

**ZMENY DLHODOBÝCH PRIEMERNÝCH MESAČNÝCH
A ROČNÝCH ÚHRNOV ATMOSFÉRICKÝCH ZRÁŽOK NA SLOVENSKU**

Ladislav Markovič, Pavel Faško, Oliver Bochníček

Od roku 1931 existujú porovnateľne rozsiahle súbory mesačných úhrnov zrážok. Z nich boli v minulosti vypočítané a publikované priemerné dlhodobé mesačné a ročné úhrny zrážok (štandardné normály) pre obdobia rokov 1931 – 1960 (HMÚ, 1966) a 1961 – 1990 (Mikulová, Faško, Šťastný, 2015). Dlhodobé priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok pre obdobie rokov 1991 – 2015, ktoré je základom pre najbližší budúci normál 1991 – 2020, vykazuje zaujímavé zmeny, predovšetkým v niektorých mesiacoch. Existuje určitá nestabilita v dlhodobých priemerných mesačných úhrnoch zrážok, vyplývajúca z dĺžky časového radu (30 rokov) a z prirodzenej väčšej a priestorovej variability zrážok. V najnovších výpočtoch dlhodobých priemerných mesačných úhrnov zrážok pre obdobie rokov 1991 – 2015, však boli v niektorých mesiacoch, v porovnaní s obdobím 1961 – 1990, zaznamenané výrazne zmeny.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: úhrny atmosférických zrážok, štandardné normály, dlhodobý priemer 1991 – 2015

CHANGES IN LONG-TERM AVERAGE MONTHLY AND ANNUAL RAINFALL TOTALS IN SLOVAKIA.

Since the year 1931 there have been sets of monthly precipitation totals, that are comparable in their extent. Many of them have been involved in processing of standard climatological normals for periods 1931–1960 (HMÚ, 1966) and 1961–1990 (Mikulová, Faško, Šťastný, 2015). Monthly and annual long term average of rainfall totals for the period 1991–2015 as a part of forthcoming standard climatological normal 1991–2020, shows interesting changes, particularly in the individual months. Certain instability resulting from the length of the time series (30 years) and from greater natural spatial variability of rainfall can be found in long-term average of monthly rainfall totals. During recent calculations have been discovered some significant changes in comparison of periods 1991–2015 and 1961–1990.

KEY WORDS: precipitation, standard normals, long-term average 1991–2015

Úvod

Zrážky a teplota vzduchu, spolu s výparom, vplývajú z meteorologických prvkov na hydrologické podmienky, relatívne najvýraznejšie. Na konci 20. a na začiatku 21. storočia sa vyskytlo viac tzv. bleskových povodní, rok 2010 bol poznačený rozsiahlejšími povodňami a hneď nasledujúci rok mal nedostatok zrážok, čo sa v povodiach riek na Slovensku prejavilo poklesom vodných hladín a prietokov. Tieto anomálie, ich následnosť a častosť, by sa mali prejavovať aj v dlhodobých priemerných mesačných, resp. ročných úhrnoch zrážok. Porovnali sme publikované štandardné normály zrážok 1931 – 1960 a 1961 – 1990 a osobitnú pozornosť sme venovali dlhodobým priemerným úhrnom zrážok 1991 – 2015 a ich vzťahu k uvádzaným normálom.

Metodika

Štandardné normály zrážok 1931 – 1960, resp. 1961 – 1990 a dlhodobé priemerné úhrny atmosférických zrážok 1991 – 2015 sme porovnávali metódou absolútnych rozdielov v mm a aj kvocientovou metódou, kedy sme rozdiely vyjadřili v percentách predchádzajúceho štandardného normálu. Údaje vstupujúce do nášho spracovania pochádzali z 546 zrážkomerných staníc SHMÚ a 60 doplnkových bodov rozmiestnených nerovnomerne v priestore i nadmorskej výške (obr. 1). Na priestorovú analýzu poľa priemerných mesačných, resp. ročných úhrnov zrážok sme použili počítačový softvér, ktorý dokáže pri tvorbe mapy zahrnúť do výpočtov aj orografické interpolácie berúce do úvahy morfológickú rôznorodosť podkladového územia, ktorá ovplyvňuje

