

## Voda v 21. storočí

*O. Majerčáková: Water in the 21st Century. Život. Prostr., Vol. 39, No. 5, 250 – 254, 2005.*

In the 21st century, the quality as well as quantity will decide about water for humans. To maintain its high quality is in the hands of the mankind. Quantitative characteristics of the hydrological cycle will depend on the development of the climatic system. Climate changes cause changes in economical and social spheres of the society in every affected country. Legislative and hydrotechnological measures and constructions will be the main instruments of water management to eliminate the consequences of climate changes. The basic task of hydrology in the changing hydroclimatic system is a careful monitoring of climatic and hydrological elements and processes.

V súvislosti s vodou nás budú v 21. storočí zaujímať odpovede na dve základné otázky, presne tak ako v celej predošlej histórii ľudstva:

- Bude vody dosť pre všetkých a na všetko?
- Bude voda viac ohrozovať ľudstvo ako v minulosti?

V podstate teda nepôjde o nič viac alebo menej ako o kvantitatívne parametre extrémnych fáz obehu vody v prírode; o suché obdobia spojené s nedostatkom vody, zvyčajne relatívne dlhé s postupným nástupom a obdobia povodní spojené s prebytkom vody, zvyčajne krátke s razantným nástupom. Avšak obe obdobia prichádzajú spravidla bez predchádzajúcich varovaní, prekvapujúco.

### Kvantita a kvalita spolurozhodujú

V poslednom období (50 – 60 rokov), keď sa človek mimoriadnou mierou začal podpisovať na znečisťovaní všetkých zložiek životného prostredia, a teda aj vody, už nejde len o kvantitatívne parametre, ale aj o kvalitatívne. Kvalita spolu s kvantitou totiž spolurozhodujú o disponibilite vody pre človeka a ostatnú živú prírodu i o jej negatívnych účinkoch na človeka a ostatnú živú prírodu. Spomeňme aspoň dva príklady: V 70. rokoch minulého storočia znečistili zdroje pitnej vody pre východnú časť Bratislavy ropné látky. Napriek tomu, že išlo o mimoriadne výdatný zdroj inak kvalitnej vody, musel byť odstavený až do úplného vyčistenia a zaviedlo sa náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v cisternách.

Vtedajší otcovia mesta by vedeli povedať, koľko to stálo.

Druhým príkladom je ekologická havária na toku Labe od mesta Neratovice, ktorá nasledovala potom, čo tamjší chemický podnik SPOLANA zasiahla povodňová vlna r. 2002. Rozšírenie nebezpečných látok povodňovou vlnou fyzicky nebolo možné zlikvidovať tak jednoducho, ako napríklad únik benzínu z havarovaného vozidla, ktorý zasiahne obmedzený priestor.

Ak teda kvalita vody spolurozhoduje o zdrojoch vody, prečo sa jej v dnešnej úvahe nebudeme podrobnejšie venovať? Z jednoduchého dôvodu. Pretože za kvalitu vody je v plnej miere zodpovedný človek, a súčasne odráža spoločenskú situáciu. Prejavuje sa to v tvorbe legislatívnych noriem, no najmä v ich praktickom uplatňovaní, ale aj vo všeobecnom ekologickom povedomí a ekonomickej zdatnosti spoločnosti. Rozpoznať vzorce správania jednotlivca alebo nebodaj celej spoločnosti vo vzťahu k vode na najbližších 100 rokov je prinajmenšom veľmi neisté a nie je to ani v kompetencii hydrológa. (Veď napokon všetci veľmi dobre vieme, čo negatívnym správaním spôsobujeme, vieme, že sme od dostatočnosti vodných zdrojov bytostne závislí, ale často sa správame, akoby nám to bolo jedno!) Zrejme nebude stačiť len pestovanie ekologického vedomia a správania, tieto aktivity sa musia prepojiť s ekonomickými nástrojmi a určite aj s tvrdšou represiou za nerešpektovanie právnych noriem.

No azda aj v tejto oblasti svitá na lepšie časy. Dôkazom môže byť európska legislatíva, špeciálne Rám-

cová smernica o vode alebo vyhlásenie Svetového dňa vody OSN či Celosvetová dekáda vody, ktorá tento rok práve začala.

