

PITNÁ VODA: BUDE JEJ DOSŤ PRE VŠETKÝCH?¹

Viliam Novák

Motto:

Vedec, najmä ak je kresťanom, musí sa zamyslieť nad budúcnosťou ľudstva na Zemi a ako zodpovedná osoba sa angažovať pri jeho zachovaní a eliminácii možných rizík. Táto forma solidarity s budúciimi generáciami je službou, v ktorej sa angažujú mnohé veľké osobnosti. Na druhej strane, vedci by mali byť presvedčení, že príroda obsahuje mnoho tajomstiev, ktorých odhalenie umožní rozvoj ľudstva v zmysle plánov Stvoriteľa.

(Paul VI., Papal adresses, PAS, Scripta Varia, 100, Vatican City, 2000).

Množstvo vody na Zemi sa nemení. Voda, ktorú pijeme, je tá istá, ktorú pili dinosauri pred stovkami miliónov rokov. Jej potreba a spotreba stále stúpa. Bude jej dosť pre stále sa zvyšujúcu populáciu Zeme? Voda ako surovina má medzi ostatnými prírodnými zdrojmi špecifické postavenie v tom, že sa spotrebou neničí; môže sa však znečistiť, a tak sa stať nepoužívateľnou pre živočíchov a rastliny. Teda ochrana vody pred znečistením, jej čistenie a udržanie jej kvality na takej úrovni, ktorá umožní jej ďalšie využívanie, je kategorickým imperatívom doby. Rámcová smernica o vode Európskej únie (ES/2000/60) deklaruje kritériá a aktivity pre udržanie potrebnej kvality a kvantity vody.

Koľko vody je na Zemi?

Všetka voda na Zemi je lokalizovaná v priestore, ktorý sa nazýva hydrosféra.

Hydrosféra je povrchová vrstva Zeme, ktorá obsahuje vodu; jej hrúbka je približne 20 km (10 km pod úrovňou povrchu Zeme a približne 10 km vrstva atmosféry). Všetka voda na Zemi by pokryla Zem vrstvou hrubou približne 2 800 m. Biosféra, t. j. oblasť výskytu biologických objektov, je podsystemom hydrosféry. Priemerný ročný úhrn výparu vody z povrchu Zeme je 1,15-metrová vrstva vody; to znamená, že všetka voda na zemi sa „vymení“ približne raz za 2 300 rokov za predpokladu, že sa vyparí celý objem oceánov. Pravdepodobnejšie však je, že v dôsledku nedostatočného premiešavania vody v oceáne sa obeh vody na zemi zúčastní len bližšie neurčená vrchná vrstva vody.

Biosféra je relatívne veľmi malý priestor, ktorý je citlivý nielen na extraterestriálne vplyvy, ale aj na antropogénne aktivity.

¹ Prednáška laureáta pri udelení ceny Fides et ratio 13. 9. 2017.

Hydrosféra – zdroj vody pre biosféru

Biologické objekty potrebujú pre svoju existenciu vodu „sladkú“, aj keď existuje skupina rastlín označovaných ako halofyty, ktoré sa uspokojia aj so slanou vodou. Princiipiálne, všetka voda hydrosféry môže byť zdrojom „sladkej“ vody, ak sa z nej odstráni minerálne látky v nej rozpustené, aby táto voda splnila kritériá pre „sladkú“ vodu. Najjednoduchší spôsob prípravy „sladkej“ vody z vody slanej alebo ináč znečistenej je jej destilácia, t. j. odparovanie. V prírode tento proces prebieha kontinuálne; zrážky ako zdroj vody súše sú tvorené vodou, ktorá sa vyparí z povrchu Zeme. Z povrchu súše sa vyparí len 0,17 vody vyparenej z povrchu Zeme; zvyšok (0,83) sa vyparí z povrchu morí a oceánov, a značná časť z nej sa dopraví nad povrch súše, kde spadne vo forme zrážok ako voda „sladká“. Zem tak funguje ako gigantické destilačné zariadenia poháňané energiou Slnka.

