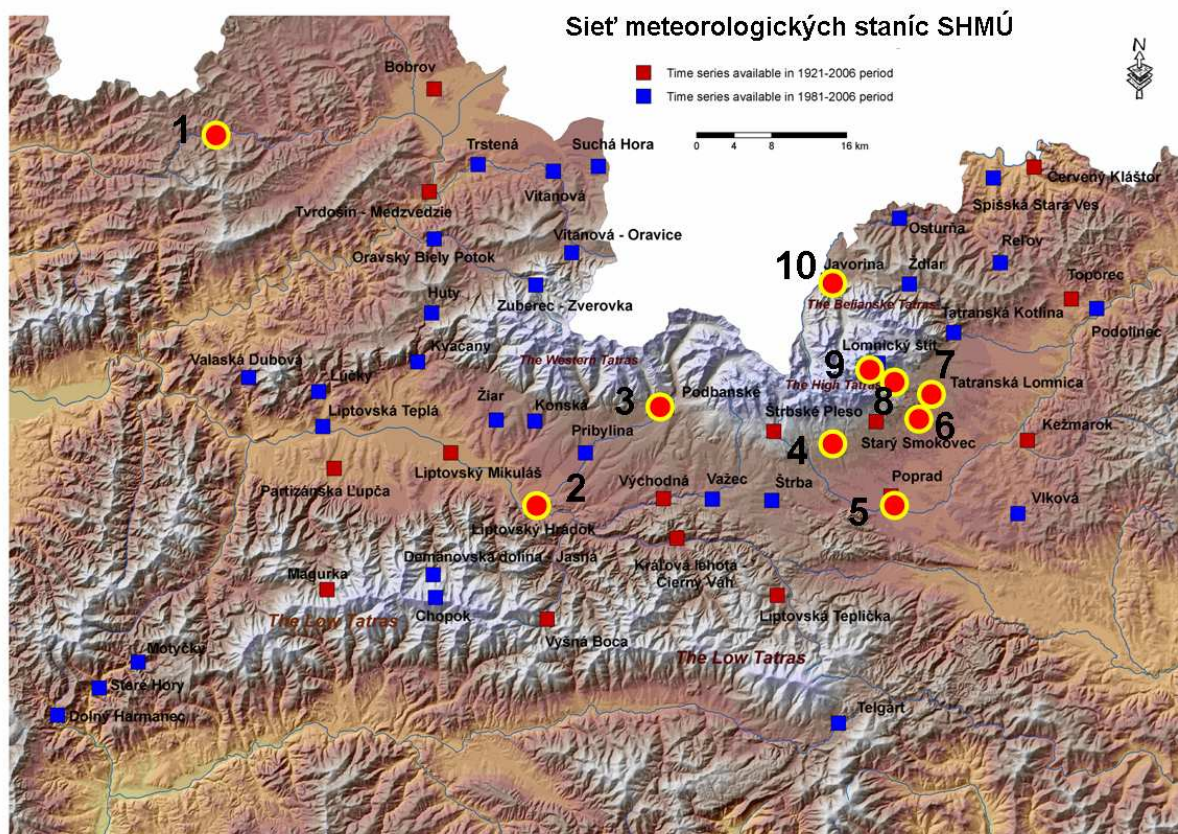
celkovej snehovej pokrývky) zo siedmich klimatologických staníc nachádzajúcich sa bezprostrednom okolí postihnutých oblastí (Štrbské Pleso, Podbanské, Tatranská Lomnica, Skalnaté pleso, Lomnický štít, Stará Lesná a Javorina) a to v období aspoň od roku 1951, resp. 1961. Pre porovnania výsledkov boli navyše vybrané tri vzdialenejšie klimatologické stanice s dostatočne dlhými a kvalitnými meraniami a pozorovaniami meteorologických prvkov (Poprad, Liptovský Hrádok a Oravská Lesná). Okrem zhodnotenia výsledkov trendovej analýzy boli na vybraných staniciach z hľadiska režimu meteorologických prvkov podrobnejšie popísané aj mezoklimatické špecifiká študovaného územia (dlhodobý režim atmosférických zrážok, teploty a vlhkosti vzduchu, snehovej pokrývky a pod.). V príspevku sú uvedené len niektoré vybrané výsledky priestorových a štatistických analýz.



Obr. 1 Priestorový rozsah územie (červená oblasť) Tatranského národného parku postihnuté veternou kalamiťou dňa 19.11.2004.

1. Materiál a metódy

V príspevku sme sa zamerali na štatistickú (trendovú) analýzu vybraných charakteristík teploty vzduchu (napr.: priemerná ročná teplota vzduchu, maximálna a minimálna teplota vzduchu a ročná, prípadne sezónna amplitúda teploty vzduchu), vlhkosti vzduchu (ročný priemer, ako aj priemer za teplý a chladný polrok), atmosférických zrážok (ročný a sezónny úhrn zrážok) a snehovej pokrývky (suma výšok snehovej pokrývky a pod.). Okrem uvedených, viac-menej štandardných meteorologických prvkov sme analyzovali aj niektoré, veľmi špecifické a nie až tak často používané charakteristiky, ako napríklad obdobia s deficitom atmosférických zrážok. Pri spracovaní sme použili časové rady z už uvedených klimatologických a zrážkomerných staníc (napr.: Poprad, Liptovský Hrádok, Tatranská Lomnica, Tatranská Javorina atď.). Priestorové rozloženie meteorologických staníc v tatranskom regióne je možné vidieť na Obr. 2.



Obr. 2 Priestorové rozloženie vybraných meteorologických staníc v oblasti Vysokých a Nízkyh Tatier (1 – Oravská Lesná, 2 – Liptovský Hrádok, 3 – Podbanské, 4 – Štrbské Pleso, 5 – Poprad, 6 – Stará Lesná, 7 – Tatranská Lomnica, 8 – Skalnaté pleso, 9 – Lomnický štít, 10 – Tatranská Javorina)