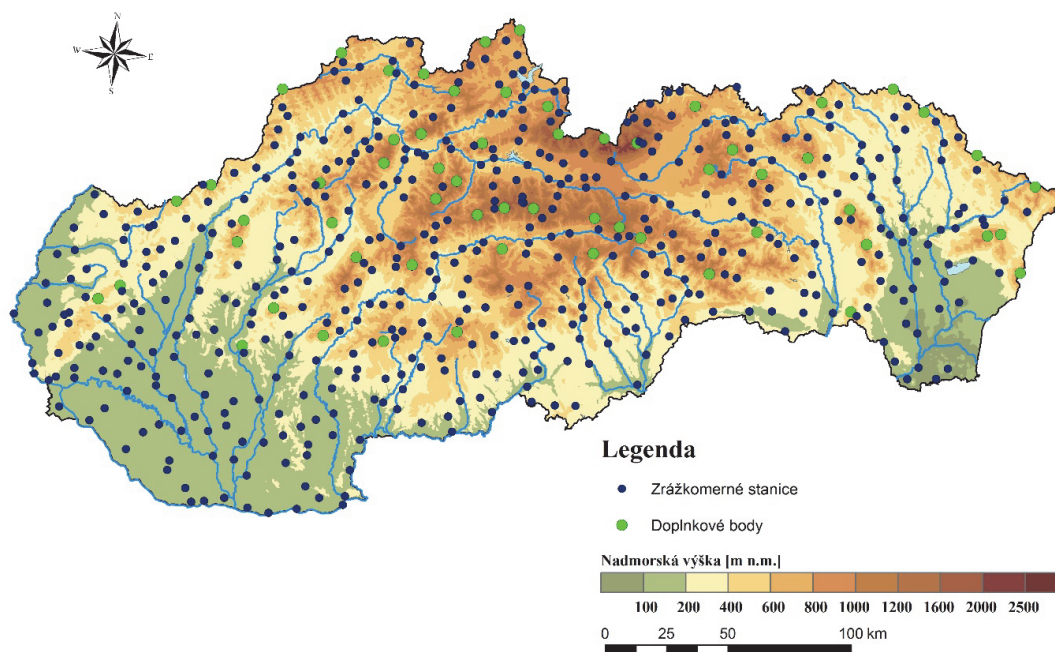
rozsah a distribúciu zrážkovej činnosti. Naším potrebám pre mapové spracovanie údajov vyhovoval program ArcGIS od spoločnosti ESRI, v ktorom sme vďaka aplikácii AGHydroInterpolácia (Šercl, 2008) boli schopní vytvoriť požadované mapové produkty. Výsledky sme hodnotili s prihliadnutím na regionálny aspekt, ale čiastočne sme využívali aj celoslovenské hodnotenie.

Porovnanie dlhodobých priemerných mesačných a ročných úhrnov atmosférických zrážok

Dlhodobé priemerné ročné úhrny zrážok v období 1991 – 2015 vzrástli v porovnaní so štandardným normálom 1961 – 1990 najnápadnejšie v rozsiahlej oblasti Záhoria, Malých Karpát a Podunajskej nížiny, pričom k tomu regiónu patrí ešte aj priľahlá časť na západe povodia Ipľa. Pribúdanie dlhodobých priemerných ročných úhrnov zrážok v období 1991 – 2015 o viac ako 10 % v porovnaní so štandardným normálom 1961 – 1990 bolo zaznamenané aj vo väčšine povodia Popradu a Dunajca a podobne na dolnom Spiši v povodiach Hornádu a Hnilca. Pokles hodnôt tejto charakteristiky zrážok pri porovnávaní vo vyššie uvádzaných obdobiach bol zaregistrovaný, ale prevažne neprekročil úroveň prirodzenej variability. Ak by sme hodnotili zmeny dlhodobých priemerných ročných úhrnov zrážok celoslovensky, tak v období 1991 – 2015 vzrástli v porovnaní s obdobím 1961 – 1990 približne o 5 %, čo predstavuje v absolútnych hodnotách takmer 40 mm. Zmena tejto charakteristiky zrážok v období 1961 – 1990 v porovnaní s obdobím 1931 – 1960 bola približne 2 %, čo predstavuje o niečo menej ako 20 mm (obr. 2, obr. 3). Zmeny dlhodobých priemerných mesačných úhrnov

zrážok v období 1991 – 2015 boli príčinou, prečo bolo z celoslovenského hľadiska pribúdanie zrážok v tomto období oproti obdobiu 1961 – 1990, viac ako dvojnásobné, v porovnaní s rovnakým zhodnotením tejto charakteristiky zrážok v období 1961 – 1990 s obdobím 1931 – 1960. Na tento stav mal najväčší vplyv nárast priemerných mesačných úhrnov zrážok za obdobie 1991 – 2015 v júli. V tomto mesiaci bol priestorový aj hodnotový rozsah nárastu zrážok najvýraznejší spomedzi všetkých mesiacov roka. Relatívne najväčší vzrast priemerných mesačných úhrnov zrážok v tomto vrcholnom mesiaci leta bol zaregistrovaný v období 1991 – 2015, v porovnaní s predchádzajúcim tridsaťročím, na juhu stredného Slovenska. Na niektorých zrážkomerných staniciach tam v júli v tomto 25 ročnom období pribudlo okolo 60 až 70 % množstva dlhodobého priemerného úhrnu zrážok z obdobia 1961 – 1990 (obr. 4, obr. 5).