Vyparovanie vody ako chladiaci systém Zeme

Vyparovanie vody je energeticky extrémne náročný proces. Na vyparenie 1 kilogramu vody (pri 20 °C) sa spotrebuje 2 450 kJ energie, čo je približne 5-krát viac, ako sa spotrebuje na zohriatie kilogramu vody z teploty bodu mrazu na teplotu bodu varu vody. Približne platí, že na vyparovanie vody z povrchu Zeme sa spotrebuje asi polovica globálneho žiarenia, t. j. žiarenia Slnka, ktoré dosiahne povrch Zeme. Je to obrovské množstvo energie, ktoré je približne dvadsaťtisíc násobkom energie, ktorú premenia všetky elektrárne na Zemi. Ak by tento proces neexistoval, teplota na Zemi by bola tak vysoká, že by neumožňovala život v takej forme, ako ho poznáme. Príkladom môžu byť teploty na púšťach, kde je výpar minimálny, pretože sú to spravidla bezzrážkové oblasti. Teda ochladzovanie a stabilizácia teploty na Zemi je produktom vyparovania. Na tom istom princípe, ako funguje hydrologický cyklus, je založený aj najrozšírenejší proces osolovania vody destiláciou. Takýto spôsob prípravy sladkej vody si môžu dovoliť krajiny, ktoré majú dostatočné a lacné zdroje energie.

Čo je to pitná voda?

Pitná voda je „sladká“ voda, ktorá má obsah rozpustených minerálnych látok nižší ako 0,5 g/liter. Toto je základná charakteristika pitnej vody. Pitná voda však musí spĺňať 82 kontrolovateľných a kontrolovaných ukazovateľov (nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z.), ktoré musia byť splnené, aby voda mohla byť určená pre ľudskú spotrebu. V uvedenom nariadení je zahrnutá aj smernica EÚ 98/93/ES o kvalite pitnej vody.

Voda patriaca do prechodnej oblasti medzi „sladkou“ a slanou vo-

dou je voda brakická; takto sa označuje voda s obsahom rozpustených látok 0,5 – 3 g/liter.

Minerálna voda (podľa ČSN) obsahuje viac ako 1 g/liter rozpustených látok (Fatra 4,5 g/liter, piešťanská voda 1,7 g/liter).

Morská voda obsahuje 31 – 37 g/l; priemerne 35 g/l, jej hustota je približne 1,024 g/l.

Pre zaujímavosť, voda z Mŕtveho mora (Dead Sea) obsahuje 335 g/l rozpustených látok; jej hustota je 1,240 g/l.

Zvyšovanie potreby vody vyvolané zvyšovaním počtu obyvateľov Zeme

Podľa dostupných informácií sa počet obyvateľov Zeme do roku 2050 zvýši na 9,6 miliárd, čo je asi o štvrtinu viac, ako je súčasný počet obyvateľov (EEA, Copenhagen, 2015). V súčasnosti sa počet obyvateľov Zeme zvyšuje približne o 80 miliónov ročne. Nárast počtu obyvateľov – predovšetkým v mimoeurópskych krajinách – bude viesť k zvýšeným nárokom na potraviny, a tým aj na poľnohospodárstvo. Niektoré krajiny s obmedzenými pôdnymi zdrojmi nakupujú pôdu predovšetkým v rozvojových zemiach „land grabbing“, aby v budúcnosti pokryli svoje potreby potravín (EEA, Copenhagen, 2015). Toto je spojené s veľkými nárokmi na zdroje vody, pretože väčšina takto získanej pôdy je lokalizovaná v rozvojových krajinách s obmedzenými zdrojmi vody. Okrem toho predpokladaná zmena klímy, ktorá smeruje k zvyšovaniu teplôt Zeme a k dynamizácii obehu v prírode, vyvolá potrebu korekčných opatrení v hospodárení s vodou. Očakáva sa zvýšenie ročných úhrnov zrážok, ale aj vyššia evapotranspirácia. So zvýšenou teplotou Zeme sa očakáva topenie ľadovcov a zvyšovanie hladín morí a oceánov, spojené so zaplavením pobrežných oblastí, kde žije značné množstvo obyvateľstva. Toto je však aspekt, ktorý so zdrojmi vody súvisí len nepriamo.

Aké sú teda perspektívy uspokojenia požiadaviek na zdroje vody?

Svet: Je na Zemi dost vody pre všetkých?

Ako neskôr ukážeme, „sladkej“ vody je na Zemi dost pre všetkých súčasných obyvateľov. Priemerný prietok všetkých riek sveta na jedného obyvateľa pri súčasnom počte obyvateľov (7 miliárd) je 15 m³ (15 000 litrov)/osoba/deň. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) považuje za minimálnu spotrebu vody 70 litrov na osobu a deň.

