

# Kvantitatívny stav vodných zdrojov našej krajiny

Akkoľvek vízie o rozvoji, smerovaní či udržateľnosti spoločnosti nie je možné spracovať bez uváženia disponibilných vodných zdrojov a ich možného vývoja. Dotýkajú sa tak samotnej existencie jednotlivca a jeho kultúrneho a sociálneho vývoja, ako aj rozvoja spoločnosti, jej zdravotného stavu, potravinovej bezpečnosti, priemyselnej produkcie, rozvoja terciárnej sféry. Tak sa udialo aj v dokumente *Dlhodobá vízia rozvoja slovenskej spoločnosti*, predloženom verejnosti v auguste 2008.

## Slovensko a svet

Z praxe každodenného života a z vlastnej skúsenosti vieme povedať, kedy je vody tak akurát, kedy jej je príliš veľa a kedy trpíme jej nedostatkom. Objektívizovať túto skúsenosť možno číslami, ktoré dostávame z viac ako polstoročného celoplošného kontinuálneho monitorovania našich povrchových a podzemných vodných zdrojov. (Pozn.: Najdlhší rad priemerných denných prietokov máme na Dunaji v Bratislave od roku 1881.)

Skôr ako sa však dostaneme ku konkrétnym údajom, zoznámme sa so snád' najviac citovanými odhadmi I. A. Šiklomanova, jedného zo súčasných najvýznamnejších hydroológov, ktorý sa zaoberá posudzovaním dlhých hydrologických radov v celosvetovom meradle. Do povedomia hydrologickej komunity vstúpil s týmito odhadmi, ktoré predstavil v roku 1992 na Medzinárodnej konferencii Voda a environment v Dubline. Údaje o využiteľnej vode na obyvateľa spracoval pre všetky kontinenty (tab. 1), pričom rok 2000 použil na predikciu.

(Pozn.: Pojem disponibilita vodných zdrojov a pojem využiteľnosti vodných zdrojov sa v podstate nelíšia, avšak v termíne disponibilita zvykneme okrem kvantity vody zohľadňovať aj jej kvalitu. Teda disponibilné zdroje vody sú všetky využiteľné zdroje zmenšené o znečistenú vodu, ak toto znečistenie znemožňuje jej využitie.)

Samozrejme, že podobný výpočet sme urobili aj pre Slovensko (tab. 2) a môžeme potvrdiť, že sme v dobrej

zhode s jeho údajmi pre strednú Európu. Uvádzame ich najmä preto, aby sme sa porovnali so svetom, a aby sme si uvedomili, že porovnateľné alebo horšie sú na tom len regióny južnej Európy a severnej Afriky. Aj keď netrpíme akútnym nedostatkom vody, nie sme v pozícii, aby sme s ňou nenakladali maximálne racionálne, aby sme hazardovali s nepripravenosťou na možný vývoj klímy, a aby sme sa riadili podľa toho, že „nejak bolo, nejak bude“. Pre ilustráciu: Na čele tabuľky

1 je Kanada spolu s Aljaškou. Napriek tomu (alebo práve preto) Kanada odmietla predávať vodu púštnemu mestu Las Vegas na jeho fontány a zeleň.

Tu treba zdôrazniť, že **využiteľná voda** na rok a obyvateľa v sebe zahrnuje dva faktory: (1) **nárast populácie** a (2) **prírodou poskytované vodné zdroje**. V iných častiach sveta, podľa nášho názoru, Šiklomanove odhady v tab. 1 zrejme viac ovplyvnil populačný nárast ako možný vývoj prírodných vodných zdrojov. V centrálnej Európe a špeciálne na Slovensku využiteľná voda na obyvateľa a rok odzrkadľuje hlavne vývoj prírodných podmienok, keďže nárast populácie u nás skôr stagnuje ako narastá. Preto v jednotlivých, najmä suchých rokoch vidno, v akom rozsahu môže využiteľná voda kolísť vplyvom klimatických podmienok. Výrazný je mimoriadne suchý rok 2003, kedy využiteľná voda poklesla viac ako o polovicu v porovnaní s dlhodobým priemerom rokov 1931 - 1980 (1,29 vs. 2,84).



