J. Hydrol. Hydromech., *57*, 2009, 1, 55–69
DOI: 10.2478/v10098-009-0006-0

MALÁ VODNOSŤ VYBRANÝCH VODNÝCH TOKOV SLOVENSKA

BEATA DEMETEROVÁ[1)], PETER ŠKODA[2)]

[1)]Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, Regionálne stredisko Košice, Ďumbierska 26, 041 17 Košice, Slovensko; Mailto: beata.demeterova@shmu.sk
[2)]Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, Slovensko.

V predloženom článku hodnotíme hydrologické pozorovania na vybraných slovenských vodných tokoch za 75-ročné obdobie z hľadiska malej vodnosti. Hodnotíme charakteristiky: trvanie malej vodnosti a nedostatkový objem pre prahovú hodnotu prietoku *Q*90 (90% zabezpečenosti prietoku). Určili sme frekvenciu výskytu, zákon rozdelenia maximálnych nedostatkových objemov a maximálneho trvania malej vodnosti. Analyzovali sme charakteristiky pre najvýznamnejšie zaznamenané udalosti malej vodnosti – historické suchá v celom období pozorovania. Postup sme aplikovali na hydrologický rok a pre vybrané charakteristiky aj na letnú a zimnú sezónu.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ: malá vodnosť, prahová hodnota prietoku, trvanie malej vodnosti, nedostatkový objem.

Beata Demeterová, Peter Škoda: LOW FLOW IN SELECTED STREAMS OF SLOVAKIA. J. Hydrol. Hydromech., *56*, 2008, 4; 11 Refs., 8 Figs., 10 Tabs.

In this article the hydrologic measurements at selected Slovak streams writing 75 years observation period in term of low flow are evaluated. We entertain with deficit characteristics like low flow duration and deficit volumes for threshold discharge level *Q*90 (90% flow accidence). We calculate the appearance frequency, the distribution function of the maximum deficit volume and the maximum duration of low flow. We analysed also the most important low flow events for the whole observation period. This procedure was applied for hydrologic year and for selected characteristics also for summer and winter seasons.

KEY WORDS: Low Flow, Threshold Discharge, Low Flow Duration, Deficit Volume.

Úvod

Malá vodnosť je fáza hydrologického režimu, počas ktorej prietok vody v toku je tvorený vyčerpávaním zásob podzemných vôd. Trvanie malej vodnosti je súvislé časové obdobie, počas ktorého je prietok menší ako vhodne zvolená prahová hodnota prietoku (*OTN* 3113-1, 2005). Nedostatkový objem je objem vody, ktorý chýba v povrchovom toku počas trvania malej vodnosti, vzhľadom k objemu vody, ktorý by počas trvania malej vodnosti pretiekol pri konštantnej hodnote prietoku, ktorý sa rovná zvolenej prahovej hodnote. Tieto charakteristiky malej vodnosti sú neprietokové charakteristiky. Okrem neprietokových charakteristík malá vodnosť je charakterizovaná aj prietokovými charakteristikami, ktorými sa však v predloženom článku nebudeme zaoberať.

Malá vodnosť je jedným z prejavov hydrologického sucha. Hydrologické sucho sa okrem dlhodobého poklesu prietokov v povrchových tokoch prejavuje aj poklesom hladín podzemných vôd, poklesom hladín v jazerách, mokradiach a vo vodných nádržiach. Sucho vo všeobecnosti je veľmi neurčitý, avšak často používaný pojem, v zásade znamenajúci nedostatok vody v pôde, rastlinách a atmosfére (*Gusev*, *Novák*, 2007). Jednotné kritérium pre kvantitatívne vymedzenie sucha neexistuje, a to v dôsledku rozmanitých hľadísk meteorologických, hydrologických, poľnohospodárskych, a celého radu ďalších s ohľadom na škody v rôznych oblastiach národného hospodárstva (*Meteorologický slovník výkladový terminologický*, 1993). Jeden z hlavných účelov Zákona o vodách je vytvoriť podmienky na znižovanie nepriaznivých účinkov sucha (čl. 1, § 1, odsek e). Táto skutočnosť je v súlade so Smernicou 2000/60/ES Európskeho parlamentu a rady, ktorá v článku 1, odsek e) deklaruje taktiež ako jeden z hlavných účelov zmiernenie účinkov sucha.

Pre splnenie tohto cieľa je nevyhnutné poznanie prejavov sucha v prírode, a teda aj malej vodnosti na našich povrchových tokoch.

Malou vodnosťou Slovenských tokov sa podrobne zaoberal *Balco* (1990). Pri svojich hodnoteniach ako medzný prietok[1)] použil najväčší minimálny denný prietok v hydrologickom roku za dlhodobé obdobie. Vybraný medzný prietok zodpovedá trojstupňovému rozdeleniu vodného režimu toku na nadpriemernú, priemernú a malú vodnosť. Ťažiskom práce je stanovenie charakteristických období malej vodnosti, hodnotenie radov minimálnych odtokov, stanovenie viacparametrických modelov na určenie charakteristických minimálnych odtokov. Časť práce tvorí analýza vodného režimu v období výtoku a výpočet priebehu podzemného odtoku prietokovej vlny. K výskumu malej vodnosti na území Slovenska prispeli aj ďalšie práce, z ktorých vyberáme: *Demeterová* (2000), *Demeterová*, *Škoda* (2005), *Majerčáková* (1995), *Szolgay*, *Macura* (2002). Posúdením malej vodnosti metódou regionálnej typizácie sa zaoberali *Kohnová* a kol. (2008). Analýzu oprietokových charakteristík malej vodnosti na Dunaji opísali *Pekárová*, *Halmová*, *Miklánek*, *Pekár* (2008).

Naším zámerom bolo pokračovať v hodnotení malej vodnosti – zamerať sa na malú vodnosť, ktorá má charakter hydrologického sucha a zamerať sa na neprietokové charakteristiky malej vodnosti – charakteristiky deficitu. Cieľom predloženej práce je získať informácie o frekvencii výskytu, trvania a nedostatkových objemoch malej vodnosti analýzou hydrogramov v 31 vodomerných staniciach na vodných tokov Slovenska. V jednotlivých 31 vodomerných staniciach uvedených v tab. 1 sme použili priemerné denné prietoky za 74 až 103 rokov hydrologických pozorovaní.

Tieto parametre sme hodnotili osobitne v hydrologickom roku a letnej aj zimnej sezóne. Ďalším cieľom je určenie pravdepodobnosti nedostúpenia maximálnych nedostatkových objemov a časov trvania malej vodnosti v hydrologickom roku.

Metodika

Výber období malej vodnosti

Prvým krokom pri hodnotení je získanie súboru charakteristík malej vodnosti. Teoretické základy pre štatistické hodnotenie malej vodnosti v toku položili *Zelenhasic & Salvai* (1987). Predpokladá sa, že udalosti malej vodnosti sú nezávislé, náhodné udalosti a ich počet sa riadi Poissonovým zákonom distribúcie. Postupovali sme tak, že „zrezaním“ hydrogramu na úrovni prahovej hodnoty prietoku sa z kontinuálneho časového javu prietoku vyčlenia časovo prerušované javy malej vodnosti, ktoré spĺňajú podmienku, že počas súvislého časového obdobia priemerné denné prietoky sú rovné alebo menšie ako zvolená prahová hodnota prietoku Q_0. Každá udalosť je charakterizovaná trvaním malej vodnosti T a nedostatkovým objemom W.

Okrajové podmienky, ktoré ovplyvňujú charakteristiky malej vodnosti:

1. Prahová hodnota prietoku Q_0;
2. Kritérium pre dovolený čas prerušenia udalosti, ktoré umožňuje spájať závislé udalosti malej vodnosti, T_BREAK.

Udalosti, ktoré sú oddelené dovoleným časom prerušenia, sa spoja a sú chápané ako jedna udalosť. Čas trvania sa rovná trvaniu medzi začiatkom prvého javu a skončením druhého javu. Výsledný nedostatkový objem sa rovná súčtu objemov.

Charakteristiky malej vodnosti sme vybrali pre celé hydrologické roky a sezóny – leto a zimu. Výskyt udalosti sa pripíše pri oboch prístupoch tomu roku alebo sezóne, v ktorom (v ktorej) leží dátum prostriedku intervalu trvania udalosti.