Len jediná (aj keď najväčšia, pretože jej priemerný prietok je desatinou prietoku všetkých riek sveta) rieka Amazonka samotná napája Atlantický oceán množstvom vody, ktoré reprezentuje 1 460 l/osoba/deň, čo je dvadsaťnásobok minimálnej potreby jedného obyvateľa

našej planéty. Teda samotná rieka Amazonka pokrýva potrebu vody súčasnej svetovej populácie.

Záver: Sladkej vody na Zemi je dosť pre všetkých jej obyvateľov, ale nie vždy je tam, kde je potrebná v čase, keď je potrebná a nemá vždy kvalitu pitnej vody, čo spôsobuje existenčné, ekonomické a zdravotné problémy v oblastiach, kde je nedostatok disponibilných zdrojov vody.

Najväčší spotrebiteľ vody: poľnohospodárstvo

Približne 80 % všetkej spotrebovanej vody na Zemi sa využije na závlahy; 20 percent zavlažovaných pôd vyprodukuje približne 40 % biomasy. Čiže len približne 20 % spotrebovanej „sladkej“ vody na Zemi sa využije na osobnú, komunálnu a priemyselnú spotrebu, zvyšných 80 % sa zúčastňuje produkcie biomasy, alebo sa vyparí z povrchu poľnohospodárskych pôd. Bez závlah nie je možné zabezpečiť potravinovú bezpečnosť obyvateľstva, teda aj táto spotreba vody je nevyhnutnou súčasťou „vodnej“ bezpečnosti. Sumárny prietok vody všetkých vodných tokov Zeme, je približne 200-násobkom osobnej spotreby obyvateľstva Zeme, a teda v súčasnosti existuje dostatok zdrojov vody na realizáciu súčasnej úrovne závlah. Problémom je, že závlahové oblasti sú často oblasťami s deficitom zdrojov vody.

Virtuálne toky vody

Produkcia biomasy si vyžaduje veľké množstvo vody. Samotné rastliny počas vegetačného obdobia obsahujú približne 80 % vody. Je to však menej ako 1 % vody, prechádzajúce cez pletivá rastlín z pôdy do atmosféry (transpirácia); t. j. viac ako 99 % vody, ktorú rastlina z pôdy odoberie, cez ňu len prechádza a transpiruje cez prieduchy listov do atmosféry. Tento jav je však nevyhnutný, táto voda udržuje vhodný vodný potenciál pletív rastlín (turgor), transportuje živiny, chladí fotosyntetizujúce pletivá, teda podmieňuje dobrý funkčný stav rastlín.

Pomer medzi množstvom vody, ktorá prejde z pôdy cez rastlinu do atmosféry a hmotnosťou suchej biomasy vyprodukovanej touto rastlinou, sa nazýva transpiračným koeficientom.

Voda potrebná na produkciu 1 kg suchej biomasy je hypoteticky exportovaná suchou biomasou; tento virtuálny tok vody, ktorý „prechádza“ cez hranice štátov, je obrovský. Spotreba vody na jednotku suchej biomasy je v tab. 1. Spotreba vody na produkciu kilogramu biomasy sa pohybuje v rozmedzí 250 - 1 200 kg vody. Okrem toho v tabuľke sú uvedené množstvá vody potrebné na produkciu potravín a tovarov. Sú to obrovské čísla. Vidieť, že dodávka energie organizmom biomasou je rádovo efektívnejšia (z pohľadu spotreby

Tab. 1 Spotreba vody v litroch (kilogramoch) na tvorbu kilogramu suchého organického produktu

Produkt	Produkt	Produkt
Hovädzie mäso 15 600	Slivky 1 620	Džínsy 24 300
Bravčové mäso 6 350	Jablká 700	Košela (bavlna) 6 400
Párky 11 600	Hrozno 650	Hamburger 5 300
Syr 3 100	Kukurica 900	Pohár mlieka 450
Hydina 4 000	Fazuľa 360	Pohár vína 300
Vajcia 3 400	Zemiaky 260	Pohár piva 270
		Pohár čaju 70

vody), ako to isté množstvo energie dodané vo forme živočíšnych produktov.

Najväčšími „virtuálnymi“ exportérmi vody sú štáty Ameriky. Európa a Ázia sú „virtuálnymi“ importérmi vody.

Slovensko: Sú zdroje vody na Slovensku dostatočné?

Plocha Slovenska je 49 019 km²; leží na rozvodnici (alebo aj streche) Európy. 95 % územia patrí do úmoria Čierneho mora, len 5 % plochy (riekou Poprad) odteká do Baltického mora. Cez územie Slovenska nepreteká ani jedna rieka; ale zato tri významné toky (Dunaj, Tisa a Morava) tvoria časť hraníc Slovenska.