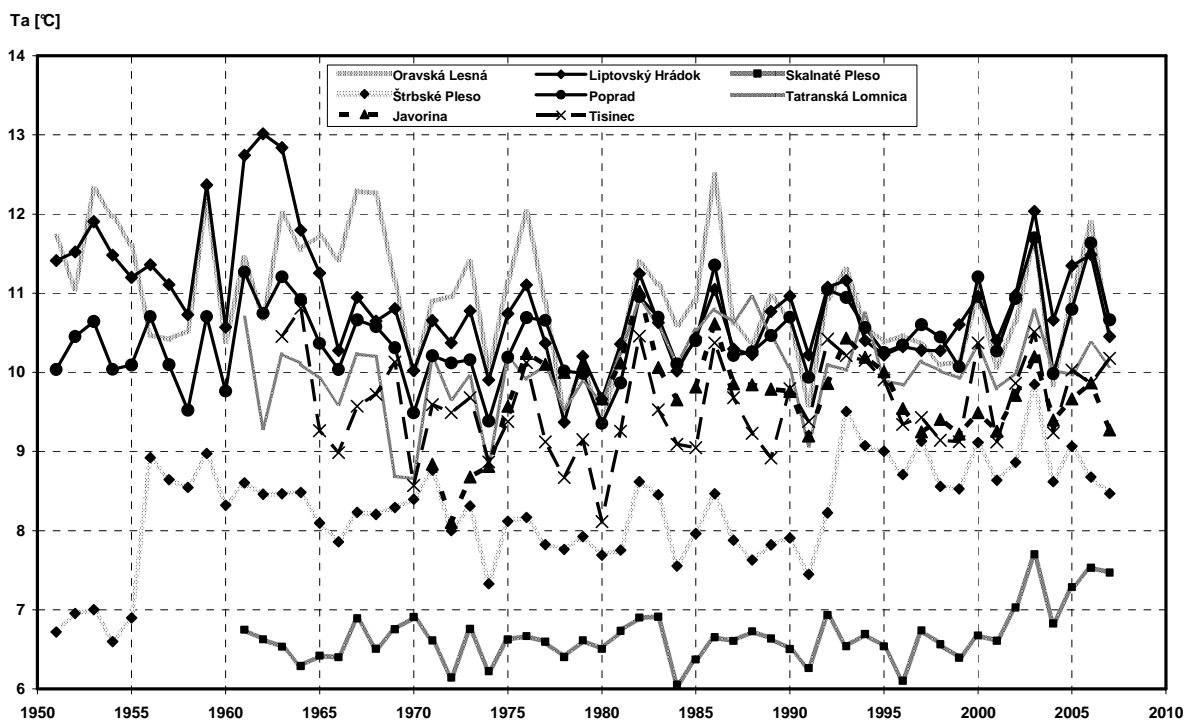
V širšom okolí oblasti postihnutej veternou kalamitou z novembra 2004 sa nachádza hneď niekoľko klimatologických staníc s pomerne kvalitných a dostatočne dlhými radmi meraní a pozorovaní už od roku 1951, prípadne 1961. Medzi takéto stanice patrí napríklad Poprad (dostupné časové rady od 1951 do 2008), Lomnický štít (1951-2007), Tatranská Lomnica (1961-2007) alebo Tatranská Javorina (1961-2007), prípadne Skalnaté pleso (1961-2007). Aj napriek tomu, že meteorologická stanica na Štrbskom Plese disponuje pomerne dlhými a neprerušovanými záznamami klimatologických pozorovaní už od roku 1951, jej časté sťahovanie viedlo k vzniku pomerne výrazných nehomogenít v rámci časového vývoja meteorologických prvkov (predovšetkým teploty a vlhkosti vzduchu, ovplyvnené sú však aj ostatné prvky). Vzhľadom na dostupnosť dlhých časových radov vybraných meteorologických prvkov sme použili, okrem údajov zo stanice Poprad, aj dve ďalšie referenčné klimatologické stanice, a to Liptovský Hrádok a vzdialenejšiu Oravskú Lesnú (obe majú k dispozícii údaje od roku 1951). Popri nástrojoch štatistickej analýzy sme v prípade niektorých charakteristík snehovej pokrývky využili aj možnosti objektívnej priestorovej analýzy (počet dní so snehovou pokrývkou a suma výšok snehovej pokrývky). Pre oblasť tatranského regiónu (Vysoké a Nízke Tatry, ako aj príslušné kotliny – Liptovská a Popradská) bolo možné využiť údaje o snehovej pokrývke už od roku 1921, čo nám umožnilo zamerať sa na dlhodobé zmeny jej vybraných charakteristík. Objektívna priestorová analýza bola vykonaná pomocou aplikácií GIS GRASS 6.0.2 a ArcView 9.0, v rámci ktorých bola použitá 3D variant interpolačnej RTS-metódy (Regularizovaný splajn s tenziou). Bližšie informácie o aplikovaní metódy RST pri priestorovej analýze vybraných charakteristík meteorologických prvkov je možné nájsť v Pecho et al. (2006) alebo Mikulová et al. (2006).

2. Výsledky a diskusia

Tatranský región predstavuje veľmi svojrázny geografický celok s pomerne výraznou vertikálnou členitosťou, ktorá sa zásadne premieta do jeho veľmi špecifickej horskej klímy. Z hľadiska Končekovej klasifikácie klimatických typov patrí uvažovaný región do dvoch základných klimatických oblastí s rôznym teplotným režimom. Mierne teplá klimatická oblasť s priemernou júlovou teplotou vzduchu 16 °C, na svojej hornej hranici, zaberá prevažnú časť kotlin nachádzajúcich sa v susedstve Vysokých, Západných a Nízkych Tatier (Liptovská a Popradská kotlina ako aj časť Zamaguria a Oravy). Z hľadiska Končekovho indexu zavlaženia sa uvedená oblasť ďalej podrobnejšie člení na mierne vlhkú (dolina Dunajca a Spiš) a vlhkú podoblasť (horný tok Oravy, horné Považie). Horské oblasti Vysokých, Západných a Nízkych Tatier zaradujeme do chladnej oblasti, ktorú možno z hľadiska podmienok zavlaženia ďalej člení na mierne vlhkú, vlhkú, mimoriadne vlhkú a výnimočne vlhkú.