Pri voľbe prahovej hodnoty Q_0 sme prijali odporúčanie autorov – *Tallaksen* a *van Lanen* (2004). Prahovú hodnotu prietoku Q_0 sme dali na úroveň hodnoty prietoku s 90% zabezpečenosťou priemerného denného prietoku hodnoteného obdobia, čo zodpovedá približne 330-dennému prietoku. Od voľby prahovej hodnoty prietoku sú priamo závislé dĺžky trvania malej vodnosti a veľkosti nedostatkových objemov. S jej zvyšovaním sa budú úmerne zväčšovať aj zodpovedajúce hodnoty trvania nedostatkových objemov, s jej znižovaním sa budú uvedené hodnoty úmerne zmenšovať. Dovolený čas prerušenia malej vodnosti sa rovná 2 dňom. Pri hodnotení malej vodnosti je nevyhnutné vždy uviesť okrajové podmienky hodnotenia – Q_0 a T_BREAK. Definované pojmy sú zrejmé z obr. 1 a 2.

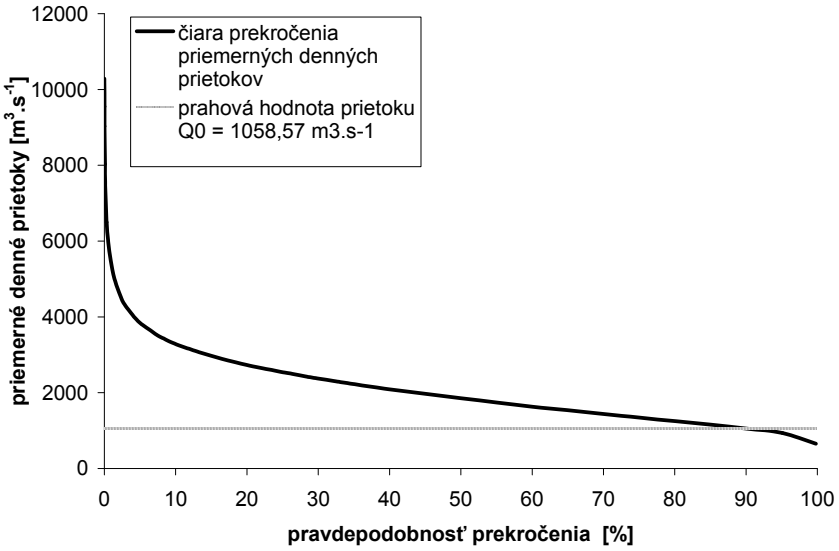
Na obr. 1 vidíme prahovú hodnotu prietoku Q_0 pre Dunaj v Bratislave, určenú z krivky prekročenia priemerných denných prietokov z obdobia 1921 až 2004 na úrovni 90% zabezpečenosti.

Na obr. 2 je spôsob výberu obdobia malej vodnosti. Znázornená je tá časť hydrogramu, na ktorej je zaznamenané najvýznamnejšie obdobie malej vodnosti počas celého 103-ročného pozorovania na Dunaji v Bratislave. Obdobie malej vodnosti trvalo od 4. 10. 1953 do 17. 1. 1954, čo je 106 dní. Nedos-

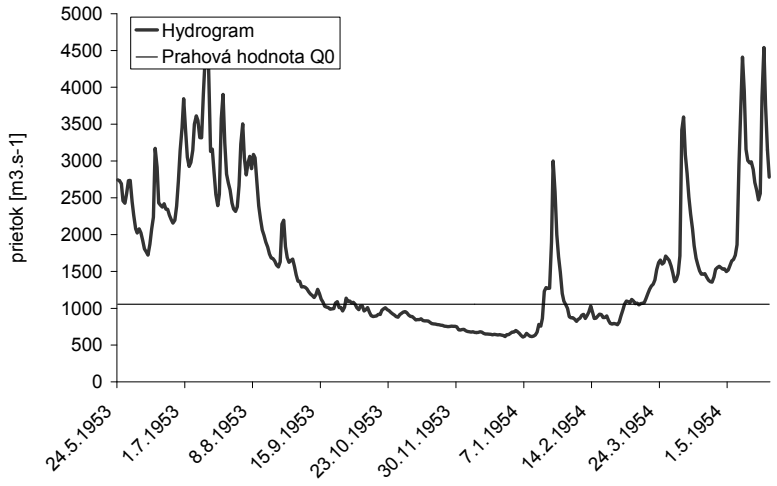
[1)] Autorom použitý termín medzný prietok je ekvivalentom termínu prahová hodnota prietoku, ktorý sme použili v tomto príspevku.

T a b u ľ k a 1. Zoznam hodnotených vodomerných staníc.
T a b l e 1. List of the evaluated water gauging stations.

Poradové číslo stanice	Tok	Profil	A [km^2]	Qa [m^3 s^{-1}]	q [l s^{-1} km^{-2}]	Hodnotené obdobie	
1	Morava	Moravský Ján	23912,9	106,40	4,4	1.11.1921	31.10.2004
2	Dunaj	Bratislava	131331,1	2061,00	15,7	1.11.1901	31.10.2005
3	Biely Váh	Východná	105,6	1,49	14,1	1.11.1922	31.10.2004
4	Boca	Kráľova Lehota	116,6	1,89	16,2	1.11.1931	31.10.2004
5	Belá	Podbanské	93,5	3,48	37,2	1.11.1927	31.10.2004
6	Váh	Liptovský Mikuláš	1107,2	20,13	18,2	1.11.1920	31.10.2004
7	Revúca	Podsuchá	218,0	4,71	21,6	1.11.1930	31.10.2004
8	Ľubochnianka	Ľubochňa	118,5	2,32	19,6	1.11.1930	31.10.2004
9	Turiec	Martin	827,0	9,83	11,9	1.11.1930	31.10.2004
10	Kysuca	Čadca	492,5	8,55	17,4	1.11.1930	31.10.2004
11	Kysuca	Kysucké Nové Mesto	955,1	16,63	17,4	1.11.1930	31.10.2004
12	Rajčianka	Poluvsie	243,6	3,47	14,2	1.11.1930	31.10.2004
13	Bebrava	Biskupice	312,6	1,97	6,3	1.11.1930	31.10.2004
14	Nitra	Nitrianska Streda	2093,7	14,62	7,0	1.11.1930	31.10.2004
15	Hron	Zlatno	79,3	1,38	17,4	1.11.1930	31.10.2004
16	Hron	Brezno	582,1	7,42	12,7	1.11.1930	31.10.2004
17	Čierny Hron	Hronec	239,4	2,90	12,1	1.11.1930	31.10.2004
18	Bystrianka	Bystrá	36,0	0,92	25,4	1.11.1930	31.10.2004
19	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	47,1	1,02	21,6	1.11.1930	31.10.2004
20	Vajskovský potok	Dolná Lehota	53,0	1,34	25,3	1.11.1930	31.10.2004
21	Hron	Banská Bystrica	1766,5	26,01	14,7	1.11.1930	31.10.2004
22	Hron	Brehy	3821,4	45,90	12,0	1.11.1930	31.10.2004
23	Ipeľ	Holiša	685,3	2,91	4,2	1.11.1930	31.10.2004
24	Krupinica	Plášťovce	302,8	1,59	5,2	1.11.1930	31.10.2004
25	Litava	Plášťovce	214,4	0,95	4,4	1.11.1930	31.10.2004
26	Dobšinský potok	Dobšiná	32,0	0,44	13,8	1.11.1930	31.10.2004
27	Štítnik	Štítnik	129,6	1,14	8,8	1.11.1930	31.10.2004
28	Rimavica	Lehota nad Rimavicou	149,0	1,44	9,6	1.11.1930	31.10.2004
29	Poprad	Poprad-Matejovce	311,1	3,91	12,6	1.11.1930	31.10.2005
30	Torysa	Košické Olšany	1298,3	7,62	5,9	1.11.1930	31.10.2005
31	Topľa	Hanušovce nad Topľou	1050,1	8,18	7,8	1.11.1930	31.10.2005



Obr. 1. Určenie prahovej hodnoty prietoku vo vodomernej stanici Dunaj-Bratislava z krivky prekročenia priemerných denných prietokov obdobia 1902–2005, Q_0 = 1058,57 m^3 s^{-1}.
Fig. 1. Determination of the threshold discharge level in water gauging station Danube-Bratislava for flow duration curves of period 1902–2005, Q_0 = 1058.57 m^3 s^{-1}.



Obr. 2. Dunaj-Bratislava: obdobie malej vodnosti na prelome rokov 1953 a 1954.
Fig. 2. Danube-Bratislava: low flow period in 1953 and 1954.

tatkový objem mal hodnotu 14-násobku priemerného denného pretečeného objemu.

Nedostatkové objemy W je vhodné uvádzať v normovanom tvare N_W – delením priemerným dlhodobým denným pretečeným objemom W_a.
$N_W = W/ W_a$.

Historické udalosti malej vodnosti

Pod historickou udalosťou malej vodnosti v tomto článku rozumieme udalosť s najdlhším trvaním a s najväčším nedostatkovým objemom počas celého pozorovania. Vo väčšine prípadov udalosť s najdlhším trvaním má aj najväčší nedostatkový objem, nie je to však zákonitosť. Vo vodomerných staniciach, kde sa vyskytli v rôznom čase, vybrali sme dve udalosti. Vyberali sme osobitne pre letnú a zimnú sezónu, pričom významnejšia z týchto udalostí platí pre celé obdobie.

