

## HYDROLOGICKÉ EXTRÉMY: MODELOVANIE A PREDPOVEDANIE

Zuzana Danáčová, Lotta Blaškovičová, Ľubica Lovásová, Jana Poórová, Viliam Šimor, Peter Škoda

Záujem odbornej i laickej verejnosti o hydrologické sucho, ako jeden z extrémnych javov v hydrológii, v ostatných rokoch výrazne stúpol vzhľadom na jeho závažné dôsledky na potreby človeka a krajiny, ako aj v medzinárodnom meradle. Pre nastavenie vhodných opatrení v jednotlivých oblastiach, povodiach či tokoch je potrebné mať k dispozícii dostatok podkladov, a to údajov z monitorovania hydrologického režimu a ich hodnotenia. Príspevok sa venuje spôsobom hodnotenia málo vodných období a hydrologickým charakteristikám v oblasti minimálnych prietokov.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: minimálny prietok, hydrologické sucho

**HYDROLOGIC EXTREMES: MODELING AND FORECASTING.** The interest of professional and laic public on hydrological drought has significant increasing trend, mainly in previous years. For setting appropriate measures in various areas, river or streams is necessary to have sufficient information and monitoring data of the hydrological regime and their evaluation. This paper considers the method for evaluation of hydrological characteristics of minimum flows.

KEY WORDS: minimum discharge, hydrologic drought

### Úvod

V súčasnej dobe globálnej klimatickej zmeny sa výrazne zvyšuje nárast výskytu období extrémnych javov počasia, dlhotrvajúce teplé počasia bez výskytu dažďa sa strieda s lokálnou búrkovou činnosťou, ktorej intenzita vytvára na rôznych miestach sveta, Slovensko nevynímajúc, povodňové situácie nebezpečných rozmerov. Tento jav častého výskytu povodňových situácií v posledných rokoch je dobre vidieť napr. na rieke Dunaj v príspevku Poórová a kol. (2013). Naproti tomu výskum v oblasti výskytu, modelovania a prípadného predpovedania hydrologického sucha ako opačného hydrologického extrému naberá v súčasnosti na dôležitosť aj vzhľadom na to, že dopad dlhotrvajúceho sucha môže spôsobovať značné škody nielen na majetku a životoch ľudí, ale aj celkového hospodárstva krajiny. Účinky dlhotrvajúceho obdobia sucha sú o to nebezpečnejšie, že na rozdiel od povodňovej situácie nie sú jeho vonkajšie znaky dlhší čas spozorované.

Výskytom najväčších období sucha v Českej republike sa zaoberal vo svojich dvoch príspevkoch Treml (2011, 2012), v ktorých autor zhodnotil výskyt meteoro-

logického a hydrologického sucha za posledných 100 rokov, pričom tieto obdobia vymedzil metódou nedostatkových objemov. Analýzou sucha z pohľadu významnosti trendov prietokových charakteristík sa vo svojej práci zaoberá Zeleňáková a kol. (2011), ktorá aplikovala svoj výskum výskytu významnosti trendov a následnú priestorovú analýzu v prostredí GIS v regiónoch východného Slovenska. Analýzu sucha tiež popisuje vo svojej práci Demeterová (2000), ktorá sa zaoberá štatistickým vyhodnotením parametrov sucha vo vybraných vodomerných stanicach na východe Slovenska.

Z pohľadu hydrológie a vodného hospodárstva rozlišujeme termíny:

**Hydrologické sucho**, ktorý je prírodným javom a je súčasťou prirodzeného hydrologického režimu vodných zdrojov. Predstavuje občasný, zriedka sa vyskytujúci pokles výdatnosti vodných zdrojov. Predstavuje významnú odchýlku od priemerného stavu prirodzenej variability vodného toku. Na jeho vyhodnotenie sa používajú hydrologické charakteristiky získané z neovplyvnených vodomerných staníc a hydrologická bilancia.

**Nedostatok vody**, ktorý predstavuje stav, v ktorom je nedostatok vody vo vodných zdrojoch na zabezpečenie

požiadaviek človeka na vodu. Preto nedostatok vody môže nastať aj v čase mimo výskytu sucha. Tento stav nastáva, keď požiadavky na užívanie vody prevyšujú prirodzenú kapacitu vodného zdroja. Na jeho vyhodnotenie sa používajú nástroje vodohospodárskej bilancie a hodnotenia stavu vôd.

Článok sa zaoberá niektorými metódami hydrologického hodnotenia málo vodných období, ktoré sa používajú na SHMÚ, pričom sú tieto metódy vysvetlené pri analýze konkrétneho roku. Vybrali sme rok 2012, ktorý z pohľadu hydrologie povrchových vôd patrí na Slovensku k piatim najsuchším rokom za obdobie pozorovania od roku 1931. V príspevku je tiež navrhnutý možný spôsob online predpovede suchého obdobia, ktorý by mohol slúžiť aj širokej verejnosti na určenie súčasného stavu vodnosti v rôznych častiach územia Slovenska.

### Materiál a metódy

Hodnotenie hydrologickej situácie povrchových vôd vychádza z hydrologických údajov z vodomerných staníc štátnej hydrologickej siete. Na území Slovenska je k dispozícii 418 vodomerných staníc, ktoré sa využívajú na hodnotenie hydrologického režimu a hydrologických procesov. Z týchto 418 vodomerných staníc je v súčasnosti 268 operatívnych, z ktorých sa v 15-minútových a 1-minútových intervaloch získavajú údaje (výšky vodnej hladiny, teploty vody, teploty vzduchu a úhrn zrážok).

Pri hodnotení hydrologického sucha berieme do úvahy iba tie vodomerné stanice, ktoré sú neovplyvnené (t. j. stanice bez významného ovplyvnenia odbermi, manipuláciou na vodných nádržiach a prevodmi vody). V prípade, že hodnotíme hydrologické sucho v reálnom čase, je nutná podmienka, aby vodomerné stanice mali operatívny režim. Na hodnotenie vývoja vodnosti a ukazovateľov sucha je vybraných 77 neovplyvnených vodomerných

staníc, ktoré vyhodnocujú prietoky od roku 1961 a skôr. Z týchto staníc podmienku predpovede v reálnom čase spĺňa 26 vodomerných staníc (obr. 1).