Biela Orava - Lokca (foto: Soňa Liová)

teľnej vode, ak by sme hypoteticky uvažovali s odbermi na úrovni roku 1990. Percentuálny podiel by bol vyšší 1,5 až 2-násobne, v posledných troch rokoch dokonca trojnásobne. Teda reálny pokles odberov vody pod 10 % využiteľných zásob vody v našich podmienkach poukazuje na neúmerne šetrenie s vodou, ak vôbec možno taký stav nazvať šetrením.

A ešte jedna analýza z tabuľky slúži za povšimnutie. Opäť hypoteticky, ak by sme v suchom roku 2003 uvažovali s odbermi vody na úrovni roku 1990, potom by sme sa odbermi vody dostali na úroveň temer 31 % využiteľných zásob, a to už je z hľadiska vodohospodárskeho využívania pomerne veľké číslo. (Pozn.: V súčasnosti sa v rámci uplatňovania európskej legislatívy v oblasti vôd začína používať podobné hodnotenie využívania vodných zdrojov, známe ako index nedostatku, resp. využívania vody a index nad hodnotou 20 % obvykle znamená už nedostatok vody.) Takáto situácia by mohla nastať, ak by sa nám odbery opäť dostali na úroveň spred roku 1990 a ak by sme sa dostali do či už do mimoriadne suchého roku alebo do série suchých rokov za sebou. Aj takéto alternatívy treba mať na zreteli pri strategickom plánovaní vodného hospodárstva.

## Rozdelenie vodných zdrojov v SR v čase a priestore

Po úvodnom predstavení našich celkových vodných zdrojov v kontexte vodných zdrojov sveta sa detailnejšie pozrime na rozloženie našich vodných zdrojov nielen v čase, ale aj v priestore. Sledovanie stavu vodných zdrojov v jednotlivých rokoch je možné, ak máme danú porovnávaciu hladinu. Tú pre nás v súčasnosti predstavujú roky 1961 - 2000. Hydrologické čísla odvodené z celého tohto obdobia nazývame hydrologické charakteristiky. V tab. 3 (pozri prílohu, s. 7) uvádzame takéto charakteristiky pre jednotlivé čiastkové povodia: plochu povodia, priemerné zrážky na povodie (P), priemerný odtok z povodia (O), bilančný výpar z povodia (P-O), ktorý je rozdielom zrážok a odtoku a koeficient odtoku, ktorý vyjadruje podiel odtoku zo zrážok.

Donedávna sme používali porovnávanie (referenčné) obdobie 50. rokov: 1931 - 1980. Aby sme videli, akým smerom sa nám hydrologické charakteristiky posunuli,

Tab. 1 Využiteľnosť vody na obyvateľa (International Conference, 1992)

Oblasť	Využiteľná voda (m <sup>3</sup> .10 <sup>3</sup> /rok/obyvateľ)				
	1950	1960	1970	1980	2000 (odhad)
Európa	5,90	5,40	4,90	4,60	4,10
severná Európa	39,2	36,5	33,9	32,7	30,9
stredná Európa	3,00	2,80	2,60	2,40	2,30
južná Európa	3,80	3,50	3,10	2,80	2,50
severná a stredná Amerika	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Kanada + Aljaška	384	294	246	219	189
USA	10,6	8,80	7,60	6,80	5,60
stredná Amerika	22,7	17,2	12,5	9,40	7,10
Afrika	20,6	16,5	12,7	9,40	5,10
severná Afrika	2,30	1,60	1,10	0,69	0,21
Ázia	9,60	7,90	6,10	5,10	3,30
južná Amerika	105	80,2	61,7	48,8	28,3
Austrália a Oceánia	112	91,3	74,6	64,0	50,0