Historické suchá sú zriedka sa vyskytujúce prírodné javy, ktoré sa môžu zapísať do histórie ľudstva a poznamenávajú život ľudí v každej oblasti. V minulosti znamenali hlad, požiare a hospodársky úpadok. Historické udalosti malej vodnosti, ako jeden z prejavov významného sucha, sú tiež spojené so závažnými vplyvmi na spoločnosť a životné prostredie. Ich poznanie je dôležité pre hodnotenie zraniteľnosti vodných zdrojov v povodí, ako aj pri aplikácii opatrení na znižovanie následkov sucha. V čase historického sucha v prírodnom „laboratóriu“ môžeme študovať jeho prejavy a dopady na prírodu a spoločnosť. Požiadavka poznania parametrov historického sucha sa vyskytuje aj v dokumentoch, ktoré nadväzujú na Rámcovú smernicu o vodách a zaoberajú sa zmierňovaním následkov sucha (*Water Scarcity and Drought. A Priority of the Portuguese Presidency, Portugal)*.

Kumulatívne distribučné funkcie pravdepodobnosti nedostúpenia pre maximálne nedostatkové objemy a maximálne doby trvania malej vodnosti

Na základe teoretických predpokladov o nezávislosti a náhodnosti výskytu udalostí malej vodnosti, teoretické základy pre štatistické spracovanie parametrov malej vodnosti položili *Zelenhasic & Salvai* (1987), ktorí odvodili kumulatívnu distribučnú funkciu pre štatistické súbory výberových – maximálnych udalostí malej vodnosti.

Pri výpočtoch pracujeme s výberovými súbormi náhodných premenných – časom trvania a nedostatkovým objemom. Pri výbere sa z každého roku (sezón) vyberie parameter s najväčšou hodnotou. Pokiaľ udalosť presahuje hranice roka alebo sezóny, priradí sa do toho roku (sezóny), v ktorom leží dátum prostriedku intervalu trvania udalosti.

Cez empirické krivky prekročenia sa preloží vhodná teoretická distribučná funkcia. Funkcie zohľadňujú špecifické vlastnosti výberových súborov – časov trvania a nedostatkových objemov[2)] Vhodnosť výberu sa testuje štatistickými metódami. Pri výpočtoch sme použili program NIZOWKA 2003 (Jakubowski in *Tallaksen*, *van Lanen*, 2004), ktorý je postavený na opísaných teoretických postupoch.

[2)]Špecifickou vlastnosťou nedostatkového objemu je napríklad nulová hodnota náhodnej premennej v roku (v sezóne), v ktorom sa nevyskytla udalosť malej vodnosti.

T a b u ľ k a 2. Početnosť výskytov malej vodnosti v hodnotenom období.
T a b l e 2. Frequency low flow events in valuated period.

Poradové číslo stanice	<10–20> dní	<20–30> dní	> 30 dní – dlhé obdobia	Spolu	Priemerný počet dlhých období za 10 rokov
1	26	11	34	121	4,1
2	47	21	34	165	3,3
3	28	15	32	119	3,9
4	26	19	25	102	3,4
5	11	11	31	62	4,0
6	47	21	25	133	3,0
7	32	16	22	115	3,0
8	29	20	22	126	3,0
9	37	19	22	126	3,0
10	54	15	16	158	2,2
11	43	13	22	142	3,0
12	46	12	20	131	2,7
13	26	13	22	81	3,0
14	30	20	19	114	2,6
15	26	7	33	104	4,5
16	47	15	21	142	2,8
17	41	28	14	143	1,9
18	26	16	25	94	3,4
19	28	10	34	103	4,6
20	33	15	32	104	4,3
21	42	17	21	133	2,8
22	38	18	22	136	3,0
23	39	11	20	124	2,7
24	36	16	22	110	3,0
25	40	16	19	124	2,6
26	18	15	24	75	3,2
27	37	17	15	119	2,0
28	36	12	27	119	3,6
29	34	16	23	119	3,1
30	45	8	23	112	3,1
31	51	13	18	148	2,4

Program nám dáva možnosť výberu z 5 distribučných funkcií: Pearsonova funkcia 3. typu, logaritmicko-normálna, Johnsonova, Gumbelova, generalizovaná Paretova funkcia, ktoré zodpovedajú oboru hodnôt a okrajovým podmienkam hodnotených náhodných premenných. Pri testovaní vhodnosti výberu teoretickej funkcie prekročenia sa používajú dve metódy: chi-kvadrát test, Akaikeho kritérium.

Výsledky

Počet období malej vodnosti

Po „zrezaní“ hydrogramu na úrovni prahovej hodnoty prietoku sa z kontinuálneho hydrogramu vyčlenia časovo prerušované javy malej vodnosti. Tab. 2 obsahuje celkový počet udalostí malej vodnosti, a tiež počet výskytov v štyroch intervaloch trvania:

1. menej ako 10 dní,
2. 10–20 dní,
3. 20–30 dní,
4. viac ako 30 dní – dlhotrvajúca malá vodnosť.

V tab. 3 a 4 je takým istým spôsobom spracovaný počet výskytov v lete a v zime.

Malú vodnosť, ktorá trvala dlhšie ako 30 dní, označili sme ako dlhotrvajúcu malú vodnosť.

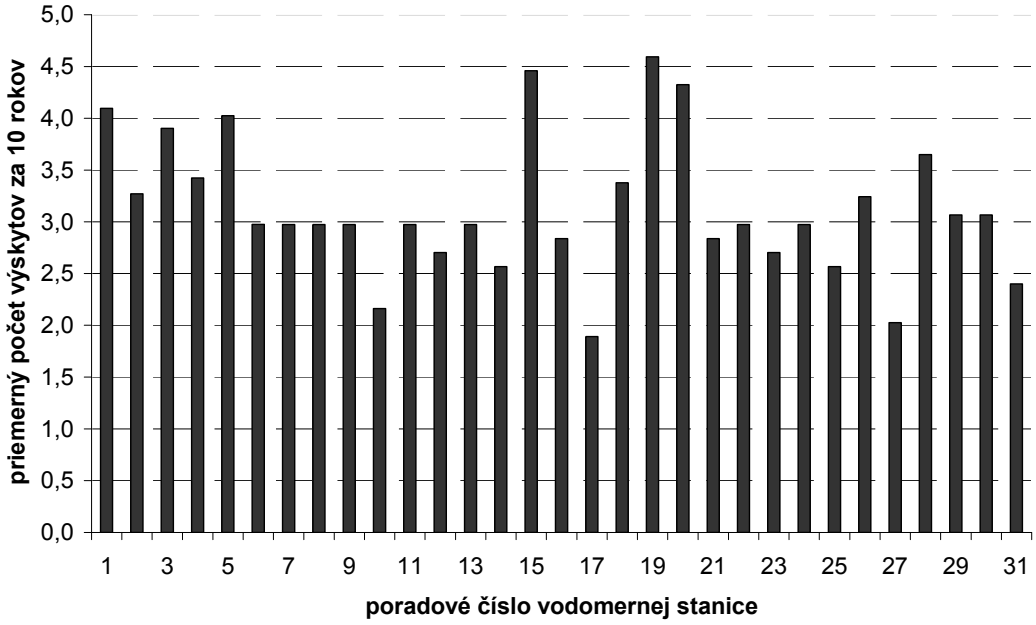
Z hľadiska dopadov na spoločnosť a životné prostredie a z hľadiska následných opatrení na zmiernenie následkov sucha je dôležitý výskyt dlhotrvajúcej malej vodnosti. V celom hodnotenom období najčastejší výskyt bol – viac ako 4-krát za 10 rokov, v povodiach: na Morave (stanica 1) a na vysokohorských povodiach – Hron v Zlatne (stanica 15), Štiavnička v Mýte pod Ďumbierom (stanica 19), Vajskovský potok v Dolnej Lehote (stanica 20), Belá v Podbanskom (stanica 5), ako to vidíme na obr. 3 a v tab. 2. Priemerná početnosť období dlhodobej malej vodnosti za 10 rokov v letnej a zimnej sezóne je na obr. 3, 4 a 5.