2.1 Teplota a vlhkosť vzduchu

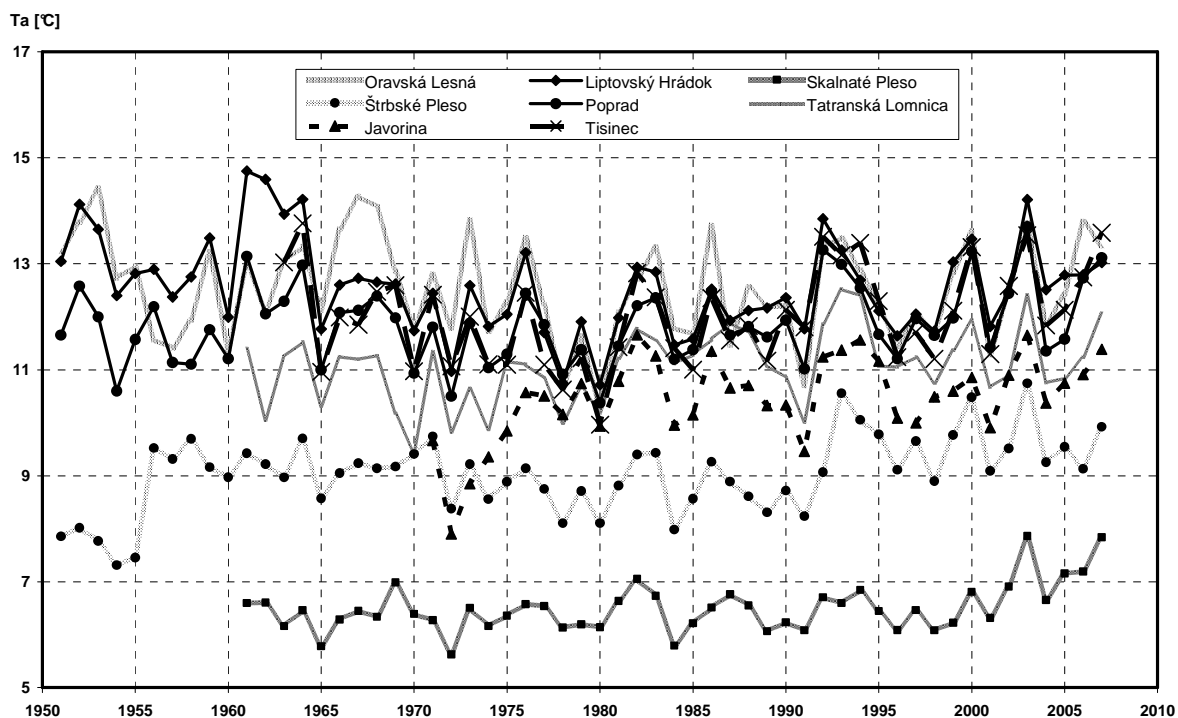
So zreteľom na značný vertikálny rozsah tatranského regiónu sa tu vyskytujú podstatné rozdiely v teplotných pomeroch v závislosti od nadmorskej výšky, expozície a od tvárnosti georeliéfu, a to nielen v ročnom ale aj dennom chode. Zmeny vo vertikálnej štruktúre ovzdušia medzi zimou a letom, ako aj v priebehu dňa, významným spôsobom ovplyvňujú ročný ako aj denný chod teploty vzduchu v rôznych výškových polohách. Okrem toho, dôležitým faktorom, ovplyvňujúcim teplotné pomery vo vyšších polohách, je snehová pokrývka, ktorá je značne závislá od expozície svahov.



Obr. 3 Dlhodobý vývoj ročnej amplitúdy teploty vzduchu na vybraných meteorologických staniciach v období 1951-2007

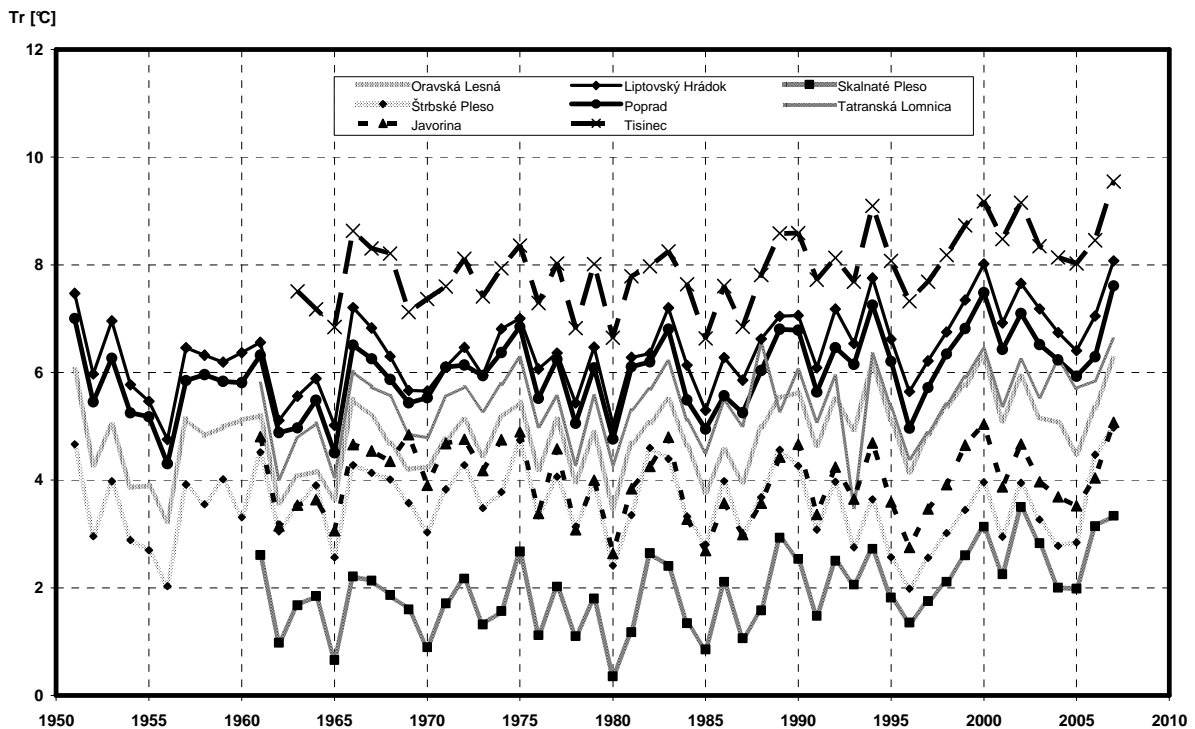
Všeobecným charakteristickým znakom, okrem ubúdania teploty s výškou, je zmenšenie výkyvov, resp. amplitúdy v ročnom ako aj dennom chode. Kým v nižších polohách okolitých kotlin dosahuje

ročná amplitúda hodnoty okolo 22,5 °C, v hrebeňových polohách sa pohybuje len okolo 16 °C. Teplotné amplitúdy sú v konkrétnych podmienkach výrazne ovplyvnené aj charakterom aktívneho povrchu, resp. charakterom porastu. V priemere väčšie ročné a denné amplitúdy teploty vzduchu sa vyskytujú v oblastiach bez kompaktnejšieho a súvislejšieho lesného porastu. V tejto súvislosti je na tomto mieste možné uvažovať o potenciálnom zväčšení teplotnej amplitúdy v lokalitách, resp. aj v ich bližšom okolí, kde sa pred uvažovanou veternou kalamitou vyskytoval lesný porast monokultúr smreka obyčajného. Z tohto dôvodu sme sa pri analýze zamerali najmä na túto zaujímavú teplotnú charakteristiku. Na tomto mieste však prezentuje len vývoj teplotnej amplitúdy za rok (I.XII., Obr. 3) a teplý polrok (IV.-IX.; Obr. 4).