Priemerný prietok riek Slovenska je približne 400 m³ s⁻¹, to znamená, že z územia Slovenska odteká 7,2 m³/človek/deň (teda približne polovica toho, čo pripadá na hlavu populácie sveta). Ale samotný Dunaj má priemerný prietok 2 000 m³ s⁻¹ (Bratislava), t. j. pätnásobok prietoku všetkých slovenských riek; teda ak ho podlíme počtom obyvateľov Slovenska, je to 35 m³/človek/deň. Samozrejme, odber vody z Dunaja jednotlivými štátmi, cez ktoré preteká, je limitovaný medzinárodnými dohodami, čiže môžeme spotrebovať len časť prietoku Dunaja. Zdroje vody pre Bratislavu a južnú časť Slovenska sú lokalizované v okolí Bratislavy a na Žitnom ostrove a sú napájané vodou infiltrujúcou do kvartérneho horninového masívu z Dunaja. Priemerná spotreba vody na hlavu na Slovensku (komunálna a priemyselná) je 180 l/človek/deň, z toho komunálna je nižšia ako 100 l/človek/deň (obr. 1). Takáto nízka spotreba vody (minimálna odporúčaná WHO je 70 litrov na osobu a deň) je spôsobená predovšetkým relatívne vysokou cenou vody na Slovensku; pritom Slovensko je krajina, ktorá zatiaľ oplýva bohatstvom zdrojov kvalitnej vody.

Významnou negatívnou položkou bilancie zdrojov vody sú straty počas dopravy vody od zdrojov vody k spotrebiteľovi. V princípe sa

stratám vody zabrániť nedá, ale 27 % strata je priveľká. Vyžaduje si to zvýšiť starostlivosť o rozvody vody.

Súčasná výdatnosť zdrojov vody v okolí Bratislavy a vodárenských nádrží na Slovensku je v tabuľke 2; sú pripravené projekty výstavby ďalších vodárenských nádrží v oblastiach s nedostatočnými zdrojmi vody (východné a juhovýchodné Slovensko), ktorých výstavba sa ešte nezačala, predovšetkým pre námietky ochrancov prírody.

Tab. 2 Kapacita zdrojov pitnej vody v okolí Bratislavy a kapacita vodárenských nádrží na Slovensku v litroch za sekundu

Zdroje podzemnej vody		Vodárenské nádrže SR	
Karlova Ves - Sihot	750	Rozgrund	150
Pečniansky Les	340	Hriňová	325
Rusovce - Ostrovné Lúčky	750	Klenovec	460
Kalinkovo	170	Bukovec	600
Šamorín	240	Starina	1000
Gabčíkovo	510	Nová Bystrica	700
		Málinec	450
		Turček	500
Spolu	2 780		4 185

V niektorých prípadoch ako zdroj vody sa používa voda povrchová, tzn. voda sa odoberá z vodných tokov tam, kde nie sú k dispozícii zdroje kvalitných vôd (povodie Hornádu, Bodrogu, Popradu).

Odhadnutá kapacita existujúcich zdrojov vody na Slovensku je 32 800 l s⁻¹, (tab. 3), čo je približne trojnásobok súčasnej spotreby (tab. 4).

Tab. 3 Súčasná kapacita zdrojov pitnej vody na území Slovenska a podiel podzemnej a povrchovej vody na celkovej kapacite zdrojov vody

Charakteristika zdroja vody	Povrchová voda	Podzemná voda	Spolu
Kapacita zdrojov, litre za sekundu	5 450	27 574	32 875
Podiel zdroja na celkovej kapacite	0,16	0,84	1

Tab. 4 Výroba vody na Slovensku v roku 2009 a štruktúra zdrojov vody

	milióny metrov kubických	litre za sekundu
Z podzemných vôd	272	8 600
Z povrchových vôd	47	1 250
Straty vody pri jej doprave	86	2 730
Celková výroba	319	12 830