Letné dlhotrvajúce obdobia malej vodnosti sa najčastejšie vyskytujú na Morave (stanica 1) – viac

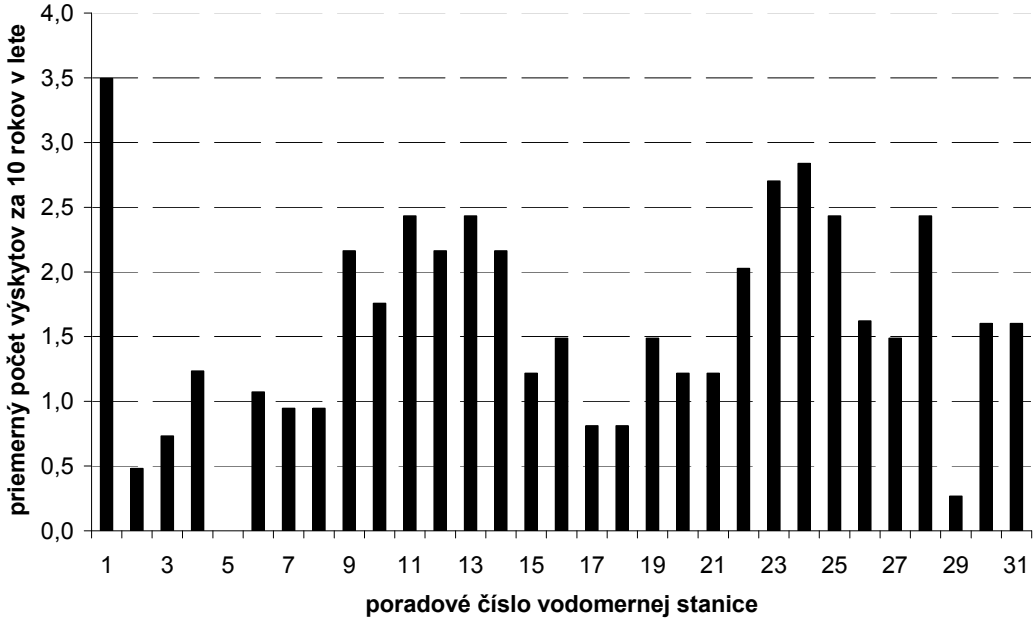
ako 3x za 10 rokov a na Ipli a jeho prítokoch, najzriedkavejšie vo vysokohorských povodiach. Na Belej v Podbanskom sme za 80 rokov nezaznamenali v lete ani jeden výskyt, na Dunaji v Bratislave jeden výskyt za 20 rokov a na Poprade v Matejovciach za 30 rokov jeden výskyt v lete, ako to vidíme na obr. 4 a v tab. 3.

Najväčšia frekvencia zimných dlhotrvajúcich období – viac ako 3x za 10 rokov bola na vysokohorských povodiach Belá v Podbanskom (stanica 5), Hron v Zlatne (stanica 15), Biely Váh vo Východnej (stanica 3), Štiavnička v Mýte pod Ďumbierom (stanica 19), Vajskovský potok v Dolnej Lehote (stanica 20).

Na Ipli v Holiši (stanica 23), sa v zime nevyskytla malá vodnosť ani raz, ako to vidíme na obr. 5 a v tab. 4.



Obr. 3. Početnosť výskytov období malej vodnosti, ktoré trvali v hodnotenom období viac ako 30 dní.
Fig. 3. Low flow events frequency that were continue over 30 days in valuated period.



Obr. 4. Početnosť výskytov období malej vodnosti, ktoré trvali viac ako 30 dní a vyskytli sa v lete hodnoteného obdobia.
Fig. 4. Low flow periods frequency that were continue over 30 days in summers in valuated period.

T a b u ľ k a 3. Početnosť výskytov malej vodnosti v hodnotenom období v lete.
T a b l e 3. Low flow events frequency in summers of valuated period.

Poradové číslo stanice	<10–20> dní	<20–30> dní	> 30 dní – dlhé obdobia	Spolu	Priemerný počet dlhých období za 10 rokov
1	21	8	29	98	3,5
2	5	5	5	30	0,5
3	11	2	6	35	0,7
4	7	5	9	42	1,2
5	1	1	0	4	0,0
6	7	3	9	29	1,1
7	13	6	7	42	0,9
8	14	7	7	56	0,9
9	21	7	16	67	2,2
10	42	8	13	119	1,8
11	32	6	18	106	2,4
12	31	8	16	93	2,2
13	19	9	18	59	2,4
14	28	16	16	96	2,2
15	10	2	9	34	1,2
16	26	6	11	74	1,5
17	29	16	6	93	0,8
18	8	3	6	28	0,8
19	11	6	11	44	1,5
20	11	6	9	40	1,2
21	29	13	9	73	1,2
22	31	10	15	92	2,0
23	30	10	20	99	2,7
24	34	12	21	97	2,8
25	37	14	18	111	2,4
26	10	9	12	42	1,6
27	25	12	11	88	1,5
28	27	9	18	84	2,4
29	4	1	2	14	0,3
30	26	4	12	59	1,6
31	35	6	12	100	1,6

Historické obdobia malej vodnosti

V tab. 5 uvádzame absolútne najdlhšie obdobie malej vodnosti v jednotlivých hodnotených vodomerných staniciach nezávisle od sezóny, v ktorej sa vyskytlo. V tab. 6 sú obdobia malej vodnosti s najväčším nedostatkovým objemom. Vo väčšine prípadov ide o tú istú udalosť, nie je to však pravidlo – napríklad na Topli v Hanušovciach najdlhšie obdobie malej vodnosti bolo na prelome rokov 1986 a 1987 a trvalo 94 dní a najväčší nedostatkový objem malo obdobie malej vodnosti v roku 1947 a trvalo 72 dní. V tab. 7 sú najdlhšie letné a v tab. 8 najdlhšie zimné obdobia malej vodnosti.

Najvýznamnejšie sucho v hodnotenom časopriestore bolo v roku 1947. Bolo spôsobené meteorologickým suchom, (*Meteorologický slovník výkladový terminologický*, 1993) ktoré začalo už v roku 1946. Malá vodnosť nastúpila koncom júla a trvala až do novembra. V siedmich vodomerných profiloch (z množiny hodnotených) boli zaznamenané obdobia malej vodnosti s najdlhším trvaním a najväčším nedostatkovým objemom v celej histórii pozorovania: na Morave 110 dní[3)], na Kysuci 74 dní, na Rajčianke 95 dní, na Hrone 109 dní, na Ipli dokonca 126 dní a na Litave 132 dní. Dlhé obdobie, aj keď nie najdlhšie (trvalo 89 dní) bolo v roku 1947 aj na Dunaji. V roku 1947 bolo mimoriadne dlhé obdobie malej vodnosti počas leta a jesene, ktoré zasiahlo celé územie Slovenska.

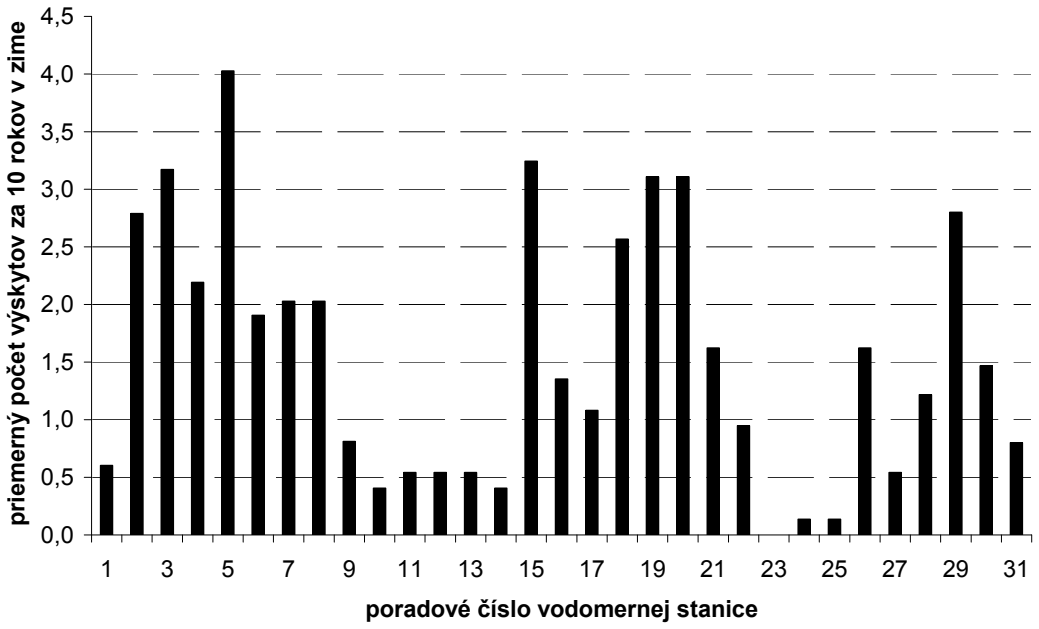
V roku 1953 bolo najvýznamnejšie obdobie malej vodnosti na Dunaji, ktoré trvalo 121 dní[4)] od 4. 10. 1953 do 17. 1. 1954. V tomto roku bolo zimné obdobie malej vodnosti aj na hornom Váhu a na Hrone.