### Metodika hodnotenia hydrologického roka 2012

Pri hodnotení hydrologického sucha za predošlé zvolené obdobie vychádzame z hodnotenia prietokových charakteristík malej vodnosti. Najčastejšie sa používajú:

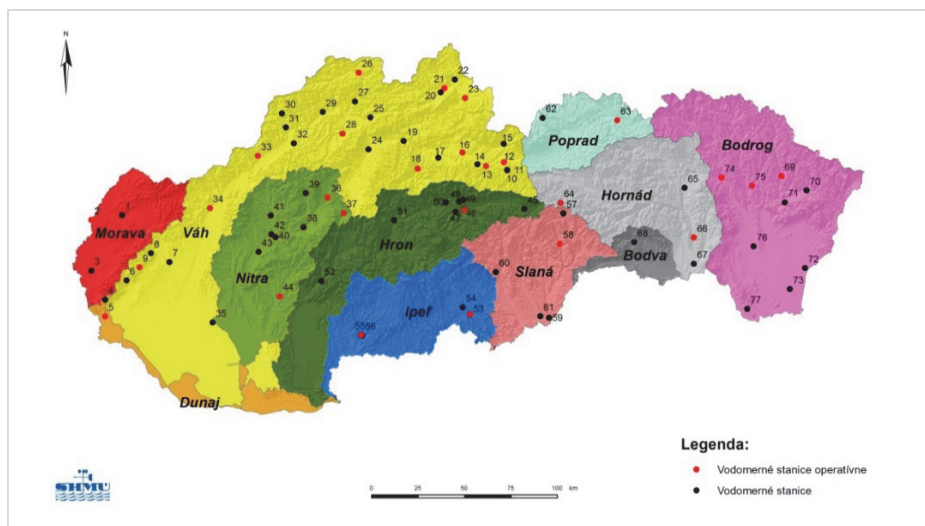
**Minimálny prietok** - najmenší neovplyvnený priemerný denný prietok v danom profile za zvolené obdobie.

**M-denný prietok** - priemerný denný prietok dosiahnutý alebo prekročený po M-dní v zvolenom období. Obdobie sa volí spravidla v dĺžke jedného roka. Ak sa použije iné obdobie, musí sa to uviesť, napríklad M-denný prietok vo vegetačnom období. Pri M-denných prietokoch za viacročné obdobie symbol M označuje priemernú dobu dosiahnutia alebo prekročenia príslušného prietoku v roku. 330, 355 a 364-denné prietoky sú prietoky s vysokou zabezpečenosťou a na Slovensku patria medzi najpoužívanejšie prietokové charakteristiky malej vodnosti z hľadiska použitia vo vodohospodárskej praxi a environmentálneho posúdenia.

### Hydrologický rok 2012 z pohľadu dlhodobého hodnotenia

Rok 1931 je považovaný za začiatok systematického vyhodnocovania prietokov na Slovensku. Aj keď už pred týmto rokom sa vyhodnocovali prietoky v niektorých vodomerných staniach, napríklad na Dunaji v Bratislave od roku 1901, v roku 1931 sa prietoky vyhodnocovali už v 81 vodomerných staniach. Preto aj vodnosť hydrologického roka 2012 sme v dlhodobom kontexte zhodnotili v rámci obdobia 1931-2012.

Hydrologický rok 2012 sa zaraďuje medzi najsuchšie roky od roku 1931. Z obr. 2 je vidieť, že odtoková výš-



Obr. 1. Hodnotenú neovplyvnenú vodomernú stanicu v čiastkových povodiach SR.

Fig. 1. Selected gauging stations with natural hydrological regime in the main river basins in Slovakia.

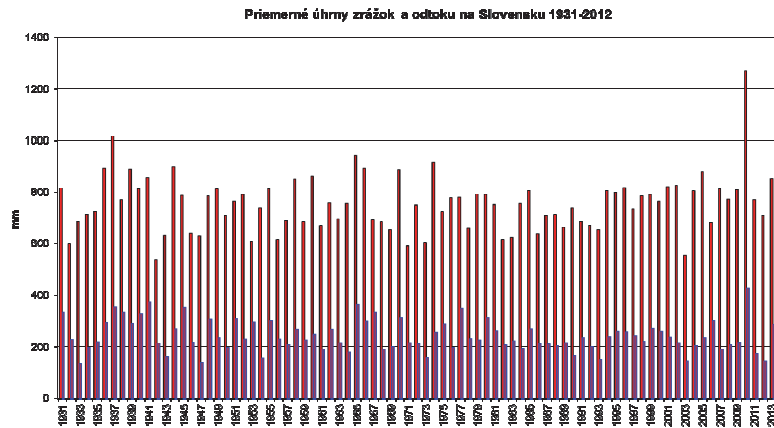
ka v roku 2012 patrí medzi najmenšie za celé hodnotené obdobie (pozn. na základe výsledkov hodnotenia je štvrtou najmenšou).

*Zhodnotenie hydrologického roka 2012*

Rok 2012 môžeme z pohľadu povrchových vôd považovať za extrémne suchý (tab. 1 a obr. 3). V jednotlivých vodomerných staniách sa koeficient vodnosti (pomer  $Q_r/Q_{61-00}$  vid' tab.1) pohybuje v rozmedzí 20 až 106 % dlhodobého prietoku ( $Q_a$ ). Najmenší koeficient bol v povodí Ipeľ vo vodomernej stanici Holiša – tok Ipeľ (19%)

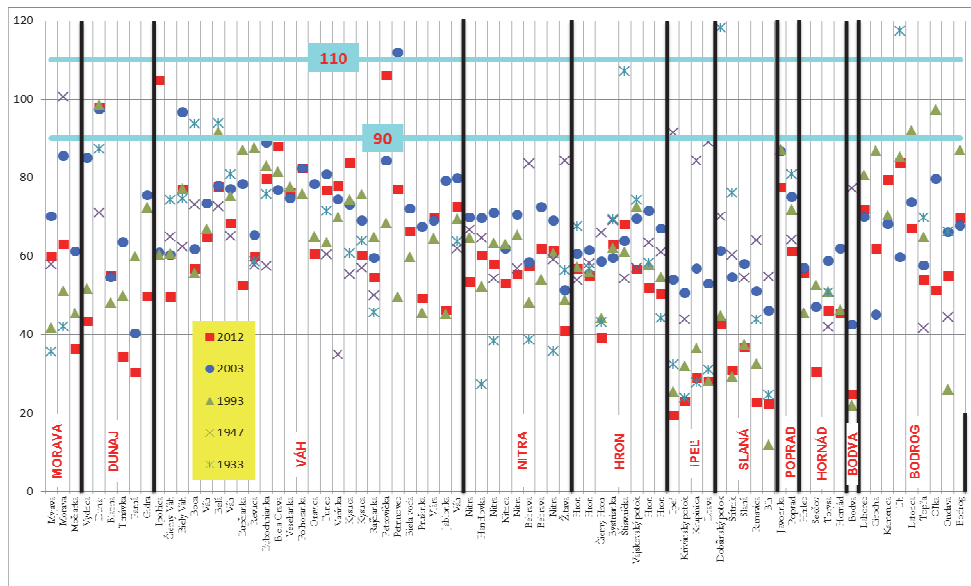
a v stanici Lučenec - Krivánsky potok (23 %). Ďalšie veľmi nízke hodnoty koeficientu boli v povodí Slanej v staniách Rimavská Seč – tok Blh (22 %) Lehota nad Rimavicou – tok Rimavica (23 %).

