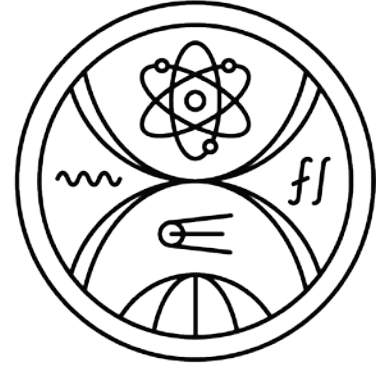


NÁVRHOVÉ HODNOTY 1-, 2- a 5- DENNÝCH ÚHRNOV ZRÁŽOK V POVODÍ POTOKA VYDRICA V BRATISLAVE



P. Pekárová, J. Pekár, M. Melo, J. Ridzoň

Abstrakt

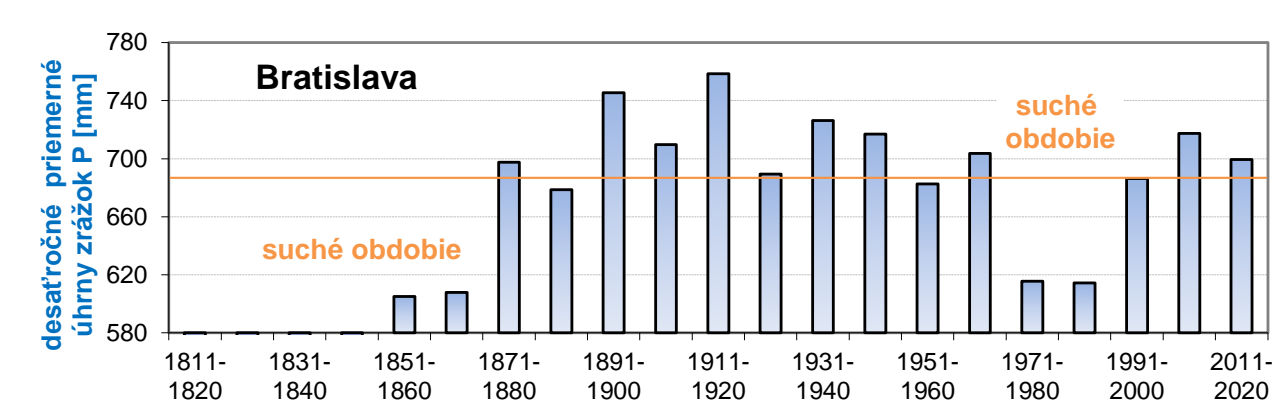
Počas intenzívnych dažďov v septembri 2024 v strednej Európe si záplavy vyžiadali najmenej osem obetí na životoch. Obete boli z Poľska, Rakúska, Rumunska, Česka i Slovenska. Medzi najviac postihnuté oblasti patrilo Dolné Rakúsko a severná Morava, kde voda zaplavila 70 % územia a zatvorené boli školy aj nemocnice. Septembrové povodne z roku 2024 na slovenských prítokoch rieky Morava sa zaradia na popredné miesta v histórii povodní Slovenska. Aj keď úhrny zrážok na Slovensku nedosiahli katastrofické hodnoty namerané na severnej Morave, aj tak denné i 5-denné úhrny zrážok na staniách v slovenskej časti povodia Moravy vysoko prekročili doteraz namerané hodnoty. Cieľom predloženej štúdie je: 1. analyzovať dlhodobé ročné a mesačné úhrny zrážok v Bratislave; 2. vyhodnotiť septembrové zrážky v malom ľavostrannom prítoku rieky Dunaj v Bratislave (v povodí potoka Vydrica) a nanovo odhadnúť návrhové hodnoty 1-, 2- a 5- denných zrážok; 3. porovnať hodinové zrážky zo septembrovej povodne s historickými zrážkami z povodne v roku 1997.

Nadmorská výška povodia sa pohybuje od 137 m n.m. (ústie do Dunaja) po 589 m n.m. V blízkosti povodia (obr. 1) sa nachádzajú tri meteorologické stanice: Malý Javorník (584 m n.m.), Bratislava: Koliba (287 m n.m.) a Bratislava: Mlynská dolina (180 m n.m.). Pri štatistickej analýze dlhodobého vývoja dekadných, ročných a mesačných úhrnov boli použité údaje zo stanice Bratislava za obdobie 1857–2024 z databázy HISTALP. Zrážkový úhrn v septembri 2024 (269,8 mm) prekročil o 0,8 mm doterajší najvyšší úhrn z mája 1880 (269 mm).