### Kvantitatívne parametre človek ovplyvňuje minimálne

Obeh vody v prírode, a teda aj kvantitatívne parametre vôd, môže človek ovplyvniť len minimálne. Pritom poznanie, alebo aspoň kvalifikovaný odhad zmien vodných zdrojov v meniacom sa globálnom klimatickom systéme, môže významne pomôcť pri príprave spoločnosti na ne.

Chcela by som poznamenať, že kým problémy s kvalitou vody začína riešiť celá Európska únia a možno i svet, problémy spojené s ich kvantitou sú viac-menej na okraji záujmu spoločnosti, sú akýmsi príveskom klimatickej zmeny, ktorá tiež pomaly prestáva byť vychytenou témou dňa. Uvedomujú si ich zväčša len hydroológovia a vodohospodári. Pritom je všeobecne známe, že účinky klimatickej zmeny sa na väčšinu socioekonomických sektorov a prírodných subsystémov podpisujú práve prostredníctvom zmien v hydrologickom cykle a hydrologickej bilancii. Preto sa niekedy klimatická zmena zvykne označovať aj ako hydroklimatická.

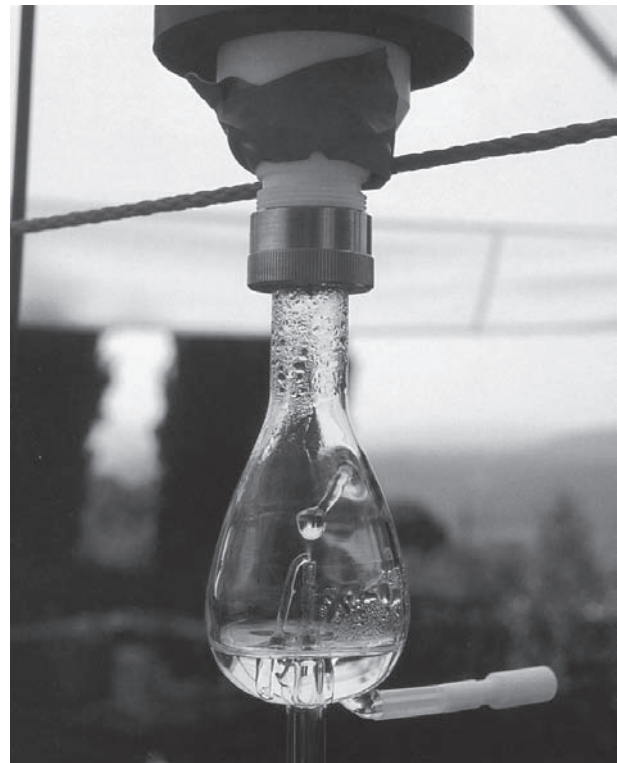
### Hypotetické možnosti zmeny klímy

Klimatická zmena rezonuje medzi odborníkmi 30 – 40 rokov, vo verejnosti minimálne 15 rokov. Vo výraznej väčšine klimatológovia prezentovali názory na možné oteplenie (známe scenáre  $2 \times \text{CO}_2$ ). No zaznievajú aj názory o ochladzovaní, prípadne o regionálnom ochladzovaní (napríklad Európy). Aby sme vyhovelí obidvom stranám, skúsme načrtnúť základné hypotézy možných hydroklimatických zmien.

Kvôli zjednodušeniu a lepšej predstave sa prejavu klimatických zmien zužujú na zmenu teploty vzduchu a zmenu zrážkových pomerov. Pri porovnaní so súčasným stavom existujú štyri základné možnosti:

- zvýšenie teploty, zvýšenie zrážok,
- zvýšenie teploty, zníženie zrážok,
- zníženie teploty, zníženie zrážok,
- zníženie teploty, zvýšenie zrážok,

Tieto štyri možnosti by mohli platiť v regionálnych mierkach, nie však v globálnej. V globálnej mierke druhá a štvrtá možnosť odporujú logike. Pri takomto kvalitatívnom vyjadrení všetkých možných variantov zmeny klímy by nás mohlo zaujímať, o akých teplotách a zrážkach vlastne uvažujeme, v akom časovom horizonte by sa to mohlo stať, kde by sa to mohlo stať a o aké hodnoty zmien by teoreticky mohlo ísť.