Obr. 4 Amplitúda teploty vzduchu v teplom polroku (IV.-IX.) na vybraných meteorologických stanicích v období 1951-2007

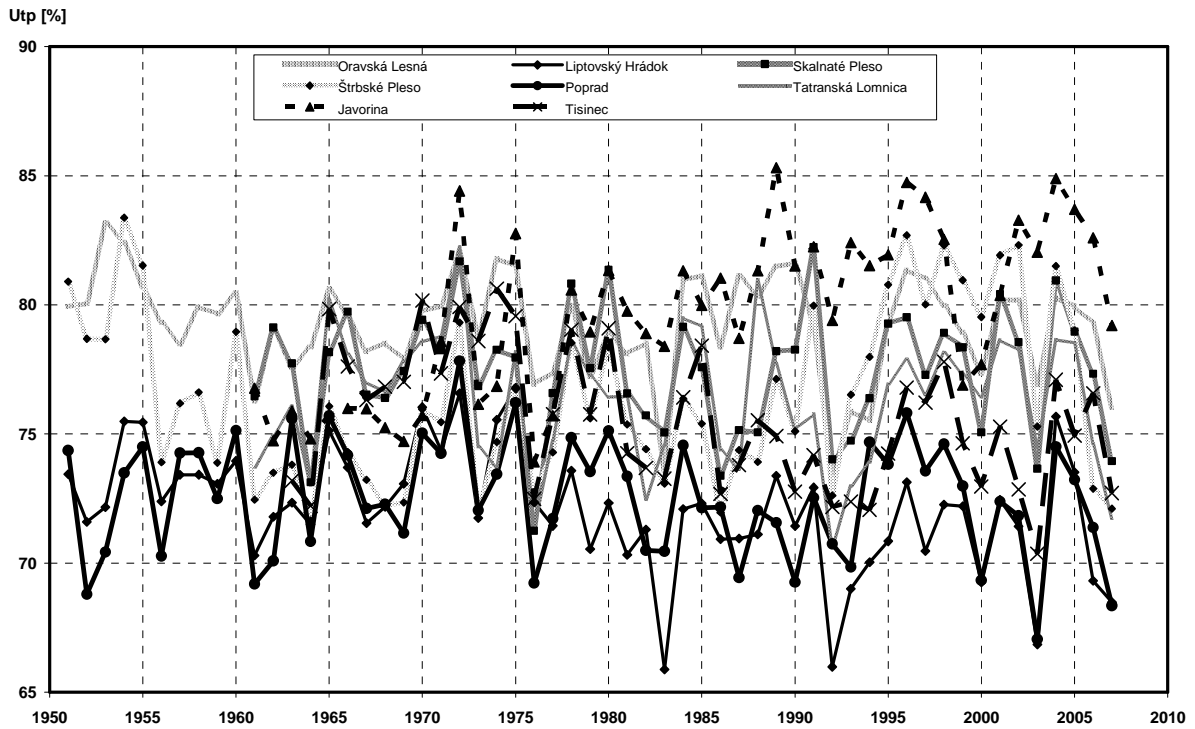
I napriek tomu, že po roku 2004 dochádza k miernemu nárastu teplotnej amplitúdy, a to predovšetkým v teplom polroku (Obr. 4), korelačný vzťah uvedených zmien medzi vybranými stanicami je zo štatistického hľadiska dostatočne významný. Z tohto dôvodu nie je zatiaľ možné v časových radoch tejto teplotnej charakteristiky rozpoznať možný dopad zmeny aktívneho povrchu na teplotné pomery oblasti postihnutej kalamitou (napríklad v oblasti Tatranskej Lomnice). Identifikácia možného signálu na druhej strane sťažuje aj značne vysoká variabilita hodnôt ročných a sezónnych teplotných amplitúd pred kritickým obdobím v roku 2004. K analogickým záverom možno dospieť aj v prípade hodnotenia dlhodobého vývoja ročnej teploty vzduchu v období 1951-2007 (Obr. 5). Z dlhodobého trendu vyplýva, že od roku 1951 vzrástla priemerná ročná teplota vzduchu v Poprade o 0,93 °C (v prípade Liptovského Hrádku to bolo ešte o niečo viac; 1,0 °C). Podobný, aj keď o niečo nižší nárast sme zaznamenali na stanici v Tatranskej Lomnici (0,83 °C).



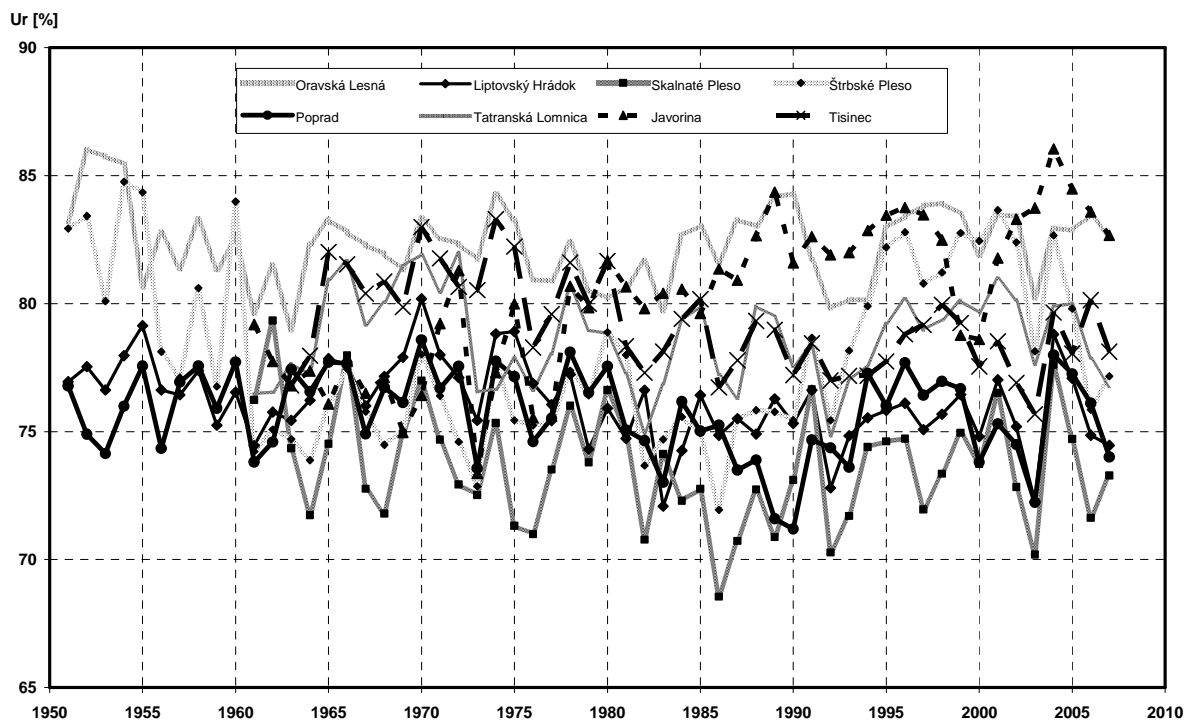
Obr. 5 Priemerná ročná teplota vzduchu na vybraných meteorologických staniách v období 1951-2007