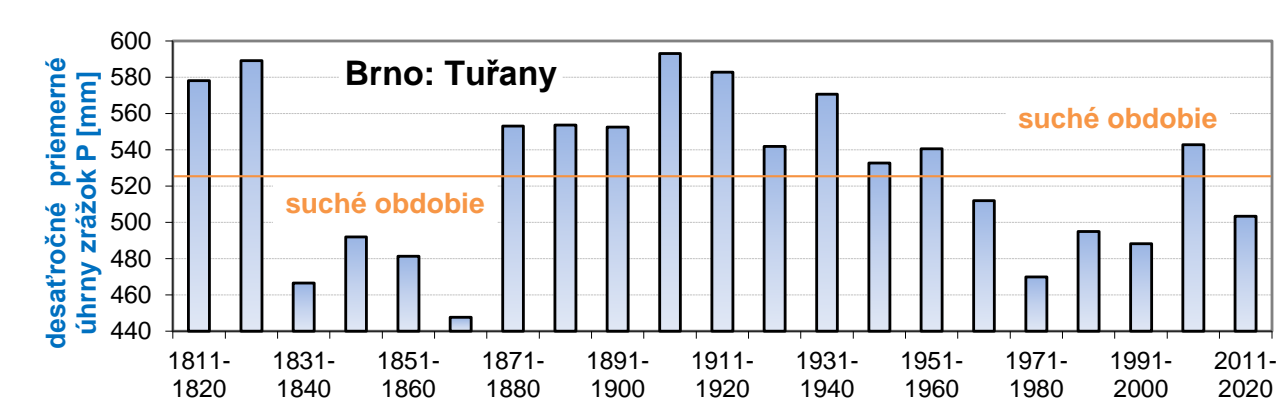
V druhej časti sme na základe aktualizovaných radov denných úhrnov zrážok odhadli N -ročné hodnoty 1-, 2- a 5-denných úhrnov zrážok v uvedených troch staniách. Pri odhade N -ročných hodnôt 1-, 2- a 5- denných úhrnov zrážok bolo vybrané log-Pearsonovo rozdelenie tretieho typu. Päť-denné zrážky na povodie Vydrice počas septembrovej povodne z tohto roku dosiahli hodnoty na úrovni od 50- do 200-ročného úhrnu.

V poslednej časti sme sa zamerali na porovnanie zrážok z júlovej povodne v roku 1997 so zrážkami zo septembrovej povodne 2024. V roku 1997 za 8 dní od 4. 7. na povodie Vydrice po Č. Most spadlo 189,2 mm zrážok. V roku 2024 za 8 dní od 11. 9. 2024 na povodie Vydrice spadlo v priemere 263 mm zrážok. Extrémne (prívalové) zrážky v skorých ranných hodinách 15. 9. 2024 spôsobili vybreženie potoka Vydrica predovšetkým v oblasti Partizánskej lúky a Zoologickej záhrady.

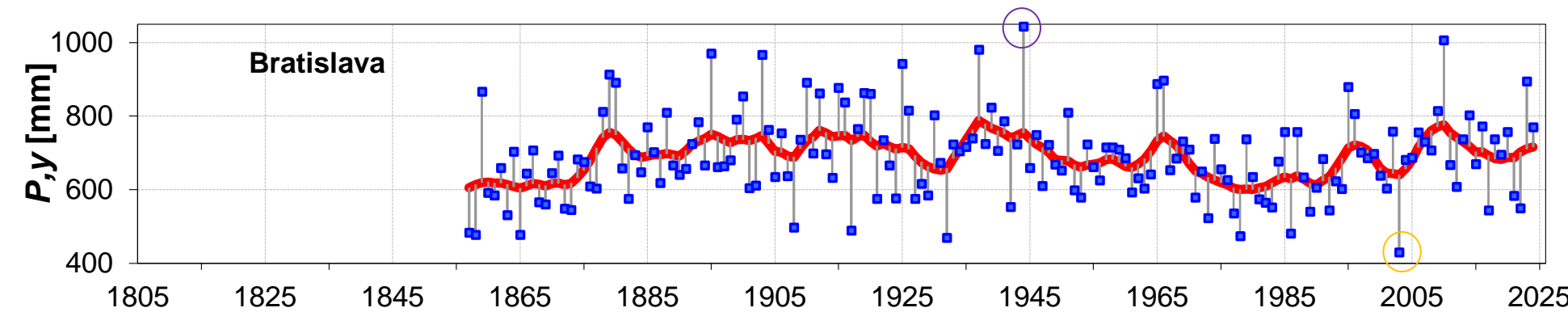
Kolísanie ročných úhrnov zrážok na stanici Bratislava: Koliba a Brno: Tuřany