Tab. 2 Využitelnosť vody na obyvateľa na Slovensku

oblasť	využitelná voda (m <sup>3</sup> ·10 <sup>3</sup> /rok/obyvateľ)												
	1931 - 80 (priemer)	1990	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	...
Slovensko	2,84	2,40	2,84	2,36	2,37	1,97	1,29	1,85	2,21	2,81	1,75	1,92	...
	reálne odbery (m <sup>3</sup> /rok/obyvateľ)												
Slovensko	397,7	256,1	220,8	214,9	206,6	196,4	193,6	170,8	143,5	129,6	125,2	...	
	% odberov z využiteľnej vody												
% odberov z využiteľnej vody	16,6	9,0	9,40	9,10	10,5	15,2	10,5	7,7	5,1	7,4	6,6	...	
	397,7	predpokladané odbery podľa roku 1990											
	16,6	14,0	16,9	16,8	20,2	30,8	21,5	18,0	14,2	22,7	20,7	...	

uvádzame tú istú tabuľku aj pre roky 1931 – 1980. Tab. 4 (pozri prílohu, s. 7) predstavuje vlastne porovnanie hladiny, ktorú sme na Slovensku používali zhruba do polovice roku 2006. Od prijatia charakteristik z rokov 1961 – 2000 všetky porovnania, výpočty a hodnotenia vykonávame k novému referenčnému obdobiu. Na staré porovnania sme však celkom nerezignovali. Keďže s viditeľnými (merateľnými) dôsledkami prebiehajúcej zmeny klímy sa stretáme zhruba od rokov osemdesiatych, porovnanie súčasnosti s charakteristikami prvého referenčného obdobia nám naznačuje, k akému posunu hydrologických parametrov došlo u nás práve vzhľadom na vývoj klímy.

#### Analýza vývoja vodných zdrojov na Slovensku

Stručne si teda zrekapitulujme, ako sa nám dve referenčné obdobia líšia. Zatiaľ čo zrážky a odtok nám v druhom referenčnom období (1961 – 2000) poklesli, zrážky približne o 2,5 % a odtok temer o 10 %, bilančný výpar nám stúpol približne o 1,5 %. Zhruba o 2 % nám poklesol aj podiel odtečených zrážok. Tieto globálne slovenské čísla sú však po povodiach rozdielne. Výrazný pokles zrážok (6 až 10 %) zaznamenávame v povodiach Moravy, Ipľa, Slanej a Bodvy. Ešte viac výrazný je pokles odtoku (od 7 do 17 %) vo všetkých povodiach, okrem Popradu, kde stúpol o 13 % a Bodrogu, kde zostal nezmenený.

O tom, ako s vodou hospodári samotná krajina nám do určitej miery hovorí koeficient odtoku. Ak by povodia rozdeľovali zrážky medzi odtok a výpar vždy rovnakým spôsobom, koeficient odtoku by bol konštantný. Vidíme však, že koeficient odtoku sa alebo nezmenil alebo poklesol vo všetkých povodiach okrem Popradu, kde narástol zhruba o 4 %.

Najvýraznejší pokles koeficientu odtoku je v povodiach Bodvy (5 %), Váhu a Hrona (4 %) a Ipľa a Hornádu (3 %). To znamená, že pri „horších“ zrážkových pomeroch si krajina udrží percentuálne viac vody zo zrážok ako v rokoch priaznivejších na zrážky.

Podobným spôsobom, ako sme analyzovali dlhodobé priemerné ročné hodnoty zrážok a odtoku pre jednotlivé čiastkové povodia, môžeme analyzovať aj ďalšie hydrologické charakteristiky, akými sú dlhodobé priemerné mesačné prietoky alebo M-denné prietoky.

Zatiaľ čo priemerné ročné hodnoty bežne spracúvame pre celé čiastkové povodia, mesačné a denné hydrologické charakteristiky spravídla spracúvame len v tých bodoch riečnej siete, kde meriame prietoky, teda vo vodomerných stanicích.

Na Slovensku máme takýchto vodomerných staníc viac ako 400, z nich sme vybrali 22. V nich v tab. 5

(pozri prílohu, s. 7) uvádzame dlhodobé mesačné a ročné prietoky za dve referenčné obdobia. V tab. 6 (pozri prílohu, s. 8) uvádzame za dve referenčné obdobia tzv. M-denné prietoky. Hodnoty týchto prietokov boli v danom období dosiahnuté a prekročené m<sup>3</sup>·40, resp. m<sup>3</sup>·50 dní. (Pozn.: 40 a 50 preto, že obdobia, pre ktoré sme charakteristiky spracúvali sú 40, resp. 50-ročné).