Tento rok nasledoval po zrážkovo mimoriadne suchom roku 2011, v ktorom sa vyskytli minimálne prietoky s nižšou hodnotou ako  $Q_{364d}$  cca. v 10 % stani; v roku 2012 bol takýto extrém zaznamenaný až v 20 % stani. Kým v roku 2011 zaznamenala minimálny denný prietok na úrovni  $Q_{355d}$  a menší takmer polovica stani (46,8 %), v roku 2012 tento stav nastal takmer v troch štvrtinách počtu stani (75,3 %).



Obr. 2. Ročný odtok a ročný úhrn zrážok (mm) v SR v jednotlivých rokoch za obdobie 1931-2014.

Fig. 2. Annual runoff and annual precipitation total in Slovakia in particular years of the period 1931 – 2014.



Obr. 3. Koeficienty vodnosti (s vyznačením normálnej vodnosti, hranica 90 – 110 %  $Q_a$ ) v suchých hydrologických rokoch 1933, 1947, 1993, 2003 a 2012 pre vodomerné stanice podľa tab. 1.

Fig. 3. Water bearing coefficient (with showing the normal water bearing, limit 90 – 110 %  $Q_a$ ) in dry hydrological years 1933, 1947, 1993, 2003 and 2012 in selected stations according to the tab. 1.

Tabuľka 1. Dlhodobý priemerný prietok a priemerné ročné prietoky v suchých rokoch vo vybraných (dlhodobých) vodomerných staniciach

Table 1. Long-term discharge and average annual discharges in dry years in selected stations

