

Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava



Úloha 3251-00: Stanovenie hydrologických charakteristík
Vedecko-výskumná úloha

Vedúci úlohy: Ing. Lotta Blaškovičová, PhD.

Čiastková úloha: Hodnotenie hydrologického sucha
Vedecko-výskumná úloha

Časť 2: Hodnotenie zmien a trendov mesačných a ročných prietokov

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Lotta Blaškovičová, PhD.

Bratislava, december 2019

Úloha 3251-00: Stanovenie hydrologických charakteristík

Vedúci úlohy: Ing. Lotta Blaškovičová, PhD.

Čiastková úloha: Hodnotenie hydrologického sucha

Časť: Hodnotenie zmien a trendov mesačných a ročných prietokov

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Lotta Blaškovičová, PhD.

Riešitelia:

Ing. Jeneiová Katarína, PhD.

Ing. Šimor Viliam, PhD.

Ing. Jana Poórová, PhD.

Mgr. Melová Katarína, PhD.

Spoluriešitelia:

RNDr. Podolinská Jana

Ing. Liová Soňa

Ing. Beáta Síčová

Ing. Grohoľ Martin

Ing. Gápelová Viera

Ing. Ľupták Ľudovít

Ing. Lovásová Ľubica

Ing. Magerčák Vladimír

RNDr. Paľušová Zuzana

Obsah

Zoznam symbolov a skratiek	4
Zoznam obrázkov	4
Zoznam tabuliek	7
1. Úvod	8
2. Ciele a metódy	8
3. Zmeny rozdelenia odtoku v roku	12
4.1 Hodnotenie po čiastkových povodiach Slovenska	22
4.2 Sumárne hodnotenie zmien po povodiach	30
5. Plošné hodnotenie zmien v rámci Slovenska	41
6. Záver	61
Literatúra	63

Zoznam symbolov a skratiek

Q_r – priemerný ročný prietok (uvádza sa v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Q_a – dlhodobý priemerný prietok (uvádza sa v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), aj s príslušným obdobím (napr.: $Q_{a-1961-2000}$)

Q_{ma} – dlhodobý priemerný mesačný prietok (uvádza sa v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), konkrétny mesiac aj s príslušným obdobím (napr.: $Q_{ma-8,1961-2000}$)

Q_m – priemerný mesačný prietok (uvádza sa v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), konkrétny mesiac aj s príslušným rokom (napr. $Q_{m 8/2000}$), na niektorých obrázkoch je uvedený ako Q_{mes} .

Q_{Md} – M-denný prietok (uvádza sa v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), aj s príslušným obdobím (napr.: $Q_{Md-1961-2000}$)

VS – vodomerná stanica

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Vodomerné stanice na území SR vybrané na analýzu obdobia 2001-2015

Obr. 2 Vodomerné stanice s neovplyvneným režimom podľa mesiaca výskytu maximálnej dlhodobej hodnoty odtečeného množstva v roku za obdobie 1961-2000

Obr. 3 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000.

Obr. 4 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015

Obr. 5 Porovnanie % odtečeného množstva (W_a) v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015

Obr. 6 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MAREC

Obr. 7 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MAREC

Obr. 8 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci APRÍL

Obr. 9 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci APRÍL

Obr. 10 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MÁJ

Obr. 11 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MÁJ

Obr. 12 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{mes, max}$ Marec.

Obr. 13 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{mes, max}$: Apríl.

Obr. 14 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{mes, max}$: Máj.

Obr. 15 Zmeny rozdelenia odtečeného množstva v období 2001-2015

Obr. 16 Porovnanie odchýlok Q_a za obdobie 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000

- Obr. 17 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac NOVEMBER
- Obr. 18 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac DECEMBER
- Obr. 19 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JANUÁR
- Obr. 20 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac FEBRUÁR
- Obr. 21 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac MAREC
- Obr. 22 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac APRÍL
- Obr. 23 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac MÁJ
- Obr. 24 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JÚN
- Obr. 25 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JÚL
- Obr. 26 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac AUGUST
- Obr. 27 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac SEPTEMBER
- Obr. 28 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac OKTÓBER
- Obr. 29a Rozdiely $Q_a,2001-2015$ voči $Q_a,1961-2000$ (ref.)
- Obr. 29b Trendy Q_r za obdobie 1961-2015
- Obr. 29c Rozdiely $Q_a,2001-2015$ voči $Q_a,1961-2000$ (ref.) a trendy Q_r za obdobie 1961-2015
- Obr. 30a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - november
- Obr. 30b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - november
- Obr. 30c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 – november
- Obr. 31a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - december
- Obr. 31b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 -december
- Obr. 31c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - december
- Obr. 32a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - január
- Obr. 32b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - január
- Obr. 32c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - január
- Obr. 33a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - február
- Obr. 33b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - február
- Obr. 33c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 – február
- Obr. 34a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - marec
- Obr. 34b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - marec
- Obr. 34c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - marec
- Obr. 35a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - apríl
- Obr. 35b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - apríl

Obr. 35c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - apríl

Obr. 36a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - máj

Obr. 36b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - máj

Obr. 36c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - máj

Obr. 37a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - jún

Obr. 37b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - jún

Obr. 37c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - jún

Obr. 38a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - júl

Obr. 38b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - júl

Obr. 38c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - júl

Obr. 39a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - august

Obr. 39b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - august

Obr. 39c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - august

Obr. 40a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - september

Obr. 40b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - september

Obr. 40c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - september

Obr. 41a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - október

Obr. 41b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - október

Obr. 41c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 – október

Obr. 42 Porovnanie mapy zraniteľnosti územia Slovenska s výsledkami analýz (dlhodobé VS)

Obr. 43 Porovnanie mapy zraniteľnosti územia Slovenska s výsledkami analýz (všetky hodnotené VS)

Obr. 44 a 45 Zmeny $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu v mesiaci január (plošný nárast dlhodobých hodnôt) a apríl (pokles) s vyznačením oblastí s identifikovanými významnými trendmi

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Vodomerne stanice s dlhodobým pozorovaním a neovplyvneným režimom.

Tab. 2a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 2b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 3a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 3b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 4a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 4b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 5a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 5b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 6a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 6b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 7a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 7b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 8a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 8b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 9a Zmeny dlhodobých hodnôt (%)

Tab. 9b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 10a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 10b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 11a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 11b Trendy priemerných mesačných prietokov

Tab. 12a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Tab. 12b Trendy priemerných mesačných prietokov

1. Úvod

Sucho, boj o vodu, či snaha o zachovanie kvality vody sú globálne problémy ovplyvňujúce svet. Sú to problémy, ktoré spôsobujú svetové ekonomické výkyvy, problémy podporujúce celosvetovú migráciu obyvateľstva, problémy potravinovej dostupnosti či ťažko kontrolovateľných lesných požiarov. Je najvyšší čas, aby si vodu začali všetci skutočne vážiť a chrániť. Pre históriu, súčasnosť, ale aj budúcnosť platí, že ľudská spoločnosť napreduje najmä tam, kde je vody primerane (Poórová a kol, 2013).

Hodnotenie zmien a trendov mesačných a ročných prietokov nadväzuje na prvú časť čiastkovej úlohy Hodnotenie hydrologického sucha, časť Hodnotenie vodnosti roka a zmien rozdelenia odtoku v roku (ref.).

Režim odtoku v priebehu roka je pre slovenské toky typický zvýšeným jarným odtokom, pričom najvodnejšie mesiace väčšinou súvisia s topením snehu a pre jednotlivé vodomerné stanice preto kalendárny mesiac s maximálnym priemerným prietokom závisí od nadmorskej výšky povodia a jeho fyzicko-geografických podmienok; obvykle sú to mesiace marec až apríl. Minimálne mesačné prietoky sa vyskytujú prevažne v letno-jesennom období, v horských oblastiach sú to zimné mesiace, kedy je voda „uviazaná“ vo forme snehu a ľadu, príp. dochádza aj k zámrazu samotného toku. Rozdielna je aj vyrovnanosť odtoku, čiže pomer medzi najmenším a najväčším priemerným mesačným prietokom v danom profile.

Obdobie rokov 2000 až 2015, je obdobím, v ktorom sme pozorovali výrazné rozdiely a extrémny v hydrologickom režime slovenských tokov. Táto čiastková správa sa venuje jednej z častí celkového hodnotenia, a to hodnoteniu zmien dlhodobých prietokových charakteristík obdobia 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 z pohľadu zmien a trendov v hodnotách dlhodobých priemerných prietokov za obdobie a priemerných mesačných prietokov za uvedené obdobie. Snahou je zhodnotiť obdobie nadväzujúce na aktuálne platné referenčné obdobie a jeho prípadné ovplyvnenie hydrologických charakteristík za obdobie 1961-2015.

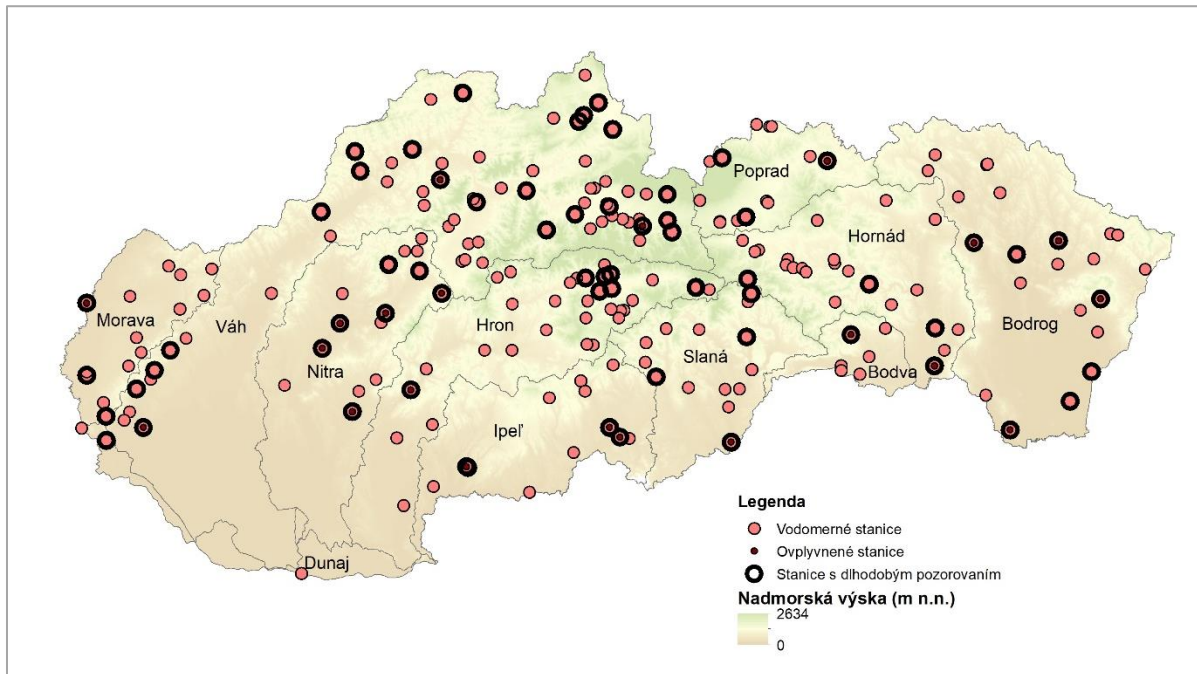
2. Ciele a metódy

Hodnotenie je zamerané na porovnanie aktuálneho ostatného spracovaného 15-ročia 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 z pohľadu zmien dlhodobých charakteristík, konkrétne priemerných prietokov za obdobie (Q_a) a priemerných mesačných prietokov za uvedené obdobie (Q_{ma}). Snahou je zhodnotiť obdobie nadväzujúce na aktuálne platné referenčné obdobie a jeho prípadné ovplyvnenie hydrologických charakteristík za dlhšie (spojené) obdobie 1961-2015. Obdobie 2001-2015 je charakterizované výskytom obidvoch typov extrémov, nakoľko sa v ňom vyskytol hydrologicky mimoriadne vodný rok 2010, ako aj suché obdobia 2011/2012 a 2015.

V tejto časti úlohy sme sa zamerali na hodnotenie mesačných prietokov a ich rozdelenia v období 2001-2015, a to vyhodnotením ich zmien a trendov.

Výber staníc, ktorých údajové rady vstupovali do hodnotenia, je popísaný v prvej čiastkovej správe (1). Výber zohľadňoval najmä nasledovné kritériá: dostatočnú dĺžku pozorovania (prietokové údaje od r. 1961), neovplyvnené alebo málo ovplyvnené prietoky, reprezentatívnosť v rámci čiastkových povodí.

Celkovo bolo pre účely analýz vybraných 216 vodomerných staníc (VS), pričom z dôvodu dostatočného reprezentatívneho pokrytia jednotlivých čiastkových povodí a regiónov boli zaradené aj vodomerné stanice s radom pozorovaní kratším ako od r. 1961 a aj niektoré stanice s ovplyvneným režimom. Pre túto časť hodnotenia boli použité údaje len z dlhodobých staníc (obr. 1), pričom stanice s ovplyvneným režimom sú v hodnoteniach posudzované so zreteľom na túto skutočnosť.



Obr. 1 Vodomerné stanice na území SR vybrané na analýzu obdobia 2001-2015

V hodnotení v kapitole 4 sú v tabuľkách (tab. 2a, 3a,12a) prezentované výsledky analýz rozdielov dlhodobých prietokov pre zvolené obdobie 2001-2015 voči referenčnému obdobiu za celé obdobie, za jednotlivé mesiace hydrologického roka (november až október), v 67 vybraných vodomerných staniciach s dlhodobým radom pozorovaní (min. od r. 1961). Stanice s ovplyvneným hydrologickým režimom sú v tabuľke odlišené červenou farbou písma.

Porovnanie percentuálnej zmeny veľkosti prietokov za hodnotené obdobie voči referenčnému obdobiu je v tabuľkových hodnoteniach farebne zvýraznené nasledovne: Záporná zmena (červená) znázorňuje percentuálny pokles hodnoty, kladná (modrá) nárast hodnoty priemerného mesačného prietoku. Nevýznamné zmeny (do 1%) sú znázornené bielou, rozdiely od 1 do 5% svetlejším odtieňom, hodnoty nad 5% tmavším odtieňom červenej, resp. modrej farby.

V mapových zobrazeniach za jednotlivé mesiace a za hydrologický rok sú zahrnuté hodnotenia z dlhodobých staníc. Na mapách sú v jednotlivých hodnotených profiloch poklesy porovnávaných prietokových hodnôt prezentované červeným trojuholníkom špicom nadol, nárasty modrým trojuholníkom so špicom smerujúcim nahor. Odtiene modrej resp. červenej farby a veľkosti trojuholníkov odpovedajú veľkosti zmien v % nasledovne:



Stanice, ktorých hydrologický režim je čiastočne ovplyvnený ľudskou činnosťou, sú na mapách označené čiernou bodkou v príslušnom trojuholníku.

Na hodnotenie trendov vybraných charakteristík (priemerné ročné prietoky za hydrologické roky, priemerné mesačné prietoky) boli hydrologické údaje spracované a štatisticky analyzované pomocou neparametrického Mann-Kendallového testu, ktorý sa používa na detekciu významných trendov v časových radoch. Výhodou Mann-Kendallovho testu je to, že nie je ovplyvnený aktuálnym rozdelením dát a zároveň je menej citlivý na extrémne hodnoty v časovom rade (Adámyová, 1989). Test je vhodný predovšetkým pre štatistické súbory väčšieho rozsahu, v ktorých sa nachádza viac ako 40 údajov (WMO, 2008). Mann-Kendall test je založený na štatistickej hodnote S, ktorá sa vypočítava porovnaním každých dvoch hodnôt x_i, x_j , ($i > j$) v časovom rade, pričom štatistická hodnota S je daná vzťahom:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(x_i - x_j)$$

kde $\text{sign}(x_i - x_j)$ je:

$$\begin{cases} +1 & \text{ak } x_i - x_j > 0 \\ 0 & \text{ak } x_i - x_j = 0 \\ -1 & \text{ak } x_i - x_j < 0 \end{cases}$$

(Pozn.: sign znamená znamienko - znamienková metóda).

Mann-Kendallová štatistika (Z) vychádza zo štandardného normálneho rozdelenia a je daná nasledovným vzťahom:

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\sigma_s}} & \text{ak } S > 0 \\ 0 & \text{ak } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\sigma_s}} & \text{ak } S < 0 \end{cases}$$

kde:

σ_s – predstavuje rozptyl a je definovaný ako:

$$\sigma_s = n \cdot (n - 1) \cdot (2n + 5) / 18$$

kde:

n – je počet hodnôt v časovom rade.

Hypotéza H_0 - žiadny trend, je prijatá, ak platí: $Z < Z_{\alpha/2}$ alebo zamietnutá, ak platí, že $Z > Z_{\alpha/2}$, tzn. existuje významný trend prietokov. Hladina významnosti je zvolená ako $\alpha = 0,05$ a $Z_{\alpha/2}$ je hodnota funkcie normálneho rozdelenia, v tomto prípade $Z_{\alpha/2} = 1,95996$.



Znamienko štatistiky Z udáva, či tento trend je rastúci ($Z > 0$) alebo klesajúci ($Z < 0$), pričom odhad veľkosti získaných trendov nie je možné určiť týmto testom (Santos et al., 2007).

Na základe vypočítanej Mann - Kendallovej štatistiky Z sa určí stupeň významnosti trendu na danom časovom rade podľa percentuálnej významnosti.

V tabuľkách (2b, 3b, ...12b) v kapitole 4 sa hodnotí významnosť trendov priemerných a minimálnych mesačných ako aj ročných prietokov vo vybraných vodomerných staniách (VS) za jednotlivé obdobia. Pri určovaní jednotlivých významností trendu, jeho rastu a poklesu hodnotíme iba významnosť na hladine 95 % (pokiaľ bola v VS zaznamenaná, považujeme trend za významný), ktorá sa používa vo väčšine štatistických úloh. Trendy, ktoré sa vyskytli na nižšej hladine významnosti (85% alebo 90%), označujeme v neskoršom mapovom zhodnotení tejto práce za nevýznamný.

V tabuľkách používame nasledovné farebné označenie trendov:

LEGENDA:

-  - rastúci trend
-  - klesajúci trend

áno – trend je na danej hladine významnosti.

nie – trend nie je na danej hladine významnosti.

Hodnotili sme rady priemerných ročných prietokov za hydrologické roky (hydrologický rok predstavuje obdobie 1. november až 31. október) a rady priemerných mesačných prietokov za jednotlivé kalendárne mesiace za obdobie 1961-2015. Celkovo boli trendy hodnotené v 65 vodomerných staniách s dlhodobým pozorovaním (1 v povodí Bodva, 8 v povodí Bodrog, 2 v povodí Dunaj, 4 v povodí Hornád, 4 v povodí Ipeľ, 2 v povodí Morava, 7 v povodí Nitra, 3 v povodí Dunajec a Poprad, 7 v povodí Hron, 4 v povodí Slaná a 23 v povodí Váh (pozn. Váh bol hodnotený v sub-povodiach Nitra, Váh a Malý Dunaj, pričom sub-povodie Malý Dunaj je zastúpené tokmi stekajúcimi z východných svahov Malých Karpát).

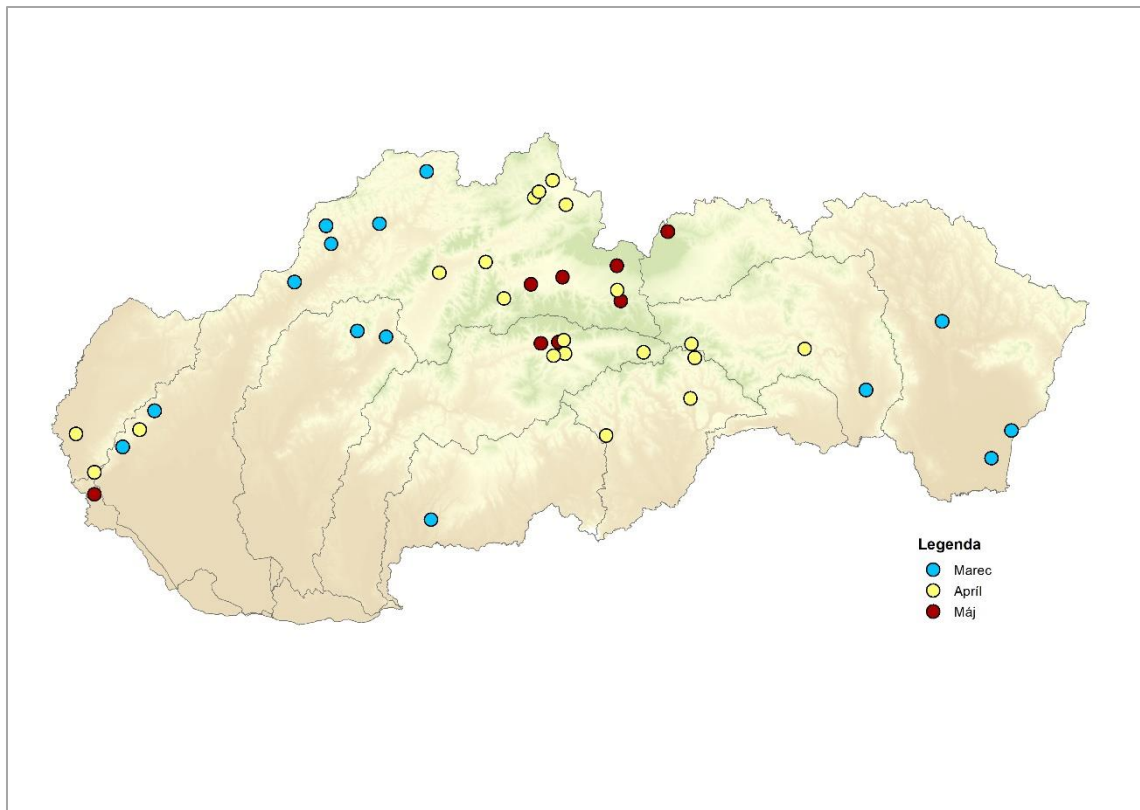
3. Zmeny rozdelenia odtoku v roku

Zmeny rozdelenia odtoku v roku sme skúmali v 42 vodomerných staniciach s neovplyvneným režimom a dlhodobým pozorovaním minimálne od roku 1961. V tabuľke 1 aj na mape (obr. 2) sú stanice farebne odlíšené podľa obdobia výskytu maximálneho odtoku v roku (marec, apríl alebo máj).

Tab. 1 Vodomerné stanice s dlhodobým pozorovaním a neovplyvneným režimom.

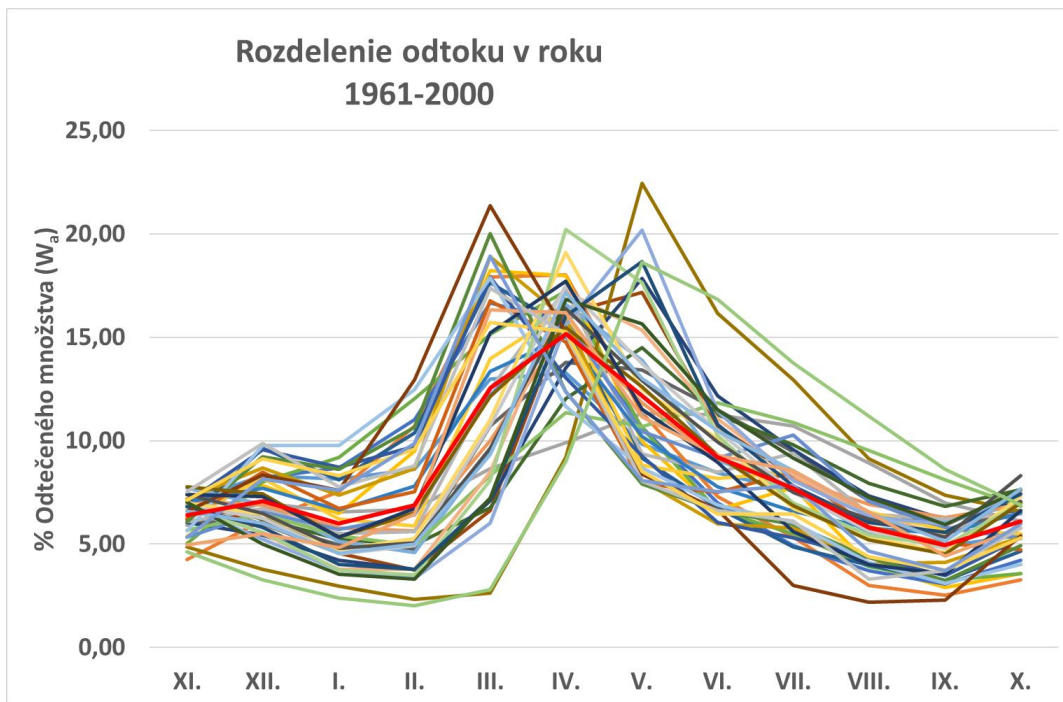
Por. čís.	Stanica	Tok	DB čís.	rkm	Povodie
SPOLU					
1	Láb	Močiarka	5100	1,4	M
2	Spariská	Vydrica	5130	11,5	D
3	Bratislava	Dunaj	5140	1868,8	D
4	Pezinok	Blatina	5160	8,9	W
5	Horné Orešany	Parná	5250	26,8	W
6	Píla	Gidra	5260	33,3	W
7	Nedožery	Nitra	6540	148,9	N
8	Liešťany	Nitrica	6620	31,8	N
9	Čierny Váh	Ipoltica	5310	0,1	V
10	Východná	Biely Váh	5330	10,2	V
11	Podbanské	Belá	5400	21,4	V
12	Liptovský Mikuláš	Váh	5550	346,6	V
13	Partizánska Lupča	Lupčianka	5730	5,5	V
14	Podsuchá	Revúca	5740	11,2	V
15	Lubochňa	Lubochnianka	5790	0,3	V
16	Lokca	Biela Orava	5800	3,8	V
17	Oravská Jasenica	Veselianka	5810	1,0	V
18	Zubrohlava	Polhoranka	5820	1,6	V
19	Trstená	Oravica	5840	4,3	V
20	Marín	Turiec	6130	6,9	V
21	Čadca	Kysuca	6180	29,2	V
22	Bytča	Petrovička	6360	1,9	V
23	Vydrná	Petrinovec	6390	2,4	V
24	Dohňany	Biela voda	6400	4,0	V
25	Horné Srnie	Vlára	6450	4,6	V
26	Zlatno	Hron	6950	263,1	R
27	Brezno	Hron	7015	223,3	R
28	Hronec	Čierny Hron	7045	2,4	R
29	Bystrá	Bystrianka	7060	7,0	R
30	Mýto p. Ďumbierom	Štiavnička	7065	2,9	R
31	Dolná Lehota	Vajskovský potok	7070	2,7	R
32	Plášťovce	Litava	7600	0,9	I
33	Dobšiná	Dobšinský potok	7660	3,4	S
34	Štítnik	Štítnik	7730	13,8	S
35	Lehota nad Rimavicou	Rimavica	7860	2,9	S
36	Stratená	Hnilec	8530	75,5	H
37	Jaklovce	Hnilec	8560	3,0	H
38	Košické Oľšany	Torysa	8870	13,0	H
39	Lekárovce	Uh	9320	16,6	B
40	Veľké Kapušany	Latorica	9410	21,2	B
41	Jasenovce	Oľka	9620	6,6	B
42	Ždiar, Podspády	Javorinka	7930	5,2	P

	W _{mes, max} : Marec
	W _{mes, max} : Apríl.
	W _{mes, max} : Máj

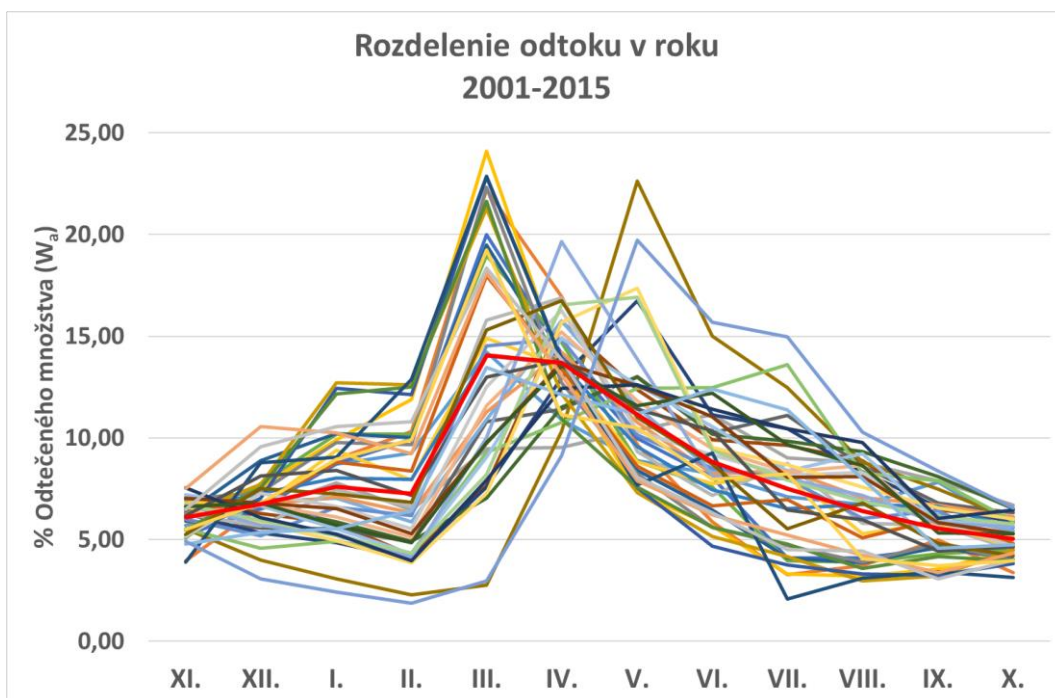


Obr. 2 Vodomerné stanice s neopplyvneným režimom podľa mesiaca výskytu maximálnej dlhodobej hodnoty odtečeného množstva v roku za obdobie 1961-2000

Na obr. 3 je uvedené rozdelenie odtoku v roku v jednotlivých staniach vyjadrené v % odtečeného množstva (W_a) za obdobie 1961-2000 a na obr. 4 rozdelenie odtoku v roku v jednotlivých staniach vyjadrené % odtečeného množstva (W_a) za obdobie 2001-2015. Červenou čiarou v obidvoch obrázkoch je uvedený priebeh priemernej hodnoty odtečeného množstva za uvedené obdobie v jednotlivých mesiacoch.