[3)]Na Morave bolo podobné obdobie malej vodnosti aj v období 16. 7. 1992 až 21. 10. 1992 a trvalo 98 dní.

[4)]Na Dunaji bolo niekoľko veľmi podobných období malej vodnosti: 11. 1. 1908 až 16. 1. 1909 trvalo 98 dní, 16. 8. 1947 až 12. 10. 1947 trvalo 89 dní, 13. 10 1948 až 18. 1. 1949 trvalo 98 dní.

T a b u ľ k a 4. Početnosť výskytov malej vodnosti v hodnotenom období v zime.
T a b l e 4. Low flow periods frequency that were continue over 30 days in summers in valuated period.

Poradové číslo stanice	<10–20> dní	<20–30> dní	> 30 dní – dlhé obdobia	Spolu	Priemerný počet dlhých období za 10 rokov
1	5	3	5	23	0,6
2	42	16	29	135	2,8
3	17	13	26	84	3,2
4	19	14	16	60	2,2
5	10	10	31	58	4,0
6	40	18	16	104	1,9
7	19	10	15	73	2,0
8	15	13	15	70	2,0
9	16	12	6	59	0,8
10	12	7	3	39	0,4
11	11	7	4	36	0,5
12	15	4	4	38	0,5
13	7	4	4	22	0,5
14	2	4	3	18	0,4
15	16	5	24	70	3,2
16	21	9	10	68	1,4
17	12	12	8	50	1,1
18	18	13	19	66	2,6
19	17	4	23	59	3,1
20	22	9	23	64	3,1
21	13	4	12	60	1,6
22	7	8	7	44	0,9
23	9	1	0	25	0,0
24	2	4	1	13	0,1
25	3	2	1	13	0,1
26	8	6	12	33	1,6
27	12	5	4	31	0,5
28	9	3	9	35	1,2
29	30	15	21	105	2,8
30	19	4	11	53	1,5
31	16	7	6	48	0,8



Obr. 5. Početnosť výskytov období malej vodnosti, ktoré trvali viac ako 30 dní a vyskytli sa v zime hodnoteného obdobia.
Fig. 5. Low flow events frequency that were continue over 30 days in winter in valuated period.

T a b u ľ k a 5. Historické obdobia malej vodnosti s najdlhším trvaním počas hodnoteného obdobia.
T a b l e 5. Low flow events frequency that were continue over 30 days in winter in valuated period.

Poradové číslo stanice	Tok	Profil	Najdlhšie obdobie malej vodnosti – dátum výskytu počiatku a konca a počet dní		
1	Morava	Moravský Ján	27. 07. 1947	13. 11. 1947	110
2	Dunaj	Bratislava	04. 10. 1953	17. 01. 1954	106
3	Biely Váh	Východná	12. 09. 1986	30. 12. 1986	110
4	Boca	Kráľova Lehota	10. 10. 1972	15. 02. 1973	129
5	Belá	Podbanské	08. 11. 1943	14. 04. 1944	159
6	Váh	Liptovský Mikuláš	03.12. 1953	03. 03. 1954	91
7	Revúca	Podsuchá	14. 12.1972	26. 03. 1973	103
8	Ľubochnianka	Ľubochňa	04. 12. 1963	21. 03. 1964	103
9	Turiec	Martin	15.07. 1992	16. 10. 1992	94
10	Kysuca	Čadca	31. 08.1951	23. 11. 1951	85
11	Kysuca	Kysucké Nové Mesto	23. 12. 1946	06. 03. 1947	74
12	Rajčianka	Poluvsie	07. 08. 1947	10. 11. 1947	95
13	Bebrava	Biskupice	30. 05. 1903	12. 01. 1904	225
14	Nitra	Nitrianska Streda	28. 06. 1935	23. 10. 1935	117
15	Hron	Zlatno	26. 10. 1986	20. 02. 1987	118
16	Hron	Brezno	27. 10. 1986	15. 02. 1987	111
17	Čierny Hron	Hronec	28. 07. 1947	12. 11. 1947	108
18	Bystrianka	Bystrá	17. 10. 1988	25. 02. 1989	131
19	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	13. 12. 1972	23. 03. 1973	100
20	Vajskovský potok	Dolná Lehota	05. 12. 1962	11. 03. 1963	97
21	Hron	Banská Bystrica	08. 11. 1953	03. 03. 1954	113
22	Hron	Brehy	24. 07. 1947	10. 11. 1947	109
23	Ipeľ	Holiša	19. 07. 1947	22. 11. 1947	126
24	Krupinica	Plášťovce	26. 09. 1972	25. 01. 1973	122
25	Litava	Plášťovce	26. 06. 1947	04. 11. 1947	132
26	Dobšinský potok	Dobšiná	01. 09. 1986	26. 03. 1987	207
27	Štítnik	Štítnik	23. 05. 1993	02. 10. 1993	130
28	Rimavica	Lehota nad Rimavicou	27. 10. 1986	14. 02. 1987	111
29	Poprad	Poprad-Matejovce	29. 10. 1986	25. 03. 1987	147
30	Torysa	Košické Olšany	11. 10. 1963	10. 03. 1964	151
31	Topľa	Hanušovce nad Topľou	12. 11. 1986	13. 02. 1987	94

V roku 1963–1964 bolo najdlhšie obdobie malej vodnosti na Toryse. Začalo v neskorú jeseň a trvalo do skorej jari, trvalo 151 dní od 11. 10. 1963 do 10. 3. 1964.

O 10 rokov neskoršie na prelome rokov 1972 a 1973 sa vyskytlo najvýznamnejšie obdobie malej vodnosti v povodiach Boce, Revúcej a Štiavničky – zaraďujeme ich medzi zimné udalosti.

Zvlášť výrazný pokles prietokov v povrchových tokoch bol na prelome rokov 1986 a 1987. V roku 1986 bolo extrémne dlhé babie leto, po ktorom nasledovala tuhá zima. Obdobie malej vodnosti začalo na jeseň a pretrvalo do skorej jari. V tomto období boli zaznamenané absolútne dĺžky trvania malej vodnosti v povodiach Biely Váh – 110 dní, Hron – 118 dní, Dobšinský potok – 207 dní, Rimavica – 111 dní, Poprad – 147 dní, Topľa – 94 dní. Bol to dôsledok suchého leta a jesene a tuhej zimy.

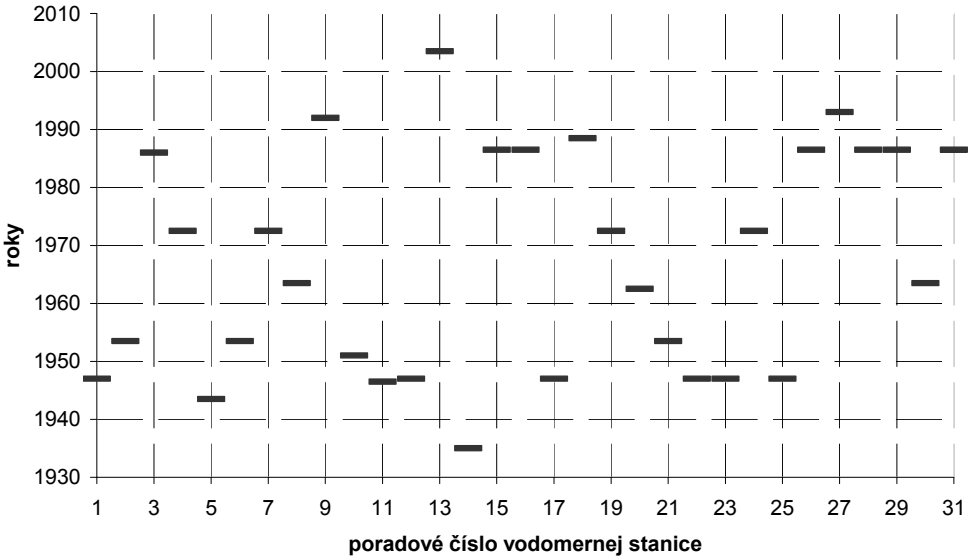
V posledných uplynulých rokoch sme zaznamenali najdlhšie obdobia malej vodnosti v lete – v roku 1992 na Váhu, v roku 1993 na Slanej a v roku 2003 na Hrone. Na obr. 6 sú znázornené obdobia malej vodnosti s najdlhším trvaním nezávisle od ročného obdobia, v ktorom sa vyskytli. Na obr. 7 sú najdlhšie letné suchá a na obr. 8 sú najdlhšie zimné suchá.