P.č.	Tok	Stanica	povodie	1961-2000	Q <sub>2012</sub>	Q <sub>2012</sub> /Q <sub>(61-00)</sub>	Q <sub>2003</sub>	Q <sub>2003</sub> /Q <sub>(61-00)</sub>	Q <sub>1993</sub>	Q <sub>1993</sub> /Q <sub>(61-00)</sub>	Q <sub>1947</sub>	Q <sub>1947</sub> /Q <sub>(61-00)</sub>	Q <sub>1933</sub>	Q <sub>1933</sub> /Q <sub>(61-00)</sub>	
1	Myjava	Saštin - Stráže	Morava	2,71	1,621	60	1,901	70	1,128	42	1,568	58	0,965	36	
2	Morava	Moravský Ján		106,37	66,9	63	90,863	85	54,245	51	106,953	101	44,796	42	
3	Močiarka	Láb	Dunaj	0,201	0,073	36	0,123	61	0,091	45					
4	Vydrica	Spariská		0,06	0,026	43	0,051	85	0,031	52					
5	Dunaj	Bratislava		2061	2018	98	2007	97	2030	98	1463	71	1800	87	
6	Blatina	Pezinok	Váh	0,225	0,124	55	0,123	55	0,108	48					
7	Trnávka	Bohdanovec		0,411	0,141	34	0,261	64	0,205	50					
8	Parná	Horné Orešany		0,373	0,113	30	0,150	40	0,223	60					
9	Gidra	Pila		0,297	0,148	50	0,224	75	0,215	72					
10	Ipoltica	Čierny Váh		1,49	1,563	105	0,906	61	0,899	60					
11	Čierny Váh	Čierny Váh		3,547	1,764	50	2,137	60	2,146	61	2,303	65	2,633	74	
12	Biely Váh	Východná		1,491	1,15	77	1,441	97	1,149	77	0,930	62	1,112	75	
13	Boca	Kráľova Lehota		1,892	1,076	57	1,168	62	1,052	56	1,384	73	1,772	94	
14	Váh	Liptovský Hrádok		8,738	5,668	65	6,413	73	5,845	67					
15	Belá	Podbanské		3,481	2,703	78	2,709	78	3,187	92	2,528	73	3,266	94	
16	Váh	Liptovský Mikuláš		20,134	13,76	68	15,525	77	15,143	75	13,107	65	16,293	81	
17	Lupčianka	Part.Lupča		1,704	0,895	53	1,334	78	1,483	87					
18	Revúca	Podsúchá		4,711	2,82	60	3,081	65	4,123	88	2,722	58	2,762	59	
19	Lubochnianka	Luhočňa		2,323	1,852	80	2,067	89	1,927	83	1,335	57	1,760	76	
20	Bielá Orava	Loka		6,751	5,94	88	5,191	77	5,499	81					
21	Veselianska	Oravská Jasenica		1,574	1,199	76	1,177	75	1,221	78					
22	Polhoranka	Zuborhlava		3,295	2,711	82	2,713	82	2,495	76					
23	Oravica	Trstená		2,687	1,628	61	2,104	78	1,745	65					
24	Turiee	Martin		9,828	7,553	77	7,953	81	6,233	63	5,943	60	7,026	71	
25	Varínka	Stráža		3,139	2,445	78	2,335	74	2,191	70	1,094	35			
26	Kysuca	Čadca	8,552	7,162	84	6,252	73	6,351	74	4,731	55	5,190	61		
27	Kysuca	K.N.Mesto	16,603	10,009	60	11,466	69	12,546	76	9,463	57	10,609	64		
28	Rajčianka	Polusvie	3,465	1,893	55	2,061	59	2,242	65	1,729	50	1,582	46		
29	Petrovička	Bytča	0,72	0,764	106	0,607	84	0,492	68						
30	Patrinovec	Vydrná	0,109	0,084	77	0,122	112	0,054	50						
31	Bielá voda	Dohňany	1,99	1,32	66	1,434	72	1,186	60						
32	Pružinka	Visolaje	1,248	0,615	49	0,842	67	0,568	46						
33	Vlára	Horné Štne	3,242	2,269	70	2,240	69	2,087	64						
34	Jablonka	Čachtice	0,903	0,418	46	0,715	79	0,408	45						
35	Váh	Saľa	141,962	103,1	73	###	80	98,399	69	87,966	62	90,379	64		
36	Nitra	Nedožery	2,125	1,135	53	1,483	70	1,373	65	1,416	67				
37	Handlovka	Handlová	0,578	0,348	60	0,403	70	0,302	52	0,373	65	0,158	27		
38	Nitra	Chalmová	6,075	3,522	58	4,313	71	3,841	63	3,302	54	2,325	38		
39	Nitrica	Liesňany	1,908	1,013	53	1,182	62	1,201	63						
40	Nitra	Chynorany	9,75	5,398	55	6,881	71	6,374	65	5,546	57				
41	Bebrava	Biskupice	1,964	1,127	57	1,148	58	0,946	48	1,640	84	0,758	39		
42	Bebrava	Nadlice	3,266	2,022	62	2,368	73	1,765	54						
43	Nitra	Nitrianska Streda	14,624	8,994	62	10,108	69	8,880	61	8,638	59	5,233	36		
44	Žitava	Vieska nad Ž.	1,6	0,656	41	0,822	51	0,781	49	1,349	84	0,903	56		
45	Hron	Zlatno	1,337	0,759	57	0,810	61	0,763	57	0,720	54	0,903	68		
46	Hron	Brezno	7,416	4,082	55	4,558	61	4,133	56	4,309	58	4,210	57		
47	Čierny Hron	Hronec	2,898	1,137	39	1,697	59	1,279	44	1,912	66	1,251	43		
48	Bystrianka	Bystrá	0,916	0,577	63	0,545	59	0,569	62	0,632	69	0,635	69		
49	Štiavnička	Mýto	1,017	0,692	68	0,650	64	0,621	61	0,552	54	1,089	107		
50	Vajskovský potok	Dolná Lehota	1,342	0,76	57	0,932	69	0,972	72	0,764	57	0,996	74		
51	Hron	Banská Bystrica	25,526	13,234	52	18,239	71	14,738	58	16,179	63	14,897	58		
52	Hron	Brehy	45,898	23,14	50	30,749	67	25,077	55	28,016	61	20,268	44		
53	Ipeľ	Loľiša	2,877	0,56	19	1,552	54	0,730	25	2,630	91	0,930	32		
54	Krivánsky potok	Lučenec	1,332	0,305	23	0,673	51	0,425	32	0,584	44	0,317	24		
55	Krupnica	Plášťovce	1,589	0,46	29	0,904	57	0,581	37	1,339	84	0,440	28		
56	Litava	Plášťovce	0,952	0,267	28	0,504	53	0,267	28	0,848	89	0,295	31		
57	Dobšinský potok	Dobšiná	0,442	0,189	43	0,271	61	0,198	45	0,310	70	0,522	118		
58	Štítnik	Štítnik	1,138	0,351	31	0,622	55	0,333	29	0,686	60	0,865	76		
59	Slaná	Lenartovce	12,693	4,678	37	7,370	58	4,747	37	6,905	54				
60	Rimavica	Lehota nad Rim.	1,437	0,327	23	0,732	51	0,468	33	0,920	64	0,631	44		
61	Blh	Rimavská Seč	1,043	0,233	22	0,480	46	0,123	12	0,571	55	0,256	25		
62	Javorinka	Ždiar Podspády	1,809	1,404	78	1,569	87	1,577	87						
63	Poprad	Chmelnica	14,77	9,065	61	11,073	75	10,593	72	9,468	64	11,934	81		
64	Hnilec	Stratená	1,07	0,596	56	0,610	57	0,486	45						
65	Sekčov	Prešov	2,029	0,621	31	0,953	47	1,066	53						
66	Torysa	Košické Oľšany	7,623	3,51	46	4,483	59	3,883	51	3,191	42	3,866	51		
67	Hornád	Ždaňa	28,367	12,874	45	17,556	62	13,119	46						
68	Bodva	Nizký Medzev	0,755	0,187	25	0,321	43	0,165	22	0,583	77				
69	Laborec	Koškovce	4,835	3,475	72	3,383	70	3,893	81						
70	Cirocha	Snina	2,996	1,853	62	1,351	45	2,603	87						
71	Kamenica	Kamenica	0,95	0,755	79	0,647	68	0,668	70						
72	Uh	Lerkárovice	30,769	25,751	84	18,361	60	26,187	85			36,114	117		
73	Latorica	Veľké Kapušany	35,577	23,823	67	26,206	74	32,681	92						
74	Topľa	Hamušovec	8,182	4,423	54	4,715	58	5,294	65	3,403	42	5,714	70		
75	Ofka	Jasenovce	1,184	0,608	51	0,944	80	1,151	97						
76	Ondava	Horovce	20,524	11,29	55	13,574	66	5,333	26	9,118	44	13,596	66		
77	Bodrog	Streda nad Bod.	110,509	77,005	70	74,786	68	96,130	87						

Legenda:

0-29	suché roky
30-49	
50-69	
70-89	
90-110	normálny rok
111-130	
131-150	
151-170	vodné roky
171-190	
>190	

## Hydrologická bilancia v kalendárnom roku 2012

Obdobie od decembra 2011 do februára 2012 bolo bohaté na zrážky, z ktorých sa tvorili zásoby vody v snehovej pokrývke. Nedostatok zrážok vo februári a marci spojený s vpadom teplého až tropického vzduchu na konci apríla a začiatkom mája mal za následok veľmi suché obdobie. Z toho dôvodu zrážky v júni a júli vo veľkej miere vsiakli, poslúžili vegetácii a odtok bol minimálny.

V auguste a septembri bol na mnohých miestach opäť nedostatok zrážok a opätovne prevládali na tieto mesiace vysoké teploty.

Zrážkovo normálnymi povodiami (tab. 2 a obr. 4) boli povodia Nitry, Hrona, Ipľa, Bodvy, Hornádu, Bodrogu a Popradu (92 až 104 % príslušného normálu). Zrážkovo suchými boli povodia Moravy, Váhu a Slanej (84 až 89 % príslušného normálu). V povodí Dunaja bol rok 2012 hodnotený ako veľmi suchý, spadlo tu v rámci Slovenska najmenej zrážok za rok, iba 490 mm (78 % príslušného normálu). Odtečené množstvo za rok z jednotlivých čiastkových povodí neprekročilo dlhodobý priemer ani v jednom z povodí, hodnoty sa pohybovali v rozpätí 26 až 89 % normálu. Predchádzajúci rok 2011 bol rokom zrážkovo suchým, čo sa prejavilo v zníženom odtoku v roku 2011, ktoré ešte výraznejšie pokračovalo aj v nasledujúcom roku.