Ďalšími mesiacmi, kedy na väčšine územia Slovenska pribúdali v období 1991 – 2015 zrážky, bol marec a jeseň mesiace, september a október. V marci existujú najväčšie regionálne rozdiely, medzi oblasťami severného, západného a juhozápadného Slovenska, kde zrážky pribúdali a oblasťami východného Slovenska, kde zrážky väčšinou ubúdali. (obr. 6, obr. 7) V prvých dvoch jesenných mesiacoch, rozdiely medzi jednotlivými oblasťami spočívajú, nie v pribúdaní a ubúdaní zrážok, ale vo výraznosti nárastu priemerných mesačných úhrnov zrážok v období 1991 – 2015, v porovnaní s obdobím 1961 – 1990. V septembri sa najväčší vzrast zrážok sústreďuje jednoznačne na Záhorie, oblasť Bratislavy, Malých Karpát a západnú časť Podunajskej nížiny.

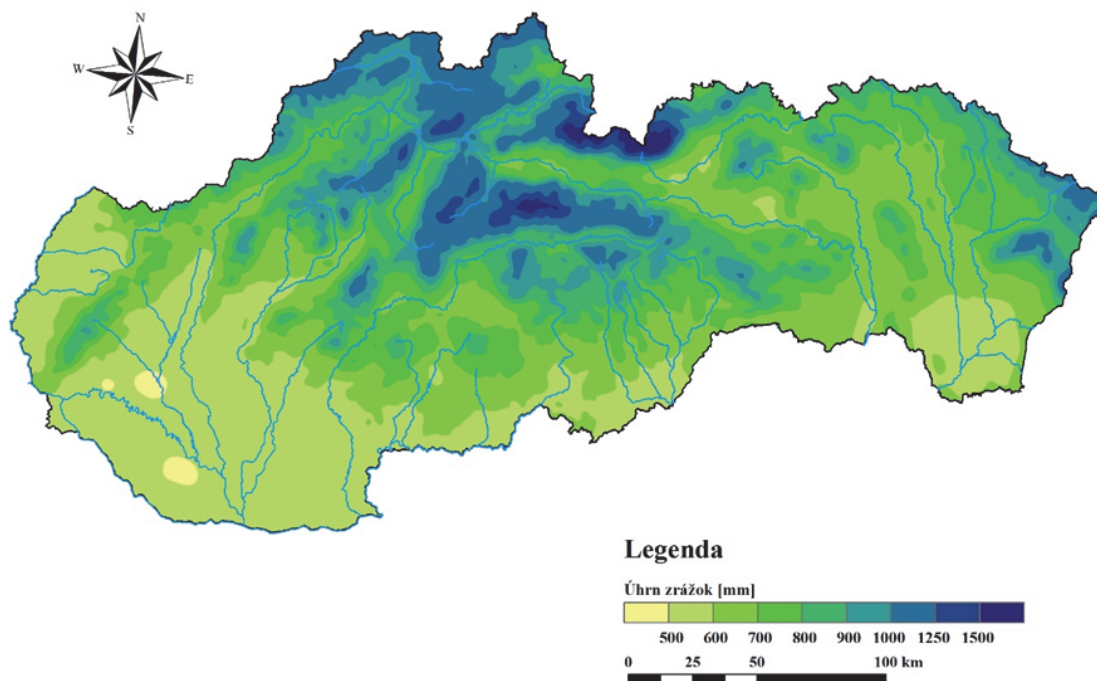


Obr. 1. Vybrané zrážkomerné stanice a doplnkové body v rámci územia Slovenska.

Fig. 1. Selected precipitation stations and supplementary points within the territory of Slovakia.

Priemerný ročný úhrn atmosférických zrážok (január - december) za obdobie 1961 - 1990

Average annual precipitation total (January - December) in the period 1961 - 1990