Pri analýze dlhodobého vývoja ročných úhrnov zrážok sme použili homogenizované mesačné úhrny zrážok za obdobie 1857-2015 z databázy HISTALP pre stanicu Bratislava, Koliba a Brno, Tuřany (1811-2021) (<http://www.zamg.ac.at/histalp>). Tieto sme doplnili mesačnými úhrnmi z databázy Slovenského a Českého hydrometeorologického ústavu. Z obrázkov priemerných dekadných úhrnov zrážok (vľavo) je možné identifikovať výskyt suchých období i zrážkovo bohatých období. Na rozdiel od teploty vzduchu, viacročné zrážkové úhrny nevykazujú jednosmerný rast alebo pokles, ale viacročnú variabilitu.

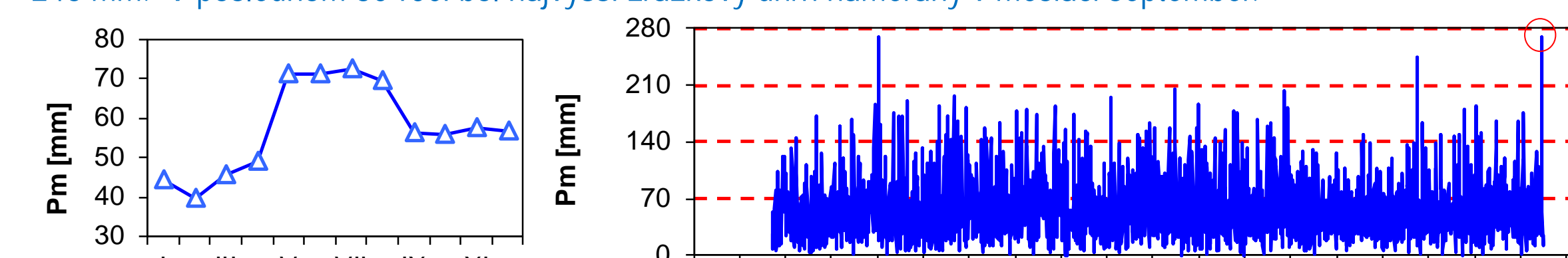


Najvyšší ročný úhrn zrážok bol v roku 1944 (1044 mm), najnižší v roku 2003 (429,3 mm) (viď. dolný obrázok).



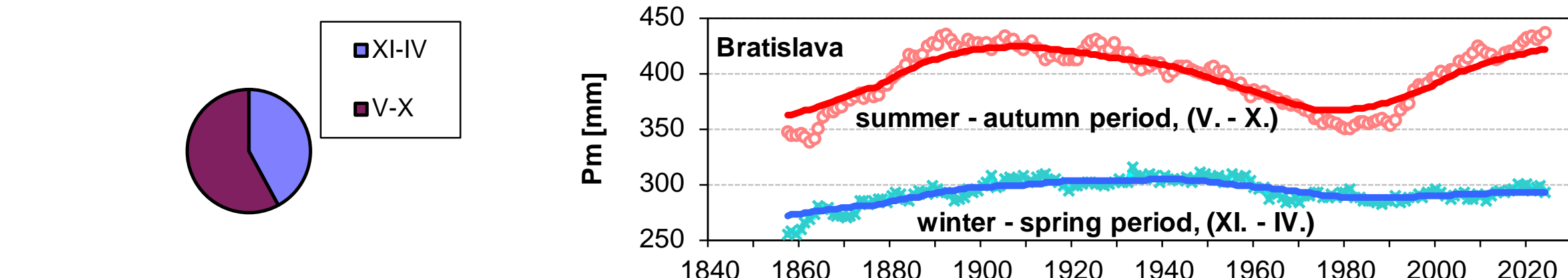
Štatistická analýza mesačných úhrnov zrážok, stanica Bratislava: Koliba, 1857-2024

Na nasledujúcich obrázkoch možno vizuálne posúdiť vývoj mesačných úhrnov zrážok na stanici Bratislava, Koliba. Najvyšší mesačný zrážkový úhrn za obdobie 1857-2024 bol zaznamenaný v septembri 2024 (269,8 mm). Takmer taký istý mesačný úhrn bol v máji 1880 (269 mm). Počas júlovej povodne v roku 1997 dosiahol mesačný úhrn zrážok 246 mm. V poslednom 30-ročí bol najvyšší zrážkový úhrn nameraný v mesiaci september.