V prvom kroku predpokladajme, že ide o dlhodobé priemerné ročné teploty a zrážky, uvažujme o časovom horizonte približne sto rokov, zaujíma nás stredná Európa a zoberieme nie síce extrémne, ale predsa len krajné hodnoty súčasných klimatických scenárov pre oteplenie, a na druhej strane budeme hypoteticky uvažovať s takým istým ochladením. Mohlo by nám vyjsť, že dlhodobá priemerná teplota by sa mohla zmeniť v intervale  $-3$  až  $+3$  °C a zrážky v intervale  $-20$  až  $+20$  %.

Ďalšie varianty by sme získali, ak by sme sa začali zaujímať o nasledujúce možnosti:

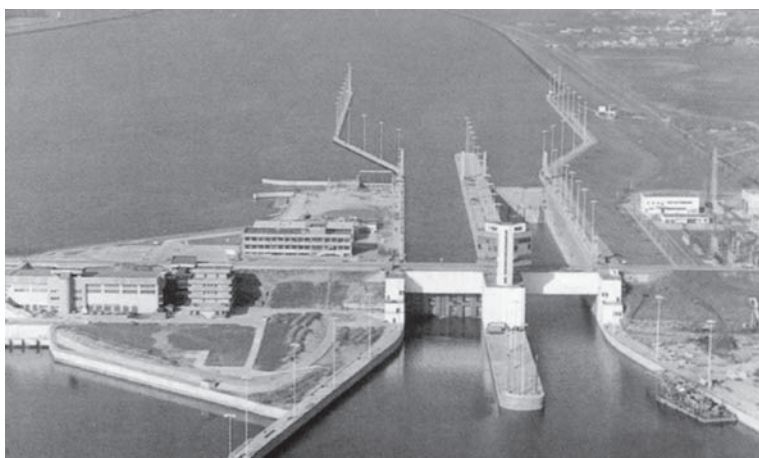
- Zmení sa teplota rovnomerne počas roka, alebo bude zmena v jednej či viacerých sezónach dominovať?
- Zmenia sa zrážky rovnomerne počas roka, alebo len v niektorej sezóne a narastie ich extrémnosť?

Dnes vieme pomerne dobre odhadnúť, aký by bol účinok konkrétnej zmeny na prírodný systém a spoločnosť. Nikto však nevie s určitosťou povedať, či vôbec, a ak áno, akým spôsobom sa bude uberať vývoj klimatického a hydrologického systému v najbližších sto rokoch. Má teda zmysel zaoberať sa týmito úvahami?



Vodná nádrž v Banskej Štiavnici

Vodné dielo Gabčíkovo



V stredoeurópskom geografickom priestore sme si zvykli na striedanie štyroch ročných období, neprekvapujú nás tropické letá, arktické zimy, silné víchrice, povodne, ani suchá. Prečo teda tak veľa záujmu o možné zmeny klímy, keď sa nezdarujú, ako sme už naznačili, v absolútnych hodnotách nijako veľké? Napokon, ekonomicky sa vždy vieme s prejavmi a dôsledkami počasia nejakým spôsobom vysporiadať.

### Prečo sa treba zaujímať o klimatické zmeny

Dnešná moderná spoločnosť je veľmi citlivo nastavená „na svoj“ klimatický a hydrologický systém. A to aj v oblastiach, kde to nie je na prvý pohľad celkom zrejmé. Je evidentné, že poľnohospodárstvo, lesníctvo, vodné hospodárstvo – teda sektory životne dôležité pre každú spoločnosť – sú mimoriadne prepojené s klímou a vodou a od nich závisí ekonomická náročnosť spomínaných odvetví. V každodennom živote sa stretávame s množstvom konkrétnych príkladov. Povodne napríklad neznamenajú len bezprostredné škody na súkromnom alebo štátnom majetku, ohrozenie zdravia alebo života, to je aj zničená úroda a s ňou všetka vynaložená práca, to sú aj dlhodobé viazané investície na protipovodňovú ochranu, aj nepretržité reinvestovanie, výstavba veľkých hydrotechnických diel. Rovnako suchá neznamenajú len zničenie úrody, nedostatok vody na závlahy, pre energetiku alebo plavbu. Majú dôsledky na zdravie celej postihnutej spoločnosti, znamenajú ohrozenie ekosystémov v krajine, zvýšenie potenciálneho rizika požiarov, a najmä v zimnom období môžu ohroziť turistickú sezónu.