Kumulatívne distribučné funkcie pravdepodobnosti nedostúpenia pre maximálne nedostatkové objemy a maximálne doby trvania malej vodnosti–extrémne charakteristiky obdobia malej vodnosti

Kumulatívne distribučné funkcie pravdepodobnosti nedostúpenia pre maximálne nedostatkové objemy a maximálne doby trvania malej vodnosti nám umožňujú poznať extrémne charakteristiky období malej vodnosti – hodnoty trvania a nedostatkového objemu s vysokým percentom pravdepodobnosti nedostúpenia. Poznanie extrémnych parametrov nám umožňuje pripraviť sa na zmiernenie následkov spôsobených nedostatkom vody.

T a b u ľ k a 6. Historické obdobia malej vodnosti s najväčším nedostatkovým objemom počas hodnoteného obdobia.
T a b l e 6. Historical period of low flow events at biggest volumes of deficiency in valuated period.

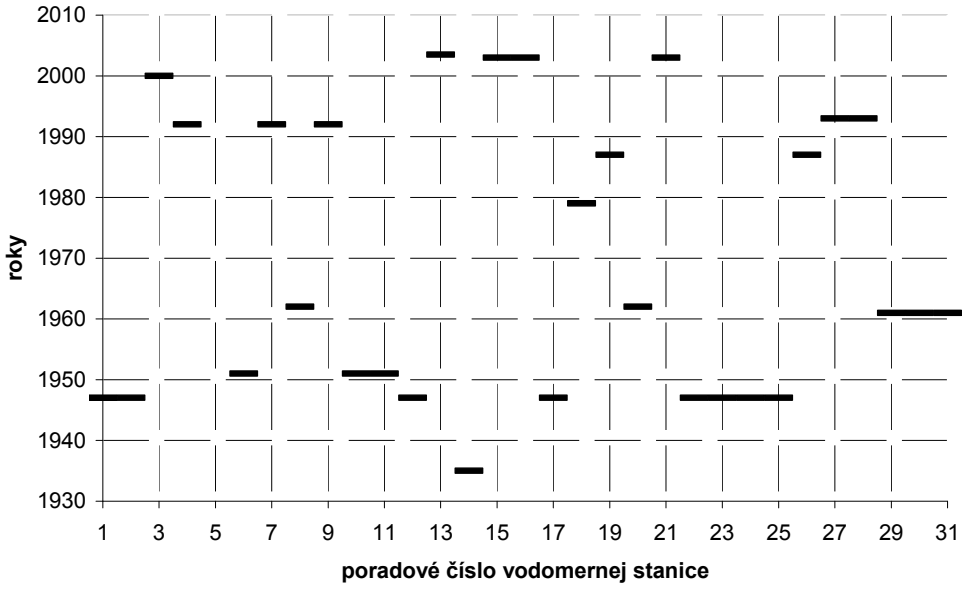
Poradové číslo stanice	Tok	Profil	Historické obdobie malej vodnosti s najväčším nedostatkovým objemom – dátum výskytu počiatku a konca a normovaný nedostatkový objem		
1	Morava	Moravský Ján	27. 07. 1947	13. 11. 1947	11,8
2	Dunaj	Bratislava	04. 10. 1953	17. 01. 1954	14,0
3	Biely Váh	Východná	20. 12. 1996	24. 02. 1997	12,3
4	Boca	Kráľova Lehota	10. 10. 1972	15. 02. 1973	13,6
5	Belá	Podbanské	02. 11. 1988	23.02.89	14,3
6	Váh	Liptovský Mikuláš	03. 12. 1953	03. 03. 1954	9,3
7	Revúca	Podsuchá	14. 12. 1972	26. 03. 1973	22,2
8	Ľubochnianka	Ľubochňa	06 .01. 1972	02. 04. 1972	15,4
9	Turiec	Martin	15. 07. 1992	16. 10. 1992	11,6
10	Kysuca	Čadca	31. 08. 1951	23. 11. 1951	5,7
11	Kysuca	Kysucké Nové Mesto	23. 09. 1951	22. 11. 1951	6,0
12	Rajčianka	Poluvsie	07. 08. 1947	10. 11. 1947	12,4
13	Bebrava	Biskupice	30. 05. 1903	12.01.04	34,5
14	Nitra	Nitrianska Streda	25. 07. 1947	10. 11. 1948	14,0
15	Hron	Zlatno	26. 10. 1986	20. 02. 1987	14,5
16	Hron	Brezno	27. 10. 1986	15. 02. 1987	11,4
17	Čierny Hron	Hronec	28. 07. 1947	12. 11. 1947	7,2
18	Bystrianka	Bystrá	17. 10. 1988	25. 02. 1989	16,1
19	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	13. 12. 1972	23.03.73	7,9
20	Vajskovský potok	Dolná Lehota	05. 12. 1962	11. 03. 1963	8,9
21	Hron	Banská Bystrica	08. 11. 1953	03. 03. 1954	9,6
22	Hron	Brehy	24.07.47	10.11.48	11,4
23	Ipeľ	Holiša	19. 07. 1947	22. 11. 1947	14,3
24	Krupinica	Plášťovce	26. 09. 1972	25. 01. 1973	9,1
25	Litava	Plášťovce	26. 06. 1947	04. 11. 1947	5,2
26	Dobšinský potok	Dobšiná	01. 09. 1986	26. 03. 1987	32,6
27	Štítnik	Štítnik	23. 05. 1993	02. 10. 1993	21,5
28	Rimavica	Lehota nad Rimavicou	27. 10. 1986	14. 02. 1987	12,2
29	Poprad	Poprad-Matejovce	12. 10. 1982	13. 11. 1983	14,8
30	Torysa	Košické Olšany	11. 10. 1963	10. 03. 1964	12,0
31	Topľa	Hanušovce nad Topľou	06. 09. 1947	10. 11. 1948	7,1



Obr. 6. Rok výskytu najdlhšieho obdobia malej vodnosti v hodnotenom období.
Fig. 6. Year of the appearance of low flow events with longest duration in valuated period.

T a b u ľ k a 7. Historické obdobia letnej malej vodnosti s najdlhším trvaním počas hodnoteného obdobia.
T a b l e 7. Historical period of low flow events in summer at longest duration in valuated period.

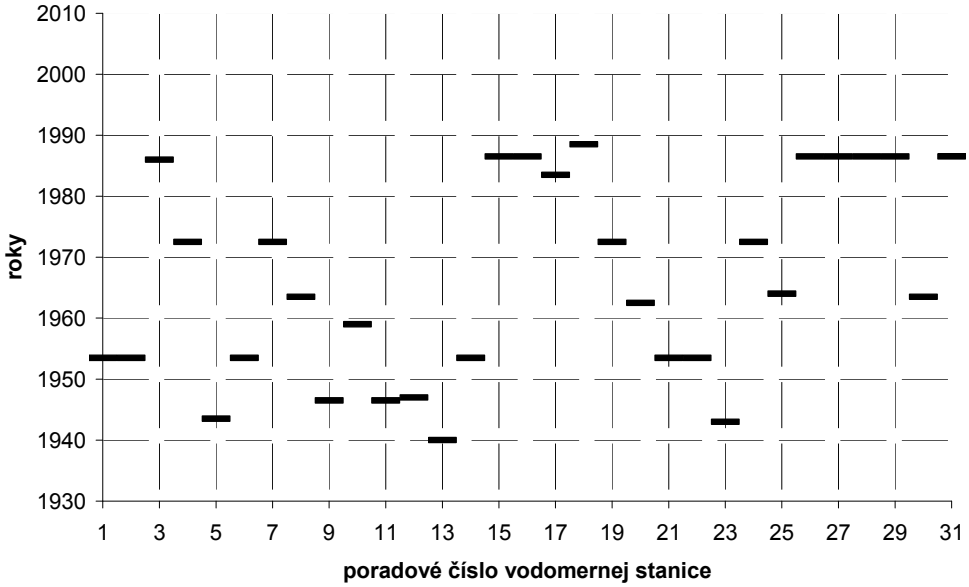
Poradové číslo stanice	Tok	Profil	Najdlhšie obdobie malej vodnosti v lete – dátum výskytu počiatku a konca a počet dní		
1	Morava	Moravský Ján	27. 07.1947	13. 11. 1947	110
2	Dunaj	Bratislava	16. 08. 1947	12. 11. 1947	89
3	Biely Váh	Východná	18. 08. 1900	04. 11. 1900	79
4	Boca	Kráľova Lehota	02. 08. 1992	16. 10. 1992	75
5	Belá	Podbanské	08. 09. 1928	28. 09. 1928	21
6	Váh	Liptovský Mikuláš	03. 10. 1951	21. 11. 1951	49
7	Revúca	Podsuchá	01. 07. 1992	05. 09. 1992	67
8	Ľubochnianka	Ľubochňa	18. 08. 1962	09. 11. 1962	82
9	Turiec	Martin	15. 07. 1992	16. 10. 1992	94
10	Kysuca	Čadca	31. 08. 1951	23. 11. 1951	85
11	Kysuca	Kysucké Nové Mesto	23. 09. 1951	22. 11. 1951	61
12	Rajčianka	Poluvsie	07. 08. 1947	10. 11. 1947	95
13	Bebrava	Biskupice	30. 05. 1903	12. 01. 1904	225
14	Nitra	Nitrianska Streda	28. 06. 1935	23. 01. 1935	117
15	Hron	Zlatno	02. 08. 1903	04. 10. 1903	64
16	Hron	Brezno	03. 08. 1903	04. 10. 1903	60
17	Čierny Hron	Hronec	28. 07. 1947	12. 11. 1947	108
18	Bystrianka	Bystrá	15. 08. 1979	14. 11. 1979	92
19	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	01. 08. 1987	12. 10. 1987	71
20	Vajskovský potok	Dolná Lehota	20. 08. 1962	17. 11. 1962	89
21	Hron	Banská Bystrica	03. 08. 1903	04. 10. 1903	62
22	Hron	Brehy	24. 07. 1947	10. 11. 1947	109
23	Ipeľ	Holiša	19. 07. 1947	22. 11. 1947	126
24	Krupinica	Plášťovce	25. 06. 1947	18. 10. 1947	116
25	Litava	Plášťovce	26. 06. 1947	04. 11. 1947	132
26	Dobšinský potok	Dobšiná	13. 07. 1987	24. 11. 1987	131
27	Štítnik	Štítnik	23. 05. 1993	02. 10. 1993	130
28	Rimavica	Lehota nad Rimavicou	01. 06. 1993	14. 09. 1993	103
29	Poprad	Poprad-Matejovce	15. 09. 1961	18. 10. 1961	34
30	Torysa	Košické Olšany	07. 08. 1961	29. 11. 1961	115
31	Topľa	Hanušovce nad Topľou	25. 08. 1961	05. 11. 1961	73