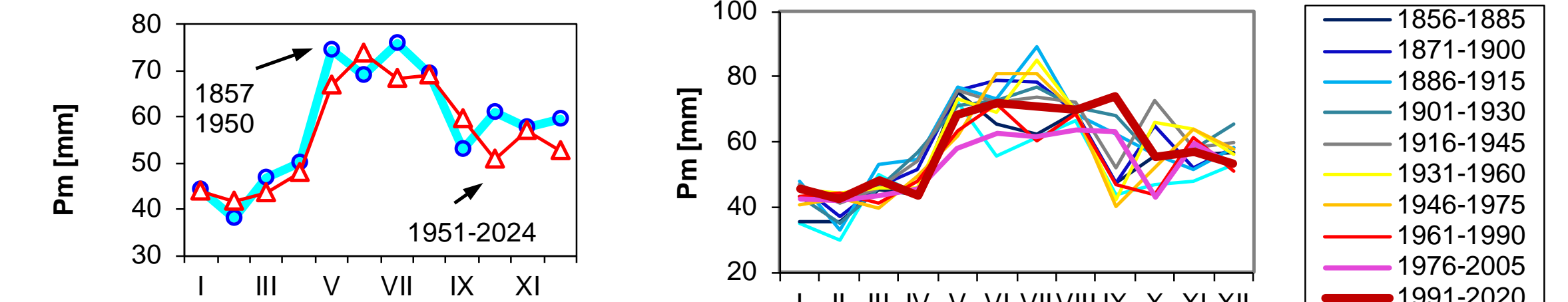
Long-term monthly precipitation 1857-2024.

Course of monthly precipitation, Bratislava, 287 m asl.



Share of the summer-autumn precipitation.

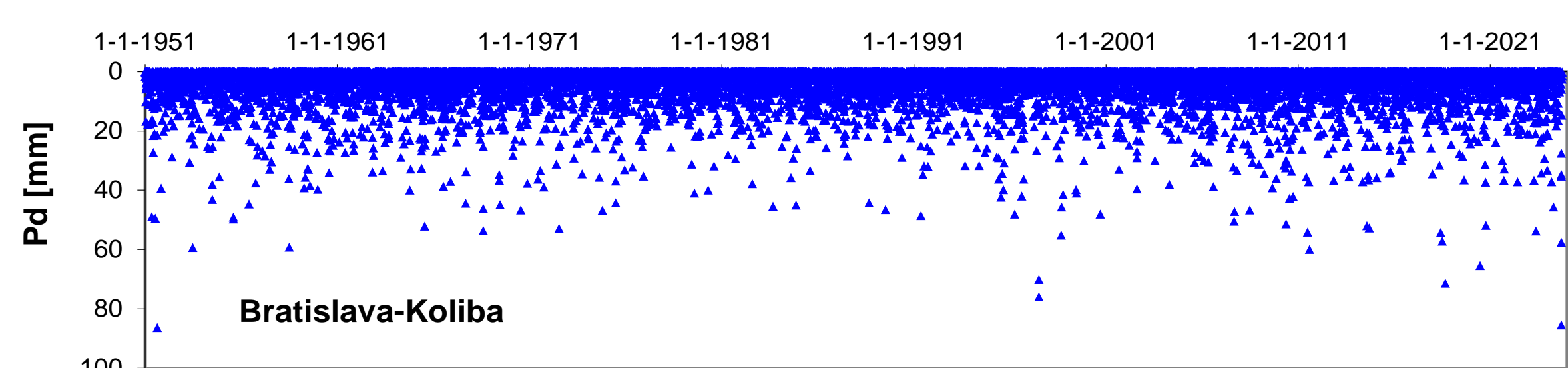
Course of moving averages of seasonal precipitation.



Comparison of the long term monthly precipitations.

30-years averages of monthly precipitations.

