

Vstupuje lidstvo do globální vodní krize?

V současnosti trpí 2 miliardy lidí chronickým nedostatkem vody. K nezávadné pitné vodě nemá přístup 1,2 miliardy lidí. Vzhledem k růstu populace ve většině světových regionů se vodní krize prohlubuje. Tlak na vodní zdroje roste a může být v budoucnu zdrojem politického napětí mezi regiony. Zatímco vyspělé země vodu recyklují, v řadě regionů rozvojového světa se vodou plýtvá. Svět musí navíc čelit dopadům změny klimatu na vodní zdroje. Příkladem, jak počínající vodní krizi řešit, jsou opatření, která uplatňuje Izrael.

Modrá planeta

Naši Zemi jsme si zvykli nazývat „Modrou planetou“. První, kdo ji spatřil z kosmu a identifikoval její barvu, byl Jurij Gagarin. Z orbitální dráhy ve výšce 327 km nad Zemí 12. dubna 1961 hlásil: „Vidím modrou planetu.“ Dnešní doba satelitů potvrzuje, že vodní plochy na Zemi výrazně převažují nad rozlohou souše. Z celkové plochy Země 510,1 mil. km² zaujímá světový oceán 360,7 mil. km² (70,7 %). Dominantní zastoupení vodních ploch oceánů se projevuje zejména na jižní polokouli, kde pokrývají asi 81 % plochy, převládají však i na severní polokouli, kde zaujímají 60,7 % povrchu. Obrovské zásoby vody ve světovém oceánu souvisejí i s jeho střední hloubkou 3 790 metrů.

Rozložení zásob vody na Zemi

Povrchová voda tvoří jen necelé 1 % sladké vody na pevninách. Její zásoby na Zemi jsou rozděleny velmi nerovnoměrně. To se týká jak jednotlivých kontinentů, tak jejich částí.

Abychom pochopili současnou situaci s vodními zdroji ve světě a jejich vývojem do budoucna, je třeba nejprve objasnit rozložení vodních zásob z hlediska přírodních podmínek. Jako „oblasti s nadbytkem vody“ označujeme území, kde dostatečné množství vody umožňuje zachování velké rozmanitosti rostlinstva vzhledem ke zdejší přírodní podmínkám a zemědělství se tu provozuje bez závlah. Patří sem jistě vnitřní (vlhké) tropy i oblasti mírného pásu, zejména v oceánských regionech. Naopak v „oblastech s deficitem vody“ limituje tento nedostatek výskyt pestré vegetace a zemědělská činnost je možná jen za pomoci závlah. Sem patří zejména oblasti vnějších (suchých) tropů, tj. obrátníkových šířek, kde se

vyskytují největší světové pouště, které bývají označovány jako klimatické či pasátové (Sahara a Kalahari v Africe, pouštní krajiny na Arabském poloostrově). V těchto regionech dochází vlivem převládajícího vysokého tlaku vzduchu a stálých, převážně pasátových větrů k vysokému výparu vody, který výrazně převyšuje roční úhrny srážek. Značným suchem trpí

Bohumír Janský

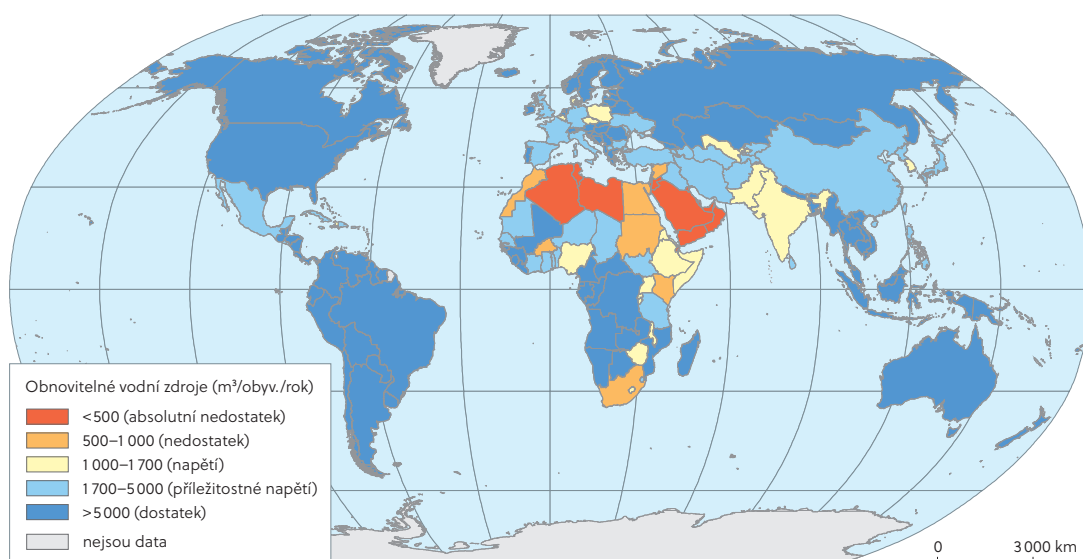
Univerzita Karlova,
Přírodovědecká fakulta,
katedra fyzické geografie
a geoekologie;
bohumir.jansky@natur.cuni.cz