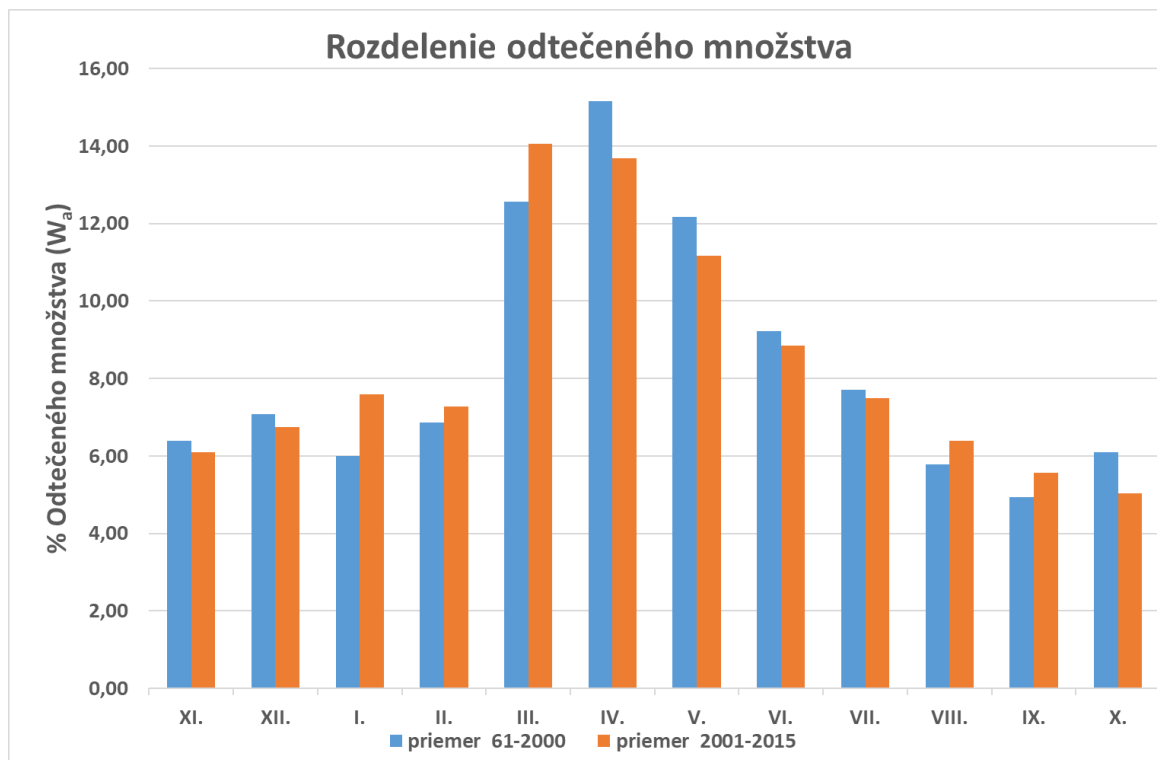
Obr. 3 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000.



Obr. 4 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015

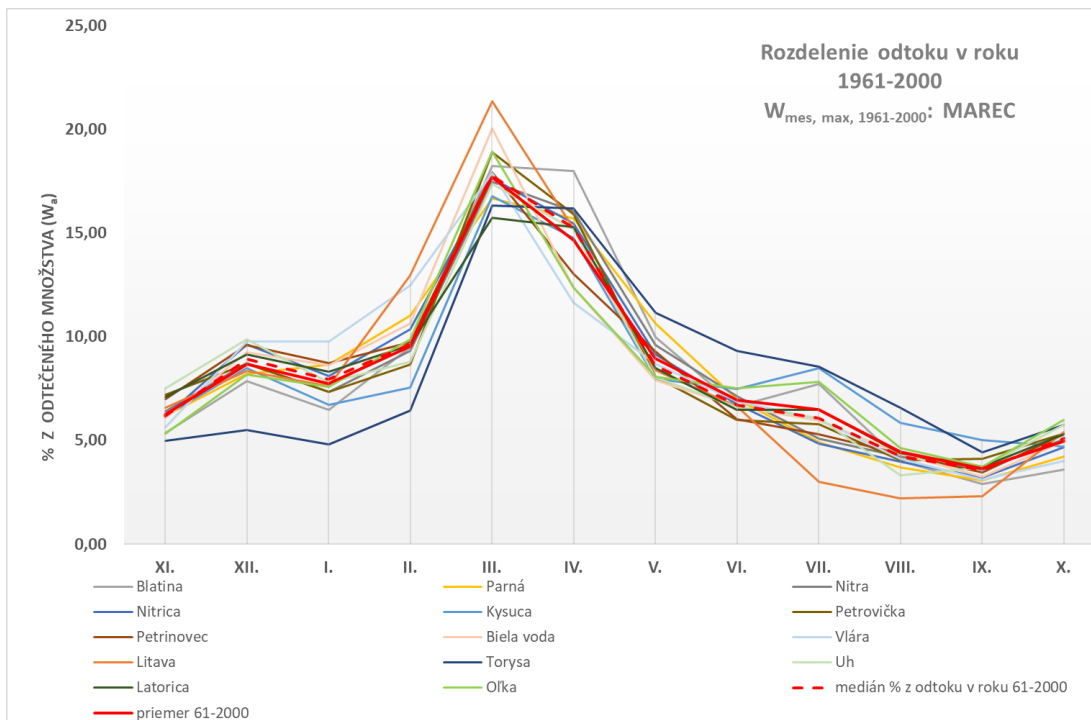
Z obr. 3 a 4 je zrejmé, že rozdelenie odtečeného množstva je rôzne, viditeľné sú 3 výrazné maximá $W_{mes, max}$ v priebehoch mesačných hodnôt, a to v mesiacoch marec, apríl a máj. V tab. 1 a na obr. 2 sú stanice farebne odlišené podľa tohto kritéria, za referenčné obdobie 1961-2000. Zároveň priebehy jednotlivých čiar na obr. 3 a obr. 4 ukazujú nielen veľkú rôznorodosť rozdelenia odtečeného množstva na jednotlivých tokoch a profiloch, ale indikujú aj rozdiel rozdelenia odtečeného množstva na jednotlivých tokoch a profiloch v období 2001-2015 oproti referenčnému obdobiu.

Rozdiel obdobia 2001-2015 oproti referenčnému obdobiu 1961-2000 naznačuje na obr. 3 a 4 priebeh červených čiar, reprezentujúcich priemerné hodnoty rozdelenia odtečeného množstva na jednotlivých tokoch a profiloch. Porovnanie ich hodnôt môžeme vidieť na obr. 5.

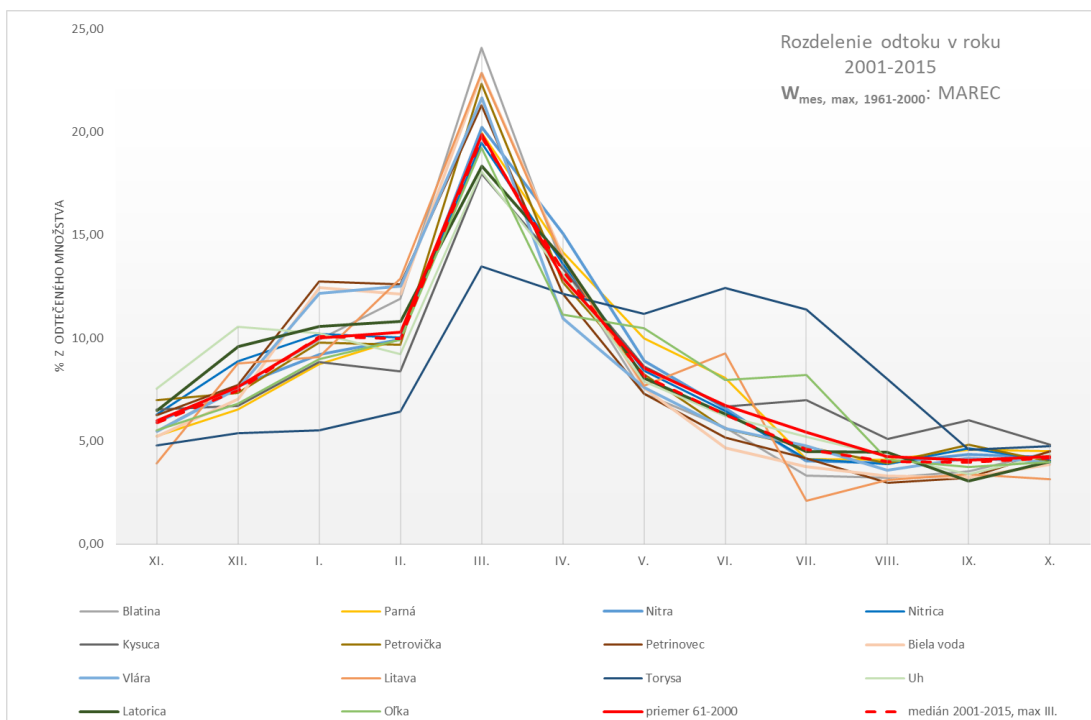


Obr. 5 Porovnanie % odtečeného množstva (W_a) v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015

Obr. 5 naznačuje zmeny v rozdelení odtečeného množstva v roku za obdobie 2001-2015 v porovnaní s referenčným obdobím 1961-2000 (priemerné percentuálne hodnoty z hodnotených staníc), a to vo všetkých mesiacoch. Nakoľko tieto zmeny sú pomerne významné, je potrebné sa pozrieť na jednotlivé priebehy podrobnejšie. Už vyššie sme spomínali, že rozdelenie odtečeného množstva je v rámci Slovenska rôzne a viditeľné sú 3 výrazné maximá, a to v mesiacoch marec, apríl a máj. Na obr. 6 až 11 sú znázornené jednotlivé priebehy podľa mesiaca výskytu maximálnej hodnoty odtečeného množstva za obdobie 1961-2000 a 2001-2015. Opäť je v jednotlivých obrázkoch červenou čiarou vykreslený priebeh priemerných hodnôt a červenou čiarkovanou čiarou je doplnený aj priebeh hodnôt mediánu za jednotlivé mesiace.

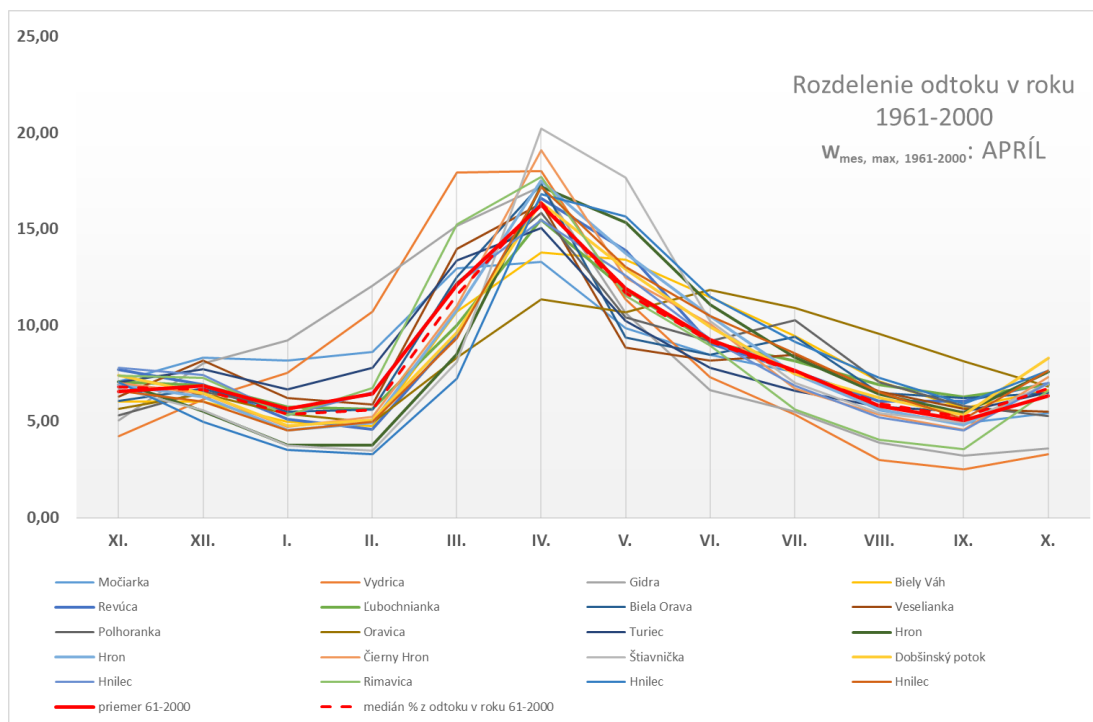


Obr. 6 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MAREC

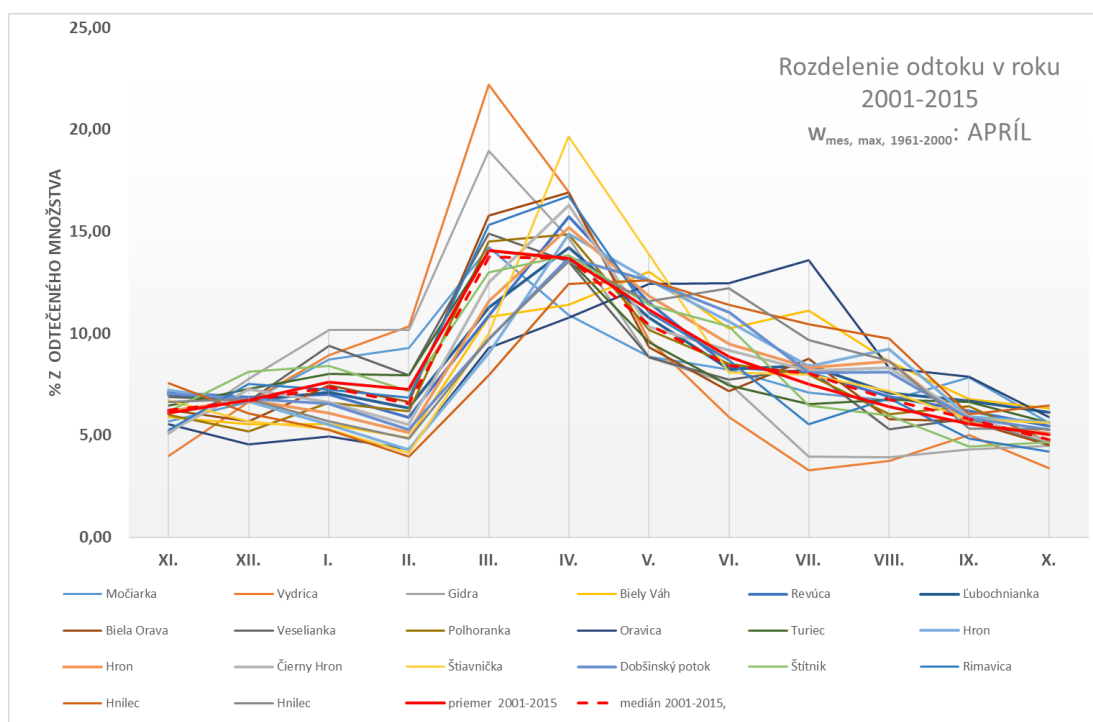


Obr. 7 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{mes, max, 1961-2000}$ s maximom v mesiaci MAREC

V hodnotených staniach s najväčším mesačným odtokom v marci vidíme v období 2001-2015 oproti referenčnému obdobiu najmä v tom, že kým v referenčnom období mali mnohé z týchto staníc podružné vyššie hodnoty aj v apríli, v období 2001-2015 je maximálny odtok viac sústredený v marci. Taktiež môžeme pozorovať zvýšený odtok v januári.

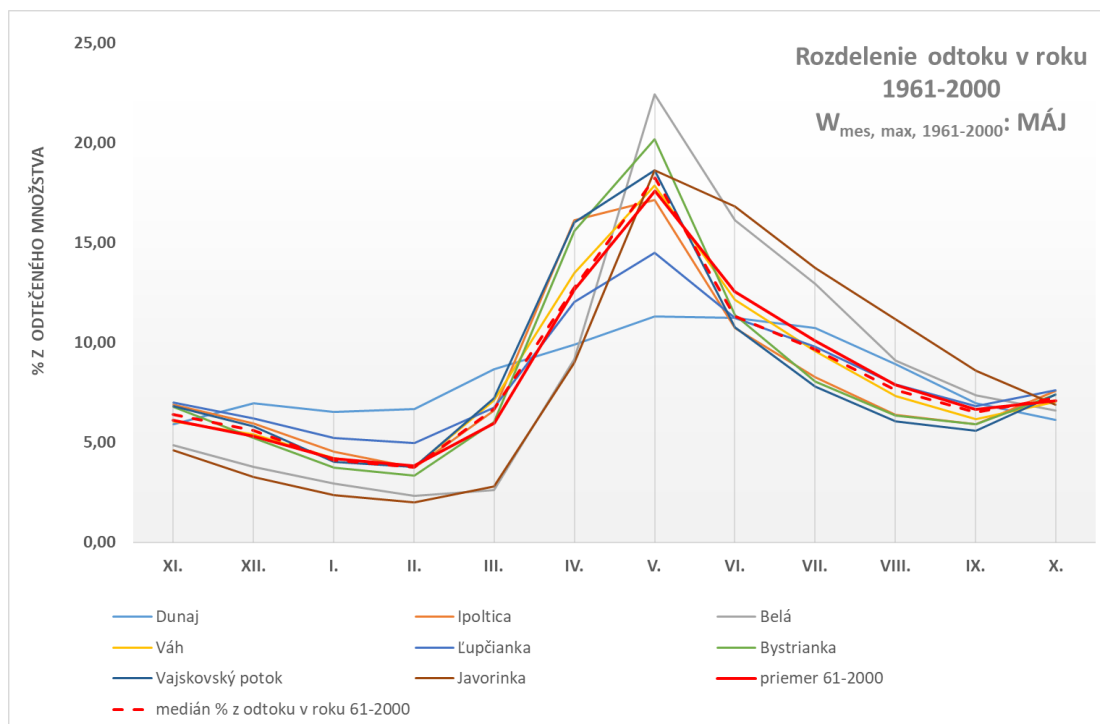


Obr. 8 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{\text{mes, max, 1961-2000}}$ s maximom v mesiaci APRÍL

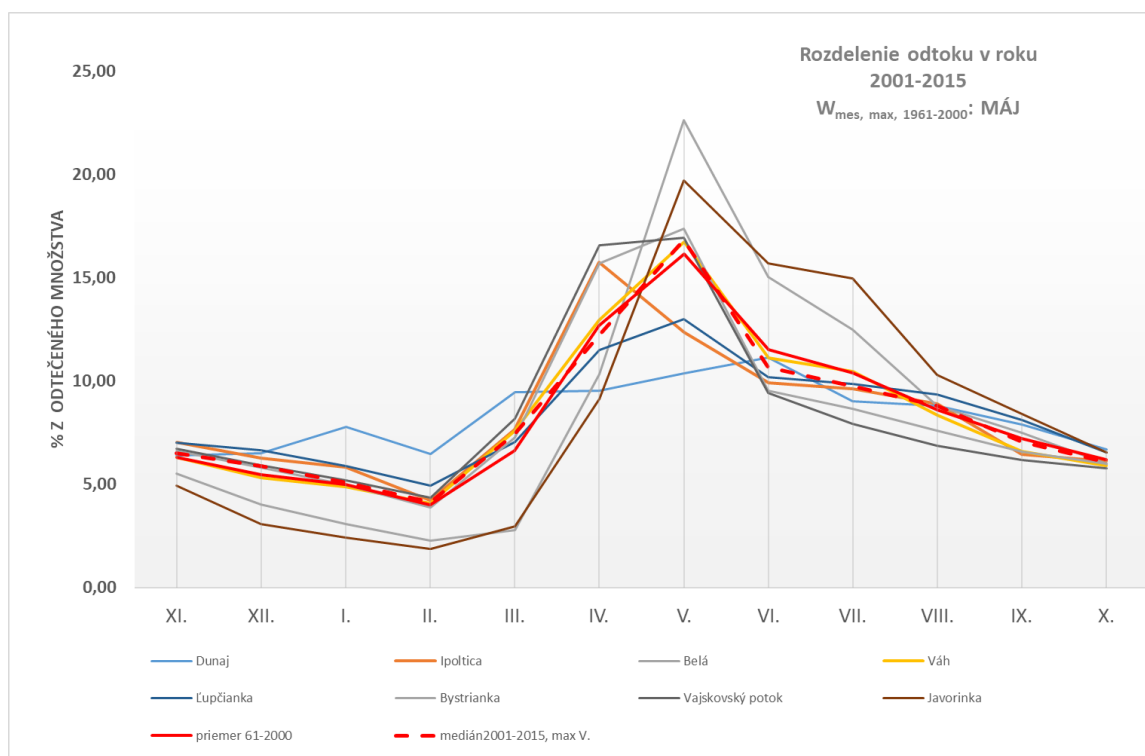


Obr. 9 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{\text{mes, max, 1961-2000}}$ s maximom v mesiaci APRÍL

V staniciach, ktoré mali v referenčnom období najväčší odtok v apríli, môžeme v hodnotenom období u časti staníc vidieť zmenu – maximálny odtok sa presunul do marca. Aj tu je badateľné zvýšenie odtoku v januári.



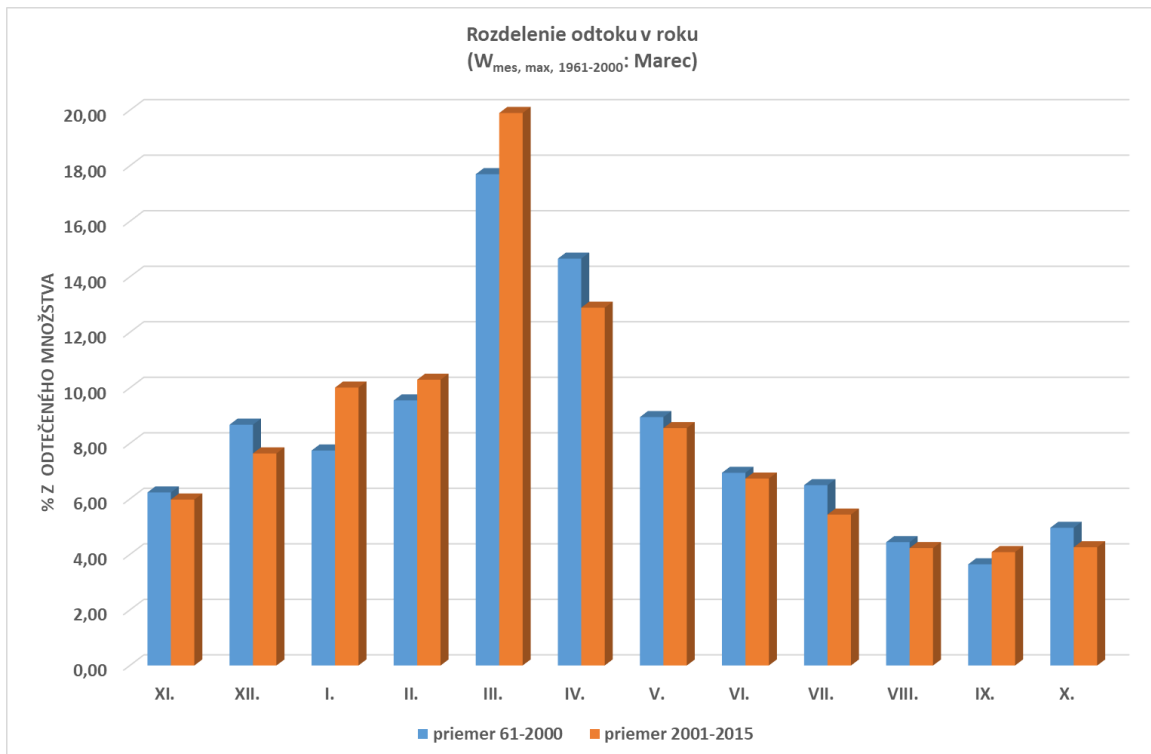
Obr. 10 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 1961-2000, vodomerné stanice s $W_{\text{mes, max, 1961-2000}}$ s maximom v mesiaci MÁJ



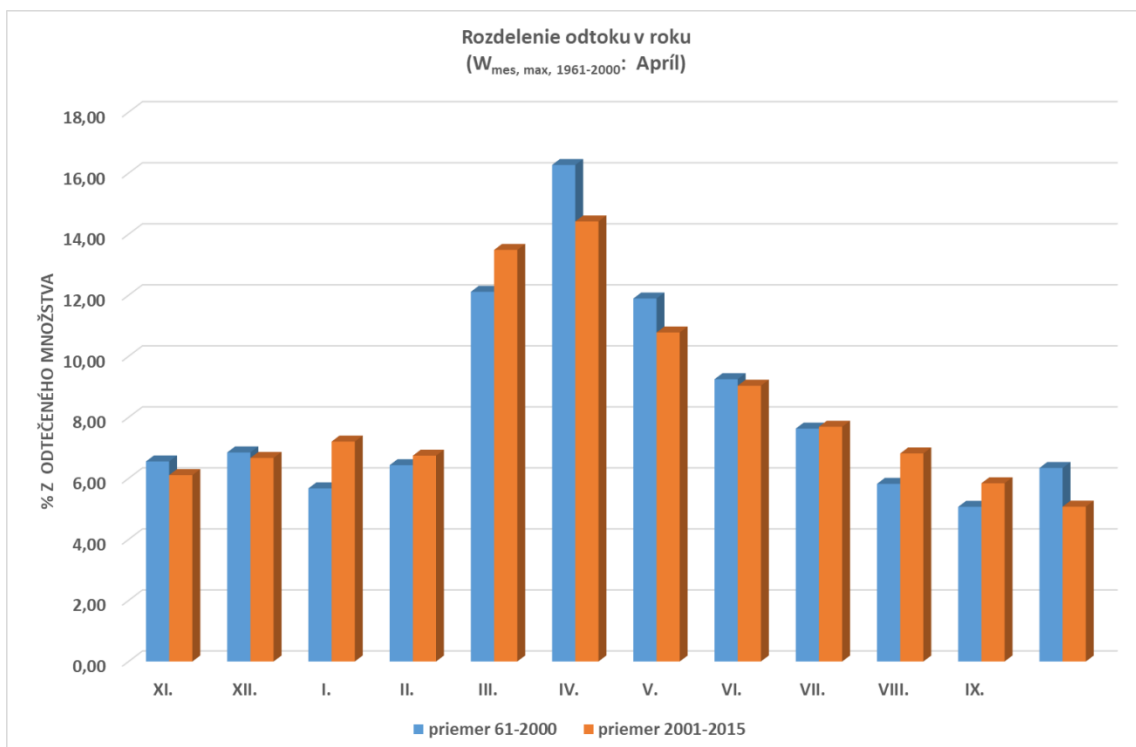
Obr. 11 Rozdelenie odtoku v roku za obdobie 2001-2015, vodomerné stanice s $W_{\text{mes, max, 1961-2000}}$ s maximom v mesiaci MÁJ

V staniciach, ktoré mali v referenčnom období maximálny odtok v máji (zväčša ide o toky z horských oblastí a aj samotný tok Dunaja) došlo tiež k určitému prerozdeleniu odtokov – zníženie celkového odtoku v máji, nárast v marci.

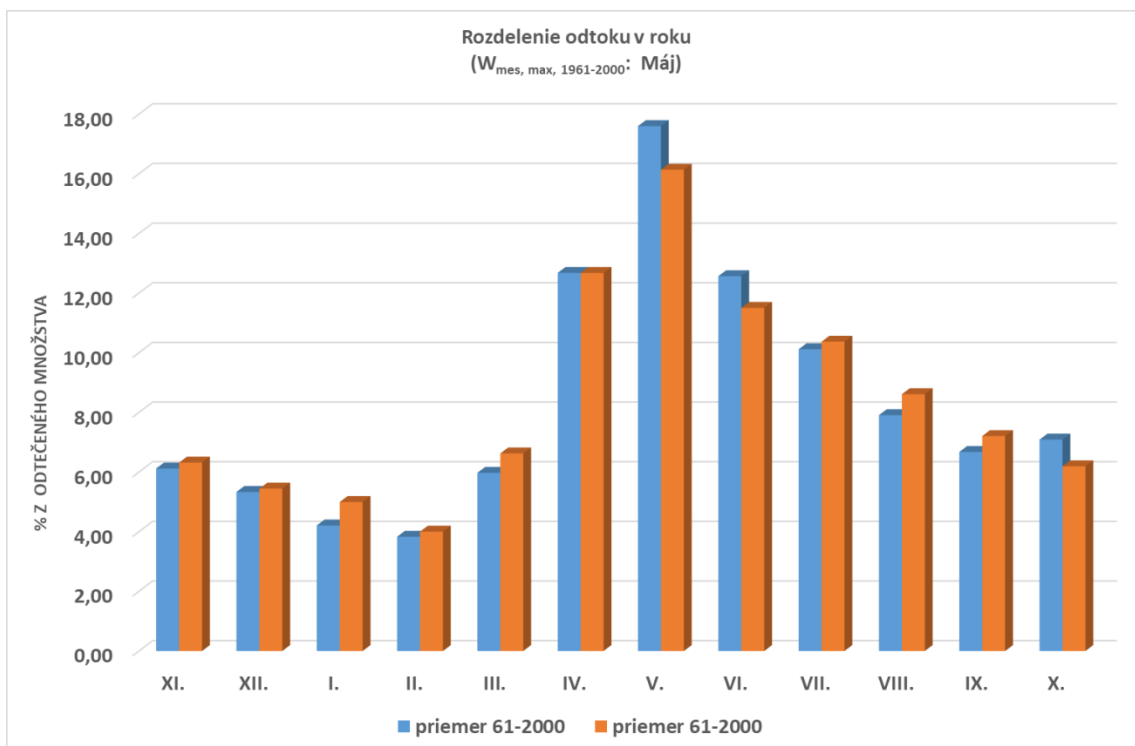
Grafické porovnanie priemerov za jednotlivé obdobia a za jednotlivé kritérium ($W_{\text{mes, max, 1961-2000}}$) je uvedené na obr. 12. až 14.



Obr. 12 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{\text{mes, max}}$ Marec.

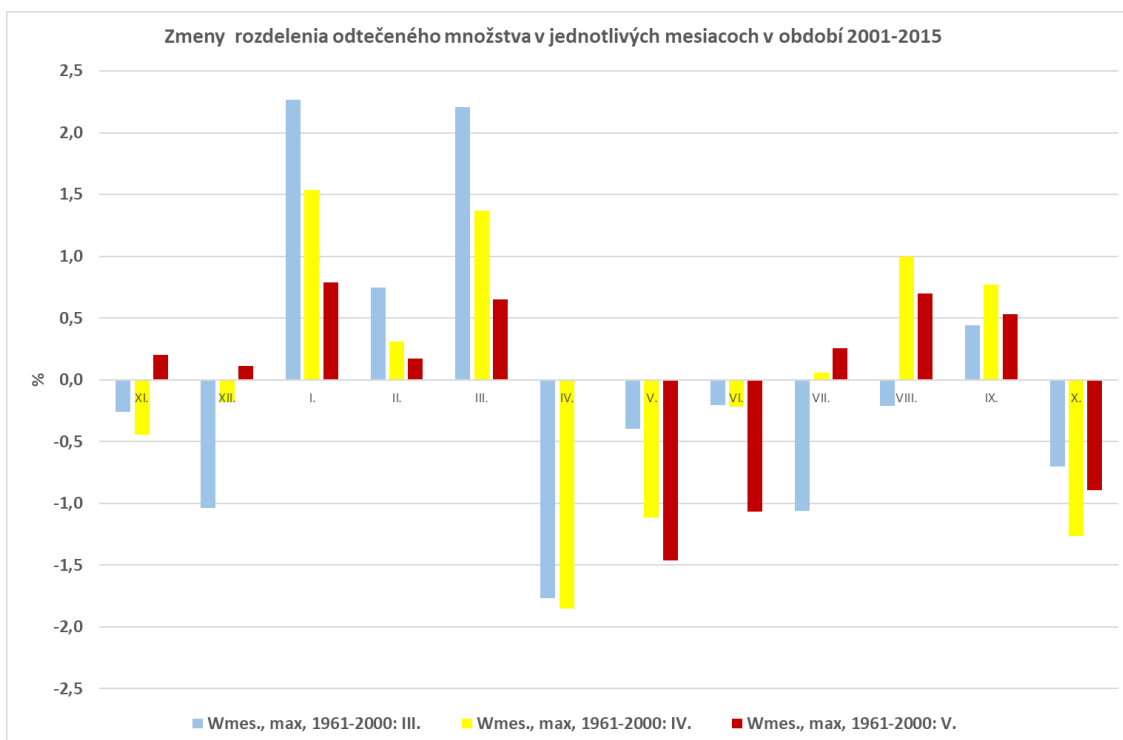


Obr. 13 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{\text{mes, max}}$: Apríl.