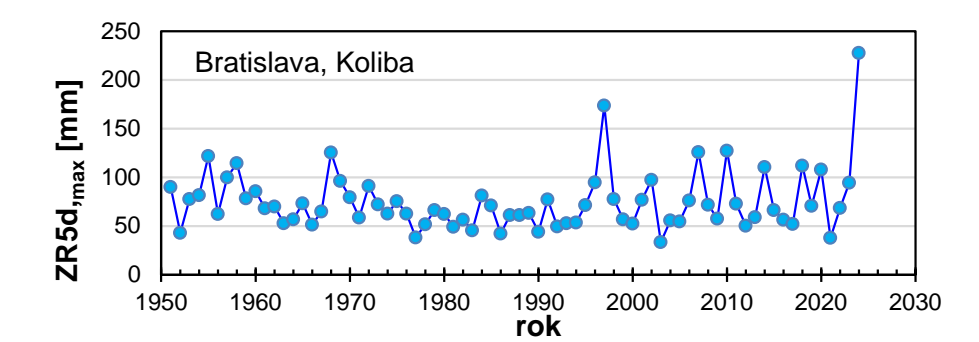
Denné úhrny zrážok, stanica Bratislava: Koliba, 1951-2024



Najvyšší denný úhrn na stanici Bratislava Koliba za obdobie 1951–2024 bol nameraný 16. 8. 1951 (86,4 mm). V septembri 2024 dosiahol 24 hodinový úhrn 14. 9. 85,4 mm. V roku 1997 najvyšší ročný úhrn bol 76 mm dňa 6. 7. 1997.



Za 5 dní od 12. 9. 2024 na stanici M. Javorník spadlo 235,5 mm, na Kolibe 236,4 mm a v Mlynskej doline až 320 mm napriek tomu, že táto stanica má najmenšiu nadmorskú výšku. (V stanici Pernek zrážkový úhrn dosiahol 386 mm.) Na povodie Vydrice po ústie spadlo 263 mm zrážok.

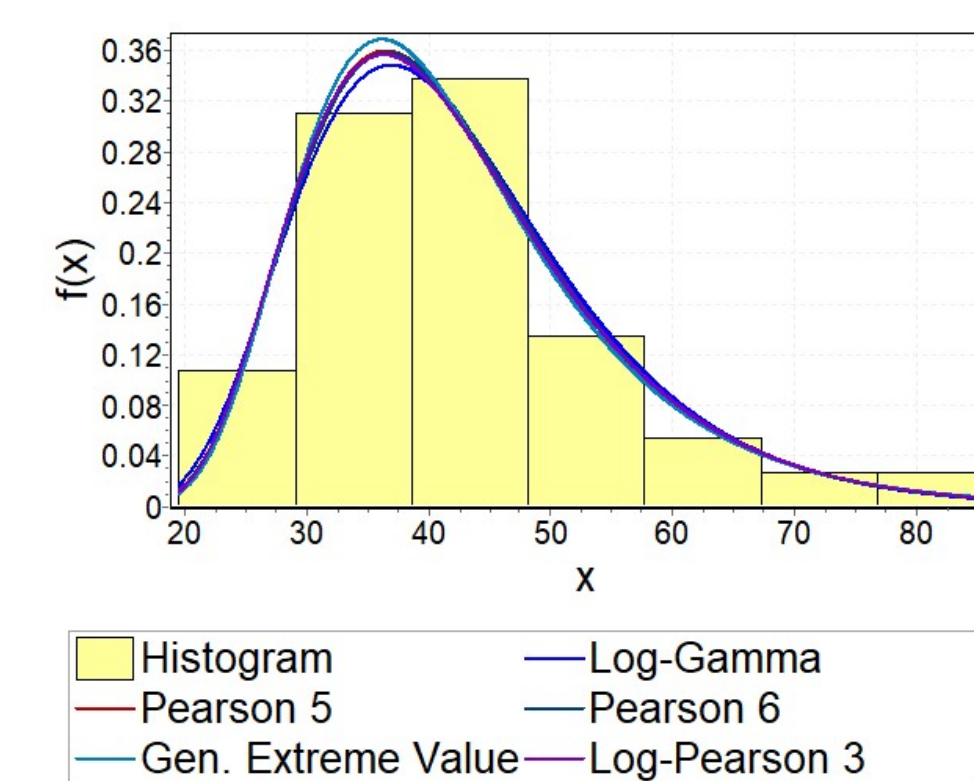


Rad maximálnych 5-denných úhrnov zrážok Bratislava, Koliba, 1951-2024.