TAB. 1 Zásoby vody v hydrosféře

Část hydrosféry	Objem vody (tisíce km ³)	% z celkových zásob
Světový oceán	1 360 000	97,6784
Ledovce a dlouhodobá sněhová pokrývka	24 000	1,7237
Voda v atmosféře (do výše cca 11 km)	13	0,0009
Povrchová voda na souši		
Sladkovodní jezera	130	0,0093
Slaná jezera	105	0,0075
Umělé vodní nádrže	6	0,0004
Močály, bažiny	6	0,0004
Koryta řek (průměr roku)	1,25	0,0001
Podpovrchová voda		
Půdní vláh	25	0,0018
Voda v pásu provzdušnění (zóna aerace)	40	0,0029
Voda v pásu nasycení (zóna saturace)	8 000	0,5746
Celkové zásoby vody na Zemi	1 392 326,25	

Zdroj: World Meteorological Organization (2016)

OBR. 1 Obnovitelné vodní zdroje na obyvatele za rok
Zdroj: FAO of the United Nations 2014, AQUASTAT online database, Total renewable water resources, <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>.



i mnohé vnitřní regiony mírného pásu s kontinentálním klimatem, zejména vlivem orografické izolace, která neumožňuje přenos srážek od moří a oceánů (Velká pánev v USA, Chihuahua a Sonora v Mexiku, Karakum a Kyzylkum ve střední Asii, Taklamakan v západní Číně, Gobi na území Mongolska a Číny). Extrémně suché jsou i regiony tzv. pobřežních pouští, ovlivňované studenými mořskými proudy (Atacama v Jižní Americe, Namib na jihu Afriky či Západoaustralská poušť v Austrálii).

Ze států disponuje největším objemem obnovitelných vodních zdrojů Brazílie. Organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO) ho vyčíslila na 8 233 km³ vody za rok. V desítce na vodu nejbohatších států jsou dále Rusko, Kanada, USA, Indonésie, Čína, Kolumbie, Peru, Indie a Demokratická republika Kongo. Absolutní vodní zásoby jsou však vedle geografické polohy, resp. přírodních podmínek, ovlivněny zejména velikostí států, v rámci nichž mohou existovat značné rozdíly v dostupnosti vody. Lepší přehled o vodních zdrojích ve státech získáme, vztáhneme-li disponibilní zásoby vody k počtu obyvatel. Zde je pak jednoznačně v popředí mezi státy Island, kde každý obyvatel má k dispozici více než 500 tisíc m³ vody za rok. Následují Francouzská Guyana, Guyana, Surinam, Kongo, Gabon, Bhútán, Kanada, Norsko, Nový Zéland. V Česku připadá na jednoho obyvatele 1 250 m³ vody za rok. Podobná situace jako u nás je v Polsku (1 550), mírně lepší v Německu (1 900), výrazně lépe je na tom Slovensko (9 200 m³/obyv./rok). Existují však i země, které nemají k dispozici žádnou povrchovou vodu a minimum vody podpovrchové. Příkladem jsou státy Perského zálivu, zejména Kuvajt, Bahrajn a Katar.

Rostoucí tlak na vodní zdroje ve světě

I v Jižní a Severní Americe, které jsou na tom s vodou nejlépe, jsou oblasti velmi suché a vodohospodářsky

hluboce pasivní. Také mezi státy existují značné rozdíly v zásobách vody, které mohou ovlivnit jejich hospodářský růst a podmiňovat vnitřní i vnější politické napětí. Do těchto rozmanitých přírodních podmínek z hlediska disponibilních vodních zdrojů vstupuje člověk, spotřebitel vody.