Obr. 14 Priebeh odtečeného množstva v obdobiach 1961-2000 a 2001-2015 pre $W_{mes, max}$: Máj.

Výsledné vyhodnotenie zmien rozdelenia priemerov odtečeného množstva obdobia 2001-2015 je uvedené na obr. 15.



Obr. 15 Zmeny rozdelenia odtečeného množstva v období 2001-2015

Grafické zhodnotenie priemerov, t.j. na základe priemerných relatívnych hodnôt z hodnotených staníc, je iba indikatívne, ale naznačuje zmeny v rozdelení odtoku v roku. Najvýraznejšie sa prejavuje nárast v zimných mesiacoch (január až marec), pokles v jarných mesiacoch (apríl až jún). Na hodnotenie významnosti týchto zmien sa v ďalších analýzach sústreďujeme na posúdenie zmien v jednotlivých hodnotených staniach, čiastkových povodiach a regiónoch.

4.1 Hodnotenie po čiastkových povodiach Slovenska

V tejto časti sme hodnotili zmeny dlhodobých hodnôt priemerných mesačných prietokov ($Q_{ma,2001-2015}$) a dlhodobých prietokov ($Q_{a,2001-2015}$) obdobia 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 (tab. 2a, 3a ...12a) a trendy týchto charakteristík za obdobie 1961 – 2015 (tab. 2b, 3b ... 12b). Červenou farbou písma sú označené stanice s ovplyvnením prietoku. Percentuálne odchýlky od hodnôt za referenčné obdobie sú odlišené farebným podfarbením buniek nasledovne: záporná zmena (oranžová) znázorňuje percentuálny pokles hodnoty, kladná (modrá) nárast hodnoty priemerného mesačného/dlhodobého prietoku. Nevýznamné zmeny (do 1%) sú znázornené bielou, rozdiely od 1 do 5% svetlejšim odtieňom, hodnoty nad 5% tmavším odtieňom oranžovej, resp. modrej farby.

Trendy zaznamenané na 95% hladine významnosti sú zvýraznené červenou (klesajúci trend) alebo modrou (rastúci trend) farbou bunky.

Povodie Morava:

Tab. 2a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Moravský Ján	M	-5,19	-2,61	-19,44	11,17	-6,16	3,42	-9,01	-12,51	-13,88	-23,79	-7,52	17,81	8,27
Láb	M	-27,76	-41,73	-42,34	-22,63	-22,28	-20,68	-40,70	-34,79	-29,60	-32,18	-12,88	15,39	-25,68

V skúmaných staniciach povodia Moravy (Tab. 4.1), Moravský Ján (Morava, ovplyvnená stanica) a Láb (Močiarka), nastal pokles $Q_{a,2001-2015}$ voči referenčnej hodnote 1961-2000. Výraznejší pokles nastal v stanici Láb (5100) o 27,76%.

V povodí Moravy nastal mierny nárast hodnoty dlhodobého priemerného mesačného prietoku pre obe pozorované stanice v mesiaci september. V stanici Moravský Ján (ovpl.) nastal nárast aj v mesiacoch január, marec a október. Pokles hodnoty dlhodobého priemerného mesačného prietoku voči referenčnej hodnote bol v stanici Láb - Močiarka pozorovaný vo všetkých mesiacoch okrem septembra, najvýraznejší pokles bol v apríli, novembri a decembri (o viac ako 40%).

Tab. 2b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB ě	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Moravský Ján	Morava	5040	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0
Láb	Močiarka	5100	-3	-3	-3	0	0	-3	-3	0	0	-3	0	-3	-3

V hodnotení trendov bol v stanici Láb vyhodnotený klesajúci trend pri priemerných ročných prietokoch ako aj v mesačných prietokoch vo všetkých mesiacoch okrem letných (jún, júl a august). V stanici Moravský Ján – Morava (ovpl.) bol klesajúci trend vyhodnotený v mesiacoch máj, jún.

Povodie Dunaj:

Tab. 3a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Spanská	D	-6,68	-12,50	0,51	10,90	-10,11	15,53	-12,21	-20,57	-24,66	-42,49	15,60	85,46	-3,85
Bratislava	D	-1,06	7,02	-7,88	17,65	-4,61	8,05	-4,74	-9,33	-2,02	-16,91	-2,44	11,77	7,97

V čiastkovom povodí Dunaj hodnotíme dve vodomerné stanice (VS) Spariská - Vydrica a Bratislava - Dunaj, ktoré majú odlišnú hydrológiu. Dunaj ako rádovo niekoľkonásobne väčší tok, ktorý priteká z iného územia, nereprezentuje odtokové pomery slovenského územia. V oboch staniách pozorujeme pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu 1961-2000, pričom percentuálne väčší pokles je na toku Vydrica (o 6,68%).

Nárast hodnoty $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnej hodnote sa na Vydrici prejavil v mesiacoch január, marec, august a september (najvýraznejší nárast v septembri o 85,5%). Na Dunaji sa nárast $Q_{ma,2001-2015}$ prejavil v mesiacoch november, január, marec, september a október, najvýraznejšie v januári (nárast o 17,65 %) a v septembri (o 11,77 %).

Pokles $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu bol zaznamenaný u oboch staníc v mesiacoch február, apríl až júl (výraznejšie v júli a v máji; na Vydrici v júli o 42,49%), na Vydrici aj v novembri a októbri, na Dunaji aj v decembri.

Tab. 3b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Spariská	Vydrica	5130	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0
Bratislava	Dunaj	5140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Stanica Spariská na toku Vydrica vykazuje klesajúce trendy v mesiacoch máj a jún, zvyšné mesiace bez trendu. Stanica Bratislava - Dunaj má nulový trend vo všetkých mesiacoch okrem januára (rastúci trend).

Priemerné ročné prietoky taktiež nepreukázali významný trend.

Povodie Nitra:

Tab. 4a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Nedožery	N	-15,20	-21,69	-26,64	6,21	-9,57	-1,76	-20,36	-21,39	-21,68	-32,73	-20,78	2,58	-29,26
Handlová	N	-23,88	-51,02	-44,37	-25,52	-28,75	-25,89	-29,61	-14,09	-12,02	-10,14	57,19	-11,43	-43,92
Chalmová	N	-11,98	-19,33	-23,74	2,87	-12,02	-2,31	-20,59	-19,18	-15,72	-16,35	2,08	13,10	-20,61
Liešťany	N	-14,83	-13,40	-21,48	7,24	-17,73	-6,05	-25,03	-21,63	-18,69	-27,86	-17,34	22,93	-26,24
Nadlice	N	-10,45	-2,63	-17,32	13,10	-16,92	-1,90	-14,14	-13,28	-20,90	-24,72	-20,29	2,56	-13,41
Nitranská Streda	N	-13,02	-16,11	-22,02	7,52	-14,64	-3,49	-19,13	-20,87	-16,95	-23,48	-10,54	5,91	-21,72
Vieska n. Žitvou	N	-10,12	-16,28	-13,47	2,45	-24,03	-5,34	-12,00	-18,21	-4,48	-17,92	7,76	21,91	-16,51

V tomto povodí sú iba dve stanice s neovplyvnenými pozorovaniami, a to Nedožery – Nitra a Liešťany - Nitrava. Vo všetkých staniách bol zaznamenaný pokles dlhodobých hodnôt $Q_{a,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu (rozdiel od 10 do 24 %, v neovplyvnených staniách cca o 15%). Priemerné mesačné prietoky u väčšiny staníc (vrátane dvoch neovplyvnených) vykazovali pokles dlhodobých hodnôt takmer vo všetkých mesiacoch okrem januára a septembra, kde sa prejavil nárast (s výnimkou Handlovky, kde je pokles vo všetkých mesiacoch okrem augusta).

Tab. 4b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Nedožery	Nitra	6540	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	-3
Handlová	Handlovka	6550	-3	-3	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	-3
Chalmová	Nitra	6570	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	-3
Liešťany	Nitrava	6620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
Nadlice	Bebrava	6710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitranská Streda	Nitra	6730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vieska n. Žitvou	Žitava	6820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vo väčšine staníc sa pre Q_m v hodnotenom období nevyskytujú významné trendy, s výnimkou VS Nedožery – Nitra, kde sa prejavili klesajúce trendy v mesiacoch jún, júl a august. Z ovplyvnených staníc sa klesajúce trendy prejavili aj na Handlovke v mesiacoch XI, XII a VIII a v Chalmovej (Nitra) v apríli.

Priemerné ročné prietoky vykazujú klesajúce trendy v oboch neovplyvnených staniaciach Nedožery – Nitra a Liešťany- Nitrica, ako aj vo VS Handlová – Handlovka a Chalmová – Nitra.

Povodie Váh a Malý Dunaj:

Tab. 5a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Čierny Váh	V	3,41	5,46	8,81	32,13	16,78	19,68	0,72	-25,53	-4,26	20,06	43,59	12,86	-16,41
Východná	V	6,48	4,23	-1,72	18,87	9,65	7,40	-11,80	3,40	-4,92	25,20	29,06	27,00	1,73
Kráľová Lehota	V	-4,81	-4,86	-10,22	45,54	18,19	15,61	-15,28	-23,69	-19,49	9,93	16,13	2,47	-26,91
Podbanské	V	-0,17	13,40	5,61	3,62	-2,34	5,38	12,18	0,57	-7,17	-3,74	-3,45	1,26	-9,60
Liptovský Mikuláš	V	-1,76	1,96	-3,79	12,87	6,05	5,11	-5,88	-7,96	-10,02	7,41	11,59	5,22	-17,86
Partizánska Ľupča	V	-14,44	-14,44	-8,17	-4,34	-15,20	-10,80	-18,17	-23,40	-22,51	-14,01	0,73	1,41	-26,59
Podsúchá	V	-9,65	-16,85	-10,27	24,08	15,66	3,58	-14,37	-25,06	-16,56	-4,26	3,31	-7,42	-29,45
Ľubochňa	V	3,14	2,28	0,49	27,49	16,08	16,55	-5,31	-5,89	-6,77	6,49	5,67	9,84	-8,72
Lokca	V	-0,42	2,68	-15,77	34,88	18,15	25,90	-2,92	-0,62	-15,77	-7,04	-10,69	-8,66	-30,35
Oravská Jasená	V	-7,85	0,94	-24,78	39,28	24,62	-1,55	-23,68	-7,87	-12,78	-10,13	-25,51	-5,15	-22,71
Zubrohlava	V	-1,03	11,46	-21,97	14,35	-4,57	17,79	-7,03	-3,58	-8,09	-23,06	-15,33	9,88	-12,23
Trstená	V	-2,76	-5,06	-30,98	-11,00	-14,74	8,93	-7,56	13,47	2,69	21,65	-15,31	-5,42	-15,45
Martin	V	-0,32	-8,30	-5,87	20,05	1,78	4,81	-9,74	-6,78	-4,47	-1,17	16,38	20,11	-14,36
Čadca	V	-8,13	-3,22	-27,35	20,63	1,97	-1,54	-16,75	-0,50	-18,29	-24,45	-19,98	9,64	-6,22
Polušie	V	-10,46	-16,64	-23,31	3,00	-4,53	10,63	-18,53	-17,19	-15,37	-15,36	-14,83	7,12	-22,64
Bytča	V	15,01	11,59	-2,99	52,72	28,29	35,83	-8,18	17,25	7,43	-6,34	11,11	35,00	-14,19
Výdrná	V	-7,95	-18,28	-26,02	33,93	18,98	9,13	-14,45	-27,73	-21,25	-27,94	-37,50	-15,22	-22,06
Dohňany	V	-12,71	-25,59	-33,69	25,79	-0,69	-0,64	-1,77	-16,53	-38,62	-44,95	-33,92	-12,74	-32,21
Horné Srnie	V	-5,73	-8,71	-27,22	17,50	-5,51	13,81	-11,72	-17,93	-23,18	-25,51	-18,38	26,12	-7,19
Pezinok	W	-7,45	-5,54	-10,31	41,61	16,14	22,34	-30,44	-32,09	-21,05	-60,22	-25,96	13,75	15,41
Bernolákovo	W	-50,78	-54,13	-57,97	-44,71	-55,14	-38,16	-44,49	-45,29	-56,35	-75,19	-67,98	-34,76	-52,15
Horné Orešany	W	-14,05	-27,42	-31,71	-13,39	-22,51	3,00	-22,45	-19,32	-1,13	-28,01	-5,07	28,77	-8,55
Pila	W	-6,97	-6,09	-9,65	2,85	-21,42	16,40	-20,66	-22,56	6,50	-32,99	-6,92	24,02	16,73

Pre 15 staníc v povodí Váhu bol vyhodnotený prevažne pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$, najvýraznejší pokles vo VS Partizánska Ľupča – Ľupčianka o 14,44%. Nárast hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ oproti referenčnému obdobiu 1961-2000 sa prejavil vo VS Čierny Váh- Čierny Váh, Východná – Biely Váh, Ľubochňa - Ľubochňianka a Bytča - Petrovička. Pre poslednú menovanú bol tento nárast najvýraznejší (o 15%).

V povodí Váhu bol zaznamenaný nárast hodnoty $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnej hodnote prevažne v mesiacoch január až marec, september, pre časť staníc aj júl a august, najvýraznejšie v stanici Bytča – Petrovička (január o 52,7%).

Zníženie dlhodobého priemerného mesačného prietoku oproti referenčnému obdobiu nastalo vo väčšine VS v mesiacoch október (sčasti aj november a december) a apríl až jún (najväčší pokles o 45% v júli pre stanicu Dohňany – Biela voda).

Pre stanice v povodí Malého Dunaja nastal v porovnaní s referenčným obdobím 1961-2000 pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$. Najvýraznejší pokles nastal až o 50,8% v stanici Bernolákovo – Čierna voda, táto stanica však má ovplyvnené pozorovania.

V hodnotení $Q_{ma,2001-2015}$ bol identifikovaný nárast dlhodobých priemerných mesačných prietokov oproti príslušnej referenčnej hodnote prevažne v mesiacoch marec a september (okrem ovpl. stanice). V ostatných mesiacoch prevládala pokles dlhodobých hodnôt, najmä mesiace IV, V, VII, VIII, XI, XII.

Tab. 5b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB ě.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Čierny Váh	Ipolica	5310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Východná	Bielý Váh	5330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kráľová Lehota	Boca	5340	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0
Podbanské	Belá	5400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lipovský Mikuláš	Váh	5550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Partizánska Ľupča	Ľupčianka	5730	0	0	0	0	0	-3	0	-3	0	0	0	0	-3
Podsúchá	Revúca	5740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0
Lubochnia	Lubochnianka	5790	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Lokca	Bielej Orava	5800	0	0	-3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Oravská Jasenica	Veselianska	5810	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0
Zubrohlava	Polhorianska	5820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trstená	Oravica	5840	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marín	Túniec	6130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Čadca	Kysuca	6180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poluvsie	Rajčianska	6300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0
Bytča	Petrovička	6360	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Výdmá	Petrinovec	6390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0
Dohňany	Bielej voda	6400	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	-3
Horné Strie	Vlára	6450	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0
Pezinok	Blatina	5160	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0
Bernolákovo	Čierna voda	5200	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	0	0	-3	-3
Horné Orešany	Parná	5250	-3	-3	0	0	0	0	-3	-3	-3	-3	0	-3	-3
Píla	Gidra	5260	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0

Hodnotenie priemerných mesačných prietokov vo väčšine staníc nevykazuje trendy na zvolenej hladine významnosti, v ovplyvnenej stanici Bernolákovo na toku Čierna Voda sa vyskytuje vo všetkých mesiacoch okrem septembra klesajúci trend. Vo VS Horné Orešany - Parná sa vyskytujú klesajúce trendy v 7 mesiacoch (XI, XII, V-VIII, X). V ostatných VS sa ojedinele prejavili klesajúce trendy v mesiacoch IV, V, VI, VII, VIII, X).

Rastúci trend sa prejavil na Bielej Orave v januári a marci, na Lubochnianke v marci a na Petrovičke v januári.

V ročných hodnotách sa klesajúci trend zaznamenal vo VS Partizánska Ľupča – Ľupčianka, Dohňany – Biela voda, Horné Orešany – Parná a v ovpl. stanici Bernolákovo - Čierna voda. Nárast sa prejavil len vo VS Bytča – Petrovička.

Povodie Hron:

Tab. 6a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Zlatno	R	0,17	2,42	20,81	47,38	13,67	6,96	-13,29	-17,67	-4,33	0,80	43,69	9,12	-25,41
Brezno	R	-1,32	-11,45	6,25	32,93	2,75	6,44	-14,33	-14,82	-10,84	9,70	51,65	15,06	-27,51
Hronec	R	-11,90	-34,93	-0,64	23,27	-7,36	0,19	-24,89	-26,88	-20,14	7,11	37,12	13,87	-43,21
Bystrá	R	-9,17	-11,24	0,89	20,60	5,04	10,02	-8,68	-21,88	-24,06	-2,30	8,61	0,76	-26,50
Mýto p. Dúmbierom	R	-4,62	-4,34	-2,69	35,12	13,04	18,08	-7,19	-25,14	-24,49	8,82	25,77	12,30	-22,90
Dolná Lehota	R	-8,27	-9,26	-6,21	18,05	5,18	4,30	-5,31	-16,75	-19,92	-7,12	3,86	1,32	-28,56
Brehy	R	-5,76	-20,55	-2,69	25,58	-1,94	2,79	-15,42	-19,09	-12,95	-2,78	32,36	15,05	-29,87

V povodí Hrona nastal pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ oproti referenčnému obdobiu vo všetkých hodnotených staniciach s výnimkou horného úseku Hrona. Najvýraznejšia zmena bola zaznamenaná v stanici Hronec – Čierny Hron (pokles o 11,9%).

V dlhodobých priemerných mesačných prietokoch bol zaznamenaný signifikantný nárast hodnoty v období 2001-2015 voči referenčnému obdobiu v mesiacoch január, august a september, mierny nárast aj v marci, s maximálnym rozdielom o 47,4% v januári v stanici Zlatno - Hron.

Pokles porovnávaného prietoku v celom povodí nastal pre mesiace apríl až jún a október - november, pričom najvýraznejšie zmeny sa prejavili v októbri (pokles až o 43,21% vo VS Hronec – Čierny Hron).

Tab. 6b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Zlatno	Hron	6950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brezno	Hron	7015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hronec	Čierny Hron	7045	-3	0	0	0	0	-3	0	-3	0	0	-3	0	-3
Bystrá	Bystrianka	7060	0	0	0	0	0	0	-3	-3	0	0	-3	0	-3
Mýto p. Dumbierom	Štavníčka	7065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolná Lehota	Vajskovský potok	7070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brehy	Hron	7290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Priemerné mesačné prietoky vo väčšine staníc nevykazujú významné trendy; klesajúce trendy sa prejavili v staniách Hronec – Čierny Hron (mesiace XI, IV, VI, IX) a Bystrá – Bystrianka (mesiace V, VI, IX).

Priemerné ročné prietoky vykazovali klesajúci trend vo VS Hronec – Čierny Hron, Bystrá – Bystrianka, v ostatných VS boli bez trendu.

Povodie Ipľ:

Tab. 7a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Holiša	I	-3,44	-36,83	-2,67	20,40	-0,18	-12,98	-18,43	-4,67	20,09	-3,53	43,11	61,41	-25,52
Plášťovce	I	-5,92	-35,43	13,27	26,30	-10,81	-0,74	-8,29	-10,77	0,60	-46,31	20,18	13,79	-34,82
Plášťovce	I	4,73	-37,80	10,16	24,71	4,33	12,10	-4,70	-3,83	45,73	-27,30	48,37	54,68	-39,11
Lučenec	I	-21,47	-39,35	-19,58	11,07	-23,97	-33,71	-43,77	-35,24	4,46	-1,27	53,56	82,38	-30,11

Vo všetkých troch ovplyvnených VS v povodí Ipľa (staniciach Holiša – Ipľ, Plášťovce – Krupinica, Lučenec – Krivánsky p.) nastal pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$. V stanici Plášťovce – Litava došlo k nárastu $Q_{a,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu o 4,7%.

V povodí Ipľa došlo k nárastu hodnôt dlhodobých priemerných mesačných prietokov vo všetkých staniách v mesiacoch január, jún, august a september. Najväčšie percentuálne zvýšenie až o 82,38% nastalo v septembri pre ovplyvnenú stanicu Lučenec Krivánsky potok v neovplyvnenej VS Plášťovce – Litava v septembri o 54,7%.

K výraznému poklesu hodnoty dlhodobého priemerného mesačného prietoku došlo vo všetkých staniách v mesiacoch október a november, v menšej miere v mesiacoch apríl a máj. V stanici Plášťovce - Litava bol pozorovaný najvýraznejší pokles hodnoty priemerného mesačného prietoku voči referenčnej hodnote v októbri o 39,1%.

Tab. 7b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Holiša	Ipľ	7440	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lučenec	Krivánsky p.	7480	-3	0	0	0	-3	-3	0	0	0	0	0	0	-3
Plášťovce	Krupinica	7580	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	3	0
Plášťovce	Litava	7600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

V priemerných mesačných prietokoch sa vyskytli klesajúce trendy vo VS Holiša - Ipľ v mesiaci november, vo VS Lučenec – Krivánsky potok v mesiacoch november, marec a apríl a vo VS Plášťovce – Krupinica v júni (ovplyvnené vodomerné stanice). Stúpajúci trend bol zaznamenaný pre mesiac október v stanici Plášťovce – Krupinica (ovpl.).

Pri ročných prietokoch bol vo všetkých staniách zaznamenaný nulový trend, okrem stanice Lučenec – Krivánsky p. (ovpl.), kde bol trend klesajúci.

V neovplyvnenej stanici Plášťovce – Litava nebol zaznamenaný trend v mesačných ani v ročných priemerných prietokoch.

Povodie Slaná:

Tab. 8a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Dobšiná	S	5,68	0,75	11,28	44,58	10,00	6,79	-11,56	3,13	17,42	13,85	37,65	16,03	-32,64
Štítnik	S	-4,22	-23,77	4,92	51,12	5,43	2,71	-14,27	-13,32	6,85	-9,71	9,89	-5,59	-36,29
Lenartovce	S	6,89	-7,72	14,50	59,14	11,50	4,07	-8,47	-7,26	26,72	8,79	40,98	27,20	-27,26
Lehota nad Rimavicou	S	-6,68	-33,69	-3,73	27,19	-5,12	-6,05	-11,80	-10,96	-9,20	-7,78	57,77	27,10	-40,75

V povodí Slanej vzrástla hodnota $Q_{a,2001-2015}$ v porovnaní s referenčným obdobím 1961 až 2000 v stanici Dobšiná – Dobšinský potok o 5,7% a v ovplyvnenej stanici Lenartovce – Slaná o 6,9%. Pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ v porovnaní s referenčným obdobím bol pozorovaný vo VS Štítnik - Štítnik (pokles o 4,2%) a Lehota nad Rimavicou - Rimavica (pokles o 6,7%).

Dlhodobé priemerné mesačné prietoky oproti referenčnému obdobiu vzrástli najmä v mesiacoch január a august, sčasti aj v septembri, decembri a februári, najvýraznejšie zmeny sú v januári (v neovplyvnených VS zmeny o 27 až 51%). Pokles dlhodobého priemerného mesačného prietoku sa v celom povodí prejavil najmä v mesiacoch apríl a október, čiastočne aj máj a november, najvýraznejšie zmeny sú v októbri (pokles o 27 až 41%).

Tab. 8b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Dobšiná	Dobšinský potok	7660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Štítnik	Štítnik	7730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0
Lenartovce	Slaná	7820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lehota nad Rimavicou	Rimavica	7860	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	-3

Pri priemerných mesačných prietokoch zväčša neboli zaznamenané významné trendy; klesajúce trendy sa prejavili v mesiacoch september (VS Štítnik – Štítnik) a marec (VS Lehota nad Rimavicou – Rimavica).

Pri ročných prietokoch sa okrem VS Lehota nad Rimavicou - Rimavica, v ktorej bol klesajúci trend, nezaznamenali trendy na zvolenej hladine významnosti.

Povodie Bodva:

Tab. 9a Zmeny dlhodobých hodnôt (%)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Nižný Medzev	A	-4,29	-21,20	-3,19	44,24	1,37	-0,22	-19,27	-6,50	12,38	-4,71	13,86	5,73	-35,72

V povodí nemáme vodomernú stanicu s dlhodobým pozorovaním bez ovplyvnenia prietokov. Vo vodomernnej stanici Nižný Medzev – Bodva (ovpl.) pozorujeme pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ o 4,3% v porovnaní s referenčným obdobím.

Nárast dlhodobého priemerného mesačného prietoku v tejto VS sa prejavil v mesiacoch január, jún, august a september, najvýraznejší nárast o 44% v januári. Pokles dlhodobých mesačných hodnôt sa prejavil najvýraznejšie v októbri (pokles o 36%), novembri a apríli.

Tab. 9b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Nižný Medzev	Bodva	8970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Trendová analýza v VS Nižný Medzev – Bodva nepreukázala významné trendy v priemerných ročných ani v priemerných mesačných prietokoch.

Povodie Hornád:

Tab. 10a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Stratená	H	1,40	8,96	23,79	51,10	22,06	11,45	-25,05	-18,29	0,81	15,87	36,36	3,23	-14,25
Jaklovce	H	-5,67	-5,16	6,52	18,25	-8,45	-1,35	-25,70	-16,16	10,06	6,76	25,09	-1,71	-34,79
Košické Olšany	H	4,36	0,28	1,49	19,70	3,88	-13,88	-21,71	4,57	39,34	38,97	27,18	7,96	-13,96
Ždaňa	H	10,80	5,49	20,08	30,78	14,92	-3,60	-14,69	0,95	28,82	38,15	39,52	20,62	-3,77

Nárast $Q_{a,2001-2015}$ v porovnaní s referenčným obdobím 1961-2000 v povodí Hornád v hodnotených staniách bol zaznamenaný vo VS Stratená - Hnilec, Košické Olšany - Torysa a Ždaňa – Hornád (ovpl.). V neovplyvnených VS bol nárast dlhodobých hodnôt voči referenčnému obdobiu o 1,4 až 4,4%. Pokles $Q_{a,2001-2015}$ sa prejavil vo VS Jaklovce – Hnilec (o 5,7%).

V povodí Hornádu bol prevažne pozorovaný nárast hodnoty dlhodobých priemerných mesačných prietokov v období 2001-2015 oproti referenčnému obdobiu, najvýraznejšie v mesiacoch december a január a jún až august. Pokles dlhodobých hodnôt sa prejavil najmä v mesiacoch apríl a október, na Hnilci aj v máji.

Tab. 10b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Stratená	Hnilec	8530	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	0	0
Jaklovce	Hnilec	8560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Košické Olšany	Torysa	8870	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ždaňa	Hornád	8930	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pri priemerných mesačných prietokoch sa vyskytli klesajúce trendy vo VS Stratená – Hnilec (mesiace IV, V, VI) a stúpajúce trendy v staniách Košické Olšany – Torysa (január) a Ždaňa – Hornád (február).

V radoch priemerných ročných prietokov sa neprejavili významné trendy.

Povodie Bodrog:

Tab. 11a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Koškovce	B	-5,87	-9,00	-21,21	50,94	4,80	-7,71	-27,03	11,24	-1,70	-11,47	5,41	-7,25	-25,91
Jovsa	B	-11,45	-10,16	-1,70	50,07	4,86	-7,76	-29,81	-19,73	-8,70	-35,97	-16,00	-17,46	-41,57
Lekárovce	B	-5,15	-5,09	1,46	24,81	-0,60	-1,15	-18,13	-6,79	-10,76	-18,80	21,52	-13,24	-28,79
Remetské Háme	B	-15,60	-8,70	5,92	32,93	9,48	-8,40	-35,70	-25,61	-25,96	-29,36	-13,44	-22,90	-45,02
Veľké Kapušany	B	-5,79	-14,19	-1,10	19,69	6,18	9,93	-14,63	-10,66	-7,96	-34,30	-4,66	-23,07	-28,83
Hamušovice nad Topľou	B	-6,72	-18,74	-19,45	21,62	-4,94	-22,10	-28,25	-9,65	26,56	30,24	11,19	0,83	-21,16
Svidník	B	-7,42	-18,14	-21,22	39,03	-0,20	-23,28	-27,38	7,88	27,69	18,47	-5,33	-10,36	-14,67
Svidník	B	-12,13	-21,36	-31,11	25,03	-17,47	-9,98	-25,47	5,58	11,28	-8,16	-7,33	-29,96	-40,08
Jasenovce	B	15,29	18,99	-3,78	36,29	16,03	17,23	3,93	49,78	22,14	21,06	1,08	15,67	-23,47
Štréda nad Bodrogom	B	-1,90	-10,45	-3,76	27,97	11,32	-2,71	-11,62	-1,54	11,15	-21,91	19,02	-8,56	-24,82

V povodí Bodrogu bol zaznamenaný pokles hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu pre všetky pozorované stanice (pokles o 5,2 až 15,6%) okrem stanice Jasenovce - Olka, kde bol nárast $Q_{a,2001-2015}$ o 15,3%.

Nárast hodnoty dlhodobého priemerného mesačného prietoku voči referenčnej hodnote sa prejavil pre všetky VS v januári (nárast o 19,7 až 50%), miernejšie vo februári, pre niektoré VS aj v júni.

Vo VS Jasenovce – Olka sa prejavil nárast $Q_{ma,2001-2015}$ až v 10 mesiacoch roka, pokles nastal iba pre mesiace december a október.

Pokles hodnoty $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnej hodnote sa v povodí prejavil najmä v mesiaci október (v neovplyvnených staniach pokles o 14,7 až 41,6%), zaznamenaný bol ale aj v mesiacoch IV, V, VI, VII, XI.

Tab. 11b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Koškovce	Laborec	9120	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lekárovce	Uh	9320	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remetské Hámre	Okna	9350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veľké Kapušany	Latorica	9410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hanušovce nad Topľou	Topľa	9500	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0
Svidník	Ondava	9580	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jasenovce	Olka	9620	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Streda nad Bodrogom	Bodrog	9670	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

V priemerných mesačných prietokoch sa rastúci trend prejavil v januári v staniach Koškovce - Laborec, Lekárovce - Uh, Svidník - Ondava, Jasenovce – Olka a Streda nad Bodrogom – Bodrog, na Olke v Jasenovciach aj v mesiacoch február a máj. Klesajúci trend sa vyskytol iba v stanici Hanušovce nad Topľou – Topľa v apríli.

V radoch priemerných ročných prietokov sa trend prejavil len vo VS Jasenovce – Olka (rastúci).