Odhadnutá kapacita možných zdrojov pitnej vody na Slovensku

Podľa odhadov SHMÚ a SAŽP (Kollár, 2001) možná využiteľná kapacita zdrojov pitnej vody na Slovensku je $146,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, odhadovaná výdatnosť zdrojov podzemnej vody je $79,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Z toho hypotetická kapacita podzemných zdrojov Žitného ostrova je $25,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. V súčasnosti sa na Slovensku využívajú zdroje podzemnej vody s výdatnosťou $12,83 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Povrchové vody môžu byť v budúcnosti významným zdrojom vody. Ako sme už uviedli, súčasná výdatnosť vodárenských nádrží na Slovensku je približne 4 200 litrov vody za sekundu a môže byť zvýšená výstavbou ďalších vodárenských nádrží. Okrem toho, na Slovensku máme vybudovaných 54 veľkých nádrží (s objemom väčším ako 5 mil. m^3), ktoré zadržia asi 14 % ročného odtoku vody zo Slovenska a môžu byť v budúcnosti a po príslušných úpravách využité nielen ako zdroje povrchovej vody, ale aj na reguláciu prietokov v tokoch (hlavne Váhu), a tak môžu zlepšiť podmienky pre infiltráciu vody do horninových masívov, a tým zvýšiť výdatnosť zdrojov podzemnej vody pozdĺž tokov.

Na Slovensku máme teda značné rezervy v zdrojoch vody. Problémom však je nerovnomernosť v plošnom rozložení množstva a kvality vody na území Slovenska (suchá a povodne).

Kvalita zdrojov vody na Slovensku

Vzhľadom na 80-percentný podiel podzemných zdrojov na zásobovaní obyvateľstva pitnou vodou je jej kvalita veľmi dobrá. Tab. 5 uvádza typické základné kvalitatívne charakteristiky zdroja vody z ostrova Sihoť (Bratislava), podobné charakteristiky má voda aj z ostatných zdrojov podzemnej vody v nive rieky Dunaj. Pravidelné testovanie viac ako 50 parametrov pitnej vody ukázalo, že asi 6 % testovaných vzoriek vody vykazovalo zvýšené hodnoty niektorých ukazovateľov. Najčastejšie boli zvýšené koncentrácie dusičnanov (do 10 % prípadov), nasledoval obsah koliformných baktérií (6 %) a zvý-

Tab. 5 Niektoré kvalitatívne charakteristiky pitnej vody (vyjadrené v mg/liter) zo zdroja Karlova Ves – Sihoť (Bratislava)

Charakteristika	Nameraná hodnota	Medzná hodnota (MH) Odporúčaná hodnota (OH)
Mineralizácia	400	OH menej ako 500
Dusičnany	10	MH 50
Horčík	18	OH 10 – 30, MH 125
Vápnik	70	OH 50
Sodík	13	MH 200

šené hodnoty tzv. senzorických ukazovateľov (teplota vody, obsah železa a mangánu). Senzorické ukazovatele nie sú rizikové, ovplyvňujú len chuťové vlastnosti vody.

Ochrana zdrojov vody

Pod ochranou zdrojov vody sa chápe súbor činností, ktoré zabezpečujú požadovanú výdatnosť (kvantitu) a kvalitu zdrojov vody. Voda na Slovensku je chránenou surovinou podľa Zákona o vodách; ktorý formuluje pravidlá tzv. všeobecnej ochrany vody. Pre ochranu oblastí, v ktorých sa vyskytujú významné zdroje vody, bolo zriadených 10 chránených vodohospodárskych oblastí (CHVO) s plochou 6 942 km² (14,2 % plochy SR). Najvýznamnejšou CHVO je Žitný ostrov. V týchto oblastiach sú ohraničené určité aktivity, ktoré môžu ohroziť kvalitatívne a kvantitatívne vlastnosti vody. Je to napríklad trasovanie ropovodov, výstavba zariadení s možným únikom látok znižujúcich kvalitu vody. Hospodárska činnosť v takýchto oblastiach sa riadi špeciálnymi predpismi. Najprísnejšou ochranou je tzv. užšia ochrana, pod ktorú patria zdroje pitnej vody. Na ich ochranu sú zriadené ochranné pásma (existujú tri druhy ochranných pásiem), ktoré majú zamedziť znečisteniu zdrojov pitnej vody. Na Slovensku máme k dispozícii veľmi dobrú legislatívu týkajúcu sa ochrany zdrojov vody, ale ako v mnohých prípadoch, problémom je jej nedodržovanie a v prípade identifikácie vinníkov slabá vymožitelnosť práva.