Rok 2012 (tab. 2 a obr. 5) hodnotíme z hľadiska odtoku z územia SR (155 mm, 59 % normálu) ako suchý rok, napriek tomu, že je zrážkovo hodnotený ako normálny (obr. 4).

## Minimálne prietoky

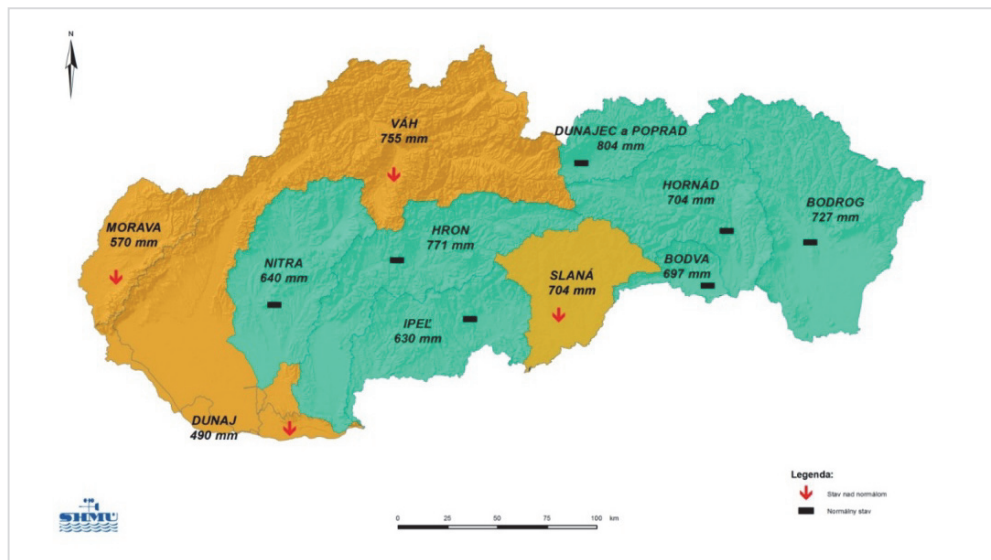
Podľa údajov v tabuľke 3 sa v hydrologickom roku 2012 nevyskytol taký minimálny prietok, ktorý by prekročil zaznamenané absolútne minimum od roku 1931. Absolútne minimum bolo v r. 2012 zaznamenané vo vodomerných stanicích s kratšou dobou vyhodnocovania prietokov a na menších tokoch. (Pozn.: v povodiach južného a juhovýchodného Slovenska bol v niektorých vodomerných stanicích zaznamenaný nulový prietok). V tabuľke sú tiež uvedené aj absolútne minimá za celú dobu pozorovania.

Z výsledkov je zrejme, že v podstate neexistuje rok, v ktorom by významne prevládala výskyt najmenších priemerných denných prietokov. V rokoch 1947, 1961 a 2003 sa najmenší priemerný denný prietok vyskytol v šiestich vodomerných stanicích, v rokoch 1973, 1992 a 1993 v piatich vodomerných stanicích.

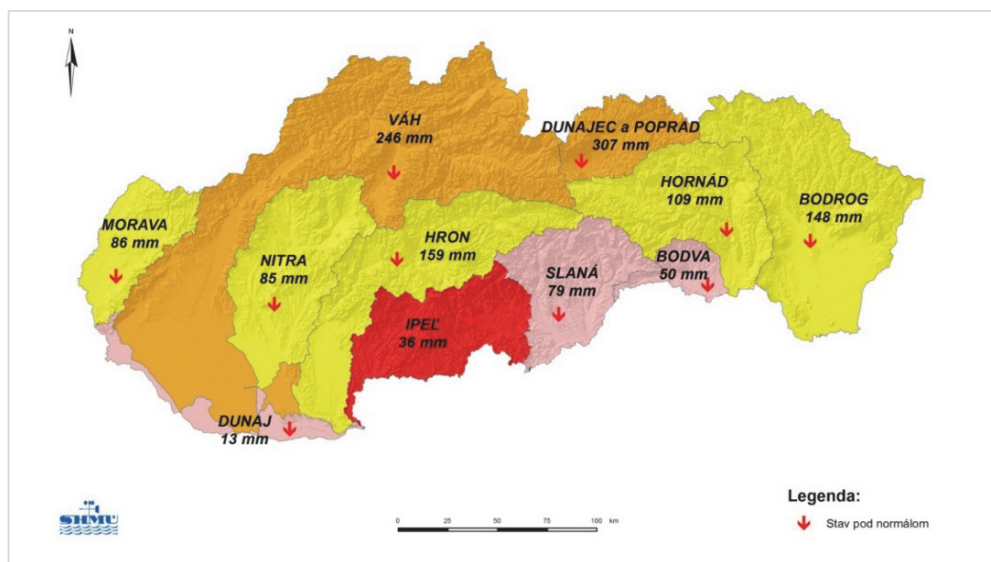
Skutočnosť, že najmenší priemerný denný prietok za celú dobu pozorovania vo vybraných 77 vodomerných stanicích sa vyskytoval až v tridsiatich rôznych rokoch (tab. 3), napovedá tomu, že na Slovensku sa ešte nevyskytol výnimočne suchý rok (t. j. sucho zasiahlo celé územie) a Slovensko na takýto rok „ešte len čaká“. Podobne ako pri hodnotení najsuchších rokov, tak aj pri hodnotení jednotlivých minimálnych ročných prietokov je zřejmý fakt, že hodnotenie hydrologického sucha a spracovanie prípadových štúdií ako súčasť manažmentu sucha a nedostatku vody je potrebné zamerať sa aj na prietokové depresie (nedostatkové objemy) a ich analýzy.

**Tabuľka 2. Priemerné výšky zrážok a odtoku v jednotlivých povodiach SR v roku 2012**  
**Table 2. Annual precipitation totals and average annual runoff in 2012 in particular river basins of Slovakia**

Povodie	Dunaj		Váh		Hron			Bodrog a Hornád			Poprad	SR
	*Morava	*Dunaj	Váh	Nitra	Hron	*Ipeľ	Slaná	Bodva	Hornád	*Bodrog	*Poprad	SR
Čiastkové povodie											*Poprad	SR
											Dunajec	
Plocha povodia [km <sup>2</sup> ]	2282	1138	14268	4501	5465	3649	3217	858	4414	7272	1950	49014
Priemerný úhrn zrážok [mm]	570	490	755	640	771	630	704	697	704	727	804	711
% normálu	84	78	89	92	98	92	89	95	104	103	96	93
Charakter zrážk. obdobia	S	VS	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N
Ročný odtok [mm]	86	13	246	85	159	36	79	50	109	148	307	155
% normálu	65	36	78	59	55	26	42	30	52	50	89	59



Obr. 4. Priemerný úhrn zrážok (mm) na povodia v roku 2012.  
 Fig. 4. Average precipitation totals in 2012 in particular river basins of Slovakia.