Povodie Dunajec a Poprad:

Tab. 12a Zmeny dlhodobých hodnôt (rozdiel v %)

Stanica	Povodie	Qa 2001-2015	11 2001-2015	12 2001-2015	1 2001-2015	2 2001-2015	3 2001-2015	4 2001-2015	5 2001-2015	6 2001-2015	7 2001-2015	8 2001-2015	9 2001-2015	10 2001-2015
Ždiar, Podspády	P	2,38	9,24	-4,01	4,73	-4,87	9,05	3,93	8,25	-4,66	11,46	-5,91	-0,26	-2,79
Poprad, Matejovce	P	21,32	17,51	20,29	26,88	28,43	18,35	2,64	20,29	8,82	28,08	48,13	28,14	17,73
Chmeľnica	P	7,03	17,51	2,55	6,52	6,18	1,63	-16,20	3,94	5,67	29,00	18,21	17,66	7,03

V povodí Popradu nastal nárast $Q_{a,2001-2015}$ oproti referenčnému obdobiu vo všetkých troch hodnotených vodomerných staniach, najvyšší nárast sa prejavil vo VS Poprad-Matejovce – Slavkovský potok (nárast o 21,3%). V tejto VS sa prejavil nárast aj v dlhodobých priemerných mesačných prietokoch vo všetkých mesiacoch. V ovplyvnenej VS Chmeľnica – Poprad sa prejavil pokles v mesiaci apríl, vo VS Ždiar-Podspády – Javorinka bol mierny pokles zaznamenaný vo viacerých mesiacoch, nad 5% v mesiaci august.

Tab. 12b Trendy priemerných mesačných prietokov

Stanica	Tok	DB č.	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rok
Ždiar, Podspády	Javorinka	7930	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Poprad, Matejovce	Slavkovský potok	8070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chmeľnica	Poprad	8320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0

V radoch priemerných mesačných prietokov sa prejavil rastúci trend v stanici Ždiar-Podspády – Javorinka (mesiac máj) a Chmeľnica – Poprad (mesiac október).

V radoch priemerných ročných prietokov nebol zaznamenaný významný trend.

4.2 Sumárne hodnotenie zmien po povodiach

Zmeny dlhodobých priemerných prietokov (Q_a , 2001-2015) a trendy radov Q_r

Hodnotenie zmien dlhodobých priemerných prietokov v období 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 v rámci jednotlivých čiastkových povodí (pozn. Váh bol hodnotený v sub-povodiach Nitra, Váh, Malý Dunaj) preukázalo pokles dlhodobých prietokov v hodnotenom období v časti hodnotených vodomerných staníc takmer vo všetkých čiastkových povodiach; výnimkou je povodie Popradu a Dunajca, kde bol vo všetkých troch hodnotených staniaciach zaznamenaný nárast dlhohodobej hodnoty. Celoplošne (vo všetkých alebo v prevažnej časti staníc) z jednotlivých čiastkových povodí sa pokles prejavil v povodiach Morava, Dunaj (na hlavnom toku len nevýrazná odchýlka o cca 1%) Nitra, Váh (najmä v strednej a dolnej časti), Malý Dunaj, Hron (v hornej časti menej výrazné odchýlky), Ipeľ (v ovplyvnených staniaciach), Bodva (hodnotila sa len 1 ovplyvnená VS) a Bodrog.

Trendové analýzy priemerných ročných prietokov za obdobie 1961-2015 nepotvrdili žiadny klesajúci trend v povodiach Dunaj, Bodva, Hornád ani Bodrog. V povodiach Morava (v 1 z 2 VS), Nitra (v 4 z 7 VS), Váh (v 2 z 19 VS), Malý Dunaj (v 2 z 4 VS), Hron (v 2 z 7 VS), Ipeľ (v 1 z 4 VS) a Slaná (v 1 z 4 VS)) sa preukázali klesajúce trendy na 95% hladine významnosti.

Rastúce trendy priemerných ročných prietokov za obdobie 1961-2015 sa prejavili len v 2 hodnotených vodomerných staniaciach – 1 v povodí Váhu (Bytča – Petrovička) a 1 v povodí Bodrogu (Jasenovce – Oľka).

Zmeny dlhodobých priemerných mesačných prietokov ($Q_{ma,2001-2015}$) a trendy radov Q_m

Zmeny dlhodobých priemerných mesačných prietokov sa výraznejšie prejavili poklesom najmä v mesiacoch november, december, apríl, máj, jún, júl a október. Podľa počtu VS, v ktorých bol zaznamenaný pokles dlhodobých mesačných hodnôt, boli najviac zasiahnuté mesiace apríl, október a máj. Klesajúce trendy sa prejavili v niekoľkých staniaciach v mesiacoch november (okrem východnej časti), apríl, máj, jún (okrem východnej časti), október (najmä v povodiach Nitra a Hron).

Kým v početne najviac zasiahnutých mesiacoch čo sa týka poklesu dlhodobých hodnôt išlo viac-menej o celoplošné zmeny (apríl 62 VS, október 60 VS, máj 51 VS), klesajúce trendy sa prejavili v niekoľkonásobne menšom počte staníc, obvykle v 1-2 staniaciach v povodí, len zriedka vo viacerých staniaciach v povodí. Podľa maximálneho počtu staníc so zaznamenanými klesajúcimi trendami boli najviac zasiahnuté mesiace jún (13 VS), máj (10 VS), október (10 VS) a apríl (9 VS).

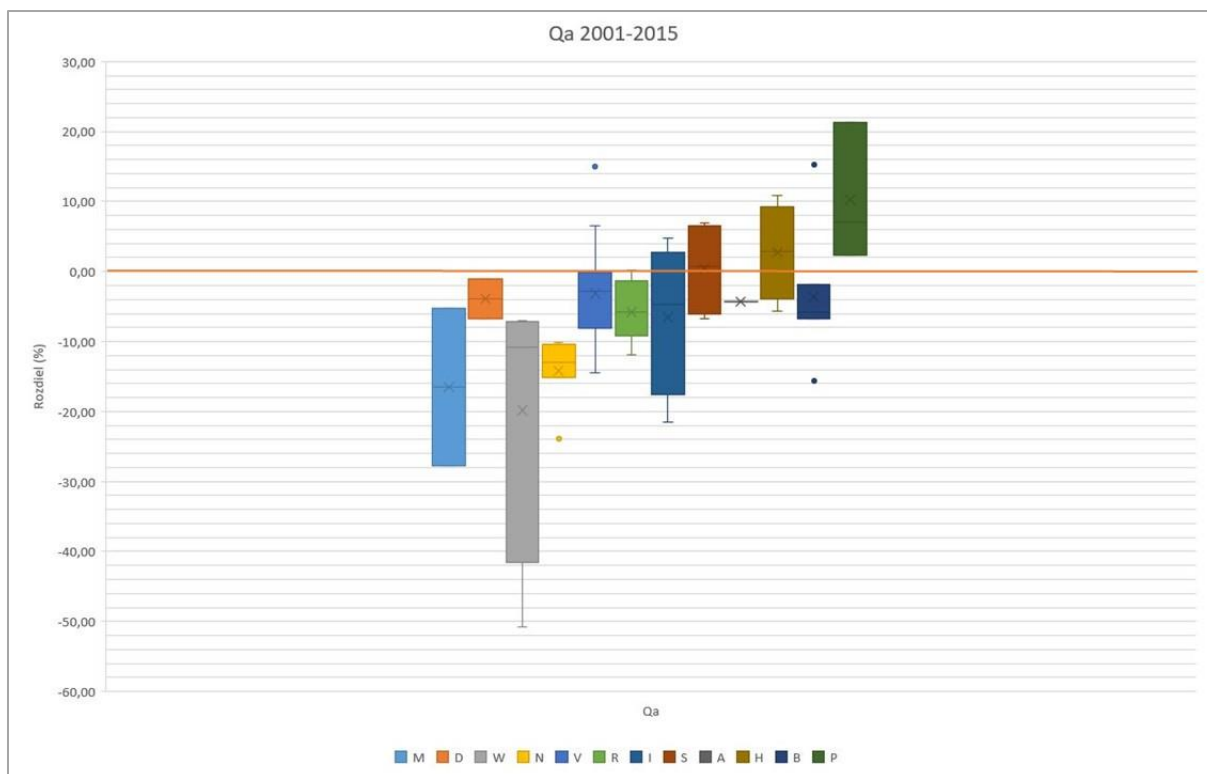
Nárast dlhodobých prietokov sa celoplošne prejavil v mesiaci január, kedy bol aj najväčší počet vodomerných staníc s kladným rozdielom oproti referenčnej hodnote (60 VS). Rastúci trend bol v januári zaznamenaný v 9 VS (VS v povodiach Bodrog, Váh, Dunaj (hlavný tok) a Hornád), nie tak celoplošne ako nárast rozdielu dlhodobých hodnôt. Nárast dlhodobých mesačných prietokov sa výraznejšie počtom VS prejavil ešte v mesiacoch september a august, trendy na zvolenej významnosti sa v týchto mesiacoch nepreukázali.

Celkovo môžeme povedať, že výnimku z celkovej situácie tvorí čiastkové povodie Poprad a Dunajec, kde prevládali vo všetkých mesiacoch a aj v roku v dlhodobých priemerných hodnotách obdobia 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 nárasty hodnôt; trendy sa v tomto povodí prejavili len ojedinele (kladné v mesiacoch máj a október, záporné vo viacerých mesiacoch vo VS Ždiar-Podspády – Javorinka, v apríli na Poprade v Chmeľnici). V ostatných povodiach obecné zväčša prevažuje pokles mesačných prietokov nad nárastom, výraznejší nárast plošne na celom území sa prejavuje najmä v januári, čo je spôsobené skorším topením snehu. To má za následok deficit v mesiacoch jarného odtoku a prejavuje sa výrazným výskytom VS s poklesom prietokov najmä v mesiaci apríl, prípadne máj. Ďalším mesiacom s nárastom dlhohodovej hodnoty je september (ktorý je v rámci Slovenska najmenej vodným mesiacom). Október je naopak ďalším mesiacom s celoplošným výskytom poklesu dlhodobých mesačných hodnôt. Trendy na 95% hladine významnosti sa prejavujú v menšej miere, len v ojedinelých prípadoch; potvrdzujú skôr pokles prietokov, rastúce trendy sa výraznejšie prejavili len v januári.

Kvantifikácia zmien dlhodobých priemerných prietokov ($Q_{a,2001-2015}$, $Q_{ma,2001-2015}$)

Vyššie popísané zmeny dlhodobých charakteristík $Q_{a,2001-2015}$ a $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu sa v jednotlivých povodiach, v samotných vodomerných staniaciach ako aj v jednotlivých mesiacoch hodnotovo značne líšia. Na lepšiu predstavu tejto variability sme použili nasledovné grafy typu boxplot, kde môžeme vidieť, v akých percentuálnych odchýlkach od hodnôt referenčného obdobia sa rozdiely pohybujú v jednotlivých mesiacoch a v jednotlivých čiastkových povodiach, príp. v sub-povodiach.

Na obr. 16 vidíme porovnanie odchýlok **hodnoty $Q_{a,2001-2015}$ voči $Q_{a,1961-2000}$** v staniaciach s dlhodobým meraním prietokov, farebne odlíšené podľa povodí. Z grafického porovnania je zrejmé, že vo väčšine povodí prevládajú záporné odchýlky. Výnimku tvorí povodie Poprad a Dunajec (P), kde boli vo všetkých hodnotených staniaciach zaznamenané kladné odchýlky (v rozmedzí od 2,4% (VS Ždiar, Podspády – Javorinka) do 21,3 % (VS Matejovce – Poprad); v priemere na povodie nárast o 10,2%) a taktiež povodie Hornád (H), kde zo 4 hodnotených vodomerných staníc bola v jednej VS (Jaklovce – Hnilec) zaznamenaná záporná odchýlka -5,7%, ale v ďalších 3 VS kladné odchýlky (maximálna odchýlka v neovplyvnenej VS o 4,4% (VS Košické Olšany - Torysa); v ovplyvnenej VS Hornád – Ždaňa to bolo až o 10,8%), v priemere na povodie nárast o 2,7%. V povodí Slaná (S) sa vyskytovali tak záporné, ako aj kladné odchýlky v jednotlivých VS: kladná odchýlka v 2 VS: v neovplyvnenej VS Dobšiná – Dobšinský potok o 5,7%, v ovplyvnenej VS Lenartovce – Slaná o 6,9%, záporné odchýlky v 2 neovplyvnenej VS – väčšia odchýlka vo VS Lehota nad Rimavicou – Rimavica -6,7%, priemer odchýlok na povodie sa blížil k nule (+0,4%).



Obr. 16 Porovnanie odchýlok Q_a za obdobie 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000

Výrazné kladné odchýlky v jednotlivých VS sa prejavili aj v niektorých povodiach so zápornou priemernou odchýlkou v povodí, napr. v povodí Váh (priemerná odchýlka -3,2%, maximálna kladná odchýlka +15,0% (VS Bytča - Petrovička), maximálna záporná odchýlka -14,4% (VS Partizánska Ľupča – Ľupčianka), v povodí Bodrog (priemerná odchýlka -3,7%, maximálna kladná odchýlka +15,3% (VS Jasenovce – Oľka), maximálna záporná odchýlka v neovplyvnenej VS Svidník – Ondava -12,1%, v ovplyvnenej VS Remetské Hámre – Okna -15,6%).

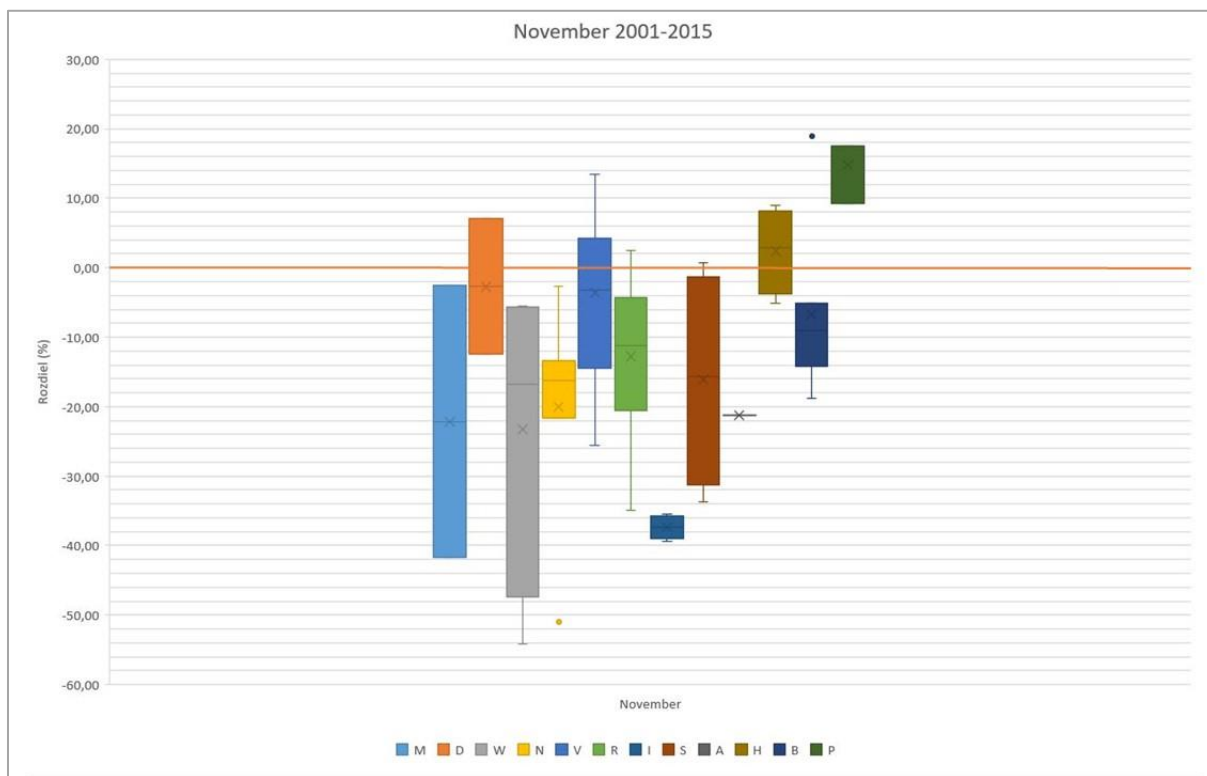
Najväčšie záporné odchýlky v priemere na povodie sú v sub-povodí Malý Dunaj (W), pokles o takmer 20%. V tomto sub-povodí vykazuje v porovnaní s ostatnými VS výrazne väčšie odchýlky ovplyvnená stanica Bernolákovo – Čierna voda, a nakoľko sa v tejto, ale aj v ostatných analýzach prejavuje ako „outlier“, jej výsledky do sumárnych hodnotení nezahŕňame.

Poznámka: Outlier (alebo odľahlá hodnota) je v štatistike označenie používané pre údaj, ktorý sa výrazne líši od iných pozorovaní z radu. Dôvodom môže byť buď variabilita meraní alebo môže indikovať chybu merania, preto sa niekedy z radu pozorovaní vylúči.

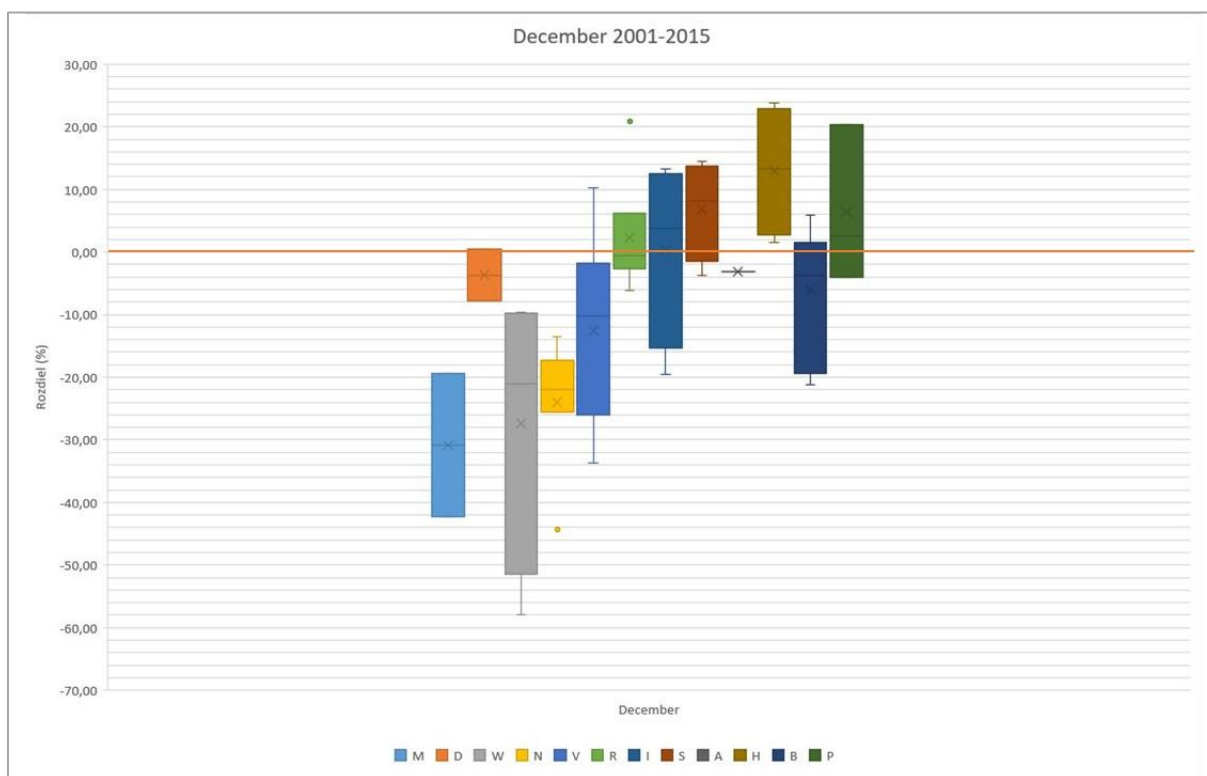
Z ostatných staníc v tomto sub-povodí bola najväčšia záporná odchýlka pre Q_a -14% (VS Horné Orešany – Parná).

Ďalšie povodia s výraznou zápornou odchýlkou v priemere na povodie (viac ako 10%) dlhodobého prietoku hodnoteného obdobia voči referenčnému boli povodia Morava (M) – v priemere o -16,5%, maximálna odchýlka vo VS: -27,8% (VS Láb – Močiarka) a povodie Nitra (N) – v priemere o -14,2%, maximálna odchýlka v neovplyvnenej VS: -15,2% (VS Nedožery – Nitra), v ovplyvnenej VS Handlová – Handlovka o -23,9%.

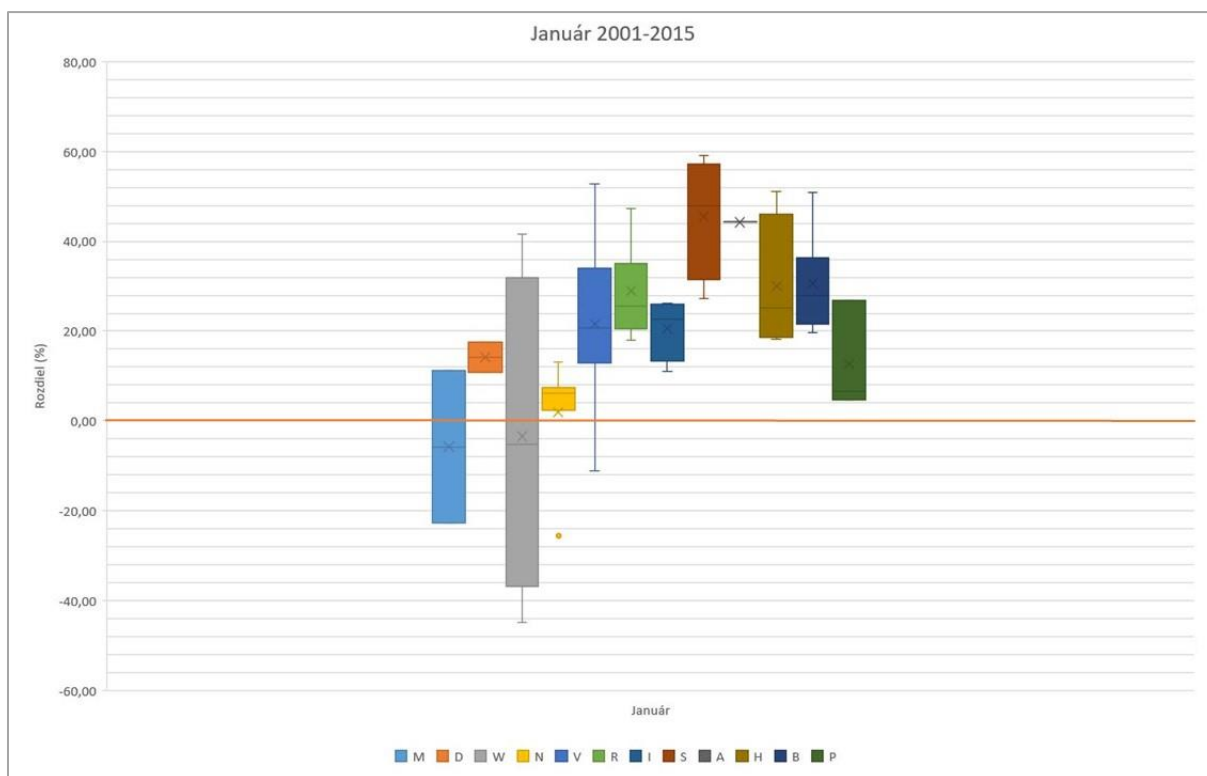
V odchyľkach **dlhodobých mesačných prietokov** $Q_{ma,2001-2015}$ voči príslušným referenčným hodnotám $Q_{ma,1961-2000}$ je variabilita ešte väčšia. (obr. 17 – 28).



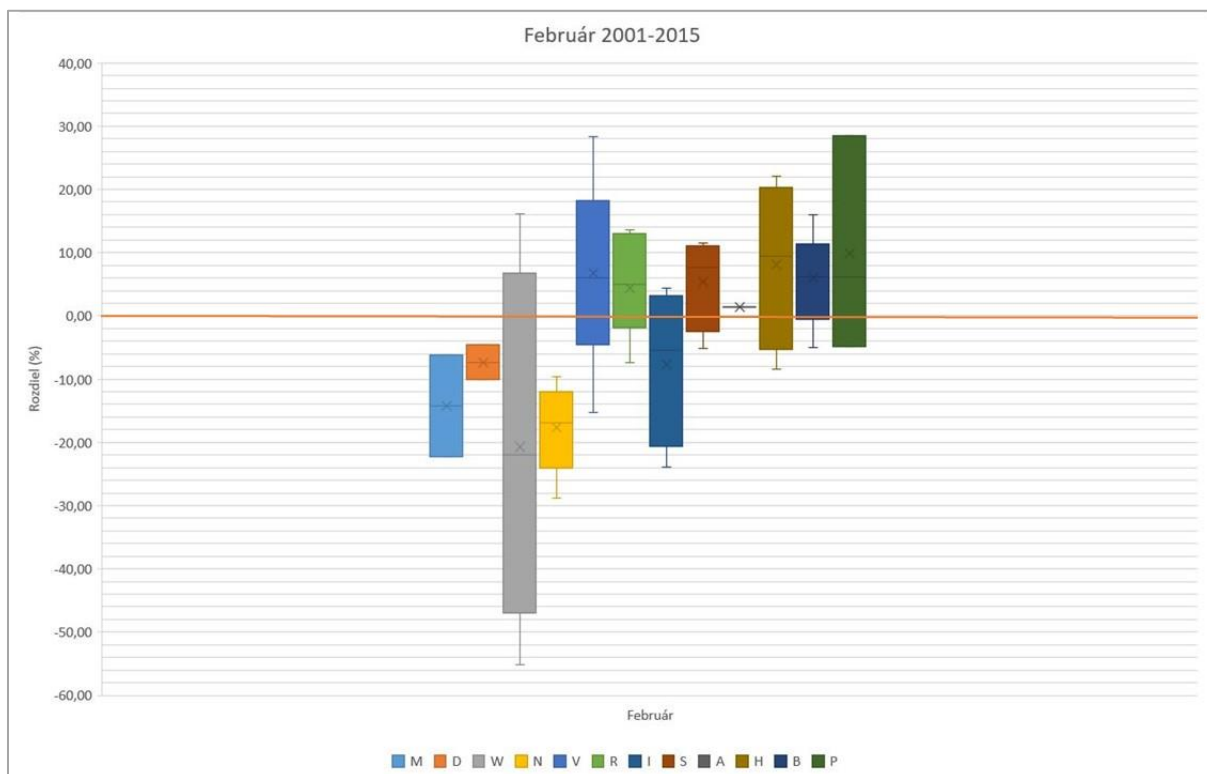
Obr. 17 Porovnanie odchyľok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac NOVEMBER



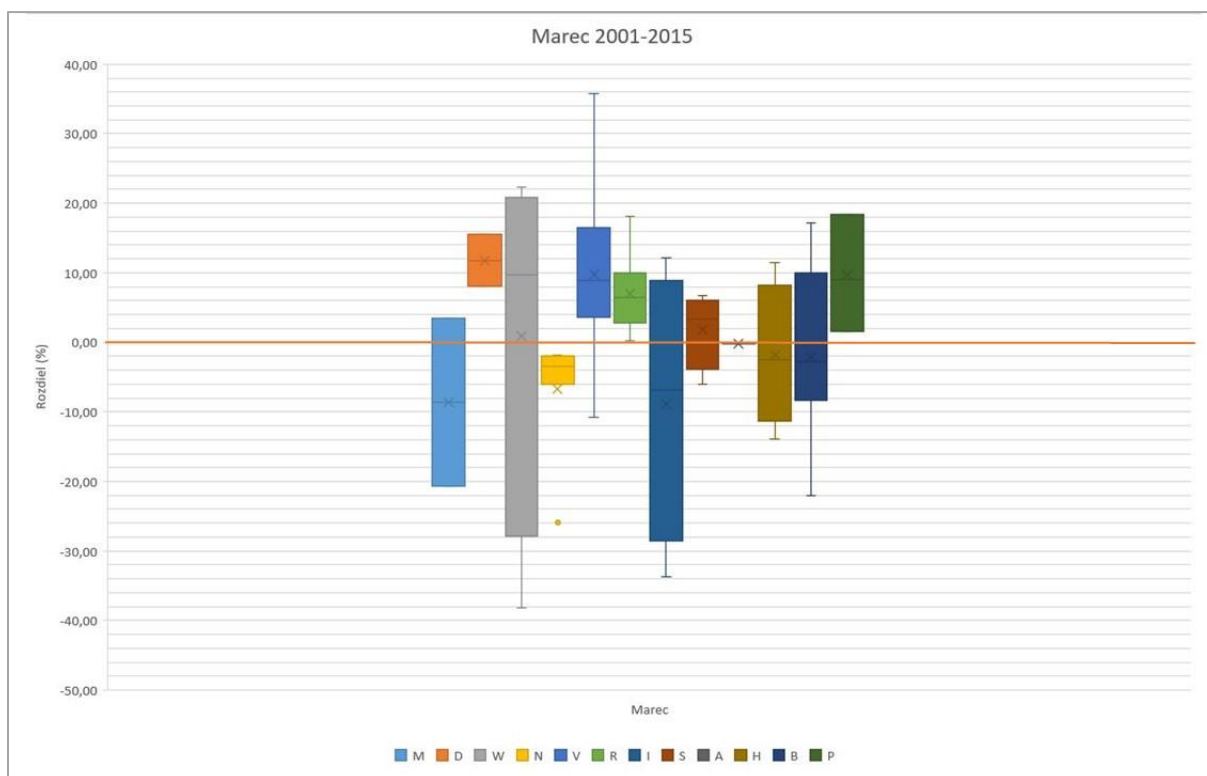
Obr. 18 Porovnanie odchyľok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac DECEMBER



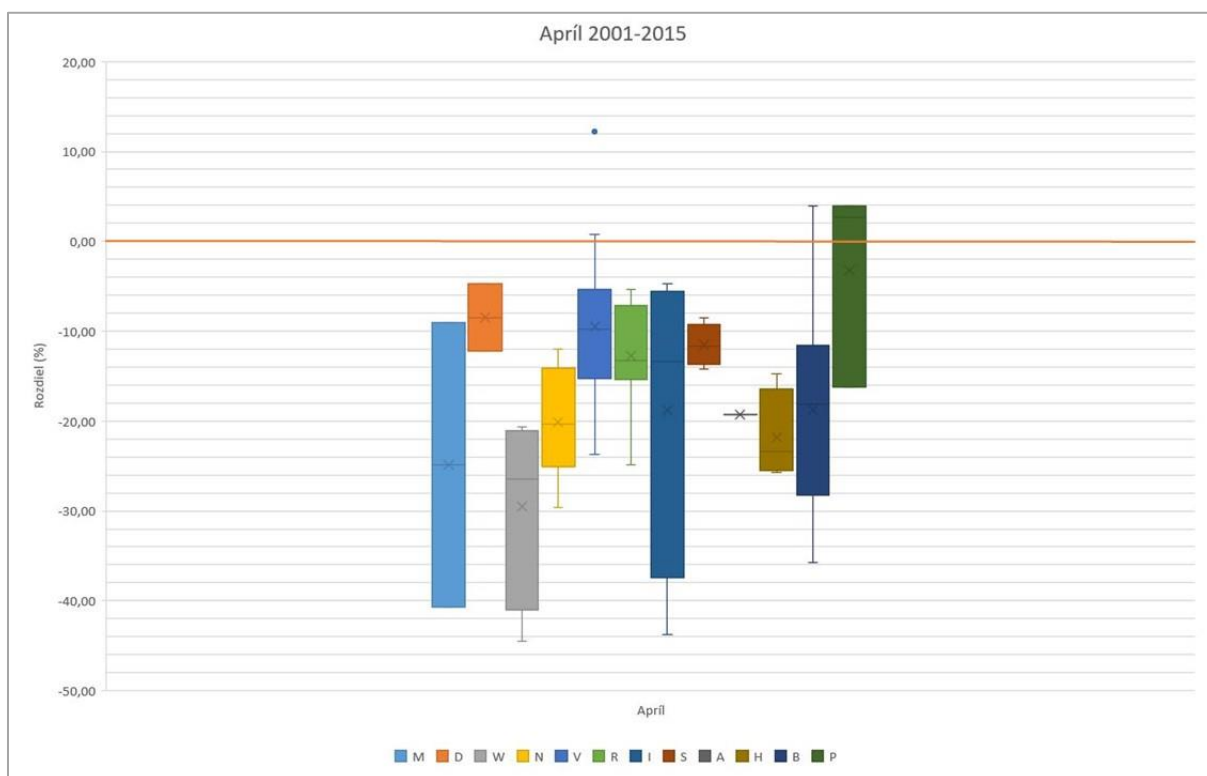
Obr. 19 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JANUÁR