Voda a klimatická zmena

Zmena klímy na Zemi, ktorá sa tiež označuje ako globálne otepľovanie, môže výrazne ovplyvniť hydrologický cyklus Zeme. Príspevok spaľovania fosílnych palív na prebiehajúce zmeny klímy je neoddiskutovateľný, jeho kvantitatívny vplyv na zmenu klímy Zeme však nie je známy. Medzinárodný panel o klimatických zmenách odhadol, že rast koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére môže byť zodpovedný až za 50 %-né zvýšenie skleníkového efektu na Zemi. Vzhľadom na skutočnosť, že zmeny klímy boli permanentným javom aj v minulosti, dá sa predpokladať, že sú významne ovplyvnené mimozemskými javmi (Kutílek, Nielsen 2010). Nesporný je však fakt, že za posledných približne 100 rokov sa zvýšila priemerná teplota na Slovensku asi o 1 °C (Lapin, et al. 2001), čo sa musí prejaví aj na dynamike vody na Zemi. Pretože na Zemi bude k dispozícii viac energie, dá sa očakávať väčšia dynamika vody v hydrologickom cykle. Predpokladá sa, že sa zvýši evapotranspirácia, čo sa prejaví vo zvýšených úhrnoch zrážok a vo väčšej extremalite hydrologických javov, t. j. dá sa očakávať väčšia frekvencia povodní, ako aj suchých období a dlhšie trvanie suchých období (Szwejkowski, et al. 2017). Niektoré dlhšie suché (alebo mok-

ré) obdobia tzv. „alarmistami“ označujú za prejavy klimatickej zmeny, čo vzhľadom na značnú bežnú fluktuáciu počasia nemusí byť pravda.

Významný vplyv na produkciu biomasy môže mať zvýšená koncentrácie CO₂ v atmosfére, ktorá sa zvýšila z 330 ppm (parts per million, teda častí z milióna) na 370 ppm v poslednej dekáde. Tento jav môže mať vplyv na zvýšenú produkciu biomasy; nie je jasné, ako sa porasty dlhodobo naadaptujú na zvýšenú koncentráciu oxidu uhličitého. Zvýšená teplota vzduchu spolu so zvýšenou koncentráciou oxidu uhličitého môže spôsobiť významné zvýšenie úrod, ak bude k dispozícii dostatok vody a živín.

Ako zabezpečiť dostatok kvalitnej vody pre rastúcu populáciu?

Voda je komodita, ktorá cirkuluje; po použití sa dostane do pôdy, tokov a morí, odkiaľ sa vyparuje a v procese evapotranspirácie sa čistí; znečisťujúce látky sa tak akumulujú vo vodných útvaroch a v pôdach, teda znečisťujú životné prostredie. Znečisťovanie vody je zákonným procesom; dôležité je, aby sa vody pred ich vypustením do recipientu zbavili znečisťujúcich látok. Znečisťujúce látky sa využijú, alebo sa bezpečne uložia, aby neboli zdrojom ďalšieho znečistenia.

Ochrana zdrojov vody musí byť regulovaná vhodnou legislatívou, ale aj technickými a organizačnými opatreniami, ktoré spoločne pomôžu zmierniť znečisťovanie zdrojov vody.

Voda ako ľudské právo

Výbor OSN pre ekonomické, sociálne a kultúrne práva deklaroval v novembri 2002 vodu ako verejnú komoditu, na ktorú má každý človek právo. To znamená, že prístup k adekvátnemu množstvu čistej vody pre osobné a domáce použitie je základným právom všetkých ľudí. Tiež sa prehlasuje, že voda je nielen surovina, ale aj sociálna a kultúrna komodita (UNDPI 2003). Výbor tiež oznámil, že 145 krajín, ktoré podpísali deklaráciu o sociálnych, ekonomických a kultúrnych právach, by sa mali zúčastniť na aktivitách zabezpečujúcich čistú vodu pre všetkých ľudí bez diskriminácie. Voda bola prehlásená za základnú ľudskú komoditu, nevyhnutnú pre zdravie a život, ktorej množstvo je obmedzené.

Voda je však považovaná aj za ekonomickú komoditu a z tohto pohľadu pravidlá riadiace obchod s plynom a ropou sú platné aj pre obchodovanie s vodou. Podľa týchto pravidiel (Ardakanian 2007) žiadna krajina (ktorá je členom WTO) by nemala bojkotovať export vody bez schválenia Svetovej obchodnej organizácie (WTO).

V súčasnosti neexistuje žiadna záväzná legislatíva usmerňujúca vy-

užitie medzinárodných zdrojov vody, avšak existujú všeobecne akceptované morálne a etické kritériá, ktoré nabádajú k zdieľaniu zdrojov vody v zmysle Charty ľudských práv.