Okrem týchto očividných spojení spoločenských a ekonomických sektorov s počasím a hydrosférou, existujú aj menej zrejmé, nie však menej významné. Napríklad spojenie počasia a zdravia je evidentné, avšak dôsledky na sektor zdravotníctva už nevnímame tak citlivo. Aj stavebný, odevný a obuvnícky priemysel vo svojich normách významným spôsobom zvažujú parametre počasia. S vodou a počasím je spojená napríklad doprava, energetika, turizmus, ale aj školské prázdniny alebo stravovacie návyky.

Ak sa vrátíme ku klimatickým zmenám v akejkoľvek podobe, musí nám byť jasné, že celá spoločnosť, krajina, ekonomika by sa mali nastaviť na nový stav. Len pre názornosť si skúsme predstaviť, čo všetko by sa u nás zmenilo, ak by sme si „vymenili podnebie“ s niektorým zo susediacich či vzdialenejších štátov. Rešpektovať nový stav je naozaj mimoriadne náročné. Rešpektovanie zmien sťažuje aj faktor času. Iný bude pre odvetvie energetiky, iný pre

lesníctvo, ktoré vyžaduje veľmi dlhé časové obdobie na vhodnú rekonštrukciu porastov na zmenené podmienky.

A ako je to vo vodnom hospodárstve, ktoré presne nevie, či sa pripraví na menej alebo viac vody, ani to, akým spôsobom nám príroda bude naďeľovať zrážky? Zrejme aj v tomto sektore bude treba uplatniť viacero nástrojov, spomeňme niektoré z nich.

### Nástroje na eliminovanie dôsledkov klimatickej zmeny

O legislatíve sme už hovorili v súvislosti s ochranou kvality vody. Bude sa však treba zamerať aj na ochranu tých lokalít, kde sa zdroje vody obnovujú, napríklad pramenitých oblastí alebo oblastí s významnými zásobami podzemných vôd. Bude treba sprísniť právne normy v protipovodňovej ochrane tak, aby sa dotýkali každého občana a každej právnickej osoby. Legislatívne bude treba riešiť aj správanie členov spoločnosti počas období sucha.

Veľké vodné nádrže slúžia jednak na ochranu pred veľkým množstvom vody a znamenajú tak zníženie rizika povodní, jednak na distribúciu akumulovanej vody v čase potreby. Doposiaľ naše vodné nádrže fungovali viacmenej v ročnom cykle. Zrejme bude nevyhnutné prejsť na viacročný cyklus. Budovať technické protipovodňové opatrenia je dlhodobá úloha. Je však potrebné nielen stavať nové, ale predovšetkým venovať sa permanentnej údržbe existujúcich stavieb. Je to nekonečná a finančne mimoriadne náročná úloha. Posledná veľmi trpká skúsenosť z New Orleansu ukázala, čo môže znamenať zanedbanie údržby existujúcich stavieb. Vodné nádrže sa ustavične zanášajú a ich projektovaný objem sa znižuje. To je veľmi vážna úloha, ktorú majú vodohospodári pred sebou.

Ďalší problém bezprostredne súvisí so zmenami v hydroklimatickom systéme. Vieme, že hydrologické procesy, ktoré tu prebiehajú, nie sú stacionárne. Avšak všetky návrhové veličiny, ktoré pre výstavbu hydrotechnických diel poskytuje hydroológ vodohospodárovi, odvodzuje z minulosti a za predpokladu stacionárnosti. Ďalší odborný oriešok, ktorý treba v súvislosti s klimatickou zmenou rozlúsknuť.