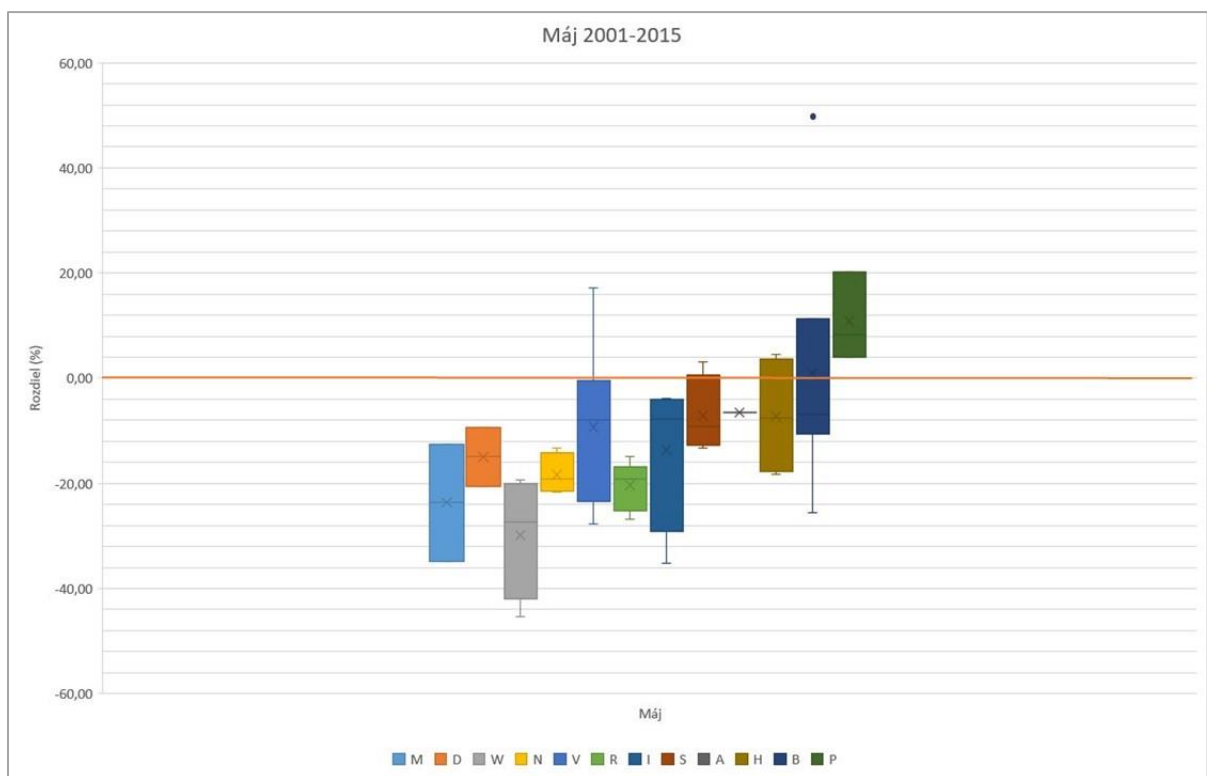
Obr. 20 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac FEBRUÁR



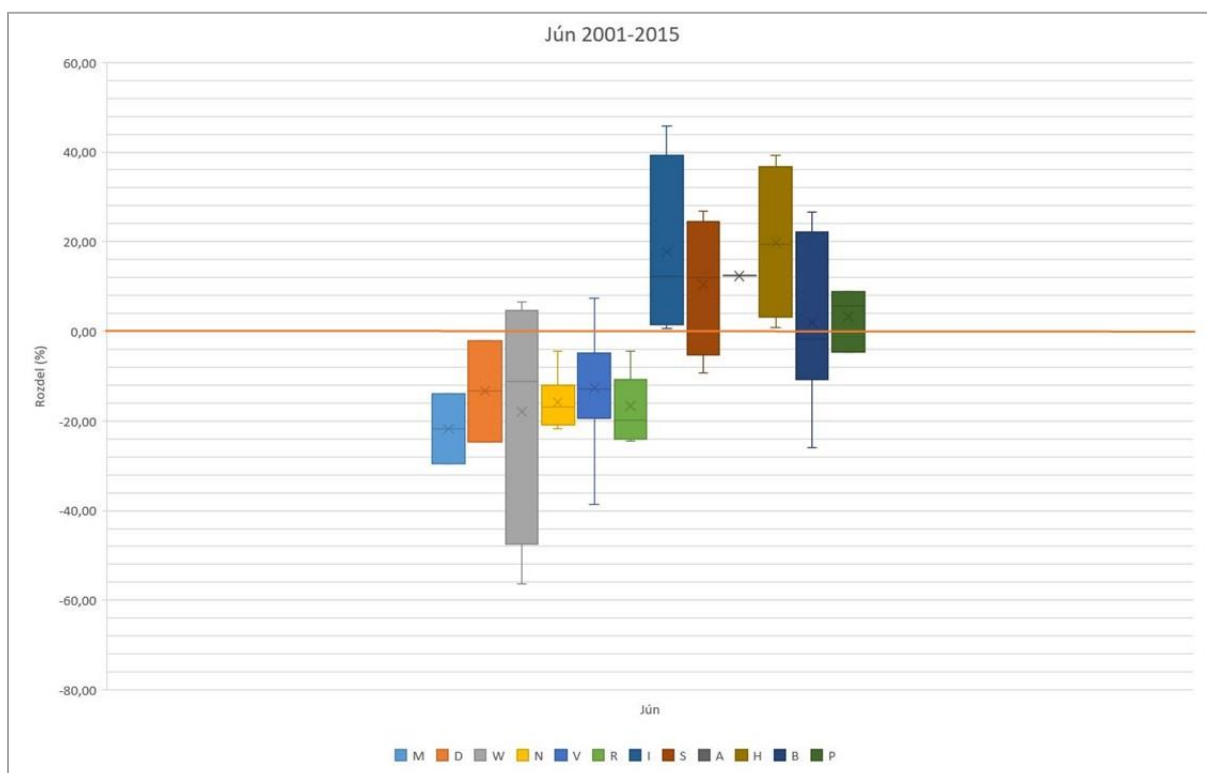
Obr. 21 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac MAREC



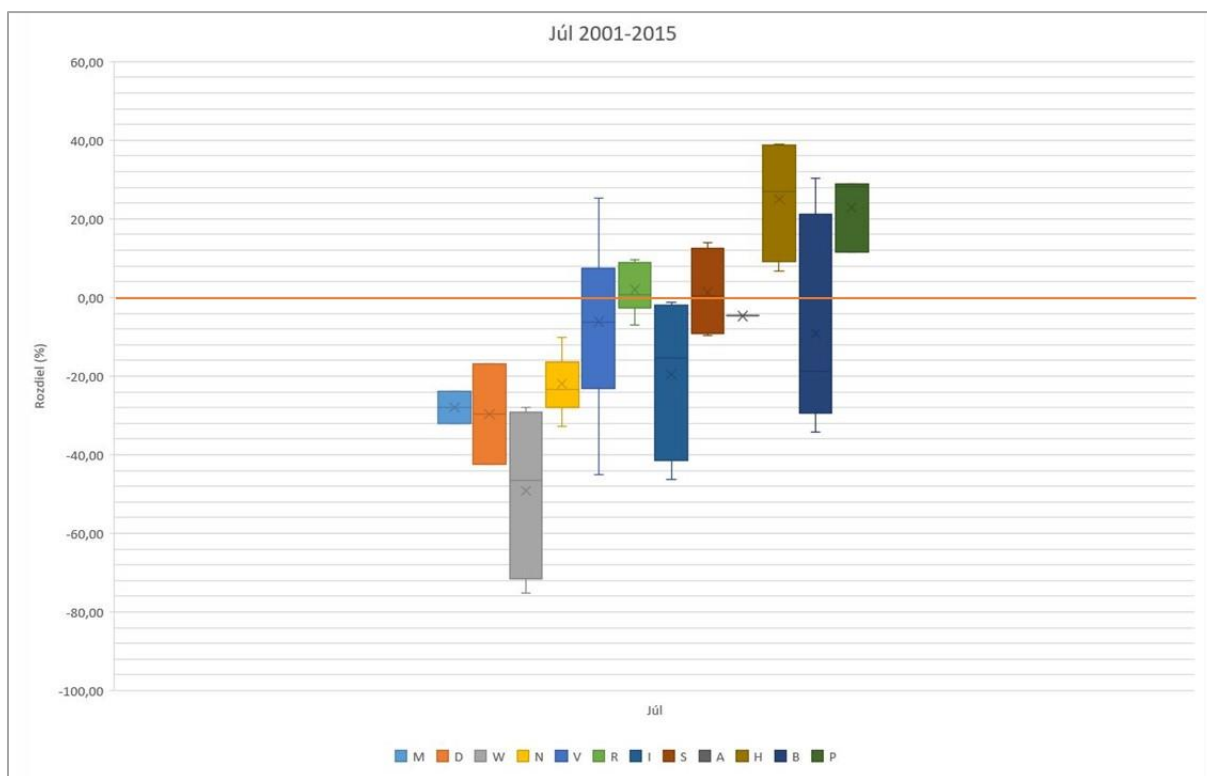
Obr. 22 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac APRÍL



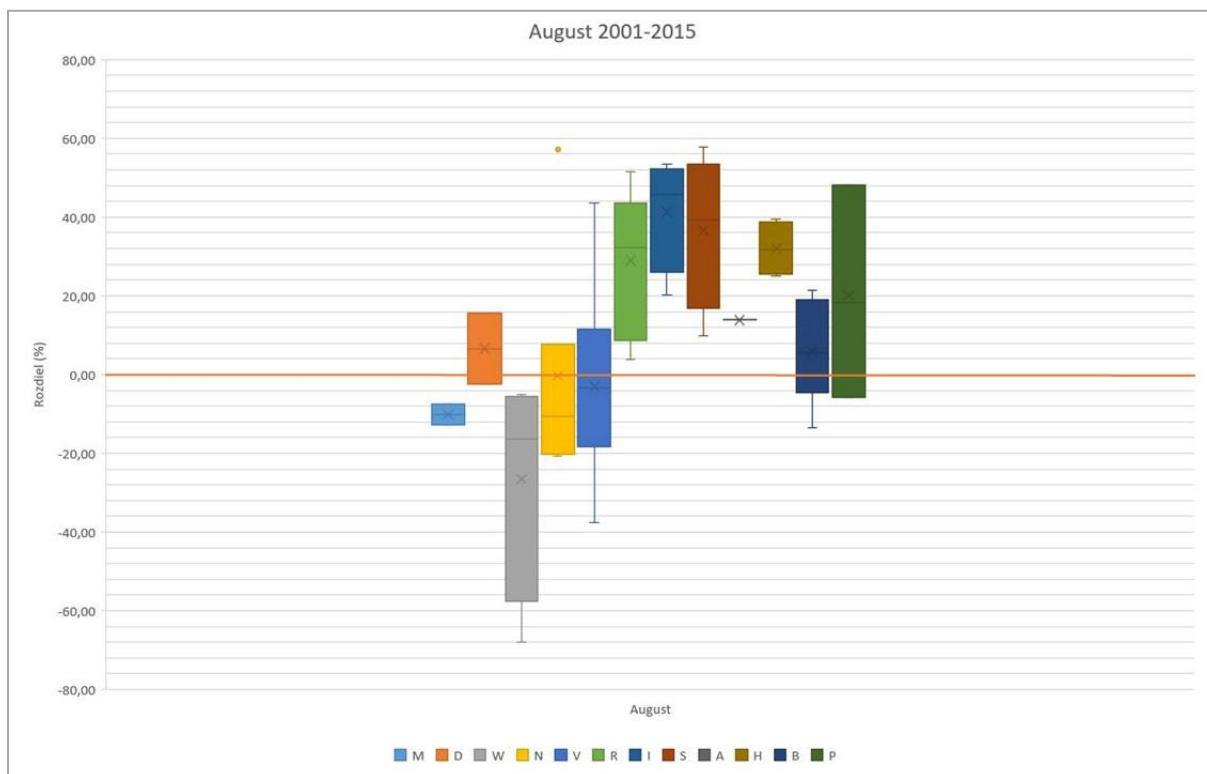
Obr. 23 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac MÁJ



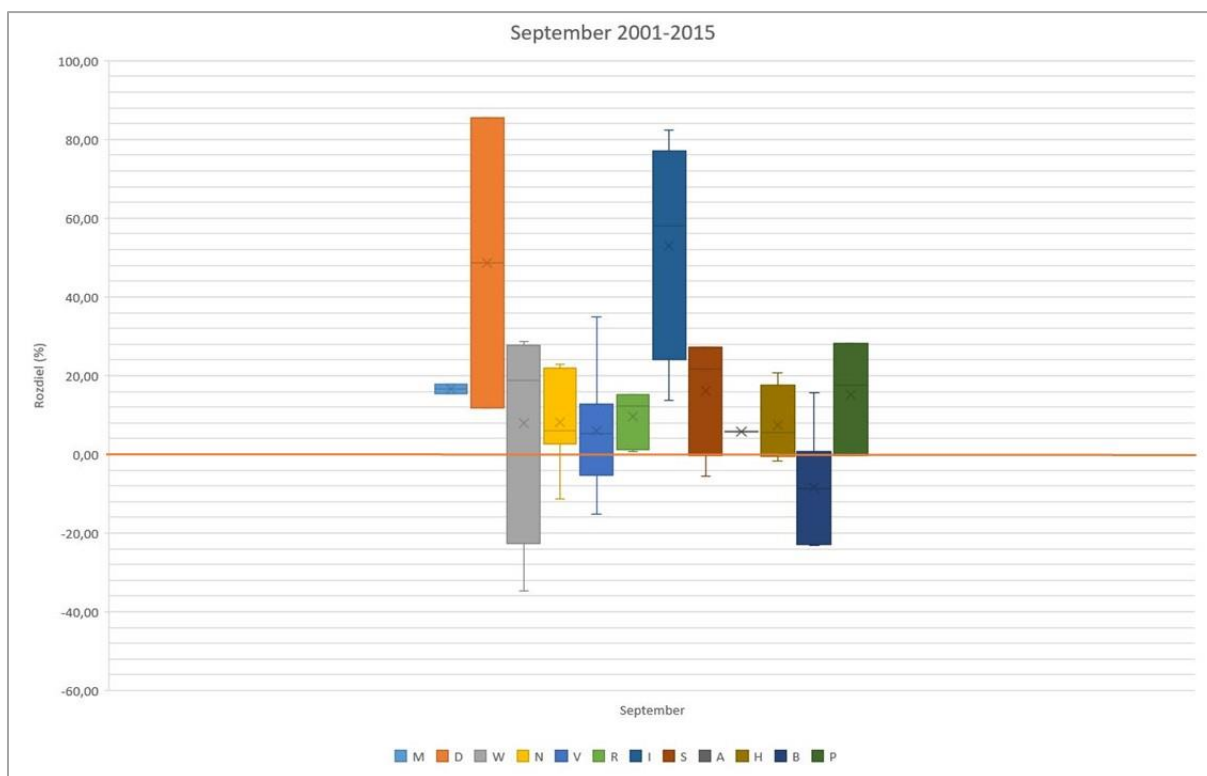
Obr. 24 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JÚN



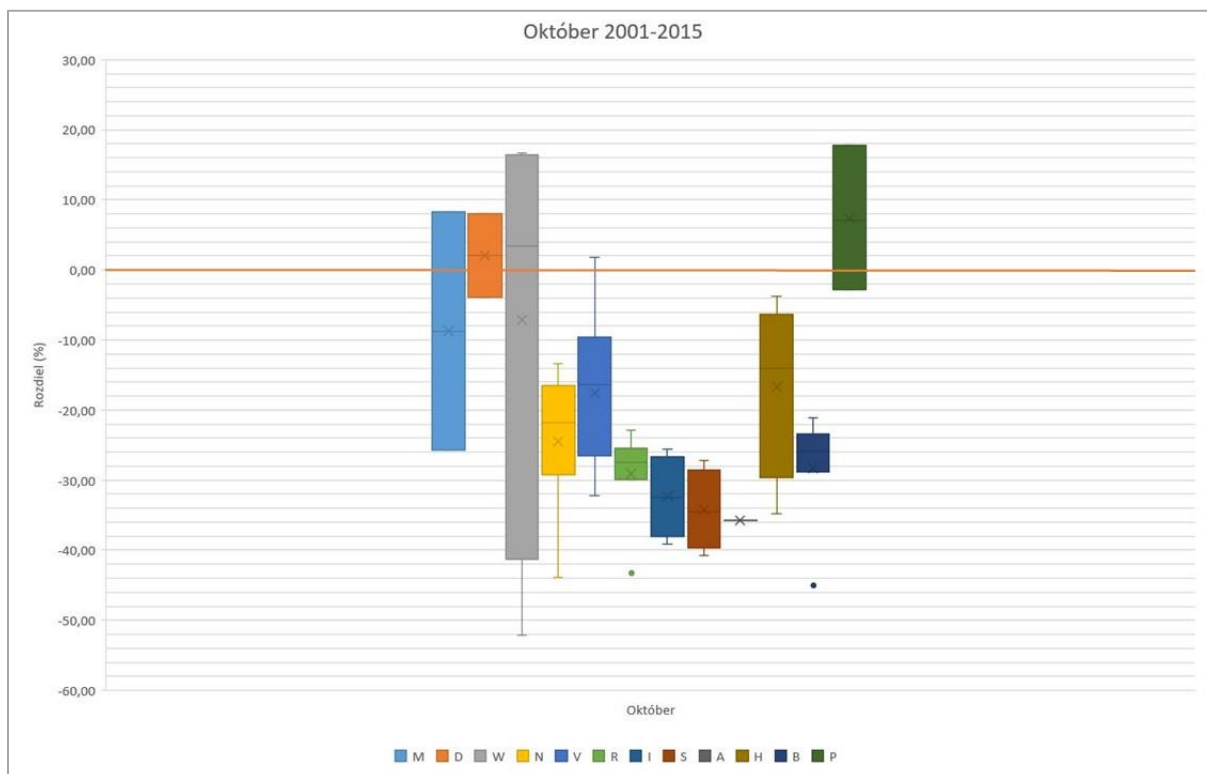
Obr. 25 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac JÚL



Obr. 26 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac AUGUST



Obr. 27 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac SEPTEMBER



Obr. 28 Porovnanie odchýlok $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ za mesiac OKTÓBER

Najväčšie (kladné či záporné) hodnoty percentuálnych odchýlok dlhodobých mesačných prietokov $Q_{ma,2001-2015}$ od $Q_{ma,1961-2000}$ v priemere na povodia, ako aj percentuálne hodnoty extrémov v jednotlivých vodomerných staniách boli nasledovné:

Záporné odchýlky boli najväčšie v mesiacoch apríl, máj, október, november (takmer celoplošne), ďalej aj v mesiacoch jún, júl a ojedinele aj v auguste.

V októbri a v novembri sa výrazné záporné odchýlky (o viac ako 10%) prejavili v takmer všetkých čiastkových povodiach okrem povodia Dunaj a Poprad; záporné odchýlky v priemere na povodia sa v októbri pohybovali od -8,7% (povodie Morava) do -35,7% (povodie Bodvy), pokles o viac ako o 30% v priemere odchýlok na povodia sme zaznamenali v povodiach Ipeľ, Slaná a Bodva, takmer -30% (-29,1%) aj v povodí Hron. Maximálne hodnoty odchýlok v jednotlivých (neovplyvnených) VS boli nasledovné: -43,2% (VS Hronec – Čierny Hron (povodie Hron)), v povodí Bodrog -41,6 (VS Jovsa – Jovsiansky potok), v povodí Slaná -40,8% (VS Lehota nad Rimavicou - Rimavica). Je ale potrebné si uvedomiť, že %-ne odchýlky sú v tomto období výraznejšie aj z toho dôvodu, že ide o málo vodné obdobie, samotné hodnoty prietokov sú menšie a aj menšie zmeny hodnôt prietokov predstavujú väčšie zmeny v %. V novembri boli zaznamenané priemerné odchýlky v povodiach s výraznejším poklesom dlhodobých hodnôt o viac ako 20% v povodiach Ipeľ (-37,4%), sub-povodie Malý Dunaj (-23,3%), Morava (-22,2%), Bodva (-21,2) a Nitra (-20,1%).

V apríli, v ktorom boli v povodiach plošne najviac zaznamenané poklesy dlhodobých mesačných prietokov hodnoteného obdobia, boli poklesy v priemere na povodia o viac ako 10% zaznamenané v povodiach Morava (-24,9%), Malý Dunaj (-29,5%), Nitra (-20,1%), Hron (-12,7%), Ipeľ (-18,8%), Slaná (-11,5%), Bodva (-19,3%), Hornád (-21,8%) a Bodrog (-18,8%). Maximálne odchýlky v neovplyvnených vodomerných staniách boli zaznamenané: -40,7% (VS Láb – Oliva (povodie Morava)), -30,4% (VS Pezinok – Blatina (sub-povodie Malý Dunaj)), -29,8% Jovsa – Jovsiansky potok (povodie Bodrog)). V apríli, kedy je priemerná mesačná vodnosť na Slovensku najvyššia, tieto percentuálne rozdiely predstavujú aj väčšie zmeny reálnych hodnôt.

Z ďalších mesiacov, kedy sa prejavili výraznejšie hodnoty poklesu, bol máj; podľa priemerných hodnôt na povodie mali záporné odchýlky všetky povodia s výnimkou povodia Popradu a Dunajca a povodia Bodrogu. Priemerné odchýlky na povodie variovali v rozmedzí od -6,5% (povodie Bodva) do -24,7% (sub-povodie Malý Dunaj, bez ovplyvnenej „outlier“ stanice Bernolákovo – Čierna voda).

Nárast dlhodobých mesačných hodnôt sa prejavil najviac v mesiacoch január a september, sčasti aj v auguste. Januárový nárast sa prejavil vo väčšine povodí takmer celoplošne, výnimkou boli povodia Morava (VS Močiarka – Láb v januári vykazuje pokles o -22,6%, Moravský Ján nárast o 11,1%, priemer na povodie je -5,7%) a sub-povodie Malý Dunaj (priemerná odchýlka v povodí -3,4% (veľká variabilita v rámci jednotlivých VS)). V ostatných povodiach bol zaznamenaný nárast dlhodobých priemerných januárových hodnôt prietokov v priemere na povodia boli nasledovné odchýlky: povodie Dunaj (14,3%), povodie Nitra (2,0%), povodie Váh (21,7%), povodie Hron (29,0%), povodie Ipeľ (20,6%), povodie Slaná (45,5%), povodie

Bodva (44,2%), povodie Hornád (30,0%), povodie Bodrog (30,6%) a povodie Poprad a Dunajec (12,7%).

V septembri sa nárast $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu prejavil takmer vo všetkých čiastkových povodiach s výnimkou povodia Bodrogu, kde prevažoval pokles (odchýlka priemeru na povodie -8,4%). Najväčšie kladné percentuálne odchýlky boli zaznamenané v povodiach Dunaj (priemer na povodie 48,6% - vplyvom VS Spariská – Vydrica (odchýlka +85,5% (malý tok v období malých prietokov, tzn. že zmena len o niekoľko litrov znamená veľkú percentuálnu odchýlku)) a Ipeľ (priemerná odchýlka v povodí 53,1%). V ostatných povodiach priemerné odchýlky dosahovali 5,7% až 16,6%.

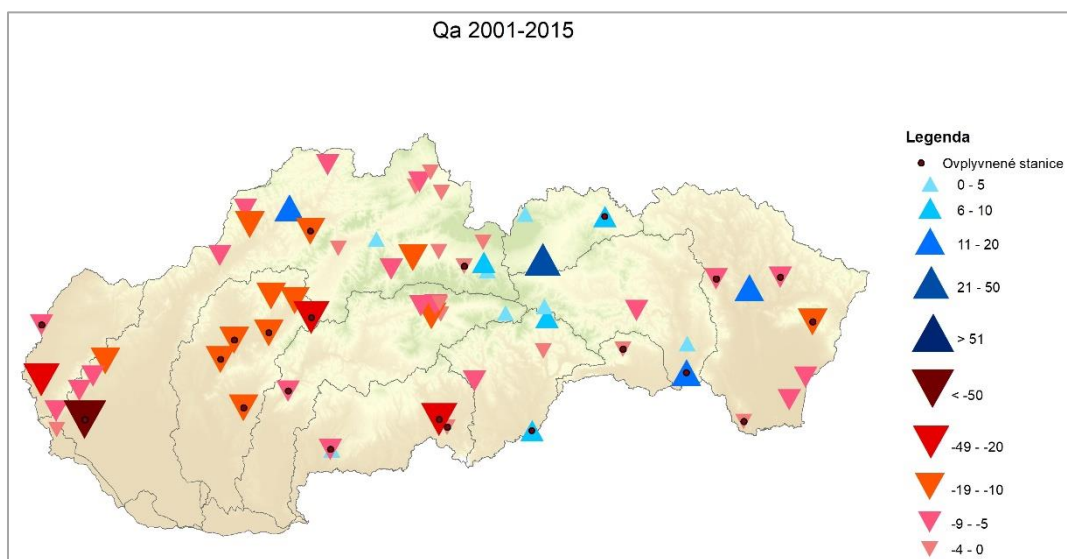
V auguste sa kladné odchýlky dlhodobých mesačných hodnôt prietokov za obdobie 2001-2015 voči referenčnému obdobiu prejavili najmä v čiastkových povodiach Ipeľ (priemerná odchýlka 41,3%), Slaná (36,6%), Hornád (32,0%), Hron (29,0%) a Poprad (20,1%).

5. Plošné hodnotenie zmien v rámci Slovenska

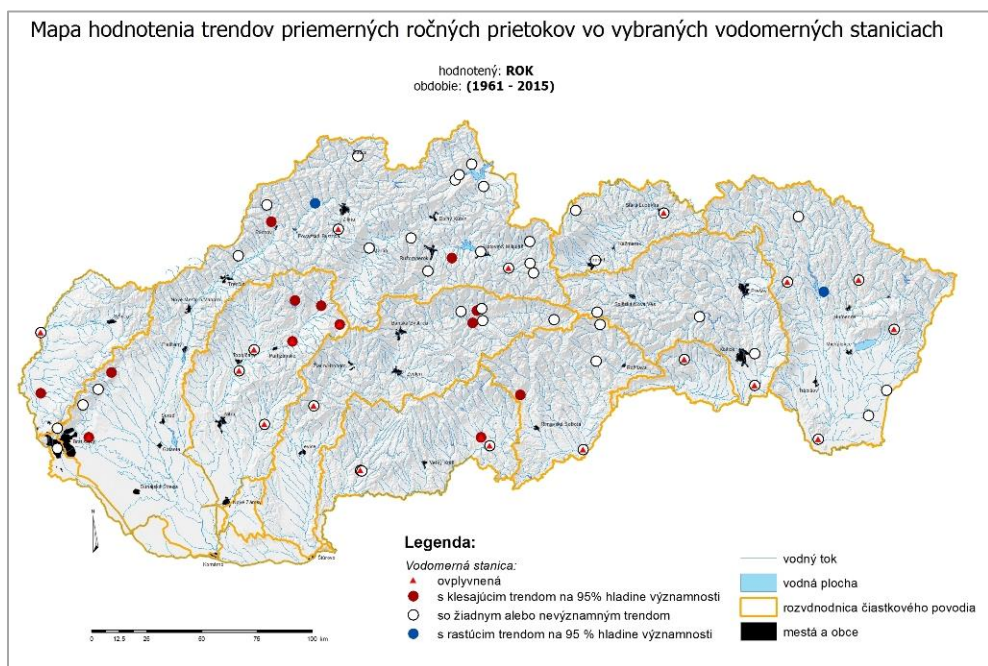
Plošné hodnotenie priemerných ročných prietokov

Na zhodnotenie zmien hodnôt dlhodobých priemerných prietokov z pohľadu plošného výskytu sme použili mapové zobrazenie zmien dlhodobých priemerných prietokov obdobia 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000 (29a), mapové zobrazenie výskytu významného rastúceho alebo klesajúceho trendu priemerných ročných prietokov vo VS (29b) a kombinovaná mapa, kde sa tieto dve hodnotenia prekrývajú (29c).

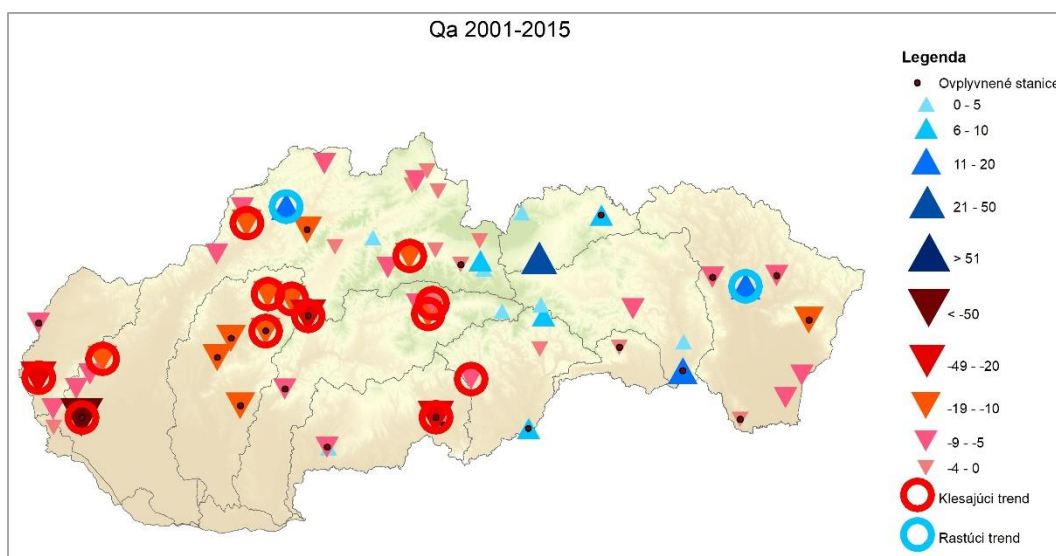
Na obr. 29a, b, c sú zobrazené mapy zobrazujúce zmeny dlhodobých priemerných prietokov $Q_{a,2001-2015}$ voči $Q_{a,1961-2000}$ a trendy priemerných ročných prietokov za obdobie 1961-2015.