V prípade vlhkosti vzduchu sme sa zamerali na analýzu dlhodobých zmien relatívnej vlhkosti vzduchu. Táto miera vlhkosti vzduchu vyjadruje pomer tlaku vodných pár, ktoré obsahuje vzduch, k maximálnemu tlaku pár, ktorý je potrebný na nasýtenie vzduchu pri danej teplote. Je všeobecne známe, že relatívna vlhkosť vzduchu v horských oblastiach sa nemení s výškou pravidelne, takže nemôžeme hovoriť o stálom stúpaní alebo klesaní jej hodnôt s výškou v priebehu roka. V ročnom chode závisí relatívna vlhkosť vzduchu najmä od teplotných pomerov (s poklesom teploty vzduchu všeobecne relatívna vlhkosť rastie), aj keď práve v horských oblastiach Slovensku je možné hovoriť skôr o výnimke z tohto pravidla. Je to spôsobená najmä tým, že vyššie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu vo vyšších polohách Tatier sú v letnom období podmienené prítomnosťou väčšou oblačnosťou (vyššie položené svahy sa často nachádzajú vo výškovej úrovni spodnej základne kopovitej oblačnosti, ktorá podmieňuje vyššie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu). Pri konkrétnych poveternostných podmienkach závisí vlhkosť vzduchu nielen od teploty vzduchu, ale aj od charakteru vzduchovej hmoty, jej vodného obsahu, prítomnosti zrážok a celého radu ďalších faktorov. Pri posudzovaní vplyvu aktívneho povrchu na režim relatívnej vlhkosti vzduchu preto veľmi závisí, nielen od režimu teploty vzduchu, ale aj od podmienok zavlaženia územia, intenzity výparu a turbulentného prenosu vlhkosti z aktívneho povrchu do vyšších vrstiev prízemnej atmosféry, ako aj od rýchlosti vetra a sýtostného doplnku (významný je aj vertikálny profil vlhkosti vzduchu). Nemenej významný je aj vplyv charakteru porastu, ktorý podmieňuje veľmi špecifický vertikálny profil a denný, resp. ročný režim relatívnej vlhkosti vzduchu. Tým, že kompaktnější lesný porast zmiernuje teplotné výkyvy a znižuje tak dennú a ročnú amplitúdu teploty vzduchu, a okrem toho podmieňuje vyššiu absolútnu vlhkosť vzduchu prostredníctvom intenzívnejšej transpirácie porastu, je možné očakávať na územiach postihnutých veternou kalamitou určitý pokles relatívnej vlhkosti.

Na základe analýzy dlhodobého vývoja relatívnej vlhkosti vzduchu v období 1951-2007 je skutočne možné očakávaný pokles jej hodnôt na vybraných meteorologických staniách identifikovať (podobne ako v prípade teploty vzduchu sú zmeny výraznejšie v teplom polroku; Obr. 6 a 7).



Obr. 6 Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu v teplom polroku (VI.-IX.) na vybraných meteorologických staniciach v období 1951-2007



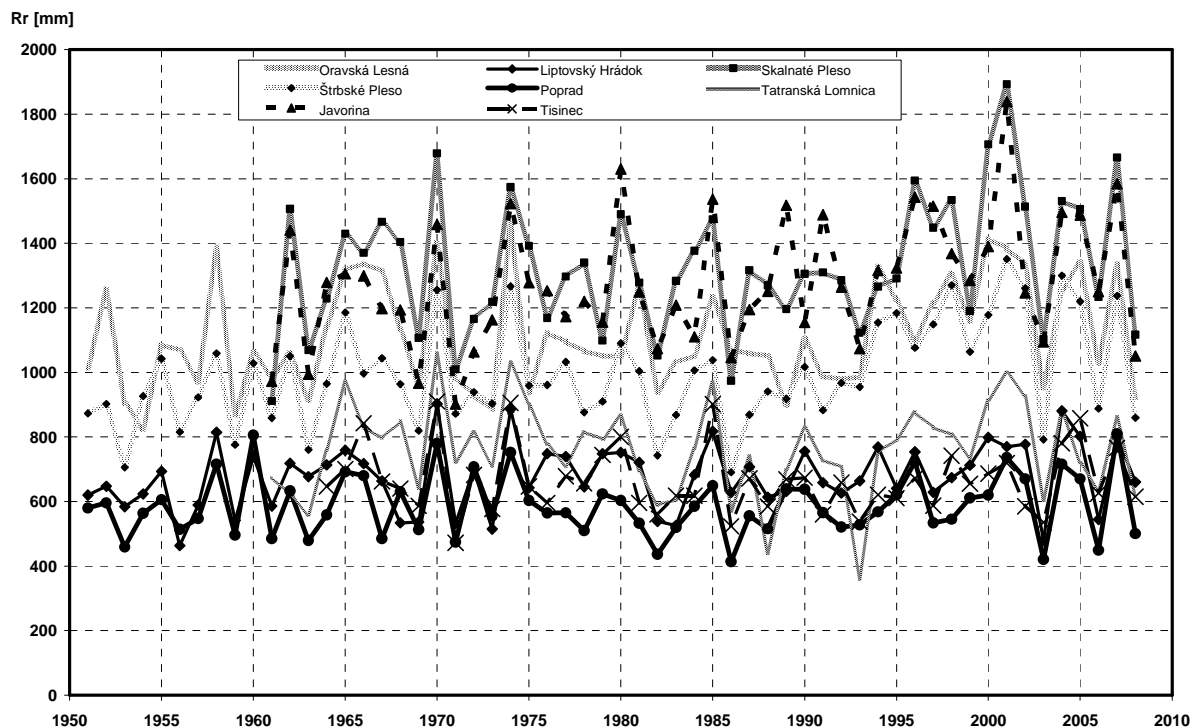
Obr. 7 Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu na vybraných meteorologických staniciach v období 1951-2008

Avšak podobne ako pri teplote, aj dlhodobé zmeny vlhkosti vzduchu vykazujú podobné tendencie na takmer všetkých sledovaných meteorologických staniciach v tatranskom regióne. Uvedené zmeny vlhkosti vzduchu sú pravdepodobne spôsobené dlhodobými zmenami makroklimatických (prípadne aj mezoklimatických) podmienok v širšom stredoeurópskom priestore (zmena cirkulačných, teplotných ako aj zrážkových podmienok).