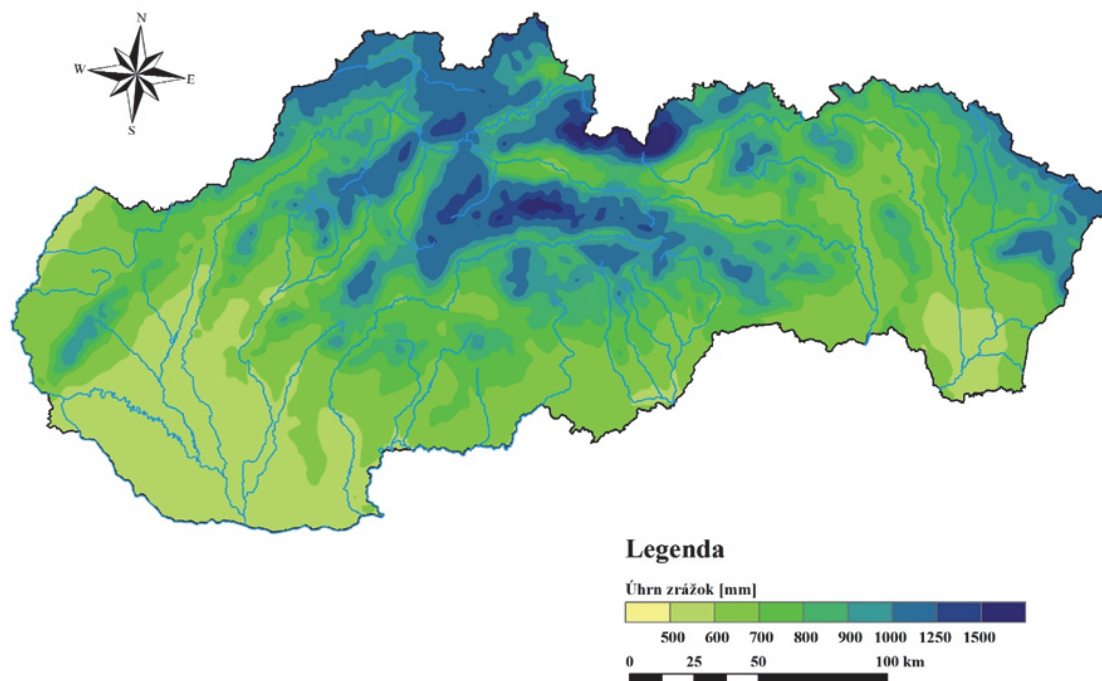


Obr. 2. Priemerný ročný úhrn zrážok (január – december) za obdobie 1961 – 1990.

Fig. 2. Average annual precipitation total (January – December) in the period 1961 – 1990.

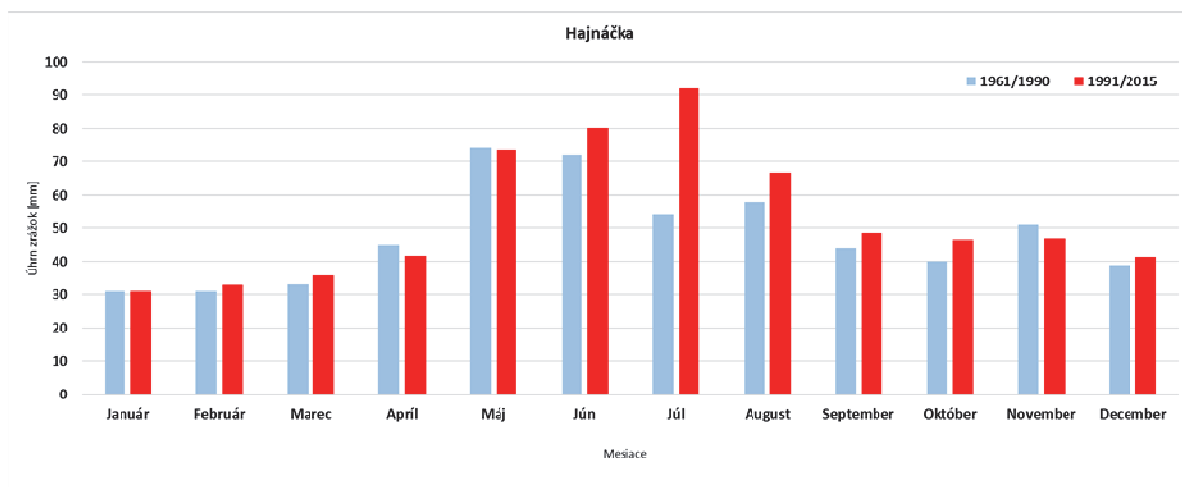
Priemerný ročný úhrn atmosférických zrážok (január - december) za obdobie 1991 - 2015

Average annual precipitation total (January - December) in the period 1991 - 2015



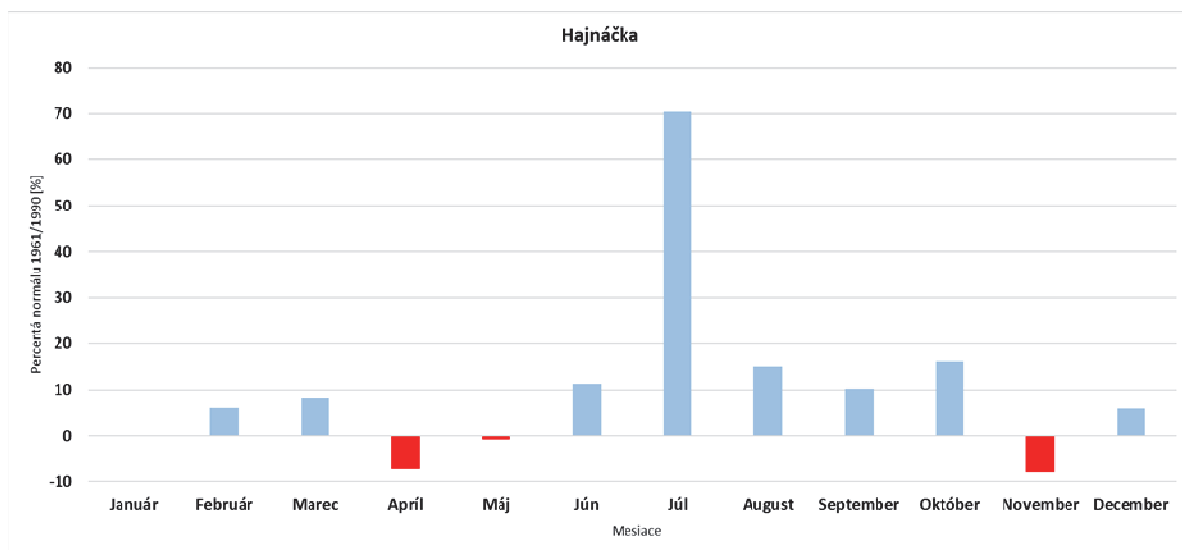
Obr. 3. Priemerný ročný úhrn zrážok (január – december) za obdobie 1991 – 2015.