Obr. 29a Rozdiely $Q_{a,2001-2015}$ voči $Q_{a,1961-2000}$ (ref.)



Obr. 29b Trendy Q_r za obdobie 1961-2015



Obr. 29c Rozdiely $Q_{a,2001-2015}$ voči $Q_{a,1961-2000}$ (ref.) a trendy Q_r za obdobie 1961-2015

Z mapového zobrazenia je zrejmé, že v hodnotených vodomerných staniciach prevláda pokles dlhodobých hodnôt $Q_{a,2001-2015}$ oproti referenčným hodnotám $Q_{a,1961-2000}$. Najvýraznejšie sa pokles prejavuje na juhozápade Slovenska, zmeny vidíme ale aj v povodí Nitry, najmä v jeho hornej časti (v dolnej časti je tiež zaznamenaný pokles, hodnotené VS majú ale ovplyvnené prietoky), v strednej časti povodia Hrona, Váhu (aj v oblasti Oravy a Kysúca) a na východe Slovenska (povodie Bodrogu).

Nárast dlhodobých hodnôt sa prejavuje najmä v oblasti Tatier – v povodí Popradu, v hornej časti povodia Hornád, Slaná, Hron, Váh.

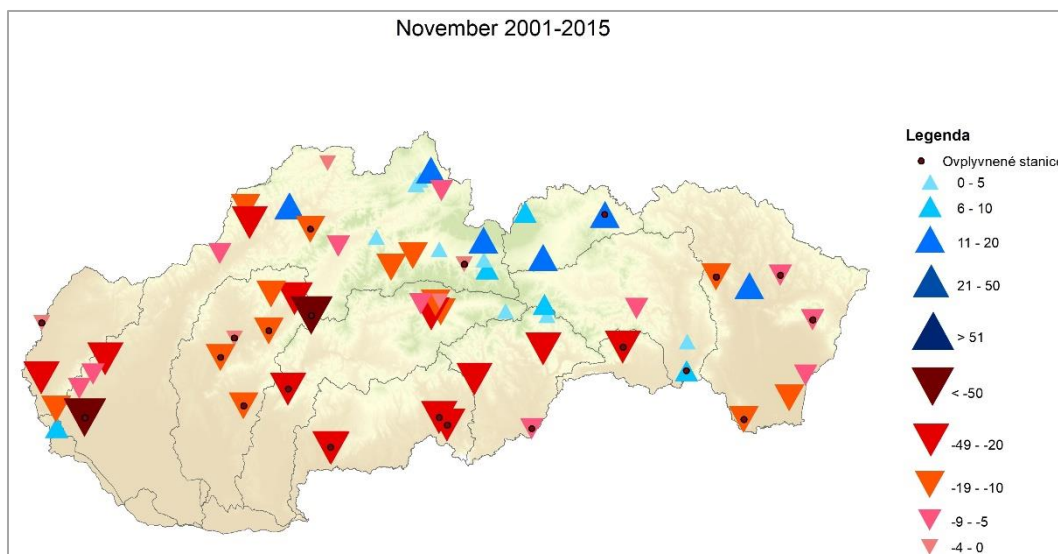
Identifikované rastúce a klesajúce trendy sa zväčša regionálne zhodujú s výskytom kladných a záporných zmien dlhodobých hodnôt, významné trendy sa však potvrdili vo výrazne menšom počte VS ako zmeny dlhodobých hodnôt.

Klesajúce trendy (v neovplyvnených VS) boli zaznamenané vo VS v čiastkovom povodí Morava (Láb - Močiarka), v povodí Váhu v hornej časti (Partizánska Ľupča – Ľupčianka), z pravostranných prítokov z Karpát vo VS Dohňany – Biela voda a nižšie v sub-povodí Malý Dunaj vo VS Horné Orešany – Parná; v povodí Nitra v dvoch neovplyvnených VS (Nedožery – Nitra a Liešťany – Nitrica), v hornej časti povodia Hrona v 2 VS (Hronec – Čierny Hron a Bystrá – Bystrianka), v povodí Ipel' len v ovplyvnenej VS (Lučenec – Krivánsky potok), v povodí Slaná v 1 VS (Lehota nad Rimavicou – Rimavica). V povodiach na východnom Slovensku (Bodva, Hornád, Bodrog, Poprad a Dunajec) sme klesajúce trendy priemerných ročných prítokov nezaznamenali.

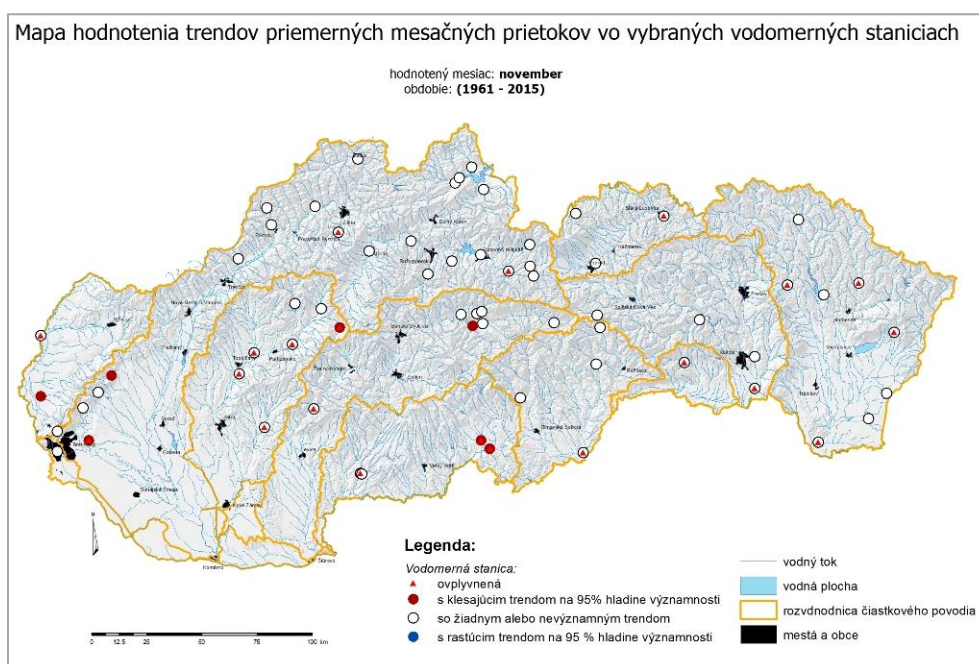
Rastúce trendy sa potvrdili len ojedinele – v 2 VS: Bytča – Petrovička (stredná časť povodia Váh) a Jasenovce – Oľka (horná časť povodia Bodrog).

Plošné hodnotenie priemerných mesačných prítokov

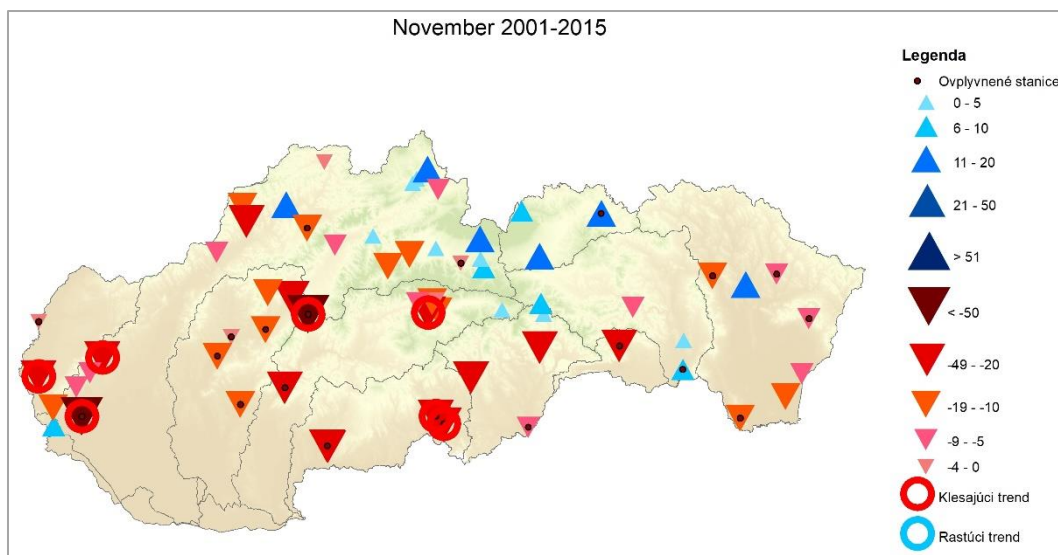
Na obrázkoch 30 a, b, c až 41 a, b, c sú zobrazené mapy zobrazujúce zmeny dlhodobých priemerných mesačných prietokov $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ (a), mapy zobrazujúce identifikované významné trendy priemerných mesačných prietokov za obdobie 1961-2015 za jednotlivé kalendárne mesiace (b) a mapy kombinujúce tieto dva typy analýz (c).



Obr. 30a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - november

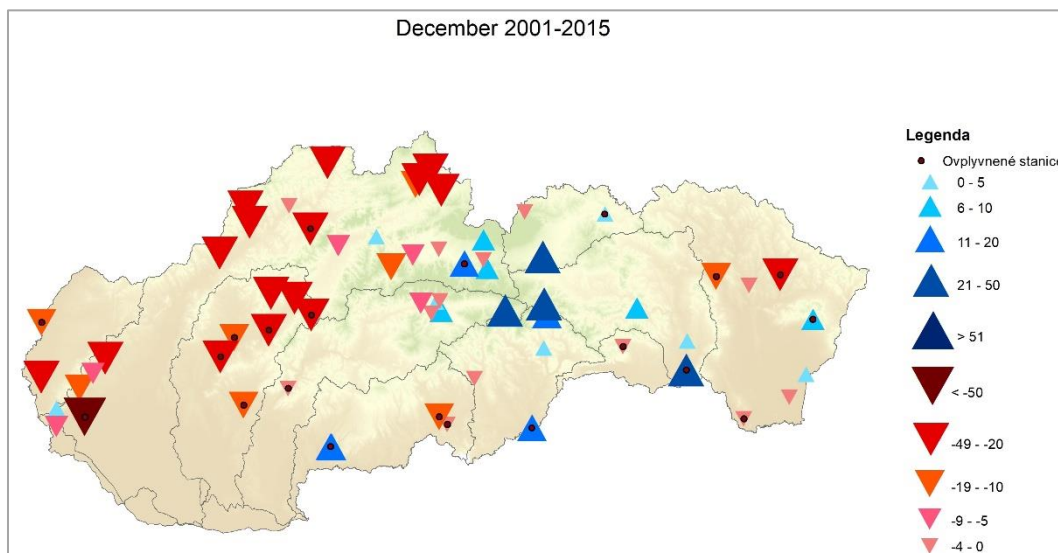


Obr. 30b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - november

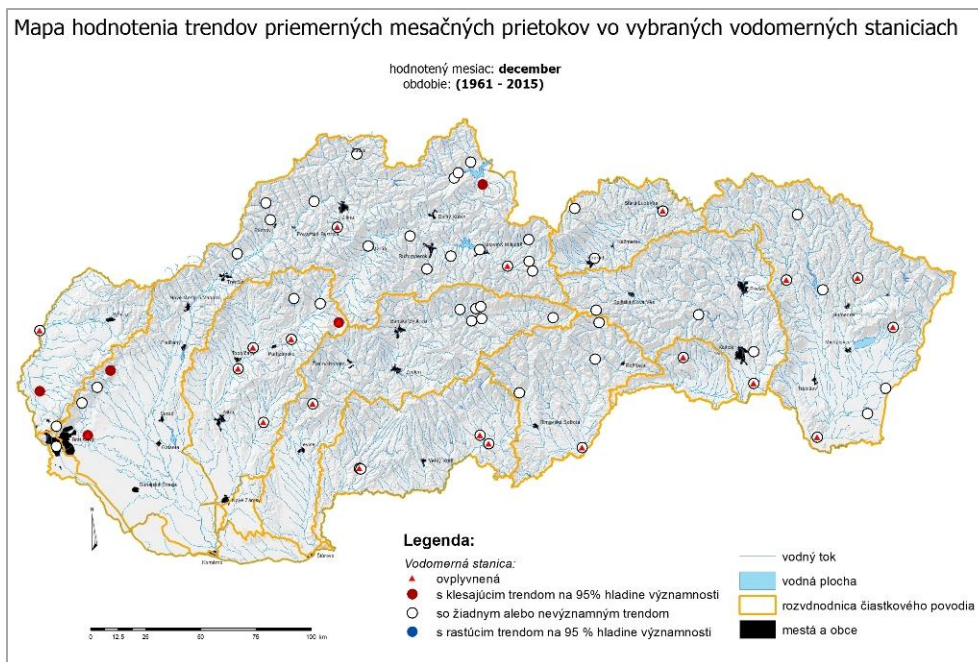


Obr. 30c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - november

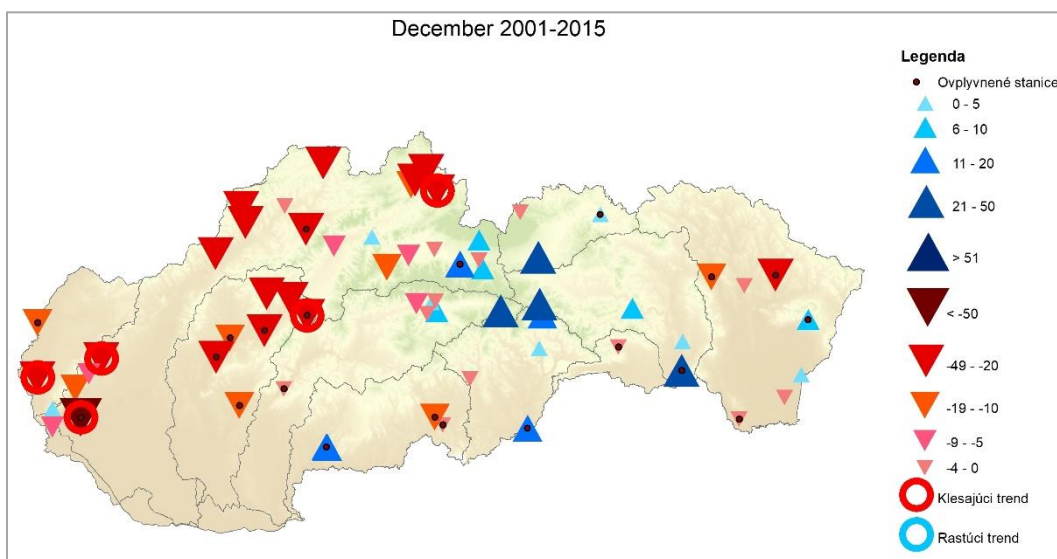
V novembri sme zaznamenali pokles dlhodobých priemerných mesačných prietokov v hodnotenom období oproti referenčnému najmä na juhu, juhozápade a strede Slovenska, klesajúce trendy na 95% hladine významnosti v neovplyvnených vodomerných staniciach sa potvrdili v oblasti Malých Karpát (VS Láb – Močiarka, povodie Morava a VS Horné Orešany – Parná, povodie Váh, Malý Dunaj), v povodí Hron (VS Hronec – Čierny Hron). Nárast prietokov sa prejavil na severe Slovenska (horný Váh, Orava, Poprad), významné trendy sa neidentifikovali.



Obr. 31a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - december

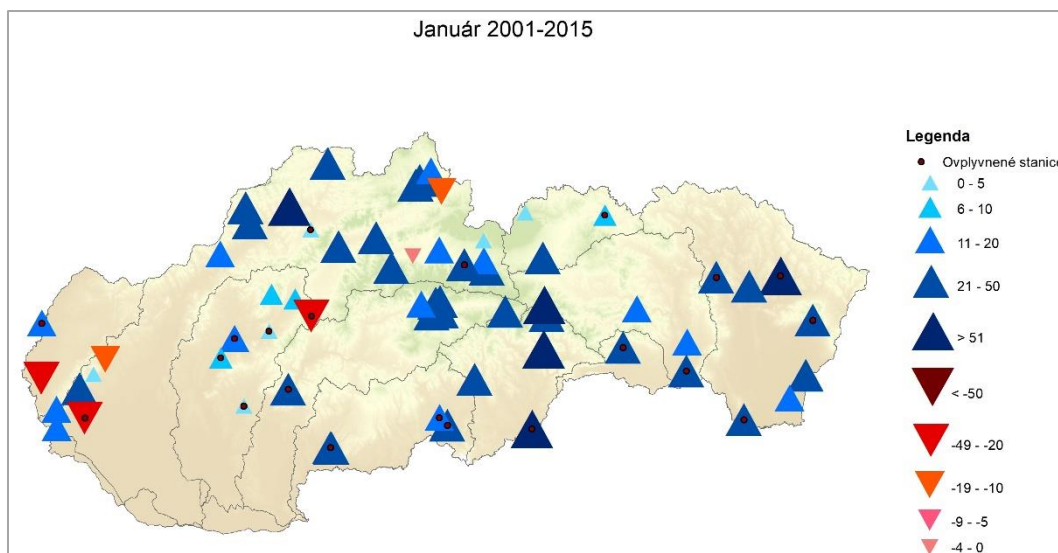


Obr. 31b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 -december

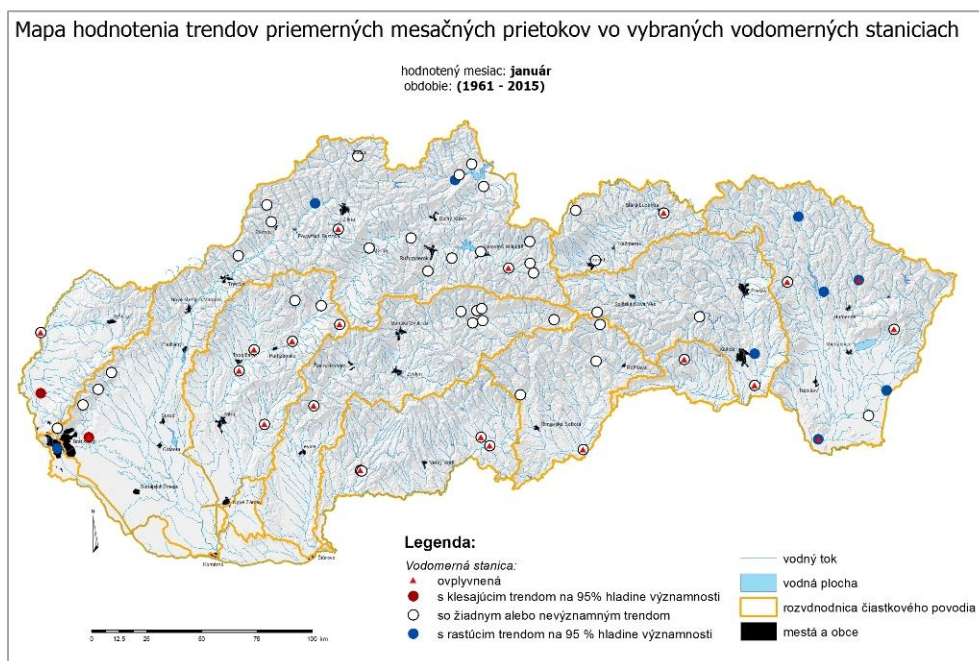


Obr. 31c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - december

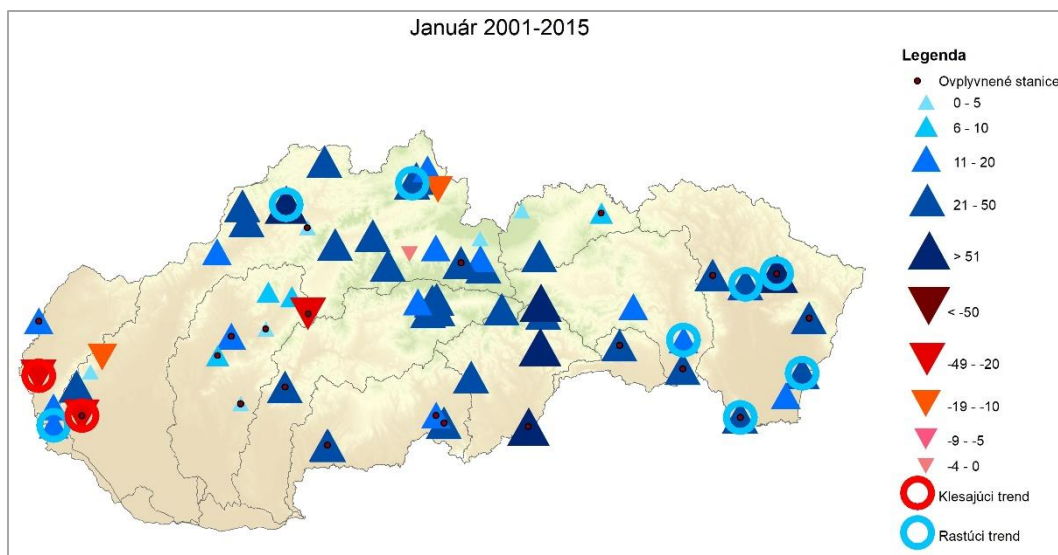
V decembri je viditeľný pokles dlhodobých hodnôt najmä v západnej polovici územia Slovenska a hornej časti povodia Bodrogu. Klesajúce trendy boli v neovplyvnených VS zaznamenané v oblasti Malých Karpát (Láb – Močiarka, Horné Orešany – Parná) a v povodí Váhu (Trstená – Oravica). Nárast dlhodobých hodnôt sa prejavil v horných častiach povodí Váh, Poprad, Hron, Slaná a Hornád, významný trend nebol zaznamenaný.



Obr. 32a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - január

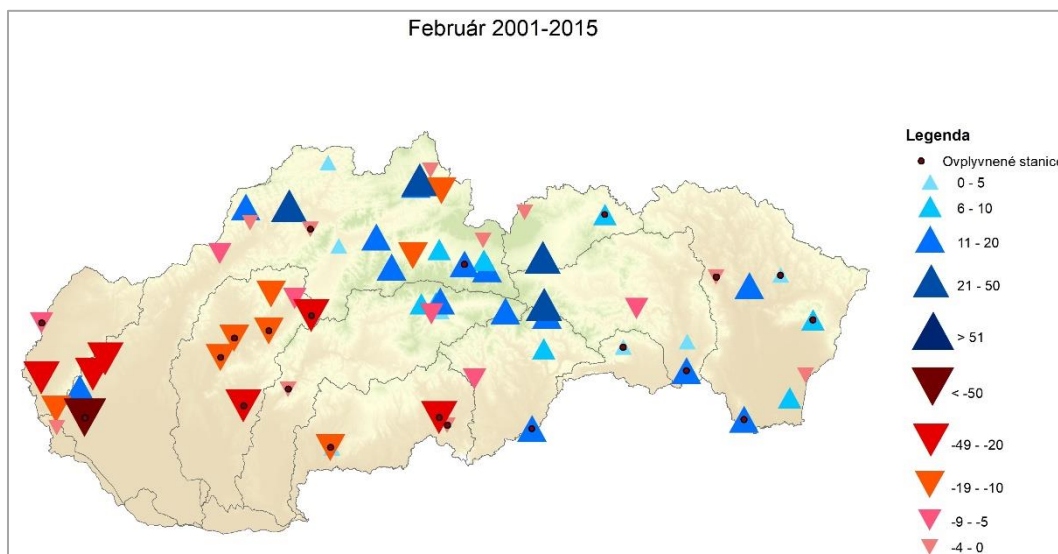


Obr. 32b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - január

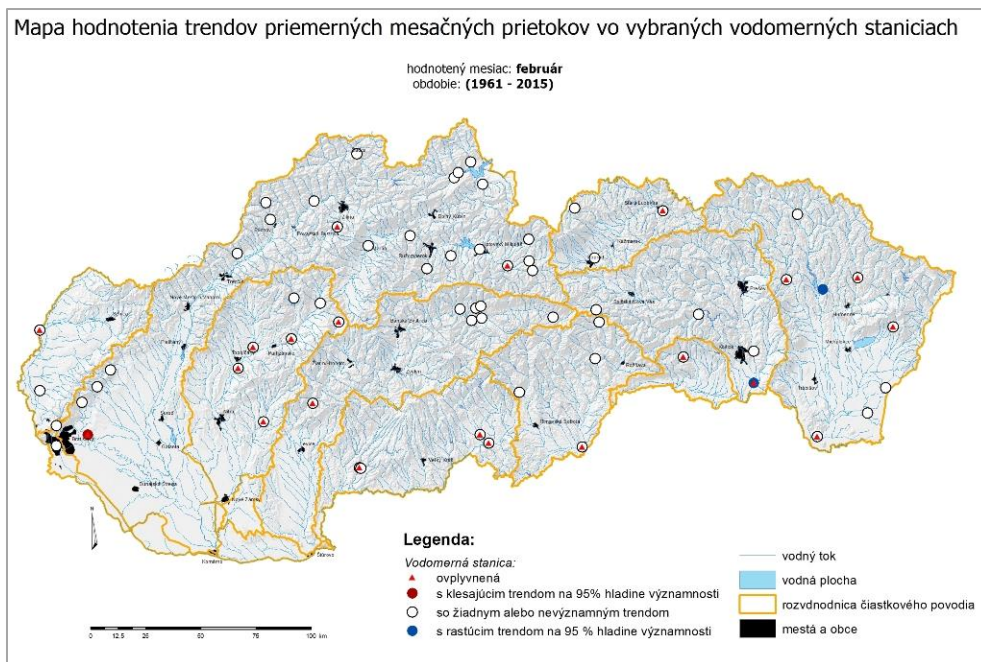


Obr. 32c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - január

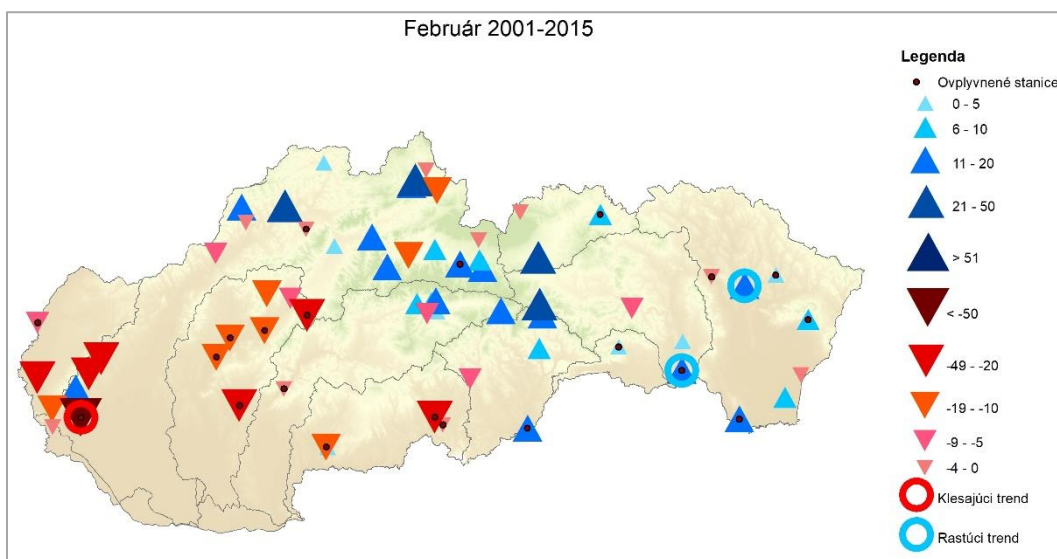
V januári je zrejmy takmer celoplošný výrazný nárast dlhodobých hodnôt, s ojedinělými výnimkami, kde sa prejavil pokles (napr. Láb – Močiarka). Rastúci trend na zvolenej hladine významnosti sa prejavil na hlavnom toku Dunaj v Bratislave, v povodí Váhu (Lokca – Biela Orava, Bytča – Petrovička), v povodí Hornád (Košické Olšany – Torysa) a v 5 staniách v povodí Bodrog, z toho v 3 neovplyvnených VS: Lekárovce – Uh, Svidník – Ondava a Jasenovce – Oľka).