V roce 2015 nahlásily vlády 80 zemí do Světové zdravotnické organizace (WHO), že mají chronický nedostatek vody. V těchto zemích přitom žije přes 2 miliardy obyvatel. Podle oficiálních údajů WHO nemá ve světě přístup k pitné vodě 1,2 miliardy lidí. Vzhledem k růstu populace a někde i stavů dobytka (např. v africkém Sahelu) se ve většině světových regionů tato krize prohlubuje. Ve druhé polovině 20. století stoupla spotřeba vody ve světě 3,5krát. V bývalém Československu se zvýšila od roku 1950 do roku 1990 dokonce 4krát. Ještě v roce 1965 činila u nás celková spotřeba vody (suma pitné vody, vody pro průmysl a zemědělství) 5,5 km³, zatímco před rozpadem federálního státu to bylo již 21 km³ vody. Hlavním spotřebitelem vody v 60. a 70. letech byla zejména průmyslová odvětví náročná na vodu – energetika, průmysl celulózy a papíru, těžká chemie, která se tehdy výrazně rozvíjela. Ve světě registrujeme značné rozdíly ve spotřebě vody, které byly v minulosti dávány do souvislosti s hospodářskou vyspělostí zemí. Ještě na počátku 90. let minulého století měly průmyslově nejvyspělejší země světa i největší specifické spotřeby vody na obyvatele (celková spotřeba v domácnostech, průmyslu a zemědělství vztahovaná na počet obyvatel). Zatímco v USA se za rok spotřebuje 2 160 m³ vody na obyvatele, v Maroku, Hondurasu či Srí Lance 500 m³ a například v Mali nebo Mauritánii jen méně než 20 m³ na obyvatele za rok.

Dnes nejvyspělejší země spotřebu vody omezují vlivem vyspělých technologií (méně náročných na vodu) a recyklace. Ta se v Izraeli týká až 75 %

Z tabulky 1 je patrné, že podstatná část vody v hydrosféře, přibližně 97,7 %, je soustředěna ve světovém oceánu. Stále velké zásoby jsou akumulovány v ledovcích (asi 1,7 %), i když se jejich objem v posledních 20 letech vlivem oteplování klimatu výrazně zmenšuje. Co se týká vody na souši, pak výrazně převládají zásoby podpovrchových vod nad povrchovými.

spotřebované vody, v USA a Japonsku až 2/3, podobně ve Švýcarsku a Rakousku.

Vstupuje svět do vodní krize?

Z globálního hlediska není jednoduché jednoznačně zhodnotit současnou situaci s vodou ve světě, a to jak z hlediska dnešních disponibilních zásob, tak s ohledem na jejich udržitelný rozvoj. Je jasné, že vodní zdroje ovlivní v budoucnu globální potravinové trhy a omezení zásob vody může přispět k celosvětovému růstu cen potravin. To může být příčinou sociálních nepokojů v řadě světových regionů. Podle Výboru pro zpravodajské služby USA (National Intelligence Council, NIC), který je poradním orgánem vládních představitelů a tvůrců politických strategií, vstupuje svět do vleklé vodní krize (Siegel 2016). Její projevy jsou dnes již patrné v řadě světových regionů a států. Zprávy o extrémním suchu jsou dnes stále častější, k vyčerpání zásob podzemní vody již došlo v bezprostředním okolí řady světových aglomerací. Podle posledních zpráv zmíněného „Výboru NIC“ hrozí v některých zemích i „selhání státu“, a to může ovlivnit i globální bezpečnost.

A jaké faktory mohou ovlivnit propuknutí vodní krize v blízké budoucnosti? Podle autora knihy „Budíž voda“, amerického právníka Setha M. Siegela (2016), to mohou být následující **vývojové trendy**:

- Nárůst světové populace. Podle tzv. střední projekce OSN bude kolem roku 2050 žít na Zemi 9,5 miliardy lidí (dnes je to cca 7 miliard). Otázkou zůstává, jak bude možné tento nárůst pokrýt dostatečným množstvím vody pro zajištění jejich životních potřeb. Podle odhadů FAO bude v polovině 21. století potřeba zvýšit zemědělskou produkci o 60 % ve srovnání s lety 2005–2007.
- Růst světové populace je doprovázen i nárůstem tzv. střední třídy. Zatímco v roce 2000 bylo na světě 1,4 miliardy příslušníků této třídy, v roce 2020 se předpokládá, že jejich počet naroste na 3,3 miliardy. To bude spojeno nejen s většími nároky na vodu vzhledem k jejich životnímu stylu (pravidelné sprchování, udržování zahrad, bazény...). Ještě větší spotřeba je spojena s převládající konzumací živočišných bílkovin, jejichž „výroba“ je na vodu podstatně náročnější než produkce rostlinných potravin (zelenina, obiloviny), na nichž je založena výživa lidí žijících v chudobě. Např. vyprodukování půl kila hovězího masa potřebuje 17krát více vody než výroba půl kila kukuřice (tzv. virtuální voda). Život střední třídy je také spojen s „moderním způsobem života“, který si nárokuje velké množství energie, na jejíž výrobu je potřeba značného množství vody.
- Do spotřeb vody ve světě stále více promlouvá nárůst teplot na Zemi. Ten se projevuje zvýšeným výparem z vodních ploch a větší potřebou