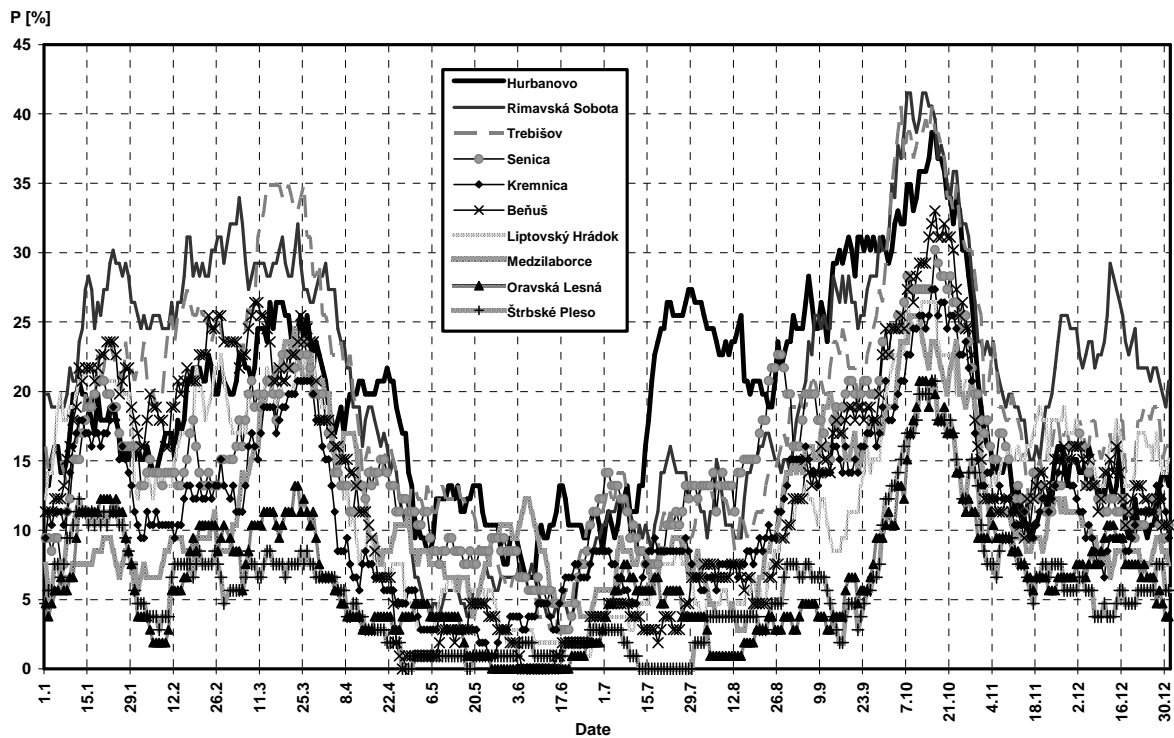
2.2 Atmosférické zrážky a snehová pokrývka

Priemerné ročné úhrny zrážok dosahujú v oblasti Tatier hodnoty v intervale od necelých 600 mm v najnižších polohách Spišskej kotliny až do vyše 2000 mm v najvyšších polohách Tatier, pričom už v polohách okolo 1200 m n.m., na juhovýchodných a južných svahoch ich priemerné ročné hodnoty dosahujú približne 1000 mm. Na severozápadných a severných svahoch sú obdobné ročné úhrny zrážok dosahované už aj v nižších polohách. Ročný režim zrážok v oblasti Tatier sa vyznačuje minimom zrážok v zime, hlavne vo februári, a maximom v lete, v júni alebo v júli. Výnimkou sú vysokohorské polohy, kde sa prejavuje dvojitý ročný chod zrážok s hlavným maximom v júni alebo a júli, prípadne vedľajším maximom v decembri. Hlavné minimum pripadá na september alebo október a vedľajšie na marec. Najvyššie denné úhrny zrážok sa v oblasti Tatier pohybujú väčšinou v intervale od 70 do viac ako 200 mm, pričom napr. na Zverovke namerali 16. júla 1934 až 220 mm zrážok. Najvyššie mesačné úhrny zrážok sa v oblasti Tatier väčšinou pohybujú od približne 200 mm (Spišská kotlina) do takmer 600 mm, pretože na Zverovke dosiahol v júli 2001 mesačný úhrn zrážok 582 mm.

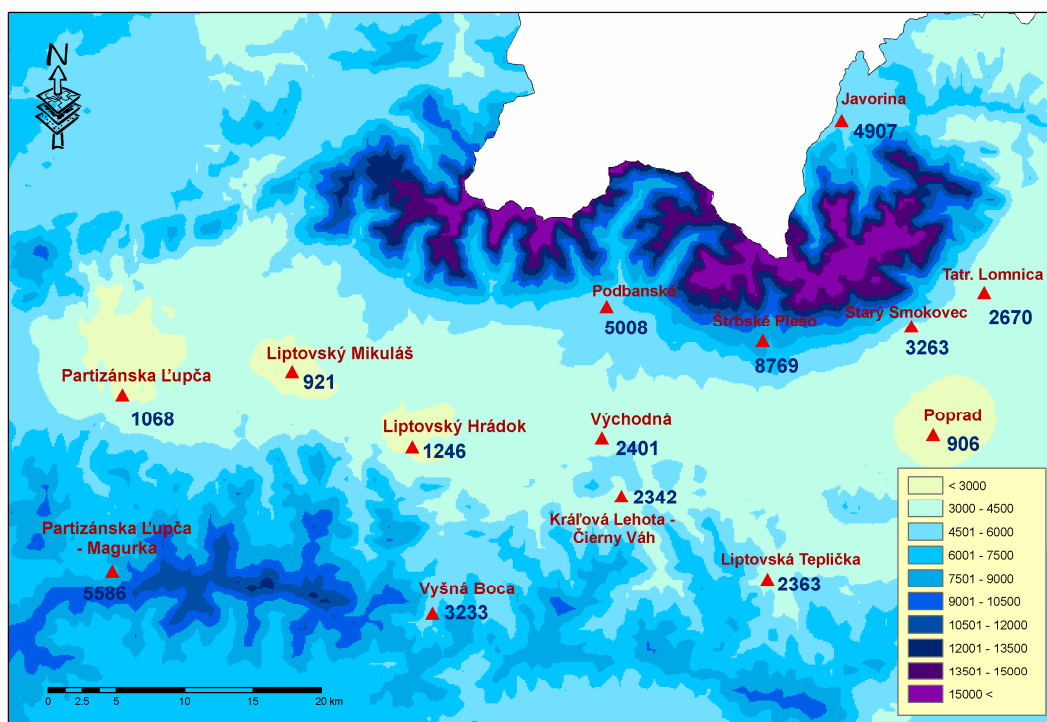
V celej študovanej oblasti bol zaznamenaný v posledných dvoch desaťročiach nárast atmosférických zrážok (výnimkou je len región Tatranskej Lomnice a Kežmarku). Výrazne k tomu prispeli najmä zrážky v prechodných ročných obdobiach a zrážky v júli (prejavilo sa to aj v náraste počtu dní so zrážkami 1 mm a viac).