Obr. 33a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - február

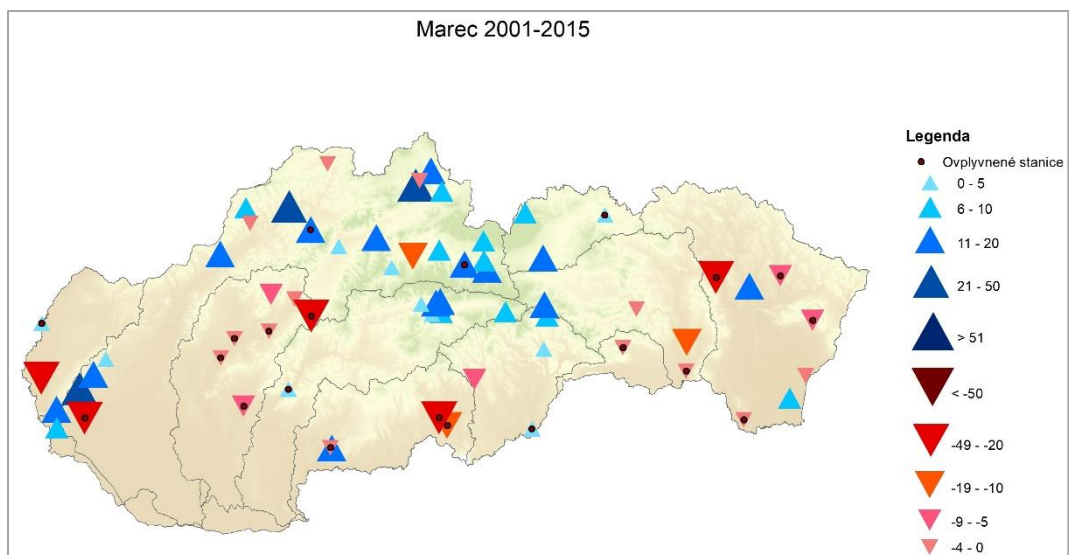


Obr. 33b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - február

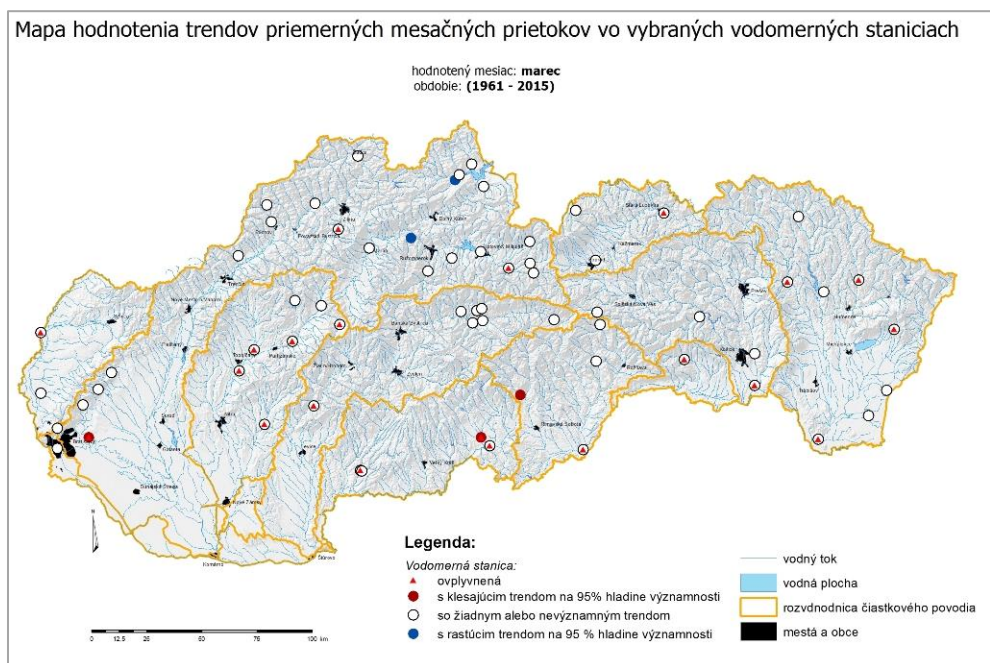


Obr. 33c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 – február

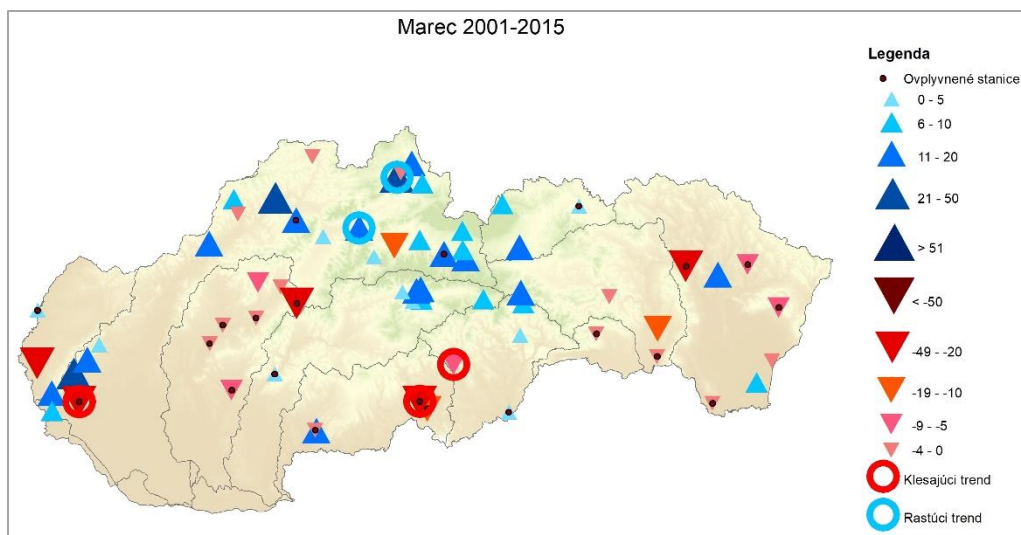
Vo februári je zrejmy pokles dlhodobých hodnôt najmä v oblasti Malých Karpát, v povodí Nitry a Ipľa. V oblasti horného Váhu, horného Hrona, Popradu, Hornádu a Slanej vidíme prevažujúci nárast dlhodobých hodnôt. Klesajúce trendy sa v neovplyvnených staniciach nepotvrdili, rastúci trend bol zaznamenaný vo VS Jasenovce – Oľka (povodie Bodrog).



Obr. 34a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - marec

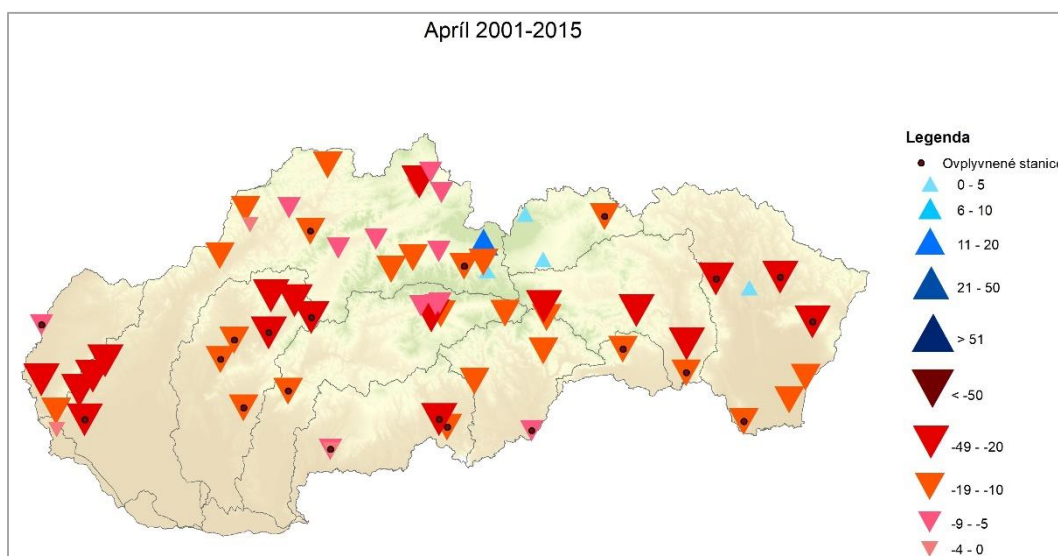


Obr. 34b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - marec

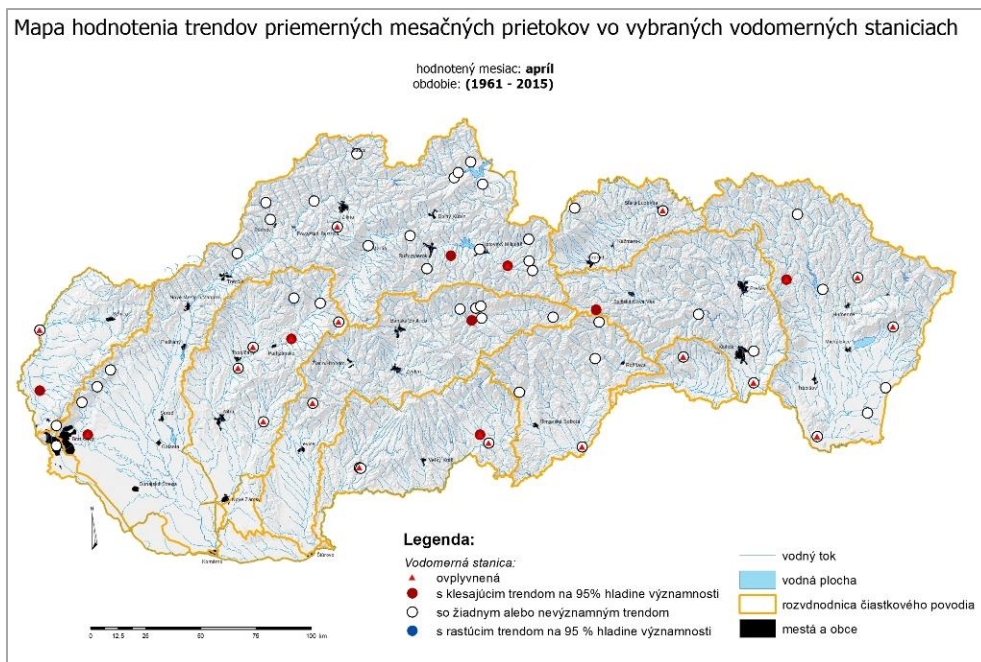


Obr. 34c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - marec

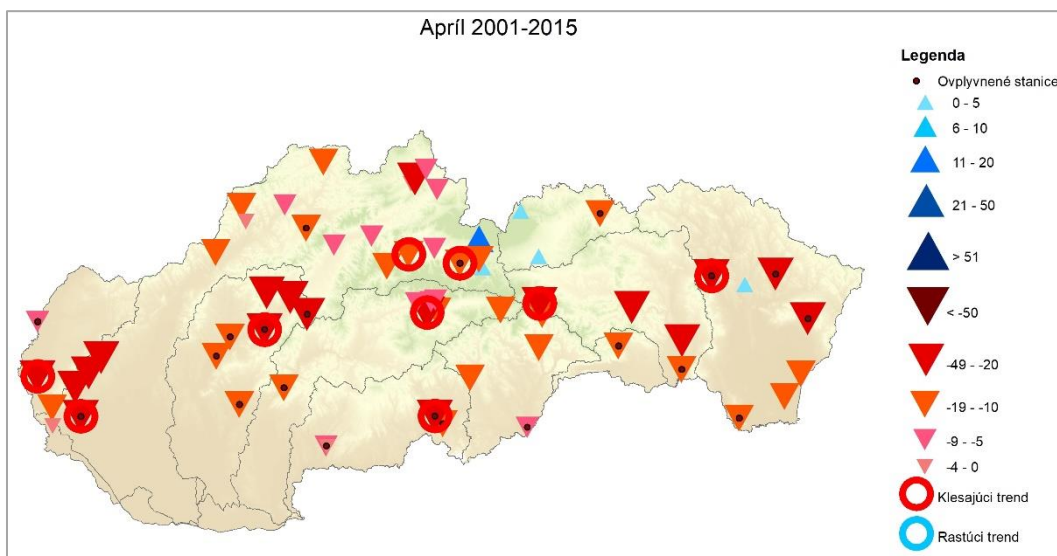
V marci sa pokles dlhodobých hodnôt prejavil len ojedinele, klesajúci trend v neovplyvnenej VS bol zaznamenaný v povodí Slaná (Lehota nad Rimavicou – Rimavica). Nárast dlhodobých hodnôt sa prejavil v oblasti Malých Karpát (toky sub-povodia Malý Dunaj) a v strednej a severnej časti Slovenska, v povodí Váh, Hron, Poprad, horná časť Hornádu a Slanej. V povodí Váhu bol identifikované v 2 VS rastúce trendy (Ľubochňa – Ľubochňanka, Lokca – Biela Orava).



Obr. 35a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - apríl

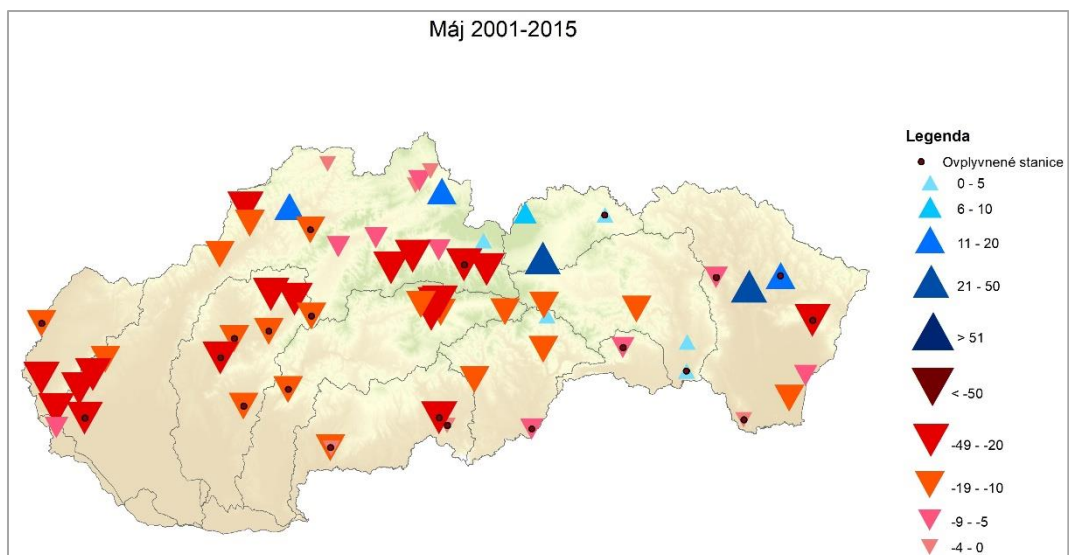


Obr. 35b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - apríl

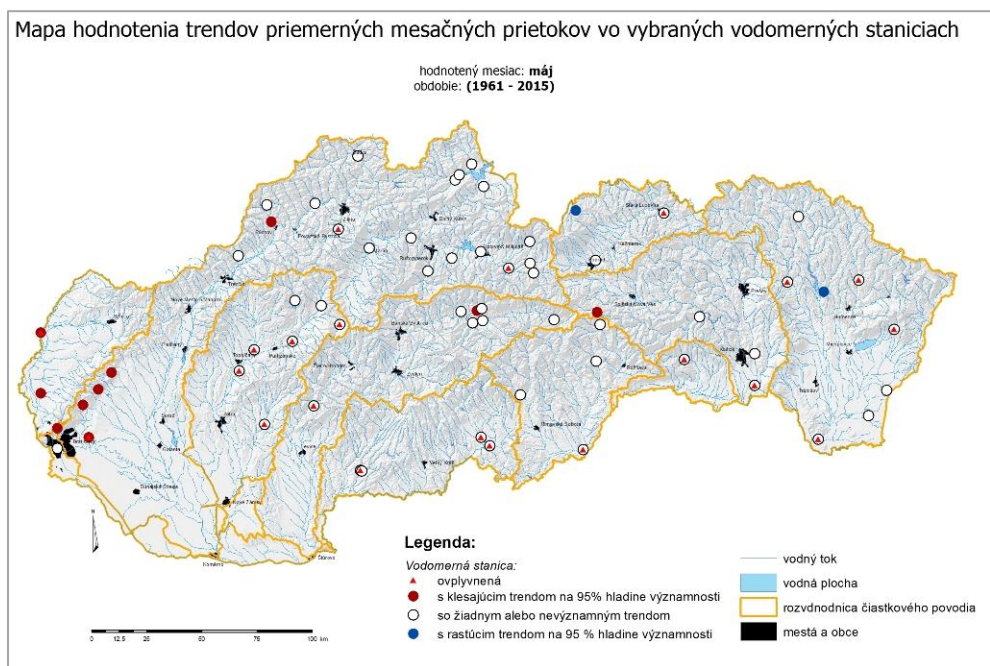


Obr. 35c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - apríl

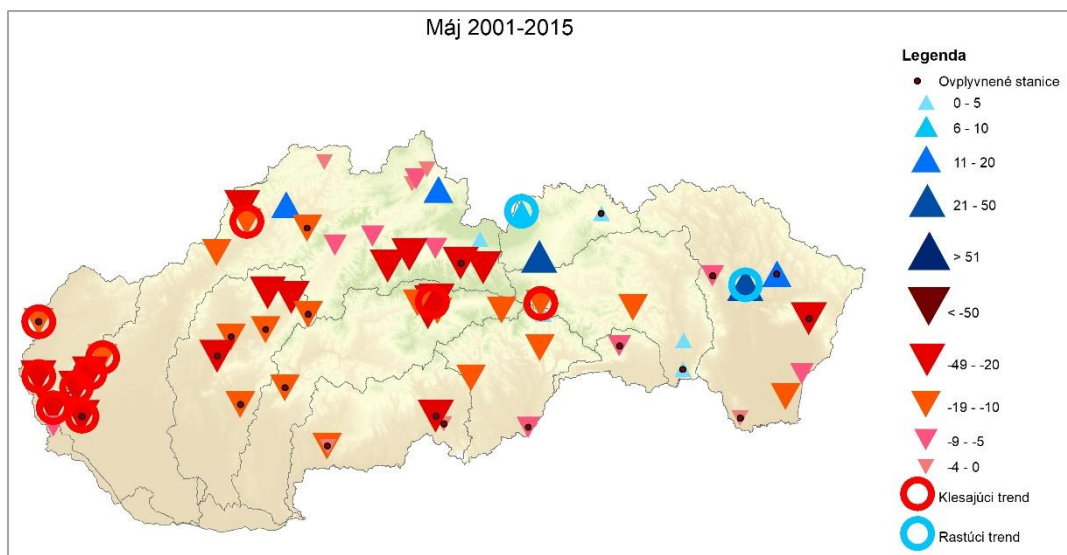
V apríli sa celoplošne prejavil pokles dlhodobých hodnôt v období 2001-2015 voči referenčnému obdobiu 1961-2000. Klesajúce trendy boli zaznamenané v nasledujúcich neovplyvnených VS: Láb – Močiarka (Morava), Partizánska Ľupča – Ľupčianka (Váh), Hronec – Čierny Hron (Hron), Stratená – Hnilec (Hornád).



Obr. 36a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - máj

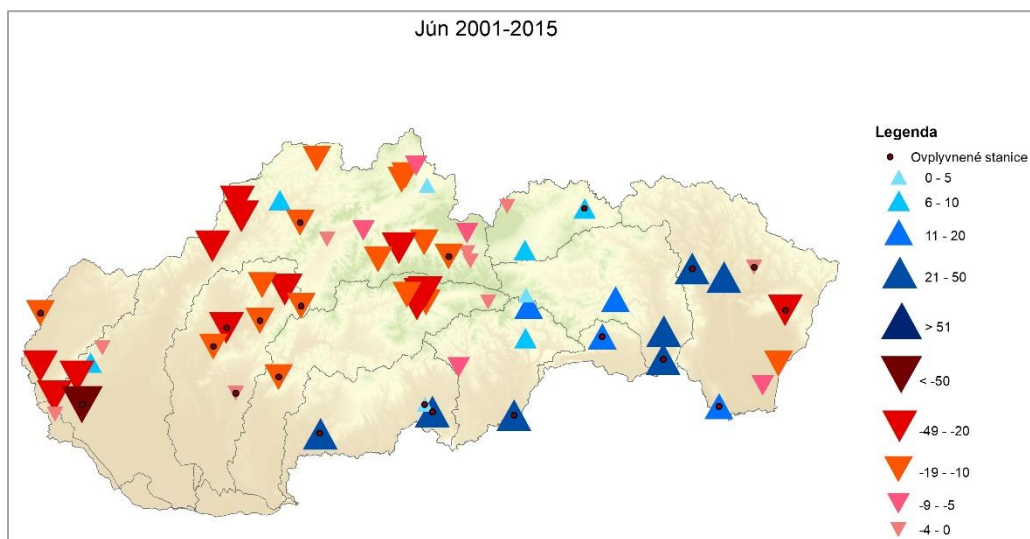


Obr. 36b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - máj

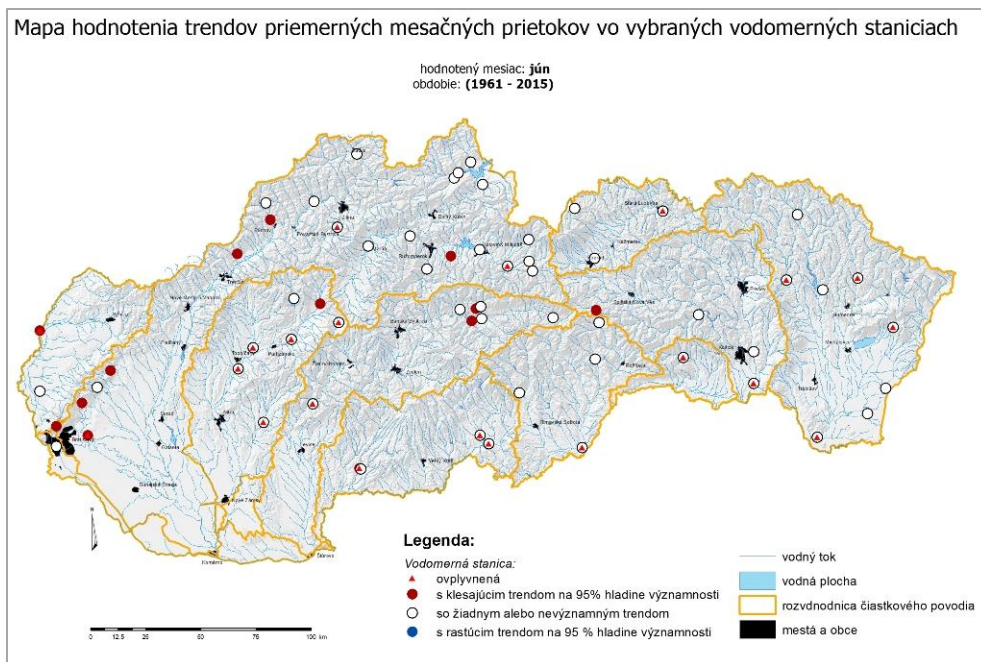


Obr. 36c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - máj

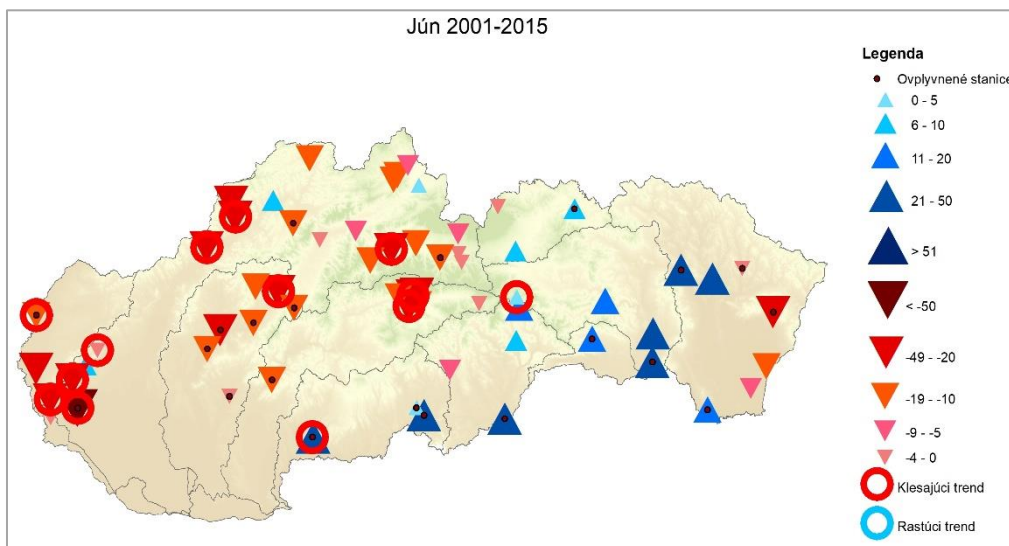
V máji sa, podobne ako v apríli, taktiež takmer celoplošne prejavoval pokles dlhodobých hodnôt, s ojedinelými výnimkami v povodiach Poprad, Váh a Bodrog. Klesajúce trendy boli zaznamenané vo všetkých hodnotených VS v oblasti Malých Karpát, vo VS Dohňany – Biela voda (Váh), Bystrá – Bystrianka (Hron) a Stratená – Hnilec (Hornád). Rastúce trendy sa prejavili v povodí Poprad (Ždiar-Podspády – Javorinka) a Bodrog (Jasenovce – Oľka).



Obr. 37a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - jún

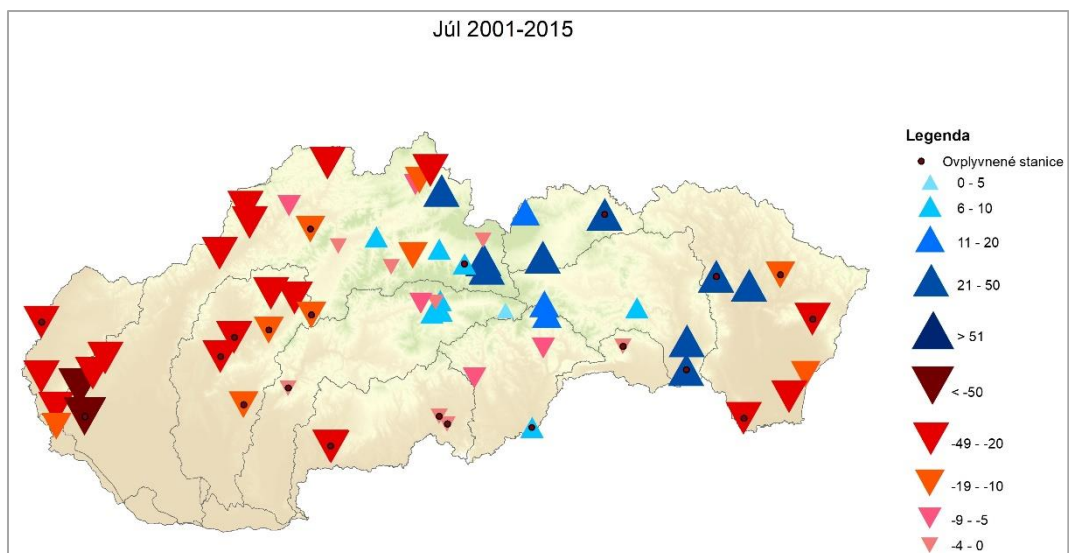


Obr. 37b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - jún

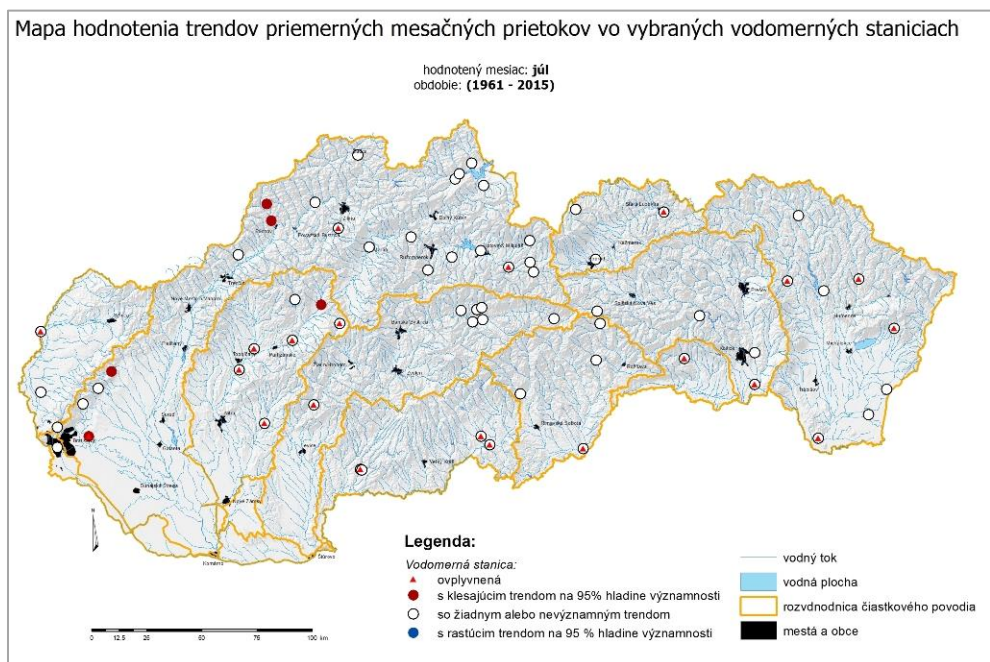


Obr. 37c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - jún

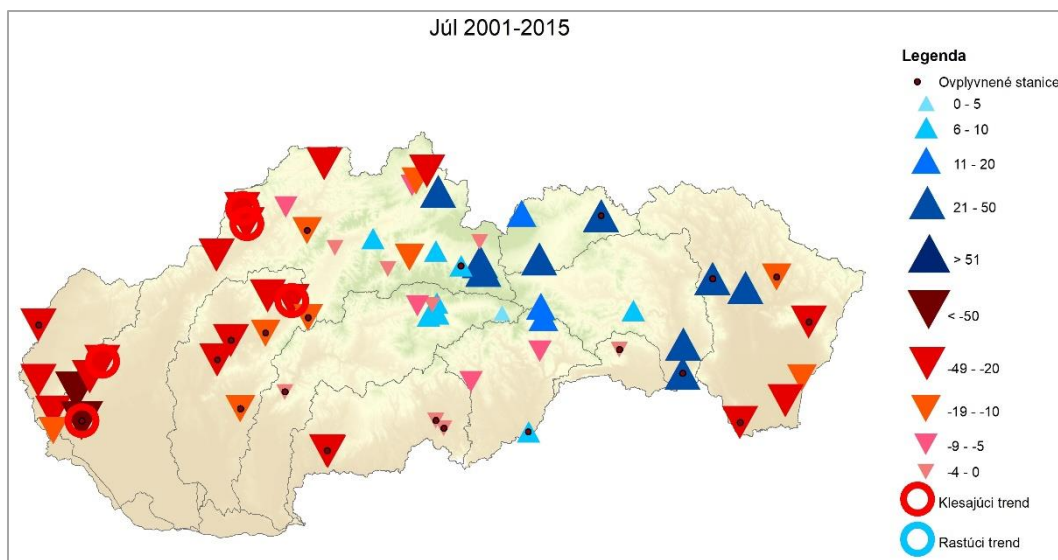
V júni bol pokles dlhodobých mesačných prietokov zaznamenaný v povodiach Váh, vrátane sub-povodí Nitra Malý Dunaj, Morava, Hron a východná časť Bodrogu. Klesajúci trend sa prejavil vo viacerých VS v oblasti Malých Karpát, stredného Váhu, hornej Nitry a horného Hrona. Nárast dlhodobých hodnôt v povodiach Hornád, Bodrog, dolná časť Ipľa a Slanej, sa neprejavil v týchto oblastiach významným trendom.