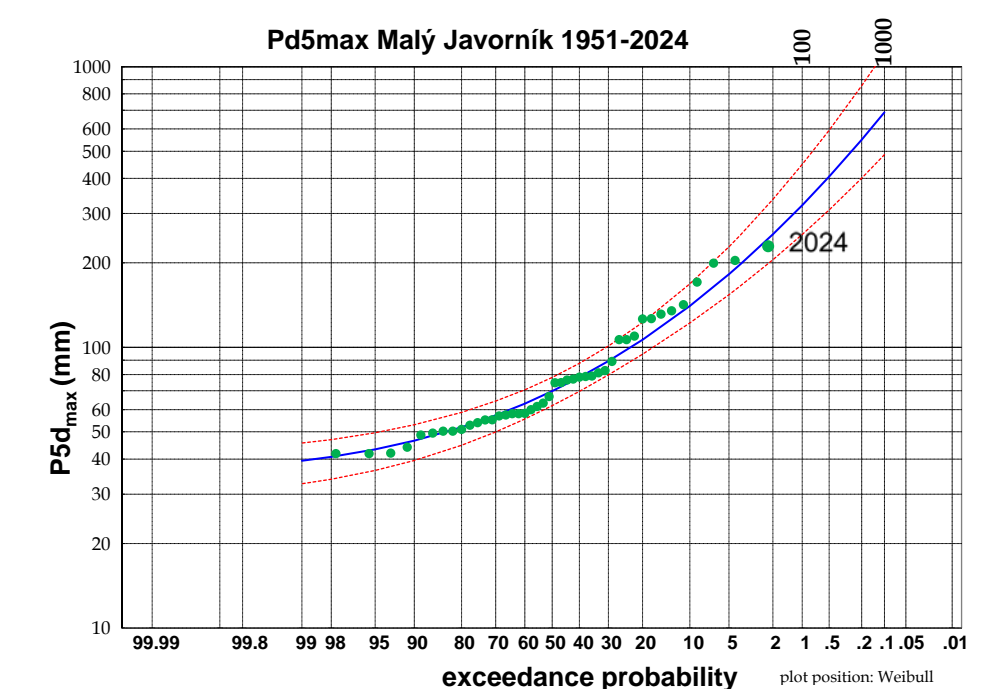
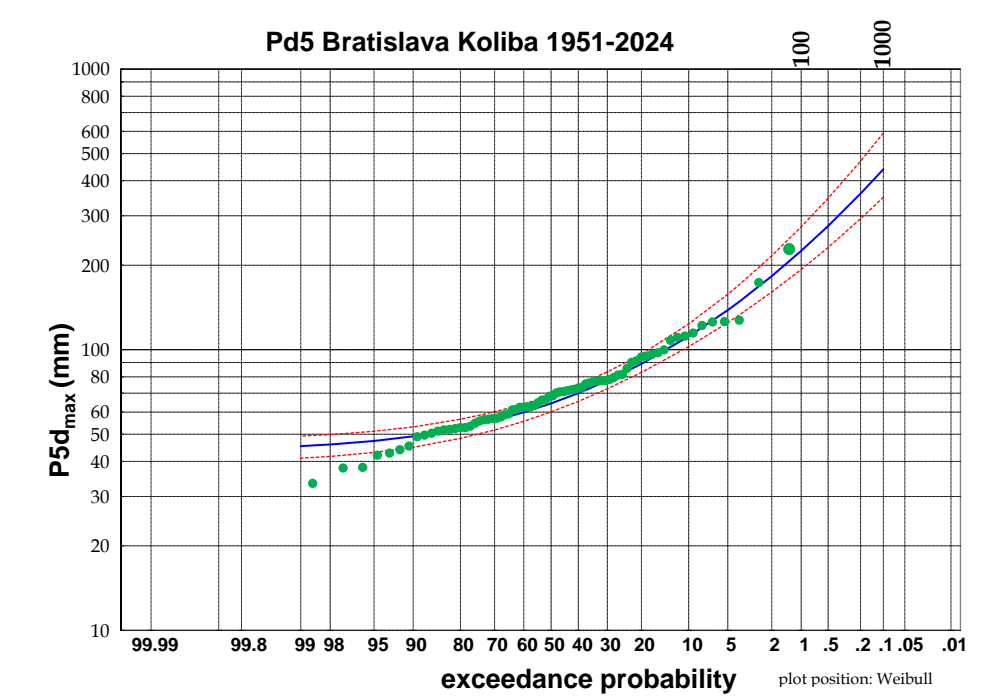
Obr. 1. Schéma povodia potoka Vydrica po zaistenie do Dunaja v Bratislave, vodomerné stanice, meteorologické stanice.