Obr. 5. Priemerný odtok (mm) z povodí v roku 2012.  
 Fig. 5. Annual runoff in 2012 in particular river basins of Slovakia.

Legenda k obrázku 4 a 5:

10-29	suché roky
30-49	
50-69	
70-89	normálny rok
90-110	
111-130	vodné roky
131-150	
151-170	
171-180	
a viac	



Tabuľka 3. Minimálne prietoky dosiahnuté v roku 2012  
Table 3. Minimum discharges reach in 2012

P.č	Tok	Stanica	povodie	Obdobie	Q <sub>Min</sub> 2012	Q <sub>Abs. Min.</sub>	Rok výskytu	
1	Myjava	Šaštín - Stráže	Morava	1969-2012	0,320	0,190	1973	
2	Morava	Moravský Ján		1922-2012	21,278	7,700	1934	
3	Močiarka	Láb		1961-2012	0,035	0,003	1973	
4	Vydríca	Spariská	Dunaj	1961-2012	0,004	0,000	1992	
5	Dunaj	Bratislava		1901-2012	815,538	580,000	1909	
6	Blatina	Pezinok		1961-2012	0,006	0,000	1978	
7	Trnávka	Bohdanovce		1961-2012	0,040	0,012	1971	
8	Parná	Horné Orešany		1961-2012	0,040	0,025	2006	
9	Gidra	Píla		1961-2012	0,068	0,020	1962	
10	Ipoľtica	Čierny Váh		1961-2012	0,322	0,096	1987	
11	Čierny Váh	Čierny Váh		1931-2012	0,646	0,492	1987	
12	Biely Váh	Východná		1923-2012	0,613	0,209	1996	
13	Boca	Kráľova Lehota		1931-2012	0,372	0,206	1981	
14	Váh	Liptovský Hrádok		1951-2012	2,253	1,922	1996	
15	Belá	Podbanské		1928-2012	0,807	0,400	1929	
16	Váh	Liptovský Mikuláš		1921-2012	4,887	4,200	1996	
17	Lupčianka	Part.Lupča		1961-2012	0,508	0,190	1968	
18	Revúca	Podsuhá		1931-2012	1,067	0,500	1973	
19	Lubochňanka	Lubochňa		1931-2012	1,120	0,320	1962	
20	Biela Orava	Lokca		Váh	1951-2012	0,368	0,260	1962
21	Veselňanka	Oravská Jasenica			1951-2012	0,121	0,103	2003
22	Polhoranka	Zubrohľava			1951-2012	0,269	0,100	1954
23	Oravica	Trstená			1961-2012	0,537	0,200	1973
24	Turiec	Martin			1931-2012	3,203	2,121	1984
25	Varínka	Stráža			1941-2012	0,462	0,180	1965
26	Kysuca	Čadca	1931-2012		0,642	0,320	1992	
27	Kysuca	K.N.Mesto	1931-2012		1,748	0,840	1944	
28	Rajčianka	Poluvsie	1931-2012		0,364	0,298	1992	
29	Petrovička	Bytča	1961-2012		0,038	0,010	1963	
30	Petrinovec	Vydrná	1961-2012		0,011	0,001	2003	
31	Biela voda	Dohňany	1961-2012		0,063	0,026	2003	
32	Pružinka	Visolaje	1961-2012		0,350	0,150	1992	
33	Vlára	Horné Slnie	1961-2012		0,095	0,075	2003	
34	Jablonka	Čachtice	1961-2012		0,063	0,030	1963	
35	Váh	Šaľa	1963-2012	33,143	6,502	1988		
36	Nitra	Nedožery	Nitra	1941-2012	0,218	0,138	1992	
37	Handľovka	Handľová		1931-2012	0,085	0,042	1993	
38	Nitra	Chalmová		1931-2012	1,151	0,510	1947	
39	Nitrica	Liešťany		1949-2012	0,126	0,080	1949	
40	Nitra	Chynorany		1941-2012	1,792	1,000	1947	
41	Bebrava	Biskupice		1931-2012	0,254	0,149	2003	
42	Bebrava	Nadlice		1941-2012	0,776	0,219	1993	
43	Nitra	Nitrianska Streda		1931-2012	2,287	2,000	1933	
44	Žitava	Vieska nad Ž.	1931-2012	0,094	0,030	1962		
45	Hron	Zlatno	Hron	1931-2012	0,284	0,160	1963	
46	Hron	Brezno		1931-2012	1,583	1,200	1943	
47	Čierny Hron	Hronec		1931-2012	0,501	0,373	1983	
48	Bystrianka	Bystrá		1931-2012	0,142	0,096	1983	
49	Štiavnička	Mýto		1931-2012	0,215	0,170	1973	
50	Vajskovský potok	Dolná Lehota		1931-2012	0,246	0,245	1985	
51	Hron	Banská Bystrica		1931-2012	5,864	4,800	1954	
52	Hron	Brehy	1931-2012	9,304	7,700	1947		
53	Ipeľ	Holiša	Ipeľ	1931-2012	0,098	0,010	1947	
54	Krivánsky potok	Lučenec		1931-2012	0,068	0,040	1968	
55	Krupinica	Plášťovce		1931-2012	0,072	0,017	1973	
56	Litava	Plášťovce	1931-2012	0,038	0,010	1961		
57	Dobšinský potok	Dobšiná	Slaná	1931-2012	0,073	0,052	1993	
58	Štítnik	Štítnik		1931-2012	0,091	0,062	1993	
59	Slaná	Lenartovce		1931-2012	2,147	0,800	1947	
60	Rimavica	Lehota nad Rim.		1931-2012	0,109	0,030	1964	
61	Blh	Rimavská Seč	Poprad	1931-2012	0,102	0,001	1993	
62	Javorinka	Ždiar Podspády		1961-2012	0,340	0,100	2003	
63	Poprad	Chmelnica		1931-2012	3,062	2,240	1987	
64	Hnilec	Stratená	Hornád	1954-2012	0,202	0,080	1968	
65	Sekčov	Prešov		1961-2012	0,125	0,080	1971	
66	Torysa	Košické Oľšany		1931-2012	0,891	0,540	1968	
67	Hornád	Ždaňa	1958-2012	6,819	3,940	1961		
68	Bodva	Nížny Medzev	Bodva	1941-2012	0,026	0,014	2000	
69	Laborec	Koškovce		1961-2012	0,273	0,160	1961	
70	Cirocha	Snina	Bodrog	1957-2012	0,584	0,050	1963	
71	Kamenica	Kamenica		1961-2012	0,225	0,009	1984	
72	Uh	Lerkárovice		1951-2012	1,847	1,310	1961	
73	Latorica	Veľké Kapušany		1951-2012	4,338	2,600	1954	
74	Topľa	Hanušovce		1931-2012	1,044	0,710	1947	
75	Oľka	Jasenovce		1961-2012	0,043	0,025	1970	
76	Ondava	Horovce		1931-2012	6,103	1,490	1961	
77	Bodrog	Streda nad Bod.		1951-2012	20,453	8,390	1961	