Obr. 38a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - júl

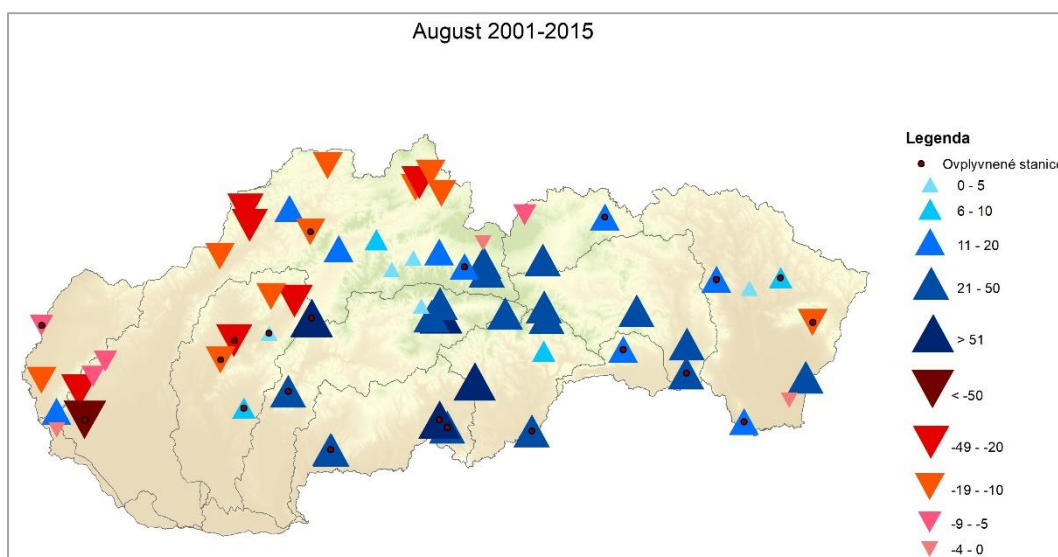


Obr. 38b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - júl

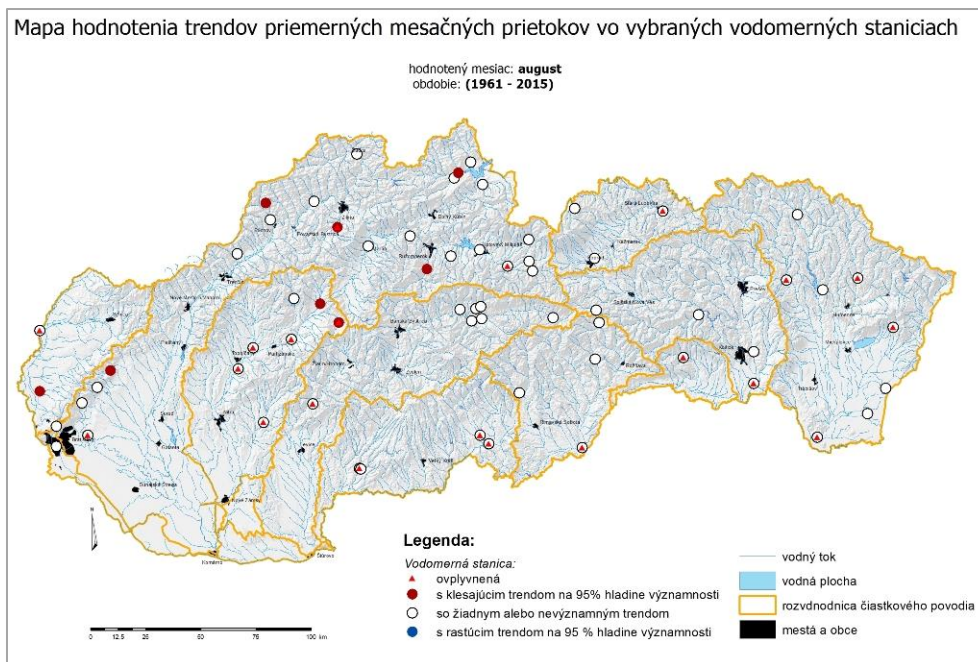


Obr. 38c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - júl

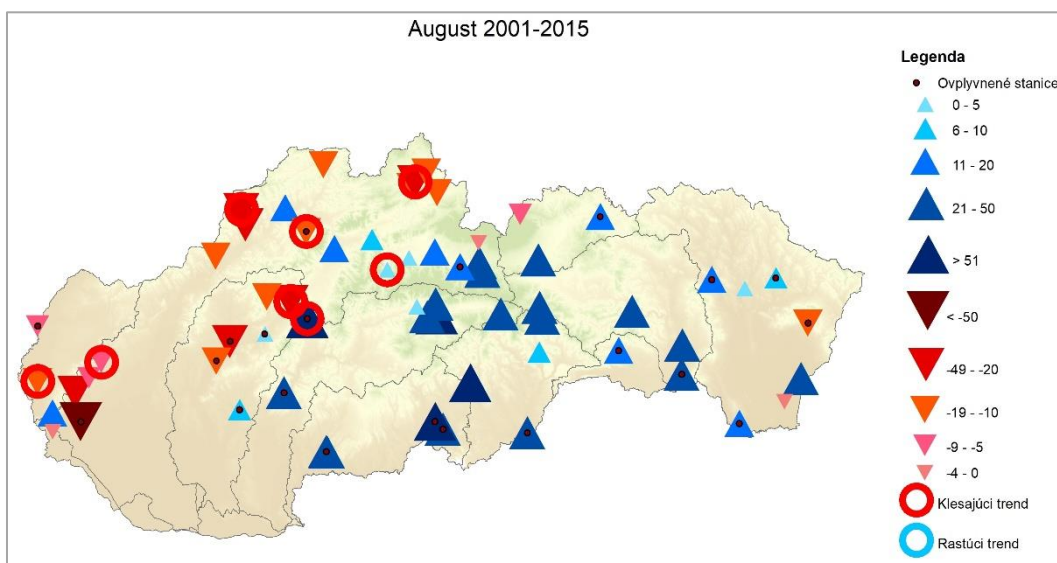
V júli sa klesajúce hodnoty dlhodobých mesačných prietokov opäť prejavili prevažne v západnej polovici Slovenska, kde sa vyskytli aj klesajúce trendy (Horné Orešany – Parná, Vydrná – Petrinovec, Dohňany – Biela voda, Nedožery – Nitra). Nárast dlhodobých hodnôt vidíme v oblasti horného Váhu, Popradu, Hornádu, horného Hrona a Slanej a časti povodia Bodrogu, rastúce významné trendy sa nepreukázali.



Obr. 39a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - august

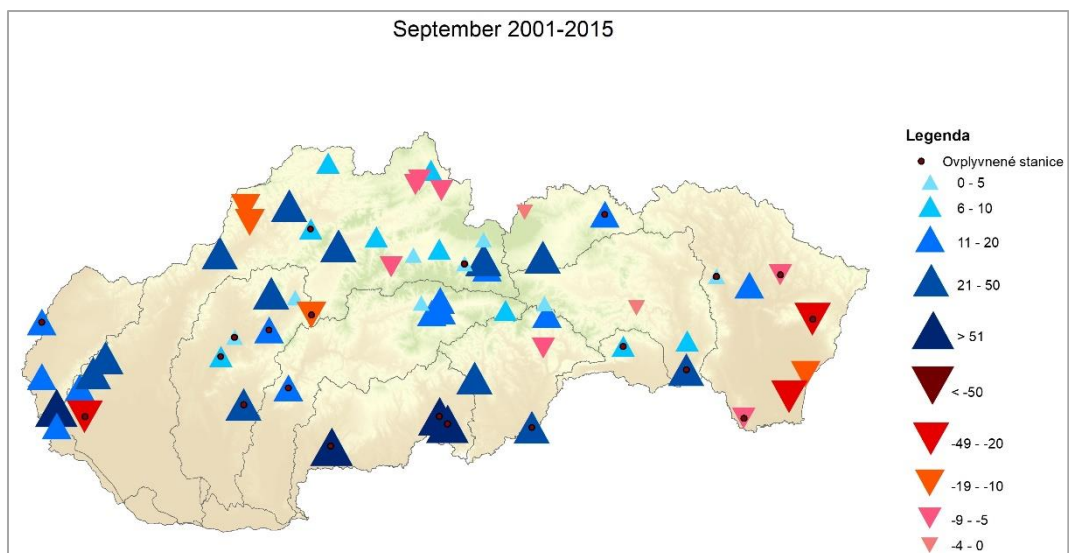


Obr. 39b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - august

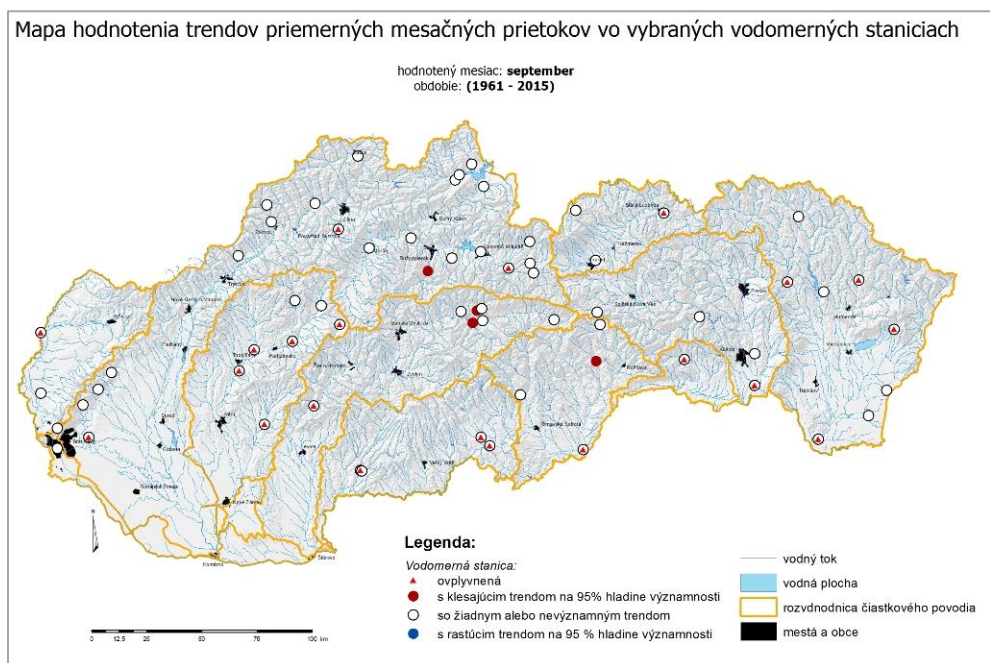


Obr. 39c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - august

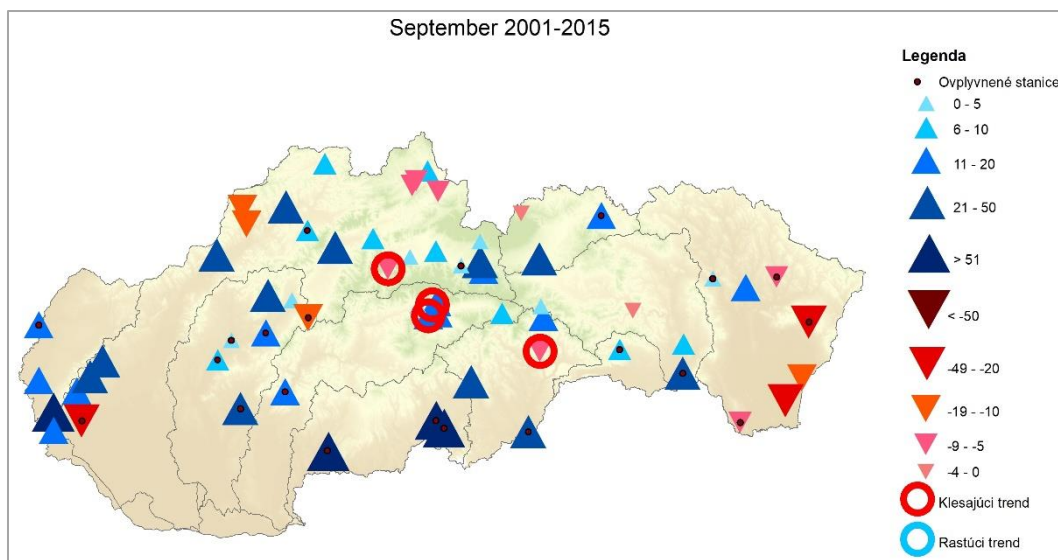
V auguste je z mapového zobrazenie vidieť výrazný nárast vo VS v oblasti juhovýchodu a stredú Slovenska, rastúce trendy sa nepreukázali. V severozápadnej časti Slovenska vidíme naopak pokles dlhodobých hodnôt, klesajúce trendy boli identifikované v povodí Váhu (Oravská Jasnica - Veselianka, Podsuhá – Revúca, Vydrná – Petrínovec), sub-povodí Malý Dunaj (Horné Orešany - Parná), Nitra (Nedožery – Nitra).



Obr. 40a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - september

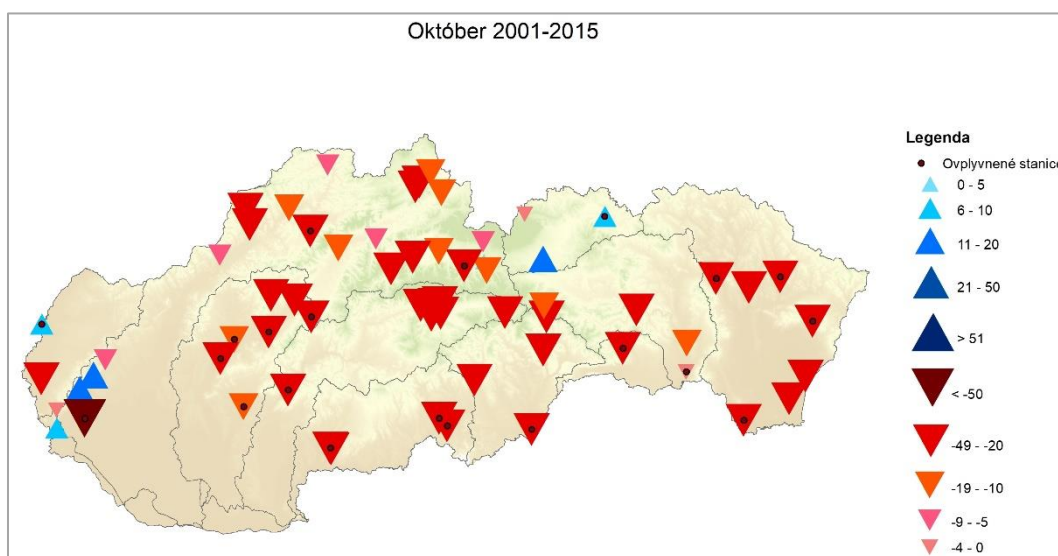


Obr. 40b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - september

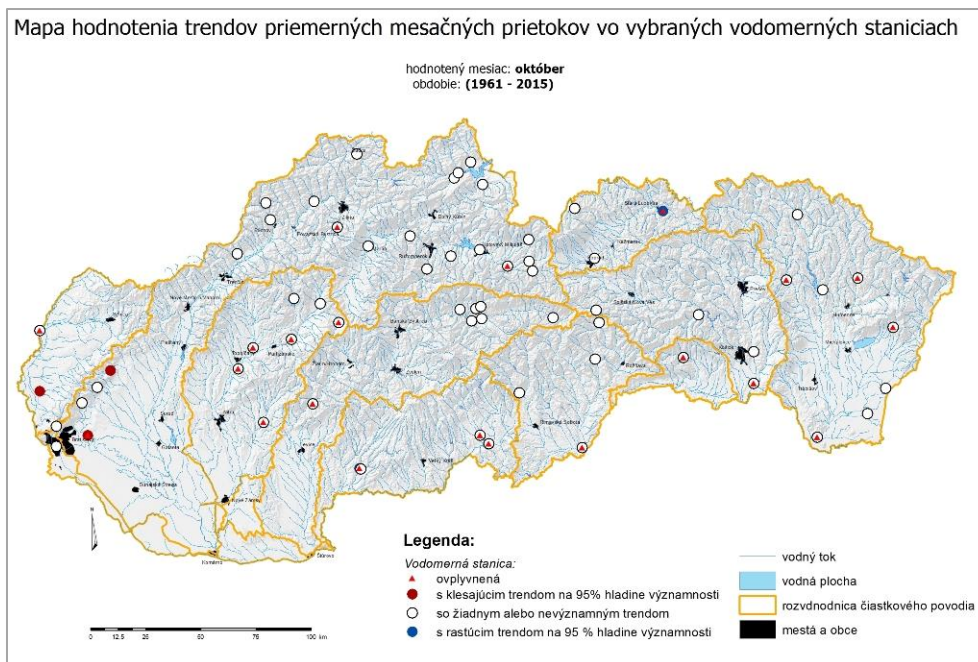


Obr. 40c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - september

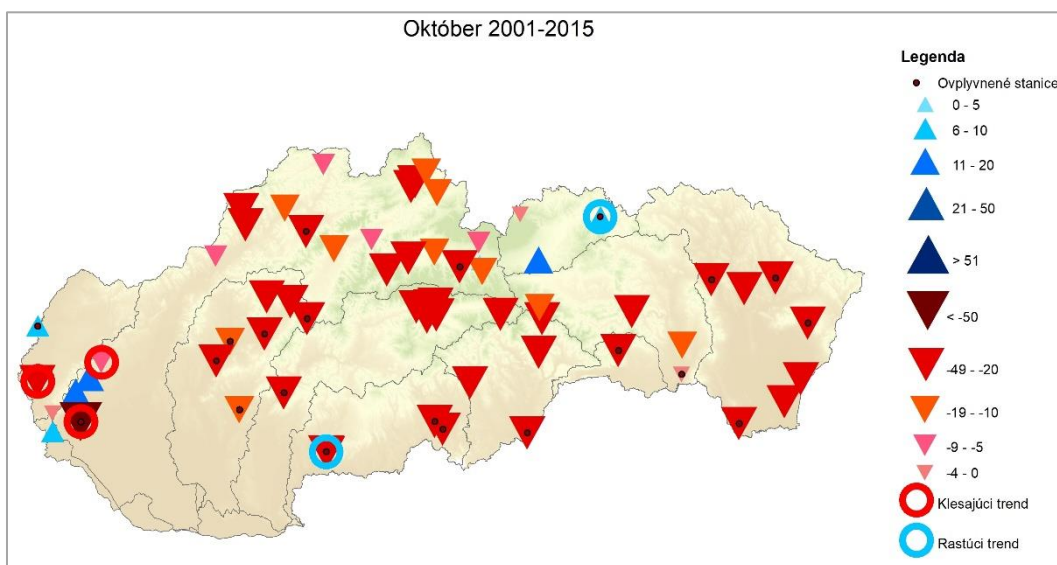
V septembri prevažuje nárast $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ nad počtom VS s poklesom dlhodobých hodnôt, napriek tomu sa nepreukázali rastúce trendy; klesajúce trendy boli zaznamenané v 4 VS v povodí Hrona, Slanej a Váhu.



Obr. 41a Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ - október



Obr. 41b Trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - október



Obr. 41c Rozdiely $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$ a trendy Q_m za obdobie 1961-2015 - október

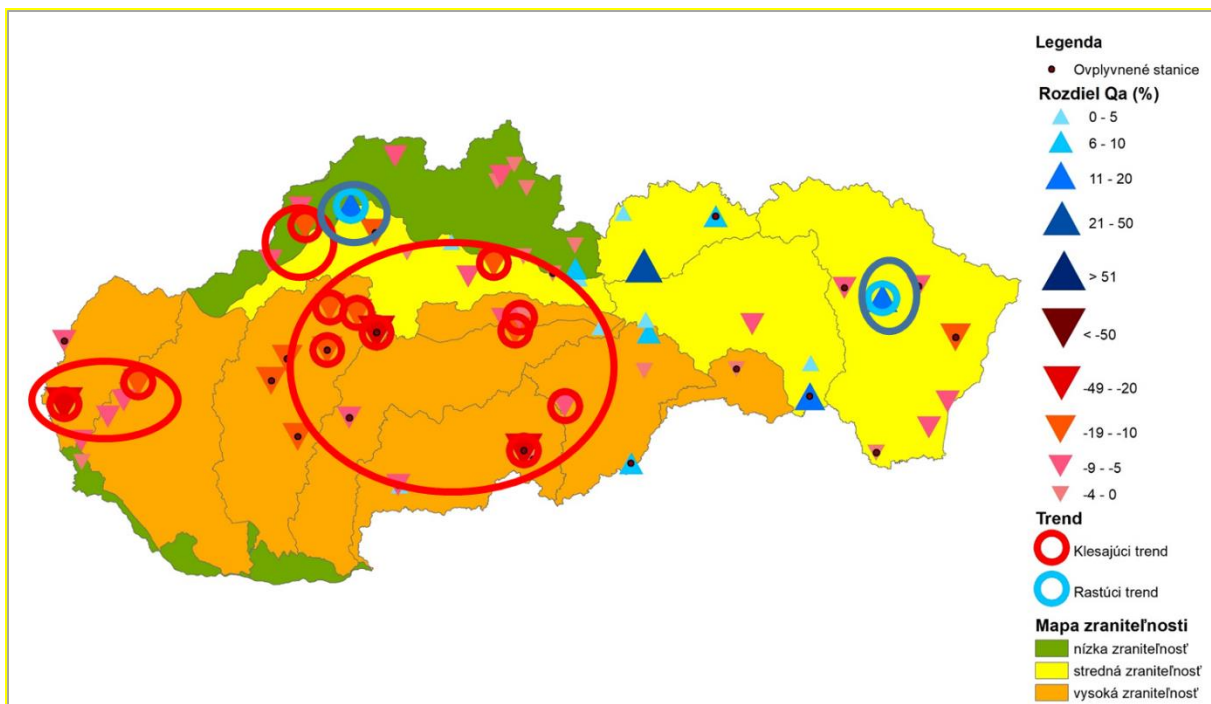
V októbri môžeme pozorovať opäť takmer celoplošný pokles dlhodobých mesačných hodnôt $Q_{ma,2001-2015}$ voči $Q_{ma,1961-2000}$, len s ojedinelými výnimkami v oblasti Malých Karpát a v povodí Popradu. Klesajúce trendy však boli identifikované len v dvoch neovplyvnených VS (Láb – Močiarka (Morava) a Horné Orešany – Parná (Malý Dunaj). Rastúce trendy sa ukázali len v ovplyvnených VS.

6. Záver

Analýzy rozdielov dlhodobých priemerných ročných prietokov za posledné spracované 15-ročie 2001-2015 v porovnaní s aktuálne platným referenčným obdobím 1961-2000 potvrdili pokles hodnôt prietokov na veľkej časti územia Slovenska, najmä v povodí Nitry, Bodvy, Moravy, strednej časti povodia Váhu, horných častí povodí Hron, Ipel' a Slaná a východnej časti povodia Bodrogu. Nárast prietokov sa prejavuje v povodí Poprad, hornej časti povodí Hornád, Hron, Slaná ako aj v dolnej časti povodia Hron. Trendové analýzy však významné klesajúce trendy preukázali len v malom počte dlhodobo pozorujúcich staníc - v neovplyvnených VS boli zaznamenané vo VS v čiastkovom povodí Morava (Láb - Močiarka), v povodí Váhu v hornej časti (Partizánska Ľupča – Ľupčianka), z pravostranných prítokov z Karpát vo VS Dohňany – Biela voda a nižšie v sub-povodí Malý Dunaj vo VS Horné Orešany – Parná; v povodí Nitra v dvoch neovplyvnených VS (Nedožery – Nitra a Liešťany – Nitrica), v hornej časti povodia Hrona v 2 VS (Hronec – Čierny Hron a Bystrá – Bystrianka), v povodí Ipel' len v ovplyvnenej VS (Lučenec – Krivánsky potok), v povodí Slaná v 1 VS (Lehota nad Rimavicou – Rimavica). V povodiach na východnom Slovensku (Bodva, Hornád, Bodrog, Poprad a Dunajec) sme klesajúce trendy priemerných ročných prietokov nezaznamenali.

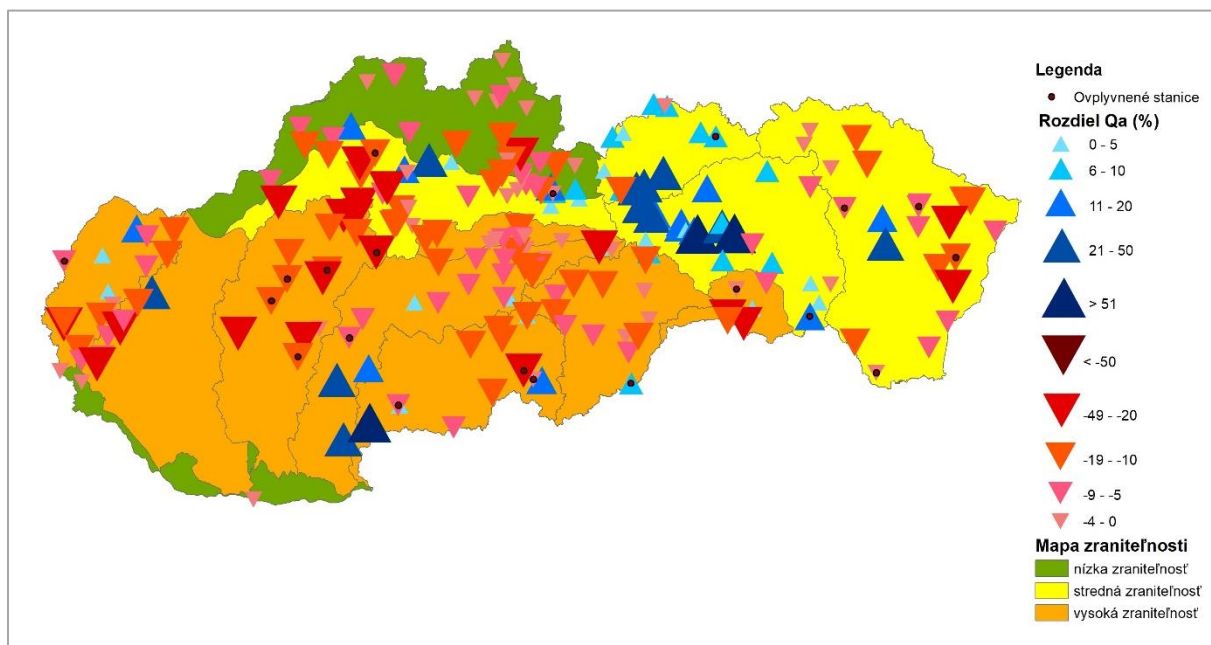
Rastúce trendy sa prejavili naozaj len ojedinele (v 2 VS: Bytča – Petrovička (stredná časť povodia Váh) a Jasenovce – Ol'ka (horná časť povodia Bodrog)).

Zmeny dlhodobých prietokov v hodnotenom období oproti referenčnému preukazujú pokles hodnôt v oblastiach, ktoré sa pomerne dobre zhodujú s mapou zraniteľnosti území Slovenska, ktorá bola vytvorená v predchádzajúcom období pri prechode na nové referenčné obdobie na základe analýz zmien dlhodobých prietokov za nové referenčné obdobie (1961-2000) voči predchádzajúcemu referenčnému obdobiu 1931-1980 (obr. 42). Vidíme tu ale aj isté rozdiely: Pokles hodnôt Q_a za hodnotené obdobie 2001-2015 voči obdobiu 1961-2000 sa prejavuje aj v oblastiach, pôvodne označených ako oblasti s nízkou zraniteľnosťou – oblasť Oravy, Kysúc a pravostranných prítokov Váhu z Karpát. Výraznejší pokles sa prejavuje aj vo východnej časti povodia Bodrog (označená ako stredne zraniteľná). Naopak nárast dlhodobých hodnôt prietokov sa prejavuje v niektorých oblastiach pôvodne označených ako stredne až silno zraniteľné – Povodie Popradu, oblasť hornej častí povodí v podtatranskej oblasti – na rozmedzí povodí Hornád, Slaná, Váh.



Obr. 42 Porovnanie mapy zraniteľnosti územia Slovenska s výsledkami analýz (dlhodobé VS)

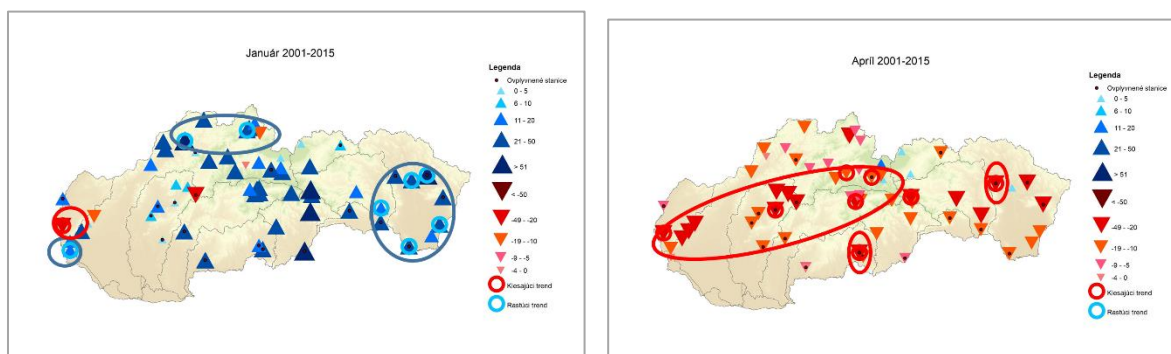
Zmeny dlhodobých hodnôt ešte zreteľnejšie vidíme pri mapovom zobrazení analýz zmien dlhodobých hodnôt prietokov zo všetkých staníc zaradených do hodnotenia sucha (teda nie iba dlhodobých, ale aj staníc s kratším radom pozorovaní; treba mať ale na zreteli, že ich dlhodobé charakteristiky za referenčné obdobie boli stanovené aj na základe hydrologickej analógie, majú teda väčšiu mieru neistoty). (obr. 43)



Obr. 43 Porovnanie mapy zraniteľnosti územia Slovenska s výsledkami analýz (všetky hodnotené VS)

Malá vodnosť našich vodných zdrojov je prirodzená v letno-jesennom období. Ak však suchému letu predchádza „suchá jar“, t. j. v povodiach sa v zimnom období nevytvorí dostatočná snehová pokrývka, alebo v zimnom období dôjde k skoršiemu otepleniu (ako sa to viackrát vyskytlo v období 2001 - 2015), nevytvoria sa priaznivé podmienky na prirodzenú retenciu vodných zdrojov. Pre naše toky je prirodzený stav výskytu zvýšených odtokov na jar, kedy si príroda vytvára prirodzenou cestou zásoby a ak zvýšený jarný odtok chýba, resp. sa presúva do skorších mesiacov, negatívne sa to môže prejavovať v hydrologickom režime letného a jesenného obdobia. Klimatické štúdie na Slovensku poukazujú na časovú zmenu v distribúcii zrážok počas roka, na rastúci trend zrážok v júni, júli a januári a klesajúci trend zrážok v decembri, apríli, máji a auguste za obdobie 1981-2013 (Zeleňáková a kol, 2017).

Hodnotenie mesačných prietokov v období 2001–2015 ukázalo takmer pre celé územie Slovenska signifikantný nárast prietokov v mesiaci január, a vo väčšine hodnotených profilov významný pokles prietokov v mesiacoch apríl a október. Zároveň ako riziko negatívnych dopadov zmien rozdelenia odtoku v roku na poľnohospodárstvo môžeme považovať aj pokles prietokov za celé vegetačné obdobie vo väčšine čiastkových povodií na Slovensku.



Obr. 44 a 45 Zmeny $Q_{ma,2001-2015}$ voči referenčnému obdobiu v mesiaci január (plošný nárast dlhodobých hodnôt) a apríl (pokles) s vyznačením oblasti s identifikovanými významnými trendmi

Identifikované zmeny v hydrologickom režime slovenských tokov s ohľadom na pomerne krátku dĺžku hodnoteného obdobia 15 rokov, nie sú takého charakteru, aby v súčasnosti došlo k zmene referenčného obdobia, ale sú určité náznaky zmien v rozdelení odtoku v roku.

Literatúra

- (1) Pórová, Jana a kol.: Úloha 3251-00: Stanovenie hydrologických charakteristík, Čiastková úloha: Hodnotenie hydrologického sucha, Časť: Hodnotenie vodnosti roka a zmien rozdelenia odtoku v roku; Bratislava, SHMÚ, december 2018
- (2) Fendeková, M. Poórová, J. Slivová, V., Eds.: Hydrologické sucho na Slovensku a prognóza jeho vývoja. Vydavateľstvo Univerzity Komenského v Bratislave, Bratislava, 2017, ISBN 978-80-223-4398-5
- (3) ZELENĀKOVÁ, M., VIDO, J., PORTELA, M.M., PURCZ, P., BLIŠTÁN, P., HLAVATÁ, H., HLUŠTÍK, P.: Precipitation trends over Slovakia in the period 1981-2013. Water, Vol. 9, 2017, Iss. 12, 922
- (4) POÓROVÁ, J., ŠKODA, P., DANÁČOVÁ, Z., ŠIMOR, V.: Vývoj hydrologického režimu slovenských riek. Životné prostredie, 2013, Vol. 47, Iss. 3, ISSN 0044-4863
- (5) World Meteorological Organization (WMO) (2008). Guide to Hydrological Practices No 1211/168 on hydrology – from measurement to hydrological information. Volume I., Switzerland. p. 9 - 10.

- (6) ADÁMYOVÁ, S. (1989). Dlhodobé ročné prietoky, ich územná a časová premenlivosť.
- (7) SANTOS, J. and PORTELA, M. (2007): Monitoring of monthly and annual series of precipitation (in Portugal), Portugal: Department of Engineering, p. 1–11.