N -ročné 1-, 2-, a 5-denné zrážky ($ZR1d_{max}$, $ZR2d_{max}$, $ZR5d_{max}$)

Pri výbere vhodnej distribučnej funkcie, resp. metódy odhadu jej parametrov sme testovali 29 typov distribučných funkcií (zdola ohraničených, nezáporných). Najlepších 5 rozdelení pre $ZR1d_{max}$ je vykreslených na histograme dole vľavo. Pre odhady N -ročných hodnôt sme vybrali Log-Pearsonovo rozdelenie III. typu (LPIII). Dole vpravo sú prezentované empirické hodnoty a teoretické čiary pre $ZR5d_{max}$ pre stanice Koliba a M. Javorník. Návrhové N -ročné 1- a 5-denné úhrny zrážok sú uvedené v tabuľke 1.



Legend: Histogram, Pearson 5, Gen. Extreme Value, Log-Gamma, Pearson 6, Log-Pearson 3



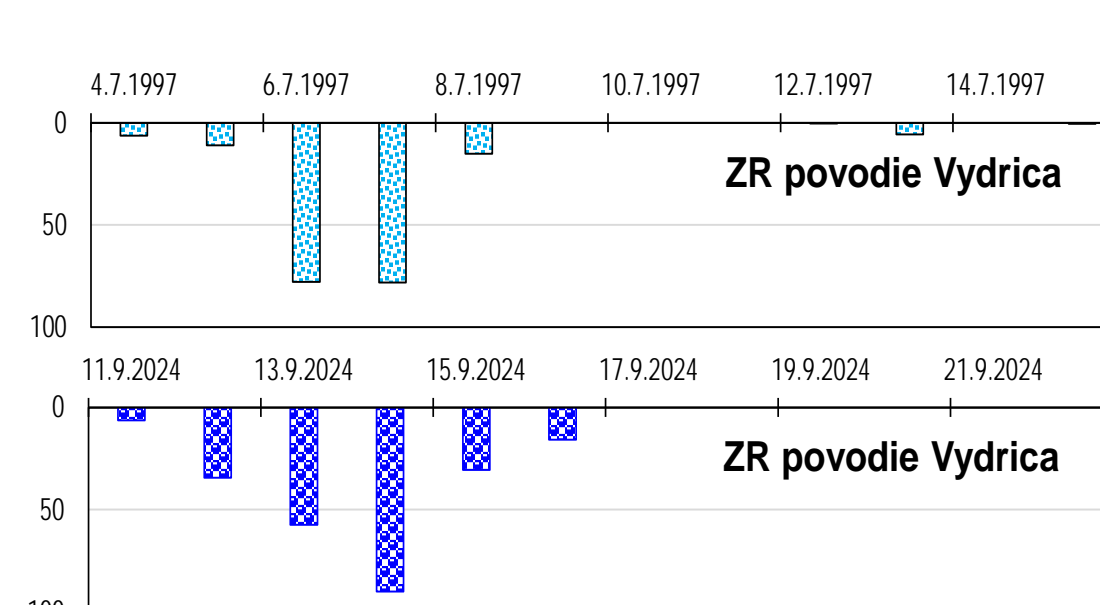
Tab. 1. N -ročné 1- a 5-denné úhrny zrážok 1951/81-2024.

Doba opakovania [roky]	Bratislava Koliba [mm]	Malý Javorník [mm]
500	132	256
200	111	192
100	97	155
50	85	124
25	73	99
20	70	91

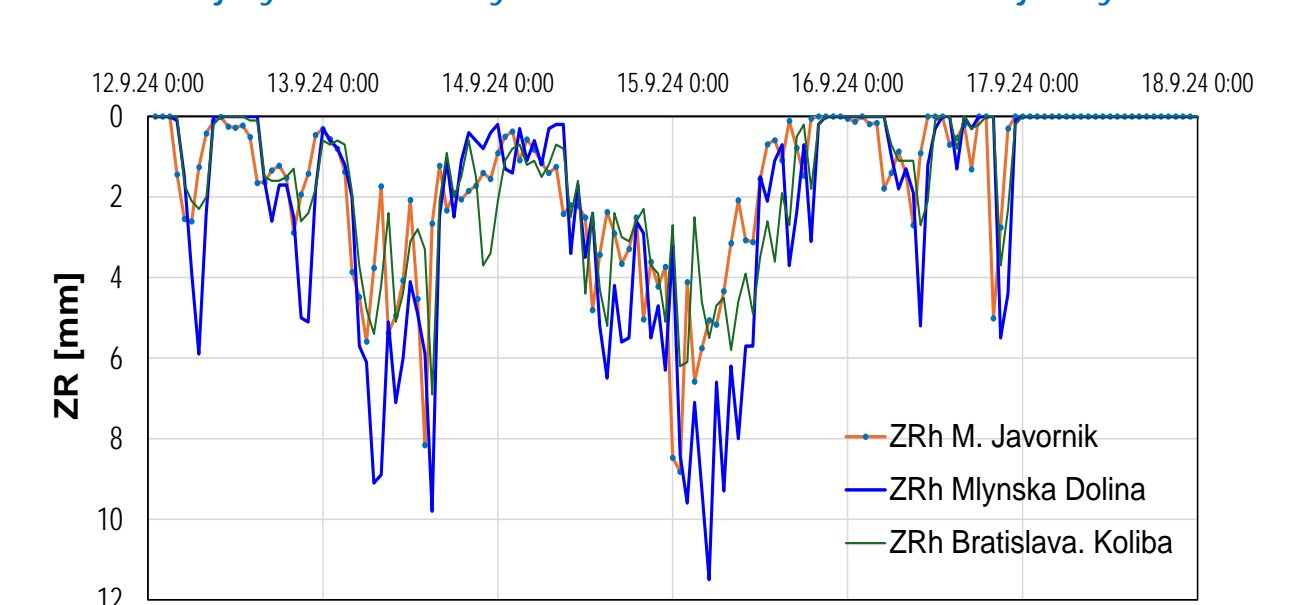
Porovnanie povodňovej vlny z júla 1997 so septembrovou povodňou 2024