### Metodika hodnotenia hydrologického sucha v reálnom čase

Pri hodnotení v reálnom čase je potrebné sa zamerať aj na hodnotenie aktuálnej hydrologickej situácie, vrátane aktuálnej prietokovej depresie (nedostatkového objemu) pod určitou referenčnou hodnotou. K tomu je potrebné poznať východiskový stav, a to okrem zrážok aj teplotu vzduchu, výpar a aktuálnu zásobu vody v snehovej pokrývke, ktoré pomôžu komplexne vyhodnotiť vznik a priebeh hydrologického sucha.

Prakticky to znamená operatívne vyhodnocovať operatívny prietok voči jednotlivým mesačným priemerom za referenčné obdobie 1961-2000 (obr. 6), a na základe ďalších informácií aj možný budúci vývoj hydrologického sucha, resp. možný dôsledok na disponibilitu vodných zdrojov.

Na obrázku 6 je znázornený priebeh priemerných denných prietokov v rokoch 2011–2012 (v hydrologickom roku), dlhodobé priemerné mesačné prietoky za obdobie 1961-2000 a dlhodobý prietok za obdobie 1961-2000 ( $m^3/s$ ).

Variabilita hydrologického režimu (mesačné prietoky) toku je počas roka väčšia ako variabilita ročných prietokov. Preto pre operatívne vyhodnotenie výskytu hydrologického sucha ako časti hydrologického režimu zvoleného obdobia, hodnotenie operatívnych prietokov vzhľadom na dlhodobý priemerný prietok nestačí. Z tohto dôvodu sme zvolili ako porovnávaciu rovinu dlhodobé priemerné mesačné prietoky a zväčšili aj škálovacie rozpätie pre hodnotenie sucha, a to na 40%. (Pozn. táto hodnota je zatiaľ prvým odhadom na základe historických meraní v rovnakom mesiaci referenčného obdobia a vyžaduje ešte ďalšie analýzy.)

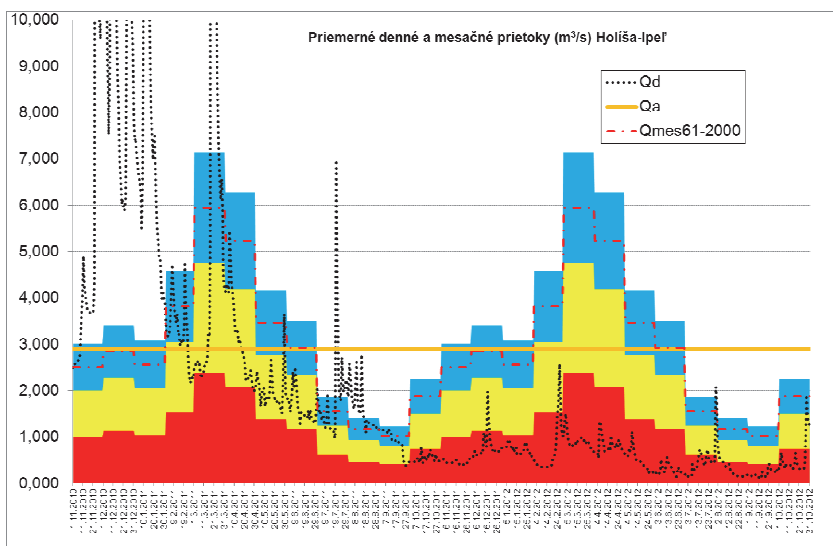
Týmto spôsobom navrhujeme 3 referenčné kvantily.

1. kvantil (120 až 80 % z  $Q_{mes61-2000}$  - normálny stav vodnosti).
2. kvantil (80 až 40 % z  $Q_{mes61-2000}$  - podnormálny stav vodnosti).
3. kvantil (menej ako 40 % z  $Q_{mes61-2000}$  - kritická hodnota stavu vodnosti).

Pri hodnotení aktuálnej hydrologickej situácie môžeme sledovať operatívny prietok aj vzhľadom na referenčnú hodnotu  $Q_a$ . Referenčná hodnota  $Q_a$  (oranžová čiara) slúži na porovnanie stavu hydrologickej situácie na toku vzhľadom na vodnosť v rámci celého referenčného obdobia.

Pri samotnom hodnotení je potrebné vziať do úvahy nasledovné:

- V mesiacoch, ktoré sú obvykle vodné (napr. jarné mesiace), kde je  $Q_a$  menšie ako hodnoty príslušných dlhodobých mesačných prietokov ( $Q_{mes61-2000}$ ), je hodnotenie okamžitých prietokov voči  $Q_a$  irelevantné, preto je potrebné sledovať operatívny prietok vzhľadom na navrhnuté 3 kvantily dlhodobých mesačných prietokov. V tomto období zároveň zohrávajú dôležitú úlohu klimatologické faktory, akými sú aktuálne zásoby vody v snehovej pokrývke, aktuálny a predpovedaný úhrn zrážok a teplota vzduchu.
- V ostatných mesiacoch roka, ktoré sú obvykle málo vodné, t. j. kde dlhodobý mesačný prietok ( $Q_{mes61-2000}$ ) je menší ako  $Q_a$ , má hodnotenie vzhľadom na  $Q_a$  svoje opodstatnenie. Môže pri podkročení hodnoty  $Q_a$  predstavovať prvé upozornenie, že je potrebné sledovať vývoj hydrologickej situácie, vrátane vývoja klimatických ukazovateľov.



#### Legenda:

- $Q_{mes61-2000}$  - dlhodobé priemerné mesačné prietoky za obdobie 1961-2000 ( $m^3/s$ ),  
 $Q_d$  - priemerné denné prietoky ( $m^3/s$ ), v aktuálnom hodnotení - operatívne hodnoty prietokov,  
 $Q_a$  - dlhodobý.

Obr. 6. Operatívne hodnotenie stavu malej vodnosti.