Obr. 7. Rok výskytu najdlhšieho letného obdobia malej vodnosti v hodnotenom období.
Fig. 7. Year of the appearance of low flow events in summer with longest duration in valuated period.

T a b u ľ k a 8. Historické obdobia zimnej malej vodnosti s najdlhším trvaním počas hodnoteného obdobia.
T a b l e 8. Historical period of low flow events in winter at longest duration in valuated period.

Poradové číslo stanice	Tok	Profil	Najdlhšie obdobie malej vodnosti v zime – dátum výskytu počiatku a konca a počet dní		
1	Morava	Moravský Ján	23. 12.1953	28. 02. 1954	67
2	Dunaj	Bratislava	04. 10. 1953	17. 01. 1954	106
3	Biely Váh	Východná	12. 09. 1986	30. 12. 1986	110
4	Boca	Kráľova Lehota	10. 10. 1972	15. 02. 1973	129
5	Belá	Podbanské	08. 11. 1943	14. 04. 1944	159
6	Váh	Liptovský Mikuláš	03. 12. 1953	03. 03. 1954	91
7	Revúca	Podsuchá	04. 12. 1972	26. 03. 1973	103
8	Ľubochnianka	Ľubochňa	09. 12. 1963	21. 03. 1964	103
9	Turiec	Martin	18. 12. 1946	25. 02. 1947	69
10	Kysuca	Čadca	26. 10. 1959	24. 12. 1959	60
11	Kysuca	Kysucké Nové Mesto	23. 12. 1946	06. 03. 1947	74
12	Rajčianka	Poluvsie	04. 01. 1947	05. 03. 1947	59
13	Bebrava	Biskupice	20. 01. 1940	12. 03. 1940	53
14	Nitra	Nitrianska Streda	15. 11. 1953	01. 03. 1954	106
15	Hron	Zlatno	26. 10. 1986	20. 02. 1987	118
16	Hron	Brezno	27. 10. 1986	15. 02. 1987	111
17	Čierny Hron	Hronec	22. 12. 1983	13. 03. 1984	83
18	Bystrianka	Bystrá	17. 10. 1988	15. 02. 1989	131
19	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	13. 12. 1972	23. 03. 1973	100
20	Vajskovský potok	Dolná Lehota	05. 12. 1962	11. 03. 1963	97
21	Hron	Banská Bystrica	08. 11. 1953	03. 03. 1954	113
22	Hron	Brehy	16. 02. 1953	02. 03. 1954	77
23	Ipeľ	Holiša	01. 01. 1943	23. 01. 1943	23
24	Krupinica	Plášťovce	26. 09. 1972	25. 01. 1973	122
25	Litava	Plášťovce	08. 01. 1964	28. 02. 1964	52
26	Dobšinský potok	Dobšiná	01. 09. 1986	26. 03. 1987	207
27	Štítnik	Štítnik	22. 10. 1986	12. 02. 1987	114
28	Rimavica	Lehota nad Rimavicou	27. 10. 1986	14. 02. 1987	111
29	Poprad	Poprad-Matejovce	29. 10. 1986	25. 03. 1987	147
30	Torysa	Košické Olšany	11. 10. 1963	10. 03. 1964	151
31	Topľa	Hanušovce nad Topľou	12. 11. 1986	13. 02. 1987	94



Obr. 8. Rok výskytu najdlhšieho zimného obdobia malej vodnosti v povodiach Slovenska v hodnotenom období.
Fig. 8. Year of the appearance of low flow events in winter with longest duration in valuated period.

T a b u ľ k a 9. Trvanie maximálneho málovodného obdobia podľa teoretického zákona rozdelenia.
T a b l e 9. The time of maximum drought according to distribution functions.

Poradové číslo stanice	Trvanie maximálneho málovodného obdobia [dni]					Distribučná funkcia
	82	90,5	95	98	99%	
1	40	60	79	114	144	LogNormal
2	40	57	72	98	121	LogNormal
3	40	58	73	96	115	Generalized Pareto
4	42	60	75	98	115	Generalized Pareto
5	61	89	112	146	171	LogNormal
6	40	53	64	80	93	Generalized Pareto
7	39	55	70	95	116	LogNormal
8	37	52	66	90	111	LogNormal
9	36	49	59	75	88	Generalized Pareto
10	32	41	49	62	72	Generalized Pareto
11	34	46	56	72	85	Generalized Pareto
12	34	54	73	111	147	Generalized Pareto
13	38	66	92	138	181	LogNormal
14	37	57	76	111	144	Generalized Pareto
15	43	61	77	102	122	Generalized Pareto
16	36	50	61	78	91	LogNormal
17	34	47	58	78	94	Generalized Pareto
18	44	67	87	120	148	Generalized Pareto
19	45	63	77	98	113	Generalized Pareto
20	45	62	75	95	110	LogNormal
21	34	47	57	74	87	Generalized Pareto
22	35	48	58	74	87	Generalized Pareto
23	36	57	79	125	171	Generalized Pareto
24	40	62	86	132	176	LogNormal
25	37	55	74	111	145	Generalized Pareto
26	47	74	95	127	150	Generalized Pareto
27	36	53	69	98	124	LogNormal
28	38	58	76	110	141	Generalized Pareto
29	40	56	70	94	114	LogNormal
30	37	59	80	122	161	Generalized Pareto
31	34	51	69	104	138	Generalized Pareto

Dĺžka trvania s 99% pravdepodobnosťou nedostúpenia – (tab. 9.) je v intervale 72 až 181 dní. Viac ako 120 dní je v povodiach s veľkou plochou, vo vysokohorských povodiach, ale aj na Ipli, Slanej a na Toryse.

Výsledky spracovania nedostatkových objemov vyjadrených v relatívnych hodnotách ukazujú, že na elimináciu nedostatkového objemu s 99% pravdepodobnosťou nedostúpenia – (tab. 10.) musíme mať v zásobe 5- až 27-násobok priemerného dlhodobého denného pretečeného množstva vody. Najväčšie hodnoty nedostatkového objemu – viac ako 15-násobok priemerného denného odtečeného množstva sú na Morave, Dunaji, na vysokohorských povodiach, ale aj na Ipli.

Záver

V práci sme nadviazali na výskum malej vodnosti na Slovensku, pričom dôraz sme kládli v súlade so spoločenskou objednávkou na malú vodnosť, ktorá má charakter hydrologického sucha. Súvisí to s voľbou prahovej hodnoty prietoku pre vymedzenie malej vodnosti, kde sme volili nižšiu hodnotu ako to spravil *Balco* (1990), pre ktorého bolo kritériom 3-stupňové rozdelenie vodného režimu toku na nadpriemernú, priemernú a malú vodnosť. Na rozdiel od predchádzajúcich prác, ktoré sa zaoberali väčšinou prietokovými parametrami malej vodnosti, zamerali sme sa výlučne na hodnotenie neprietokových charakteristík malej vodnosti – charakteristík deficitu. Zhodnotením hydrologických pozorovaní za posledné trištvrtestoročie v sieti 31 vodomerných staníc sme zistili frekvenciu výskytu malej vodnosti, zhodnotili sme výskyt a charakteristiky najvýznamnejších zaznamenaných epizód malej vodnosti, určili sme pravdepodobnosti nedostúpenia neprietokových charakteristík malej vodnosti – trvania malej vodnosti a nedostatkového objemu podľa teoretických kumulatívnych distribučných funkcií.