Fig. 3. Average annual precipitation total (January – December) in the period 1991 – 2015.



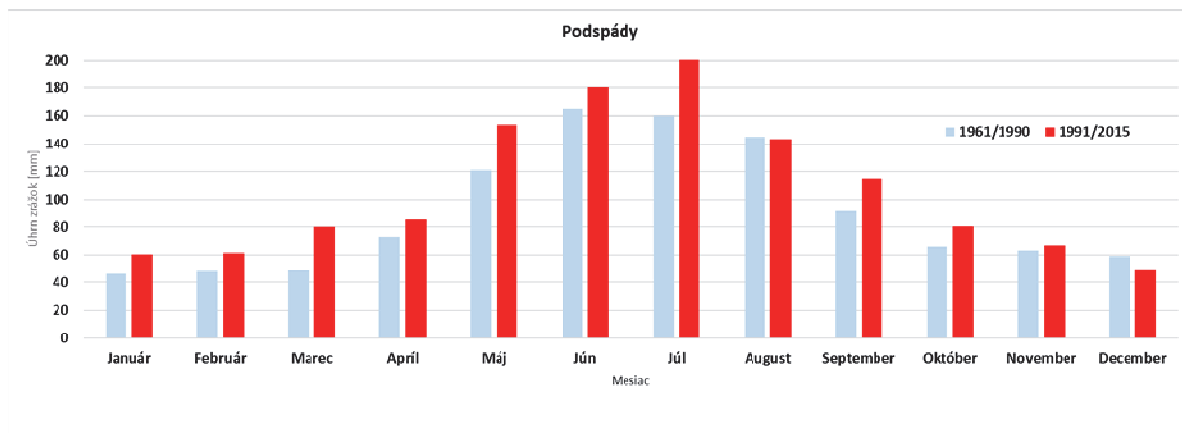
Obr. 4. Porovnanie mesačných úhrnov zrážok na zrážkomernej stanici Hajnáčka v obdobiach 1961 – 1990 a 1991 – 2015.

Fig. 4. Comparison of monthly precipitation totals for precipitation station Hajnáčka in periods 1961 – 1990 and 1991 – 2015.



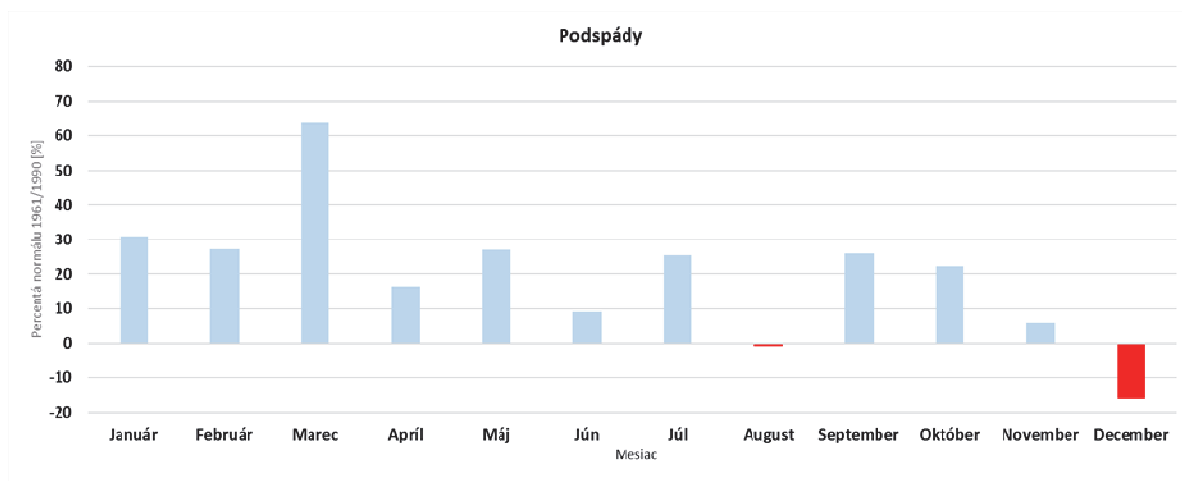
Obr. 5. Rozdiely medzi mesačnými úhrnmi zrážok v obdobiach 1991 – 2015 a 1961 – 1990 v percentách štandardného normálu 1961 – 1990 na zrážkomernej stanici Hajnáčka.