Možno spomenúť aj potrebu premysleného a citlivého uplatňovania ekonomických nástrojov, aby sa neobrátili proti spoločnosti. V posledných rokoch sme sa presvedčili, akú majú silu. Mám na mysli nárast cien za vodné a stočné a logické šetrenie vodou, ktoré tieto ekonomické opatrenia vyvolali. Liberalizácia cien je zrejme správna cesta, avšak zvýšenie cien nad únosnú hranicu spôsobilo, že sa najmä vidiecke obyvateľstvo odpája od verejných vodovodov a kanalizácie, prípadne, že sa šetrí vodou na úkor základnej hygieny v mestských domácnostiach. Takéto opatrenie je veľmi diskutabilné. Ak odhliadneme od peňazienok spotrebiteľov, zostáva problém pitia nekvalitnej vody, ďalšieho znečisťovania podzemných vôd hlavne v nížinných oblastiach, ale aj problém s kanalizačnou a vodovodnou sieťou, ktorých funkčnosť trpí pri neúmerne nižovaní spotreby vody. Nebudú takto celospoločenské straty napokon vyššie ako zisky vodárenských spoločností?



gie a plány zlyhajú, ak ich nebude mať kto korigovať a vykonávať.

A čo môže urobiť v tomto kontexte hydroológ a hydrologia? V prvom rade monitorovať všetky zdroje vody a procesy, ktoré sú súčasťou hydrologického cyklu. Len spoľahlivý dlhodobý monitoring môže byť dobrým základom poznania budúceho vývoja hydrosféry. Praktická hydrologia dnes pomerne spoľahlivo a dostatočne monitoruje zrážky, povrchové a podzemné vodné zdroje, ale nezahrňuje napríklad výpar alebo pôdne vodné zdroje. Hydroológ by mal výsledky monitoringu permanentne hodnotiť. Teoretická hydrologia by mala hľadať praktické riešenia, ako sa vysporiadať s nestacionárnosťou hydrologických procesov. Teoretická i praktická hydrologia by mali hľadať alternatívy budúceho vývoja hydrosféry, najmä v kontexte vývoja klimatického systému. V tomto smere sa pomerne veľa vykonalo pri zvažovaní prvých dvoch možností, t. j. nárastu teploty a poklesu či nárastu zrážok.

\*\*\*

Vodné hospodárstvo aj hydrologia majú v našej krajine dlhodobú tradíciu, doposiaľ sa udržuje aj dob-

### Ako ďalej

- V prvom rade by sa mala vypracovať celoštátna stratégia hospodárenia s vodou, ktorá by mala byť naviazaná na ďalšie sektory, napríklad na energetiku, poľnohospodárstvo, ochranu krajiny, ale aj na vzdelávanie. Pri jej tvorbe by sa mali zväžiť všetky alternatívy ďalšieho vývoja prírodných subsystémov klímy a hydrosféry, ako aj alternatívy demografického vývoja. Bolo by treba definovať nielen úlohy vodného hospodárstva, ale aj všetkých ostatných zložiek spoločnosti, ktorých sa ochrana a nakladanie s vodami dotýka.
- Priebežne podporovať účinné programy spojené so sledovaním zmeny klímy.
- Dôsledne riešiť súčasné problémy spojené s vodou, lebo budúce môžu byť oveľa náročnejšie.
- Vychovávať, a najmä stabilizovať mladú generáciu hydroológov a vodohospodárov. Aj najlepšie straté-

rá úroveň kvality vzdelávania, avšak väčšie spoločenské ocenenie týchto profesií by mohlo výrazne prispieť k záujmu o vodu a k stabilizácii mladej generácie v týchto, pre spoločnosť vitálne dôležitých, odboroch.

Ak sa budeme racionálne správať, vážiť si a chrániť vodu, ak budeme s ňou koexistovať tak, aby nás nehrozovala a ak jej budeme venovať toľko pozornosti, koľko jej podľa významu pre život jednotlivca a spoločnosti náleží, môžeme budúce roky očakávať s nádejou, že vody bude dostatok na všetko a pre všetkých.

---

**RNDr. Oľga Majerčáková, CSc., Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava**  
[olga.majercakova@shmu.sk](mailto:olga.majercakova@shmu.sk)