#### Vodné zdroje Slovenska po roku 2000

Konkrétne údaje odvodené z monitoringu povrchových vôd od roku 2001 do roku 2008 uvádzame v tab. 7 (pozri prílohu, s. 9). Keďže rozsah údajov pre všetky povodia by bol príliš veľký, zameriavame sa len na hodnotenie Slovenska ako celku. Vidíme, že sedem rokov, s výnimkou roku 2003, malo ročné úhrny zrážok nad dlhodobým priemerom obidvoch referenčných období. Napriek tomu, odtok prekročil dlhodobý priemer referenčného obdobia 1931 – 1980 len jedenkrát a dlhodobý priemer referenčného obdobia 1961 – 2000 trikrát. Aký bol hydrologický charakter posledných rokov ako celku – v kontexte obidvoch referenčných období používaných na Slovensku, ukážeme opäť vo vybraných vodomerných stanicích. V poslednej tabuľke (tab. 8, pozri prílohu, s. 9) ich uvádzame až 52 a pre lepšiu orientáciu čitateľa uvádzame aj čiastkové povodie, do ktorého patria. Na okraj podotýkame, že väčšina vybraných staníc, vzhľadom na dĺžku a spoľahlivosť meraní, patrí do nášho „zlatého“ hydrologického fondu. Roky 2001 až 2008 hodnotíme aj jednotlivu spolu so stručným komentárom o extrémnych hydrologických aj meteorologických situáciách, ktoré sa nám počas tohto obdobia vyskytli (pozri prílohu, s. 10 – 12).

#### Niekoľko slov na záver

V období posledných ôsmich rokov sme zažili niekoľko extrémnych, ba aj katastrofických meteorologických a hydrologických situácií. Za nový fenomén, ktorý sa u nás v posledných zhruba 10 – 12 rokov udomácnil, považujeme tzv. privalové povodne. Tie si často vyberajú aj daň vo forme ľudských životov. Stretávame sa s nimi temer každoročne, hoci v minulosti to bol jav pomerne zriedkavý. Akoby posledné roky naplnili predikcie o zvýšenom výskyte extrémov, ktoré hydroológovia a

klimatológovia vyslovovali už začiatkom rokov deväťdesiatych. Extrémne situácie, hoci nám výrazne načiaerajú do finančného vrečka, zatiaľ výrazne neovplyvnili naše využiteľné vodné zdroje, krajina si je schopná tieto zdroje počas priaznivých období dopĺňať.

Na druhej strane, rok 2003 ukázal, čo pre krajinu môže znamenať sucho (pozri ilustračné fotografie). Katastrofou by bol výskyt série podobných rokov. Na vyjadrenie toho, ako je spoločnosť schopná regulovať odtok v krajine, používame koeficient regulácie, ktorý predstavuje pomer využiteľného objemu nádrží k priemernému ročnému odtoku z územia. Spravidla ho uvádzame v percentách. Hodnota koeficienta regulácie v intervale 20 až 40 % znamená, že v krajine je dostatočný objem nádrží na plynulé zásobovanie vodou, a na Slovensku tento koeficient nedosahuje ani 8 %. Napríklad v USA alebo na území južnej Európy v bývalom Sovietskom zväze tento koeficient dosahuje hodnotu až 40 %.

Zvýšený počet hydrologických extrémnych situácií na našom území je vážny dôvod, aby sme sa v oblasti vody, popri otázkach súvisiacich s uplatňovaním európskych legislatívnych noriem (či už Rámcovou smernicou o vodách, smernicou o ochrane pred povodňami alebo dokumentmi vydanými k problémom sucha a nedostatku vody) s plnou vážnosťou zaoberali nielen optimalizáciou využívania a riadenia existujúcich nádrží, ale aj navrhovaním nových vodných nádrží, prípadne prerazovaním vody medzi severom a juhom, alebo aj západom a východom Slovenska.

Olga Majerčáková, Jana Poárová, Peter Škoda  
Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava



Dunaj – Karloveské rameno (foto: Peter Mračka)