Fig. 5. Differences between monthly precipitation totals in periods 1991 – 2015 and 1961 – 1990 as a percentage of standard normal 1961 – 1990 at precipitation station Hajnáčka.



Obr. 6. Porovnanie mesačných úhrnov zrážok na zrážkomernej stanici Podspády v obdobiach 1961 – 1990 a 1991 – 2015.

Fig. 6. Comparison of monthly precipitation totals for precipitation station Podspády in periods 1961 – 1990 and 1991 – 2015.

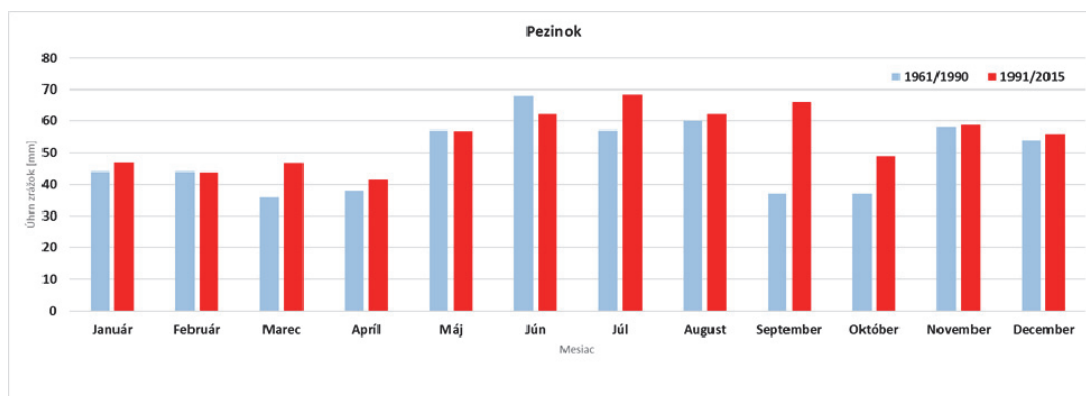


Obr. 7. Rozdiely medzi mesačnými úhrnmi zrážok v obdobiach 1991 – 2015 a 1961 – 1990 v percentách štandardného normálu 1961 – 1990 na zrážkomernej stanici Podspády.

Fig. 7. Differences between monthly precipitation totals in periods 1991 – 2015 and 1961 – 1990 as a percentage of standard normal 1961 – 1990 at precipitation station Podspády.

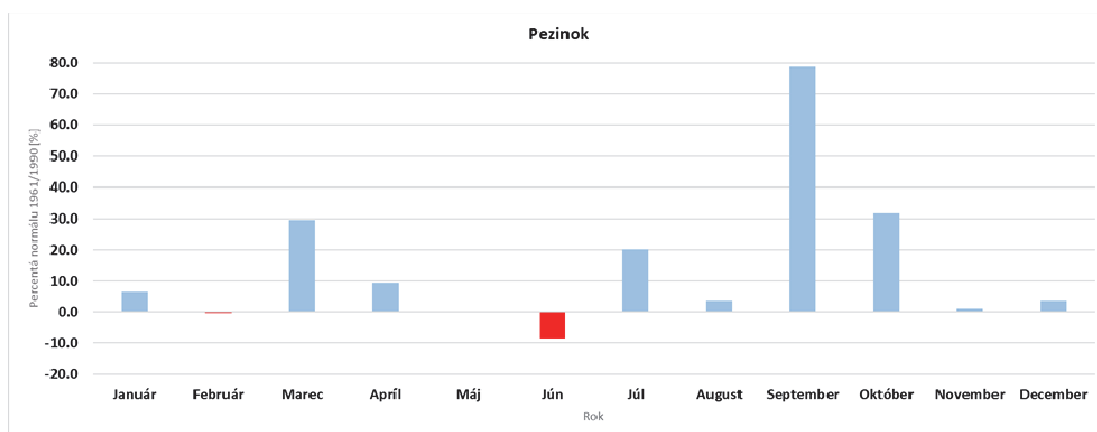
Ak by sme tento vzrast vyjadrili v percentách, tak v týchto oblastiach pribúdali zrážky na niektorých zrážkomerných staniciach v období 1991 – 2015 v porovnaní s obdobím 1961 – 1990, podobne ako to bolo v júli alebo ešte výraznejšie. V ojedinelých prípadoch tam dosiahli prírastky zrážkových úhrnov v tomto mesiaci takmer 4/5 septembrového štandardného normálu 1961 – 1990 (obr. 8, obr. 9). V októbri boli regionálne rozdiely medzi priemernými mesačnými úhrnmi zrážok v období 1991 – 2015 menej nápadné a dosť jednoznačne všade pribúdali.

Mesiacmi, v ktorých zrážky v období 1991 – 2015 v porovnaní s obdobím 1961 – 1990 vo všeobecnosti najviac ubudli, boli jún, november a december. Tieto zmeny však vo väčšine prípadov spĺňali kritériá prirodzenej variability priemerných mesačných úhrnov zrážok medzi štandardnými normálmi. Iba v decembri na severe a severovýchode Slovenska dosiahol pokles priemerných mesačných úhrnov zrážok v niektorých oblastiach okolo 30 % štandardného normálu 1961 – 1990 (obr. 10, obr. 11).