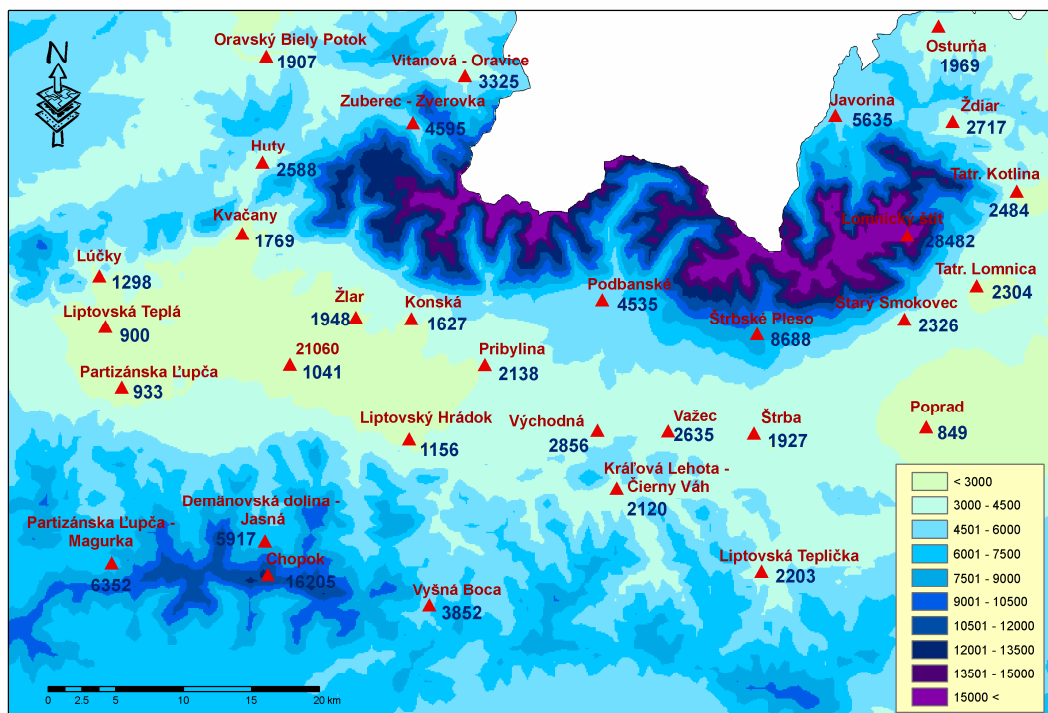
Obr. 8 Ročný úhrn atmosférických zrážok na vybraných meteorologických staniciach v období 1951-2007



Obr. 9 Pravdepodobnosť výskytu zrážkovo deficitných období (podľa kritéria: úhrn zrážok nepresahujúci 1,0 mm za obdobie trvajúce aspoň 15 dní) v období 1901-2006.



Obr. 10 Suma výšok snehovej pokrývky (s výškou 1 cm a viac) v tatranskom regióne v období 1921-1980



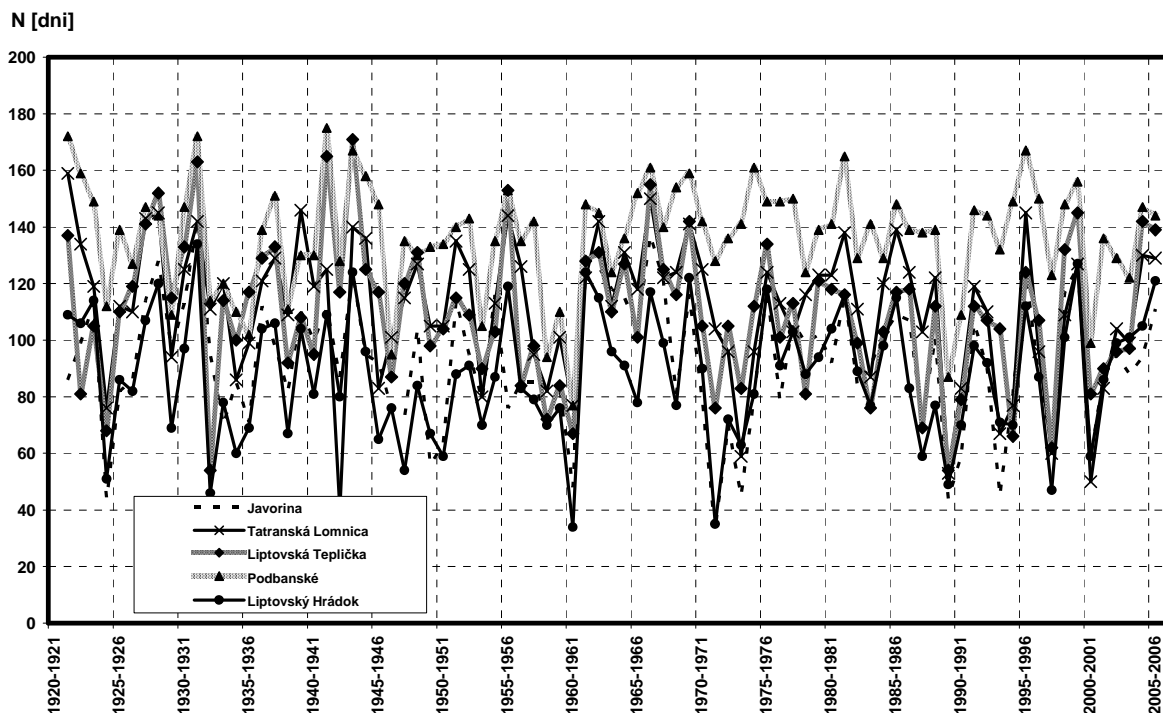
Obr. 11 Suma výšok snehovej pokrývky (s výškou 1 cm a viac) v tatranskom regióne v období 1981-2006

Vzhľadom na relatívne veľký variabilitu ročných hodnôt je pomerne ťažké v časových radoch identifikovať akúkoľvek zmenu úhrnov zrážok spôsobenú zmenou aktívneho povrchu v postihnutej oblasti.

Zaujímavé sú aj výsledky spracovania dlhodobého vývoja zrážkovo deficitných období pre vybrané meteorologické stanice na Slovensku, okrem iného aj pre Štrbské Pleso, v období 1901-2006 (Obr. 9). Z priestorovej a štatistickej analýzy nevyplývajú žiadne významné zmeny smerujúce či už k poklesu alebo naopak k nárastu počtu dní v rámci deficitných období. K výraznejším zmenám zatiaľ dochádza len v južných, nížinných oblastiach Slovenska, kde pozorujeme nárast počtu takýchto dní najmä v júni a januári, ďalej menej výrazný nárast v máji a júli. Naopak pokles je možné sledovať v jesenných mesiacoch (od septembra do novembra). Uvedené výsledky potvrdzujú skutočnosť, že v južných oblastiach Slovenska dochádza k významným zmenám časovej distribúcie zrážok v priebehu roka.