vody pro zemědělské závlahy. V současné době připadá na zemědělské závlahy ve světě až 75 % veškeré spotřebované vody, asi 20 % je spotřebováno v průmyslu a jen 5 % připadá na pitnou vodu. Závlahové zemědělství se tak stává velkým problémem z hlediska spotřeby vody, zejména v rozvojových zemích s vysokou hustotou zalidnění a nízkou technologickou úrovní.

- V mnohých regionech světa je sice dostatečný objem vodních zdrojů, ale jejich podstatná část je silně znečištěna. Souvisí to se stále větším množstvím používaných umělých hnojiv a pesticidů, které jsou splavovány do jezer, řek i podzemních vod. Další hrozbou jsou znečištěné odpadní vody z velkých světových aglomerací, jež jsou rovněž vypouštěny přímo do vodních recipientů. Podle současných statistik WHO se nečistí odpady vyprodukované 90 % městského obyvatelstva rozvojového světa, přičemž na venkově je situace ještě výrazně horší. Takto kontaminované vodní zdroje je pak možné vyčistit jen se značnými náklady nebo to není možné vůbec.
- Velké množství kvalitní pitné vody uniká z městských vodovodních sítí kvůli závadám, nekvalitní správě, změně klimatických podmínek během roku či krádežím. Takto např. ztrácí 30 % vody Londýn, 25 % Chicago a přibližně 22 % Praha.

Dopady nadměrné spotřeby vody

Ekologickou katastrofou značných rozměrů je vysychání **Aralského jezera**. Toto kdysi čtvrté největší jezero světa zaujímal ještě v roce 1960 plochu 68 900 km². Dnes pokrývá voda kolem 10 % jezerní pánve a z někdejšího objemu 708 km³ zbylo jen 75 km³ vody. Výrazně se také zvýšila slanost vody – z původních 14 na více než 100 g soli na litr vody (průměrná salinita mořské vody je 35 ‰, tj. 35 g soli na litr vody). Kromě vody zmizelo i mnoho druhů živočichů (z 32 druhů ryb zbylo 6, z 319 druhů ptáků 160 a ze 70 druhů savců se v okolí jezera vyskytuje dnes jen 32 druhů). Příčinou této katastrofy je rozšíření ploch pro pěstování bavlny v Uzbekistánu a v dalších středoasijských republikách a nárůst odběru vody z řek Amudarji, z níž odbočuje obří „Karakumskij kanal“ a Syrdarji. Bavlna přitom patří k předním exportním komoditám těchto států.

Na území osmi států amerického Středozápadu, v oblasti tzv. Velkých planin, se nachází obří zásobárna kvalitní podzemní vody, označovaná jako „High Plains Aquifer“. Je v ní obsaženo 30 % podzemních vod USA. Kromě pitné vody asi pro 2,3 miliónů obyvatel je však voda používána především na závlahy zemědělských plodin – pšenice, kukuřice, sóji a ječmene, které poskytují krmivo pro dobytek a obilí pro potravinářský průmysl. Voda z této zásobárny zabezpečuje celkem 27 % ploch zavlažovaných polí USA. V důsledku dlouhodobého

TAB. 2
Odtoková výška
na kontinentech

Kontinenty	(mm)
Jižní Amerika	658
Sev. Amerika	324
Asie	312
Evropa	271
Antarktida	165
Afrika	136
Austrálie	37
ZEMĚ	314

Pro porovnání zásob vody na kontinentech lze dobře využít jednu ze základních hydrologických charakteristik, tzv. odtokovou výšku (tab. 2). Jedná se o podíl absolutního množství vody, které za rok odečte z kontinentů, a jejich plochy. Je to tedy výška vodního sloupce, který překryje rovnoměrně celý světadíl. Už z tohoto porovnání je patrné, že přírodní podmínky pro výskyt vody jsou na kontinentech velmi rozdílné. Zatímco Jižní Amerika se svými veletoky (Amazonka, Paraná, Orinoko) je na tom s vodou velmi dobře, podstatně horší podmínky jsou v Africe a zejména v Austrálii.