Hydrosolidarita

Na Zemi existujú oblasti (Afrika, južná Ázia), kde je stály nedostatok vody ako takej, ktorá je často zdravotne závadná. Ako sa dá táto situácia riešiť? Katolícka cirkev sa snaží presadzovať princíp tzv. hydrosolidarity, čo je nezištné zdieľanie vody s tými spoločnosťami, ktoré nemajú dostatok zdravotne nezávadnej vody (Rodriguez – Iturbe 2007). Tento proces má dva aspekty:

1. Získavanie nových poznatkov o hydrologickom cykle a jeho interakcii so (živými aj neživými) zložkami ekosystému, aby ich bolo možné využiť na optimalizáciu využitia zdrojov vody na Zemi.
2. Nezištné zdieľanie vody s tými, ktorí nemajú dostatok kvalitnej vody tak, aby táto komodita nebrzdila ich ekonomický a sociálny rozvoj.

V súčasnosti sa medzinárodné organizácie snažia prispieť k využívaniu lokálnych zdrojov vody budovaním studní, prípadne iných zdrojov vody. Doprava vody na veľké vzdialenosti naráža na legislatívne a hlavne finančné ťažkosti, a prakticky sa nerealizuje.

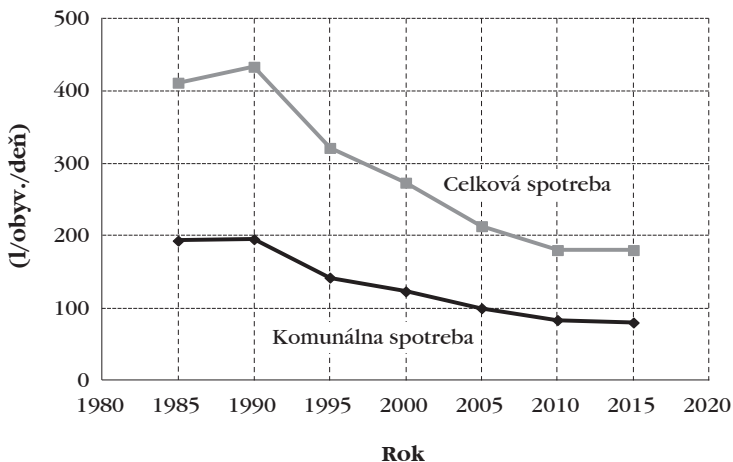
Opatrenia, ktoré môžu pomôcť znížiť deficit vody

Základným opatrením na zníženie deficitu kvalitných zdrojov vody je zníženie jej spotreby na minimálnu, ale ekonomicky a spoločensky únosnú mieru. Najjednoduchším a najúčinnším opatrením je zvýšenie cien vody. Tieto opatrenia priniesli zníženie odberov vody v Európe (EEA, Copenhagen 2015) a zvlášť na Slovensku, kde sa znížila spotreba vody približne na polovicu v porovnaní so spotrebou pred 25 rokmi (obr. 1).

V poľnohospodárstve je potrebné zavádzať nové, ekonomickejšie spôsoby závlah porastov; namiesto závlahy postrekom, kde sa značná časť závlahovej vody vyparí z povrchu porastov, bude sa vo zvýšenej miere využívať kvapková závlaha, ktorá privedie vodu priamo ku koreňom rastlín, čo podstatne zvýši účinnosť závlahy.

Je potrebné vybudovať čistiarne odpadových vôd, ktoré vyčistia odpadovú vodu, a tým sa zamedzí sekundárnemu znečisťovaniu zdrojov (najmä podzemnej) vody; zachytené látky sa bezpečne uskladnia, alebo druhotne využijú.

Vzhľadom na zmenu klímy (tento proces je zákonitý) sa predpokladá zvyšujúca sa extremálnosť zrážok, a tým aj výskyt dlhších suchých, ale aj mokrých období. Preto je nevyhnutné aj naďalej budovať retenčné kapacity (vodné nádrže a zásobníky podpovrchových



Obr. 1 Vývoj celkovej a komunálnej mernej spotreby vody (spotreby vody na obyvateľa za deň) na Slovensku v rokoch 1985 – 2015. Počas ostatných rokov je spotreba vody ustálená.

vôd), potrebné na preklenutie suchých období a ako retenčné kapacity pre prípad povodní. V súvislosti s tým je potrebné udržiavať povodia v dobrom stave; t. j. so zdravým vegetačným krytom a takou úpravou krajiny, ktorá umožní zadržať vodu v krajine.