T a b u ľ k a 10. Maximálne nedostatkové objemy podľa teoretického zákona rozdelenia.
T a b l e 10. The maximum deficit volume according to distribution functions.

Poradové číslo stanice	Maximálne nedostatkové objemy v normovanom tvare					Distribučná funkcia
	82	90,5	95	98	99%	
1	2,5	4,8	7,2	12,4	17,6	Generalized Pareto
2	2,8	4,8	7,1	11,8	16,6	Weibull
3	2,4	4,6	7,1	12,9	19,6	Generalized Pareto
4	2,4	4,3	6,5	11,2	15,9	Generalized Pareto
5	3,1	5,5	7,6	11,2	14,0	Generalized Pareto
6	2,1	3,5	4,9	7,7	10,6	Generalized Pareto
7	3,0	5,1	7,6	13,0	19,1	Generalized Pareto
8	2,7	4,3	5,9	8,9	11,7	Generalized Pareto
9	2,1	3,4	4,8	7,7	10,6	Generalized Pareto
10	1,4	2,1	2,7	3,8	4,9	Generalized Pareto
11	2,0	3,2	4,5	7,0	9,5	Generalized Pareto
12	2,3	3,9	5,6	9,2	12,9	Generalized Pareto
13	2,3	4,5	7,2	12,1	17,0	Pearson
14	2,1	4,0	6,2	11,5	17,6	Generalized Pareto
15	2,5	4,5	6,7	11,7	17,3	Weibull
16	2,2	3,5	4,9	7,5	7,8	Weibull
17	1,8	2,8	3,7	5,3	6,7	Generalized Pareto
18	3,4	6,3	9,4	15,8	22,2	Weibull
19	2,3	4,3	6,5	11,0	15,7	Generalized Pareto
20	2,3	3,8	5,4	8,6	11,8	Generalized Pareto
21.	1,9	2,9	3,9	5,7	7,3	LogNormal
22.	1,7	2,6	3,4	5,1	6,5	Weibull
23.	1,9	3,6	5,5	9,9	15,0	Generalized Pareto
24.	1,2	2,0	2,9	4,7	6,7	Generalized Pareto
25.	1,1	1,8	2,5	4,1	5,7	LogNormal
26.	3,0	6,2	9,9	18,0	27,1	Pearson
27.	1,9	3,2	4,5	7,0	9,4	Generalized Pareto
28.	4,1	4,1	6,1	10,0	13,9	Weibull
29.	2,9	4,8	6,9	11,5	16,6	Generalized Pareto
30.	2,1	3,5	4,9	7,6	10,3	LogNormal
31.	1,7	2,7	3,8	6,0	8,1	LogNormal

Postup sme aplikovali na hydrologický rok, a pre vybrané charakteristiky aj na letnú a zimnú sezónu. Všetky analýzy prináležia prahovej hodnote prietoku Q_0 na úrovni 90% zabezpečenosti priemerného denného prietoku, čo zodpovedá približne 330-dennému prietoku.

Poznanie charakteristík malej vodnosti je predpokladom k naplneniu jedného z hlavných cieľov Zákona o vodách a Rámcovej smernice o vode – zmierneniu následkov sucha na spoločnosť a životné prostredie.

Poďakovanie. Príspevok vznikol v rámci projektu APVV-0335: Hydrologické sucho a jeho vplyv na využiteľné množstvá podzemnej vody, ktorého sa týka vyhodnotenie malých vodností na Toryse a Topli. Za podporu ďakujeme.

Zoznam symbolov

A – plocha povodia,
T – trvanie malej vodnosti,
T_BREAK – dovolený čas prerušenia malej vodnosti [dni],
Q – prietok [$m^3 s^{-1}$],
Q_a – priemerný ročný prietok [$m^3 s^{-1}$],
Q_0 – prahová hodnota prietoku [$m^3 s^{-1}$],
q – špecifický odtok [$l s^{-1} km^{-2}$],
W – nedostatkový objem [m^3],
W_a – priemerný objem vody pretečený za jeden deň [m^3],
$N_W = W/W_a$ – normovaný nedostatkový objem [–].

LITERATÚRA

BALCO M., 1990: Malá vodnosť slovenských tokov. Veda, vydavateľstvo SAV Bratislava, 260 s.

DEMETEROVÁ B., 2000: Analýza hydrologického sucha. Dizertačná práca. SF STU Bratislava, 103 s.

DEMETEROVÁ B., ŠKODA P., 2005: Režim minimálnych prietokov na slovenských tokoch v období 1961–2000 na staniciach národného klimatického programu. Meteorolog. Čas., roč. *8*, č. 3, 155–163.

GUSEV Y., NOVÁK V., 2007: Soil water – main water resources for terrestrial ecosystems of the biosphere. J. Hydrol. Hydromech., *55*, 1, p. 3–15.

KOHNOVÁ S., SZOLGAY J., HLAVČOVÁ K., GAÁL L., ŠTEFKOVÁ A., 2008: Posúdenie malej vodnosti metódou regionálnej typizácie. STU, SF KVHK, Bratislava, 92 s.

MAJERČÁKOVÁ O., 1995: Niektoré problémy posudzovania malej vodnosti a minimálnych prietokov. Práce a štúdie 50. SHMÚ, Bratislava, 14–18.

OTN MŽP SR 3113-1:04. 2007. Kvantita povrchových vôd. Hydrologické údaje povrchových vôd. Kvantifikácia malej vodnosti. Časť 1 Stanovenie malej vodnosti vo vodomerných staniciach.

PEKÁROVÁ P., HALMOVÁ D., MIKLÁNEK P., PEKÁR J., 2008: Analýza N-ročných minimálnych prietokov rieky Dunaj v profile Bratislava za obdobie rokov 1876/77–2005/06. A. Hydrologica Slovaca, in press.

SOBÍŠEK B. (za kol.), 1993: Meteorologický výkladový slovník. Academia, Ministerstvo životního prostředí ČR Praha, 594 s.

STN 75 1400, 2000: Hydrológia. Hydrologické údaje povrchových vôd. Základné ustanovenia.

STN 75 1410-1, 2000: Hydrológia. Hydrologické údaje povrchových vôd. Kvantifikácia priemernej vodnosti. Časť 1: Charakteristiky denných stavov a prietokov.

SZOLGAY J., MACURA V., 2002: Revízia prístupov k riešeniu hydrologických limitov na Slovensku. STU, SF, KVHK, Bratislava, 51.

TALLAKSEN L. M., VAN LANEN H.A.J. Eds., 2004: Hydrological Drought. Processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Elsevier Developments in water science, 48, 579.

Water Scarcity and Drought. A Priority of the Portuguese Presidency. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Portugal 2007. 132 p. ISBN 978-989-8097-08-8.

ZELENHASIC E., SALVAI A., 1987: A method of streamflow drought analysis. Water Resour. Res., *23*, 1, 156–158.

Received 7. April 2008
Review accepted 16. October 2008

LOW FLOW IN SELECTED STREAMS OF SLOVAKIA

Beata Demeterová, Peter Škoda

At this work we are continue on study of low flow in Slovakia, we accentuate on low flow that have form of hydrological drought – threshold discharge value we select at lower level as it was in past/former works – *Balco* (1990). Unlike of past/former works in field of low flow research in Slovakia what dealt mostly with discharge parameters of low flow we are bearing wholly on valuation deficit characteristics of low flow. In this article are evaluated hydrologic measurements at 31 excluded gauging stations behind last 75 years. We are evaluated for low flow appearance frequency, probability distribution functions of maximum low flow duration and probability distribution the maximum deficit volumes. Procedure we applied for hydrologic year and for selected characteristics also for summer and winter seasons. All analyses are for threshold discharge level $Q90$ (90% flow accidence). The knowledge of low flow characteristics is premise to charge one of main goal by Water law and Directive 2000/60/EC – contributes to mitigating the effects of droughts.

List of symbols

A – catchments area,
T – low flow duration,
T_BREAK – limiting time break of low flow duration [days],
Q – discharge [$m^3\ s^{-1}$],
Q_a – annual discharge [$m^3\ s^{-1}$],
Q_0 – threshold discharge level [$m^3\ s^{-1}$],
q – specific discharge [$l\ s^{-1}\ km^{-2}$],
W – volume of deficiency [m^3],
W_a – long term mean value of discharged water volume per day [m^3],
$N_W = W/W_a$ – standardization volume of deficiency [–].