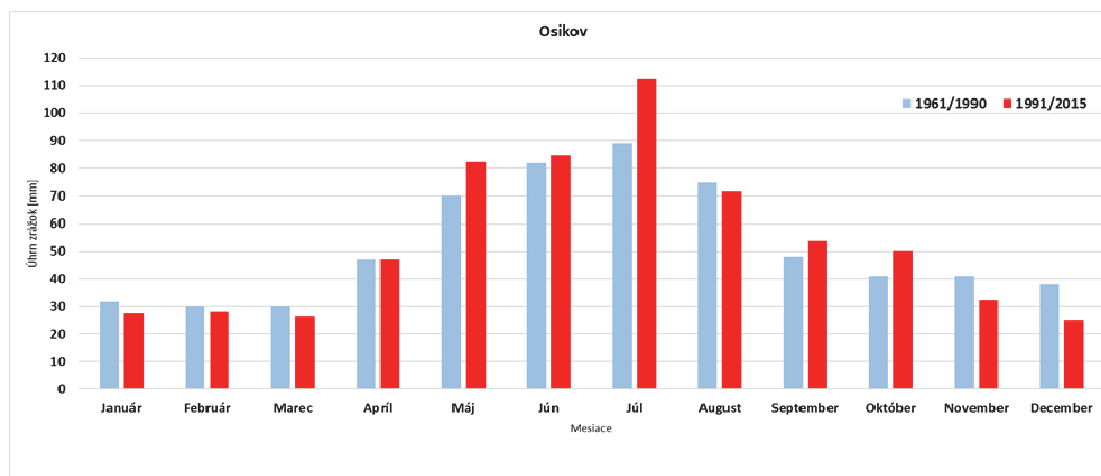
Obr. 8. Porovnanie mesačných úhrnov zrážok na zrážkomernej stanici Pezinok v obdobiach 1961 – 1990 a 1991 – 2015.

Fig. 8. Comparison of monthly precipitation totals for precipitation station Pezinok in periods 1961 – 1990 and 1991 – 2015.



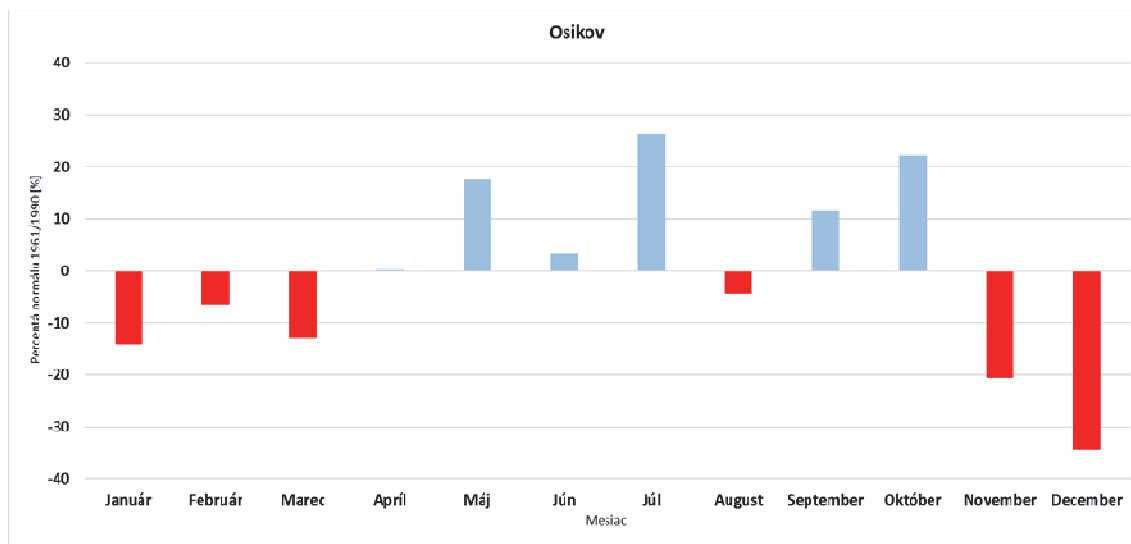
Obr. 9. Rozdiely medzi mesačnými úhrnmi zrážok v obdobiach 1991 – 2015 a 1961 – 1990 v percentách štandardného normálu 1961 – 1990 na zrážkomernej stanici Pezinok.

Fig. 9. Differences between monthly precipitation totals in periods 1991 – 2015 and 1961 – 1990 as a percentage of standard normal 1961 – 1990 at precipitation station Pezinok.



Obr. 10. Porovnanie mesačných úhrnov zrážok na zrážkomernej stanici Osikov v obdobiach 1961 – 1990 a 1991 – 2015.

Fig. 10. Comparison of monthly precipitation totals for precipitation station Osikov in periods 1961 – 1990 and 1991 – 2015.