OBR. 2 Kruhová pole, intenzivně zavlažovaná vodou přiváděnou obrovským přiváděčem Ogallala Aquifer z vodonosné vrstvy ležící pod Velkými planinami na území osmi států amerického Středo-západu. Kolem středu pole rotuje 400 metrů dlouhé zavlažovací zařízení. Na fotografii pole na farmách v západním Kansasu. Foto: NASA.

Abstract

Is humanity entering a global water crisis? At present, 2 billion people suffer from chronic water scarcity. 1.2 billion people have no access to drinking water. Given the increase of the population in most of the world, this water crisis continues to intensify. Water resources are under pressure and this phenomenon could become the cause of political tensions among regions. While the developed world recycle the water, the less developed world continue to waste it. The world has to cope with the impact of climate change and the impact it has on water resources. A good example of effective measures in this area can be found in Israel.

nadměrného čerpání vody pro gigantický vodovodní přivaděč **Ogallala** klesá hladina podzemní vody v jímácím území přibližně o 1 m ročně. Situace je již v některých oblastech kritická. Vyčerpávání vodního zdroje, které začalo v polovině minulého století, přitom nezpomaluje, ale naopak se v posledních letech zrychluje (Zwingle 1993, Bjerga 2015). Diskuze o tom, zda se má kvalitní podzemní voda používat na zemědělské závlahy, pokračuje i na celostátní úrovni. Ve Spojených státech mají závažné problémy s vodou státy Utah, Nové Mexiko, Colorado nebo Arizona. Americká vláda předpokládá, že 40 z celkem 50 států USA bude v letech 2020 až 2025 trpět nedostatkem vody.

Nadměrná spotřeba vody v čínském Pekingu zapříčinila v posledních letech pokles hladiny podzemní vody o 2 m ročně, přičemž z 1/4 studní již zmizela voda úplně. Nedostatkem vody v Číně je dnes ohroženo přes 50 měst nad 100 tisíc obyvatel. Země řeší tuto situaci masivní výstavbou přehrad, které mají rostoucí spotřebu vody zabezpečit. Od konce 50. let klesla hladina podzemní vody rovněž na území hlavního města Thajska – Krung Thepu (Bangkoku) dokonce o 25 m.

Ke značnému plýtvání vodou dochází však i tam, kde řada zemí nedisponuje téměř žádnými povrchovými ani podzemními zdroji vody, např. v zemích Perského zálivu. Katar a Spojené arabské emiráty mají dokonce největší spotřebu vody na obyvatele na světě (600, resp. 550 l/obyv./den). Převyšují spotřebu vody i v ekonomicky nejvyspělejších zemích světa (např. v USA 300, ve Francii – 150 l/obyv./den) a výrazně přesahují i průměrnou spotřebu vody v Česku (kolem 100 l/obyv./den). Země Perského zálivu přitom pokrývají tuto obrovskou spotřebu téměř výlučně odsolováním mořské vody (tzv. reverzní osmóza), které je energeticky velmi náročné. To si však vzhledem k zásobám ropy mohou dovolit.

Izrael – modelový příklad pro svět

I když uvedené trendy předznamenávají řadu závažných problémů, lidstvo je může účinně řešit a postupně se na ně adaptovat. Podle Setha M. Siegela (2016) to vyžaduje odhodlání, vůli, tvůrčí přístup, vyškolený personál a finance.

Přes 60 % plochy Izraele tvoří poušť. Od vzniku tohoto státu v roce 1948 vzrostl počet jeho obyvatel desetkrát. Kdysi velmi chudá země dnes patří k nejrychleji rostoucím ekonomikám světa. Přes velmi nepříznivé přírodní podmínky s nízkými ročními srážkovými úhrny (Tel Aviv 568 mm, Jeruzalém 642 mm, Eilat 32 mm) a extrémním výparem netrpí nedostatkem vody, ale má jí naopak přebytek. Vodu dodává sousedním státům, do mnoha zemí Afriky, Asie a Latinské Ameriky vyváží své vodohospodářské technologie. Nemá sice diplomatické vztahy se všemi zeměmi světa, řada islámských zemí ho dokonce ani neuznala jako stát, ale přesto většina z nich využívá izraelská zařízení pro zemědělské závlahy či zásobování pitnou vodou. Voda je tak pro Izrael rovněž prostředkem, jak vyřešit konflikty se svými sousedy a jak navazovat zcela nové vztahy, například s Čínou – už řadu let uplatňuje takzvanou hydrodiplomacii. V řadě světových regionů je přitom voda významným zdrojem konfliktů a v budoucnu může být i příčinou válečných konfliktů.