Snehová pokrývka sa vytvára v najnižších polohách severného predhoria Tatier v priemere najčastejšie v 1. dekáde novembra a v Spišskej kotline na začiatku 2. dekády novembra. Priemerný dátum posledného dňa so snehovou pokrývkou zaznamenávame v Spišskej kotline v druhej pentáde apríla a v severnou predhorí Tatier v druhej až tretej dekáde apríla. V krajných prípadoch môžu byť dátumy začiatku a konca výskytu snehovej pokrývky posunuté aj o viac ako mesiac dopredu alebo dozadu. Vo vyšších polohách sú dátumy prvého a posledného dňa so snehovou pokrývkou zaznamenávané skôr, resp. neskôr. Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou sa pohybuje od 80 dní v Spišskej kotline do viac ako 200 dní v najvyšších polohách Tatier. Maximálna výška novej snehovej pokrývky môže v krajnom prípade dosiahnuť 20 až 50 cm aj v kotlinových polohách okolo Tatier, pričom vo vysokých horských polohách môže výnimočne napadať za jeden deň až takmer jeden meter nového snehu. Maximálna výška celkovej snehovej pokrývky sa pohybuje v najnižších polohách (kotliny) od 75 cm do približne 400 cm vo vysokých polohách Tatier.

Analýza potvrdila oneskorenie výskytu prvého dňa so snehovou pokrývkou, naopak skorší výskyt posledného dňa so snehovou pokrývkou (došlo tak k celkovému úbytku počtu dní so snehovou pokrývkou, Obr. 12), a to predovšetkým v nižšie položených oblastiach regiónu. Naopak vo vyššie položených častiach počet dní so snehovou pokrývkou prirúda.



Obr. 12 Počet dní so snehovou pokrývkou (s výškou 1 cm a viac) na vybraných meteorologických staniách v zimnom období 1921/1922 až 2005/2006.

Pozoruhodné sú aj zmeny sumy výšok snehovej pokrývky (s výškou 1 cm a viac) v období 1921-2006. Ako je možné vidieť z porovnania období 1921-1980, resp. 1981-2006 (Obr. 10 a 11), k významnejšiemu poklesu sumy výšok došlo predovšetkým v Liptovskej a Popradskej kotline, ale aj v priestore kontaktu kotlín a pohorí (Vysoké, Západné a Nízke Tatry).

Záver

V predloženom príspevku uvádzame len niektoré vybrané výsledky štatistických a priestorových analýz charakteristík meteorologických prvkov, na základe ktorých nie je zatiaľ možné jednoznačne potvrdiť významnejšie zmeny vývoja ich ročných, prípadne sezónnych hodnôt, ktoré by mohli byť zapríčinené zmenou charakteru porastov v zasiahnutom území. Výsledky komplexnejších klimatologických analýz naznačujú, že údaje namerané na uvádzaných meteorologických staniách dobre reprezentujú skôr makroklimatické podmienky širšieho regiónu Tatier a nie sú významne ovplyvnené mikroklimatickými, prípadne mezoklimatickými podmienkami polohy meteorologickej stanice. Trendy analyzovaných časových radov vybraných charakteristík meteorologických prvkov dobre korešponujú s výsledkami podobných analýz z celého územia Slovenska. Tendencie uvádzaných trendov sú skôr podmienené zmenami a variabilitou globálnej klímy.

Pod'akovanie: Tento príspevok bol podporený agentúrou APVV (Agentúra pre podporu vedy a výskumu) v rámci projektov APVV-51-030205 ako aj APVV-51-024505.

Použitá literatúra

Faško, P., Gaál, L., Lapin, M., Mikulová, K., Pecho, J., Šťastný, P., 2006: The Contribution to the regional Rainfall Distribution for Slovakia. Proceedings from Sixth European Conference on Applied Climatology (ECAC), Ljubljana – Slovinsko, 3.-8. september 2006, ISSN 1812-7053 + CD.

Bochníček, O., Faško, P., Kajaba, P., Mikulová, K., Pecho, J., Sadovský, Z., Šťastný, P. (2007): Objective spatial Analyses of Water Equivalent of Snow Cover in Slovakia. Zborník abstraktov z medzinárodnej konferencie EGU, Viedeň, Rakúsko, 15.-20. apríla 2007.

Lapin, M., Faško, P., Pecho, J., (2007): Snow Cover Variability and Trends in the Tatra Mountains in 1921-2006. In: Zborník rozšírených abstraktov z 29. medzinárodnej konferencie Alpskej meteorológie (29th International Conference in Alpine Meteorology), Chambéry, Francúzsko, 4.-8.6.2007.

Lapin, M., Melo, M., Faško, P., Pecho, J. (2007): Snow Cover Changes Scenarios for the Tatra Mountains in Slovakia. In: Zborník rozšírených abstraktov z 29. medzinárodnej konferencie Alpskej meteorológie (29th International Conference in Alpine Meteorology), Chambéry, Francúzsko, 4.-8.6.2007.

Mikulová, K., Faško, P., Pecho, J., Šťastný, P., 2006: Objektívna priestorová analýza vodnej hodnoty snehovej pokrývky na Slovensku. Zborník z medzinárodnej bioklimatologickej konferencie: „Bioklimatológia a voda v krajine“. Strečno, 11.-14. september 2006, ISBN 80-89186-12-2 + CD.

Pecho, J., Faško, P., Mikulová, K., Šťastný, P. (2006): Objektívna priestorová analýza dlhodobých priemerov teploty vzduchu a maximálnych denných úhrnov atmosférických zrážok na Slovensku. In: Zborník z medzinárodnej bioklimatologickej konferencie: „Bioklimatológia a voda v krajine“. Strečno, 11.-14. september 2006, ISBN 80-89186-12-2 + CD.

Pecho, J., Faško, P., Melo, M. (2008): Precipitation deficit periods in the Danubian lowland in Slovakia. In: Brilly, M., Šraj, M. (eds.) (2008): XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia, 2-4 June 2008, ISBN 978-961-91090-2-1, 15 pp. on CD, (conference abstracts, ISBN 978-961-91090-3-8, p-65).

Pecho, J., Faško, P., Mikulová, K., Sadovský, Z., Bochníček, O., Kajaba, P., (2008): Snow water equivalent regime and processing of its maximum values in Slovakia as basic data source for snow load standard assessment. In: Abstracts of the Scientific Programme, Eighth Annual Meeting of the European Meteorological Society, Seventh European Conf, on Applied Climatology (ECAC), Amsterdam - The Netherlands, 29 September - 3 October, Volume 5, 2008, ISSN 1812-7053 (CD).