Fig. 6. Actual status of the low flow.



## Záver

Hodnotenie režimu zrážok a odtoku v roku 2012 s dôrazom na hodnotenie minimálnych prietokov ukázalo na väčšine územia Slovenska výnimočnosť tohto obdobia v doteraz pozorovaných časových radoch. Aj keď sa priemerné úhrny zrážok blížili k normálom, ich rozloženie v roku bolo netypické. Na konci zimy a na jar 2012 sa vyskytli nadpriemerné teploty vzduchu, nadpriemerné hodnoty trvania slnečného svitu a pomerne veterné počasie, čo spôsobilo sublimáciu snehu zo snehovej pokrývky. Tieto faktory spôsobili nízke hodnoty povrchového odtoku v jarnom období, čo sa prejavilo aj v hydrologickom režime prietokov v roku, a to ovplyvnilo ročné hodnoty odtoku.

Pri hodnotení hydrologickej situácie v reálnom čase je potrebné zamerať sa na hodnotenie aktuálnej hydrologickej situácie, prietokov, vrátane hodnotenia aktuálnej prietokovej depresie (nedostatkového objemu) pod určitou referenčnou hodnotou. K tomu je potrebné poznať východiskový stav, a to okrem zrážok aj výpar, teplotu vzduchu, a aj zásobu vody v snehovej pokrývke v relevantnom období, ktoré komplexne pomôžu vyhodnotiť vznik a priebeh sucha.

Aby sme mohli hydrologickú situáciu z pohľadu výskytu hydrologického sucha aktuálne hodnotiť a predpovedať jej možný vývoj, musíme mať dostupné dostatočné množstvo operatívnych údajov monitorovania množstva povrchových vôd. Zároveň je potrebné mať aj historické údaje. V našej praxi to znamená nielen udržiavať v prevádzke štátnu hydrologickú sieť a systematicky a nepretržite v nej monitorovať hydrologický režim povrchových vôd, ale orientovať ju aj na operatívne monitorovanie sucha. Pre zníženie dopadov sucha je potrebné

doplniť aktuálnu štátnu hydrologickú sieť o ďalšie stanice s on-line prenosom údajov s neovplyvneným režimom. Toto je nevyhnutná potreba, aby sa mohli priebežne ziskávať aktuálne údaje a informácie o kapacite, režime vlastných vodných zdrojov a ich vývoji, následne identifikovať a hodnotiť vplyvy umelých zásahov do prirodzeného režimu vodných zdrojov a ich dopad na využiteľný potenciál, a tak v konečnom dôsledku poznať hranice, po prekročení ktorých dochádza k zhoršovaniu podmienok obnoviteľnosti vodných zdrojov a životného prostredia.

## Literatúra

- Demeterová, B. (2000): Analýza hydrologického sucha. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript SvF STU Bratislava.
- Global Water Partnership, Central and Eastern Europe (2014): Integrated Drought Management, Programme in Central and Eastern Europe. Activity 2.1: Guidelines for Drought Management Plan. Milestone 2: Slovak case study report.
- Poórová, J., Šimor, V., Danáčová, Z., Škoda, P., Blaškovičová, L. (2013): Miesto júnovej povodne 2013 na Dunaji v Bratislave. Zborník z konferencie Manažment povodí a povodňových rizík, Bratislava.
- Tremel, P. (2011): Největší sucha na území české republiky v období let 1875–2010. Meteorologické zprávy, ročník 64 – 2011, číslo 6.
- Tremel, P. (2012): Největší hydrologická sucha 20. století. Workshop Adolfa Patery 2012 – Extrémní hydrologické jevy v povodích.
- Zeleňáková, M., Soľáková, T., Purcz, P., Kuzevičová, Ž., Demeterová, B. (2011): Hydrologické sucho na východnom Slovensku. In: Konferencia „Manažment povodí a povodňových rizík“, Častá-Papiernička. 8s.

## HYDROLOGIC EXTREMES: MODELING AND FORECASTING

The assessment of precipitation and runoff in 2012, with emphasis on the evaluation of minimum discharges has shown the exceptionality of this period in so far observed time series on most part of Slovakia's territory. Although the mean precipitation totals were close to normal, their distribution during the year was atypical. Low precipitation total in winter and autumn period and relatively high totals in summer months occurred in this year. There were more than average air temperatures, more than average values of sunshine and relatively windy weather at the end of winter and in spring 2012, causing sublimation of snow from snow cover. These factors led to low amounts of surface runoff during the spring, which was also reflected in the hydrological flow regime during the year, and it affected the annual runoff values.

When assessing the hydrological situation in real time, it is necessary to focus on the evaluation of the current hydrological situation, discharges, including the assessment of the current flow depression (deficit volume) below a certain reference value. To do this, it is necessary to know the initial state, in addition to precipitation and evaporation also the air temperature and the water supply in the snow cover during the relevant period, which will help to comprehensively evaluate the occurrence and the development of the drought.

For actual assessment of hydrological situation in terms of occurrence of the hydrological drought and for prediction of its possible development, we need to have sufficient amount of operational data of the monitoring of quantity of surface water available. At the same time the historical data are necessary. This means, in our

practice, not only to maintain operational the status of state hydrological network and to systematically and continuously monitor the hydrological regime of surface waters in it, but also to direct it to the operational monitoring of drought as well. It is necessary to supplement the current state of hydrological network by more stations in profiles with unaffected hydrological regime with online data transfer, to reduce the impacts of drought. This is a necessary requirement for the

possibility of obtaining the actual data continuously as well as information on the capacity and regime of state own water resources and their development, and subsequently to identify and assess the impacts of artificial interventions into the natural regime of water resources and their impact on the available potential, and, as final result, to know the boundaries, beyond which the conditions of renewability of water resources and the environment are worsening.

Zuzana Danáčová, Ing. PhD.  
Lotta Blaškovičová, Ing. PhD.  
Lubica Lovásová, Ing.  
Jana Poórová, Ing. PhD.  
Viliam Šimor, Ing. PhD.  
Peter Škoda, RNDr.  
Slovenský hydrometeorologický ústav  
Jeséniova 17  
833 15 Bratislava  
Tel.: +4212 594 15 404  
+4212 594 15 274  
+4212 594 15 439  
+4212 594 15 228  
+4212 594 15 344  
+4212 594 15 203  
E-mail: zuzana.danacova@shmu.sk  
lotta.blaskovicova@shmu.sk  
lubica.lovasova@shmu.sk  
jana.poorova@shmu.sk  
viliam.simor@shmu.sk  
peter.skoda@shmu.sk