Izrael je schopen využívat asi 75 % veškerých odpadních vod v rámci recyklace. Vyčištěné splaškové vody se využívají na zalévání parků, zahrad a zemědělských ploch. V recyklaci vod je vzorem i pro vyspělé západní země včetně Česka.

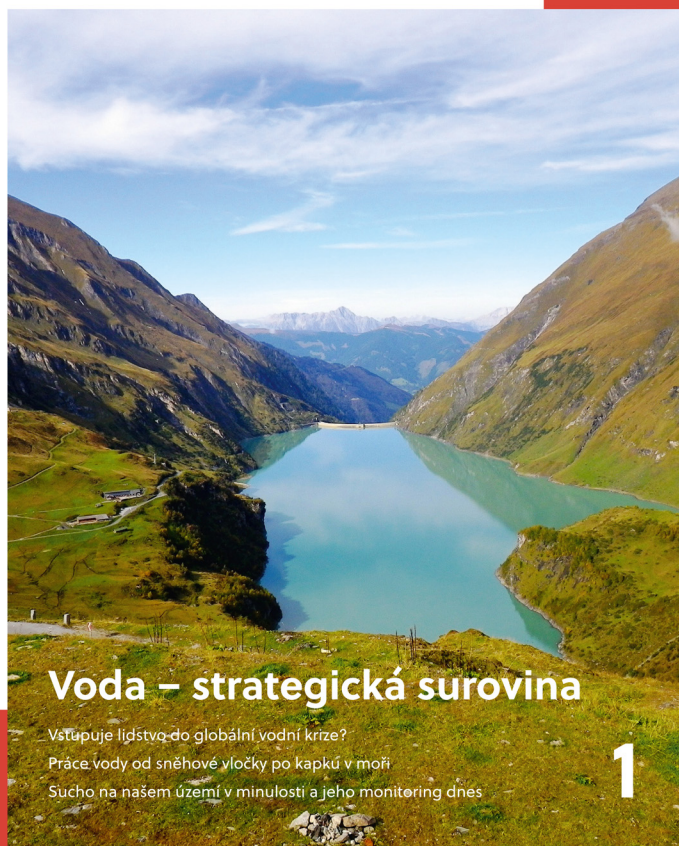
Izraeli se podařilo velmi efektivně získávat pitnou vodu odsolováním mořské vody. V tomto oboru (desalinizace) jsou jeho technologie na špičkové světové úrovni.

Závěr

Dnes si žádná země světa nemůže být jistá, že se jí vyhne vodní krize. S nedostatkem vody porostou ceny potravin a spustí se řetězec událostí, které mohou vést k sociální nestabilitě a nejistotě. A jaké mohou být důsledky? Lidé budou opouštět suché oblasti a zamíří do zemí, které mají vody dostatek. Ani Česko se těmto negativním procesům nemůže vyhnout.

Literatura a zdroje dat

- BJERGA, A. (2015): The Great Plains' Looming Water Crisis. Depletion of a giant aquifer threatens vital U.S. farmland. Bloomberg Businessweek.
- HRKAL, Z. (2014): O lidech a vodě. Nakladatelství České geologické služby, Praha.
- SIEGEL, S. M. (2016): Budiž Voda. Izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody. Aligier, Praha.
- ZWINGLE, E. (1993): Ogallala Aquifer: Wellspring of the High Plains. National Geographic, 183(3), 80–109.



Voda – strategická surovina

Vstupuje lidstvo do globální vodní krize?

Práce vody od sněhové vločky po kapku v moři

Sucho na našem území v minulosti a jeho monitoring dnes

1

Tento soubor (článek) je vlastnictvím časopisu Geografické rozhledy a podléhá právní ochraně. ■ Vydavatel i nakladatel časopisu si vyhrazují právo článek zveřejňovat na webových stránkách a sociálních sítích časopisu za účelem propagace časopisu. ■ Dílo není určeno ke komerčnímu využití. Smí se šířit, pokud jsou korektně uvedeny údaje o autorovi, článku a jako zdroj citován časopis Geografické rozhledy.