Obr. 9. Rozdiely medzi mesačnými úhrnmi zrážok v obdobiach 1991 – 2015 a 1961 – 1990 v percentách štandardného normálu 1961 – 1990 na zrážkomernej stanici Osikov.

Fig. 9. Differences between monthly precipitation totals in periods 1991 – 2015 and 1961 – 1990 as a percentage of standard normal 1961 – 1990 at precipitation station Osikov.

Výsledky a diskusia

Uvádzané výsledky za obdobie 1991 – 2015 sú priebežné z hľadiska 30 ročných štandardných normálov. Cieľom je poukázať na netypický vývoj v ročnom režime zrážok. Okrem toho vplýva na tieto výsledky aj pôvod zrážok. Vyššie úhrny zrážok v júli, na konci 20. a v doterajšom priebehu 21. storočia, súvisia s rastúcim podielom búrkových lejakov na ich celkovom úhrne. Jedným z dôvodov prírúdnania zrážok v marci a v septembri môže byť otepľovanie v týchto mesiacoch, ktoré vytvára podmienky pre prítomnosť väčšieho množstva vodnej pary v atmosfére a tým môže padať viac zrážok. Dôležité sú však aj zmeny v cirkulácii v atmosfére pri prenose vlhkých vzduchových hmôt. Ustupujúca významnosť júnových zrážok na celkovom úhrne zrážok v lete je podmienená oslabením zonálneho prenosu vzduchových hmôt z Atlantického oceánu do vnútrozemia Európy v prvej polovici leta. Zmeny zrážok v októbri by mohli byť podmienené aj určitým vplyvom prirodzenej výraznejšej variability, ktorou sa tento mesiac vyznačuje.

Záver

Zmena ročného režimu zrážok, v kombinácii s teplot-

nými podmienkami a prírúdnajúcim podielom búrkových lejakov na celkovom úhrne zrážok, môže ovplyvňovať negatívne hydrologickú bilanciu. Ak akceptujeme rastúci podiel tekutých a zmiešaných zrážok na úkor tuhých zrážok, na ich celkovom úhrne za rok a väčšiu nestabilitu výskytu snehovej pokrývky v zimnej sezóne, spolu s vyššie uvádzanými závermi, tak existuje pomerne veľké riziko, že budú prírúdať situácie s negatívnou hydrologickou bilanciou, kedy sa následne vyskytuje v prírodnom prostredí sucho.

Literatúra

- Kolektív autorov (1966): Priemerné úhrny zrážok 1931 – 1960, Slovensko, Hydrometeorologický ústav v Bratislave, Bratislava, 17 s.
- Mikulová, K., Faško, P., Šťastný, P. (2015): Národný klimatický program slovenskej republiky, Zväzok 13, Klimatologické normály za obdobie 1961 – 1990 na Slovensku, Časť II – Klimatické normály atmosférických zrážok na Slovensku za obdobie 1961 – 1990, Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, ISBN 978-80-88907-93-0, 640s.
- Šercl, P. (2008): AGHydroInterpolace (Interpolating Procedures for ArcGIS). Uživatelská příručka, Český hydrometeorologický ústav, úsek hydrologie oddělení povrchových vod, Praha, 18s.

CHANGES IN LONG-TERM AVERAGE MONTHLY AND ANNUAL RAINFALL TOTALS IN SLOVAKIA

Presented results for the period 1991-2015 are ongoing in regard to the standard 30-year normals. The objective is to highlight the unusual developments in the annual rainfall regime. Furthermore, these results are influenced by the origin of rainfall. Increase in precipitation in July, at the end of the 20th and in the current course of the 21st century, is linked to the growing share of convective downpours on their total amounts. One of the reasons for the increase of precipitation in March and September may be a warming in these months, which creates conditions for the presence of a larger volume of water vapor in the atmosphere and thus resulting in more precipitation. However, there are also important changes occurring in the atmospheric circulation involved in the transfer of moist air masses.

Decreasing significance of June precipitation in summer

precipitation totals is affected by weakened zonal transfer of air masses from the Atlantic ocean inland to Europe in the first half of summer. Changes in precipitation in October could be caused by more pronounced natural variability, which this month features.

Change in annual precipitation regime, combined with temperature conditions and increasing share of convective downpours in precipitation totals can have negative affect on hydrological balance. If we accept growing share of liquid and mixed precipitation at the expense of solid precipitation in the overall annual total and higher instability in the occurrence of snow cover in winter, combined with the above conclusions, there is a relatively high risk that it could result in increasing number of situations with negative hydrological balance, which subsequently leads to drought in natural environment.

Bc. Ladislav Markovič
RNDr. Pavel Faško CSc.
RNDr. Oliver Bochníček PhD.
Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava
Jeséniová 17
833 15 Bratislava
Tel.: +421908 027778
+4212 59415104
+4212 59415175
E-mail: markovic14@fmph.uniba.sk
pavol.fasko@shmu.sk
oliver.bochnicek@shmu.sk