Záver

Principiálne, všetka vody hydrosféry je potenciálne pitná voda; aj morskú vodu je možné upraviť na pitnú vodu procesom odsolovania. Takto získavajú pitnú vodu niektoré krajiny Blízkeho východu, ktoré majú dostatočné zdroje energie na tento proces. Hydrosféra Zeme teda obsahuje dostatočné množstvo vody na uspokojenie súčasnej, ale aj budúcej komunálnej, priemyselnej potreby, ako aj potreby vody na závlahy, ktorá využíva až 80 % súčasnej spotreby vody. Predpokladáme, že jej bude dostatok aj v najbližšom storočí. Odsolovanie vody naráža na vysoké nároky na energiu a technológiu, a preto si ju môžu dovoliť len bohaté krajiny. Doprava vody do krajín s jej deficitom z oblastí jej prebytku nie je legislatívne vyriešená, je ekonomicky náročná, a preto chudobné krajiny, trpiace nedostatkom vody, si ju nebudú môcť dovoliť ani v budúcnosti.

Odhaduje sa, že približne tretina populácie Zeme nemá prístup k dostatočnému množstvu pitnej vody, čo nesie so sebou existenčné a zdravotné riziká. Zdroje vody sú však rozdelené veľmi nerovnomerne, čo spôsobuje napätosť v dostupnosti zdrojov vody a aj napätie v medzinárodných vzťahoch. Napätosť vo využívaní zdrojov vody je

možné zmierniť vodohospodárskymi opatreniami a aplikáciou princípu zdieľania vody (Afrika, časť Ázie), toto je aktuálny morálny a legislatívny problém. Zatiaľ nie sú však k dispozícii konečné uspokojivé riešenia pre smädnú časť zemegule, aj keď kapacita zdrojov pitnej vody na Zemi je dostatočná.

Slovensko má dostatok disponibilných zdrojov vody a predpokladá sa, že tak tomu bude aj v budúcnosti za predpokladu vysokej úrovne ochrany zdrojov vody. Predpokladané zmeny klímy pravdepodobne spôsobia zvýšenie úhrnov zrážok, ale aj zvýšenú nerovnomernosť zrážkových epizód, zvýšenú potenciálnu evapotranspiráciu a znížený povrchový odtok. Tomuto javu je možné čeliť zvýšením retenčných kapacít územia (hlavne budovaním nádrží a vhodným využitím krajiny). Slovensko patrí medzi krajiny s pozitívnym výhľadom vývoja zdrojov vody.

Literatúra:

ARDAKANIAN, R. (2007): The fair distribution of water. In: *The Proc. of the Working Group Water and the Environment, Pontificia Academia Scientiarum, Vatican City*, Scripta Varia 108, s. 3 - 16.

HOYTE, E. (2010): *The last drop*. National Geographic, v. 217, 4, s. 172 - 176.

KOLLÁR, A. (2001): *Vodné zdroje, ich využívanie a ochrana*. Život. Prostr., v. 35, No. 3, s. 160 - 162.

KUUSISTO, E., LEMLEÄ, R., LIEBSCHER, H., NOBILIS, F. (1994): *Climate and water in Europe: some recent issues*. WMO, Working Group on Hydrology, Helsinki.

KUTÍLEK, M., NIELSEN, D. R. (2010): *Facts about Global Warming*. CATENA Verl., GMBH, Reisenkirchen, s. 227.

LAPIN, M., DAMBORSKÁ, J., TOMLAIN, J. (2001): *Voda v atmosfére*. Život. Prostr., v. 35, No. 3, s. 117 - 122.

SZWEJKOWSKI, Z., KUCHAR, L., DRAGAŃSKA, E., CYMES, Y. CYMES, I. (2017): *Current and future agroclimate conditions in Poland in perspective of climatic change*. Acta Agroph., 24 (2), s. 355 - 364.

ES/2000/60/ *Rámcová smernica o vode*.

EEA (2015): *The European Environment, State and Outlook 2015*, Copenhagen. (Životné prostredie Európy, Stav a perspektíva 2015), Copenhagen.

United Nations Department of Public Information. DPI/2293F, February 2003.

RODRIGUEZ - ITURBE, I. (2005): Statement of the workshop on water and the environment. In: *Water and Environment*, Workshop, Pontifical Acad. Sci., Vatican City, Nov., s. 12 - 14.

Ing. Viliam Novák, DrSc.

Ústav hydrológie SAV

Račianska ul. 75

832 01 Bratislava