Za 8 dní od 4. 7. 1997 na povodie Vydrice po Č. Most spadlo 189,2 mm zrážok, odtoková výška za tieto dni dosiahla 81,4 mm, t.j. Vydricou odtieklo 43% zrážok. Z predbežných výpočtov vyplýva, že v roku 2024 za 8 dní od 11. 9. 2024 na povodie Vydrice po Č. Most spadlo ca 250 mm zrážok.

Najvyššie zrážkové úhrny boli namerané v stanici Mlynská dolina. Dolná západná časť povodia bola najviac postihnutá extrémnymi zrážkami, predovšetkým v ranných hodinách 15.9. 2024. Za 7 hodín spadlo 61,8 mm. Tento prívalový dážď spôsobil povodeň v Zoologickej záhrade ako aj vybreženie Vydrice v oblasti Partizánskej lúky.



Denné úhrny zrážok za 12 dní v júli 1997 a septembri 2024 na povodie



Hodinové úhrny zrážok na staniách Bratislava: Koliba Mlynská Dolina a Malý Javorník od 12.9. do 17.9.2024.

DISKUSIA A ZÁVER

Pri hodnotení vývoja hydrologických a klimatických charakteristik je potrebné venovať pozornosť historickým údajom, hodnotiť jednotlivé udalosti z dostatočného nadhľadu a pozorne separovať dlhodobý trend od cyklickej a náhodnej zložky. Zatiaľ čo v prípade teploty vzduchu môžeme hovoriť o jej raste, v prípade zrážok v oblasti Strednej Európy nie je trend z dlhodobého hľadiska jednoznačný. Extrémny výkyv jedným smerom (suchý rok 2003) býva vyvážený extrémnym ročným úhrnom zrážok (rok 2010).

Päť-denné zrážky na povodie Vydrice počas septembrovej povodne z roku 2024 dosiahli extrémne hodnoty, na úrovni 50- až 200-ročného úhrnu. Extrémne zrážky v ranných hodinách 15. 9. 2024 spôsobili vybreženie potoka Vydrica na viacerých miestach. V profile vodomernej stanice SHMÚ Červený Most voda ostala v koryte s dostatočnou rezervou. Z porovnania povodne z roku 2024 s júlovou povodňou z roku 1997 vyplýva: v roku 2024 boli 8 denné zrážkové úhrny väčšie ako v roku 1997 (ca 189 mm ku 235 mm); 8-denná odtoková výška v roku 2024 bola nižšia (54 mm v roku 2024 a 81 mm v roku 1997); v roku 2024 bol koeficient odtoku iba 0,23, v roku 1997 0,43. Tieto hodnoty sú len predbežné a bude ich potrebné podrobiť ďalšej analýze. Zalesnené povodie Vydrice počas povodne v septembri 2024 veľmi dobre zachytilo extrémnu zrážkovú udalosť. Príčiny vybreženia vody v oblasti Partizánskej lúky a ZOO je potrebné hľadať v extrémnych zrážkach na nasýtené povodie z predchádzajúcich zrážok, zanesenom koryte a nedostatočných prietokových charakteristikách toku.

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa V, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Elthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Slastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnar T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E, 2007. HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. International Journal of Climatology 27: 17-46