

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA ROZVOJOVÝCH STUDIÍ

Kim KRÁLÍK

Virtuální voda

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc

Olomouc 2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně na základě zdrojů uvedených v seznamu literatury a pramenů.

V Olomouci dne 15. 5. 2010

.....
Podpis

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce Doc. RNDr. Pavlu Nováčkovi, CSc za vstřícný přístup a cenné rady, které mi pomohly při jejím vypracování.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kim KRÁLÍK**
Osobní číslo: **R07619**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Mezinárodní rozvojová studia**
Název tématu: **Virtuální voda**
Zadávající katedra: **Katedra rozvojových studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zhodnocení rizik spojených s nedostatkem vody, představení možných řešení a představení koncepce Virtuální vody.

Struktura práce:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Přehled literatury, metodika práce
4. Zhodnocení rizik nedostatku vody a její dostupnosti
 - a. ve světě
 - b. v rozvojových zemích
5. Možná řešení a vhodný water management
6. Koncepce Virtuální vody
 - a. druhy virtuální vody
 - b. virtuální voda v produktech
7. Aplikace a vliv koncepce Virtuální vody
8. Shrnutí (v angličtině)
9. Zdroje

Datum zadání bakalářské práce: 6.5.2009

Termín odevzdání bakalářské práce: 6.5.2010

Rozsah grafických prací: text, grafy, mapy, zvláštní požadavky - podle potřeb

Rozsah průvodní zprávy: 12000 slov základního textu + práce včetně všech příloh v elektronické podobě

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 10 - 15 tisíc slov
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

University of Twente, the Netherlands. Water Footprint : Virtual Water. 2008, 2009.

Frontier Economics. The Concept of "virtual water" : a critical review. 2008, 2008.

UNESCO. Water Portal. 2002, 2009.

ALLAN, John Anthony. Water in the environment: Socio-economic development discourse. 2008, 2008.

HOEKSTRA A.Y. Virtual Water Trade : Value of water research report series no. 12. 2003 ,2003.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
Katedra rozvojových studií

Datum zadání bakalářské práce: 7. května 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2010

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 7. května 2009

Obsah

Seznam použitých zkratk	7
1 Úvod	8
2 Cíle práce	9
3 Metody zpracování	10
4 Zhodnocení rizik nedostatku vody a její dostupnosti	11
4.1 Zásoby sladké vody a lidská populace	11
4.2 Koloběh vody	11
4.3 Dostupnost vody	12
4.4 Využívání vody	13
4.5 Budoucí stav	13
4.6 Důsledky budoucích nároků zemědělství na vodu	14
5 Regionální znaky úbytku vody a neudržitelnosti	16
5.1 Střední Asie – Aralské jezero	17
5.2 Východní Asie - Čína	17
5.3 Blízký Východ - Jordánsko	20
5.4 Afrika - Sahel	22
5.5 Africký Roh	22
5.6 Jezero Čad	23
6 Možná řešení nedostatku vody a vhodný water management	25
6.1 Změny a úspory v zemědělství	25
6.2 Úspory v rámci průmyslového sektoru a lidských sídel	27
6.3 Cena vody jako možné řešení pro zvýšení efektivity	28
6.4 Privatizace zdrojů jako možné řešení pro zvýšení dostupnosti	29
7 Alternativní zdroje sladké vody a potenciál využití mořské vody	30
7.1 Odsolování mořské vody	30
7.2 Slanovodní zemědělství	31
7.3 Obnovování lesních porostů – efektivní způsob uchování vody v krajině	31
8 Water footprint a obchod s virtuální vodou	32
8.1 Virtuální voda	32
8.2 Water footprint – vodní stopa	33
8.3 Druhy virtuální vody	34
8.4 Virtuální voda v produktech	35
8.5 Potenciál konceptu: Virtuální voda jako nástroj pro dosažení bezpečnosti a zvýšení efektivity využívání zdrojů	36
8.6 Světový obchod s virtuální vodou (obilím)	37
9 Dopady	38
9.1 Potravinová bezpečnost a soběstačnost	39
9.2 Environmentální dopady	39
9.3 Zaměstnanost	40
10 Aplikace koncepce virtuální vody na Blízkém východě	41
10.1 Dostupnost vody	41
10.2 Obchod s virtuální vodou	41
11 Závěr	43
12 Shrnutí, summary	44
13 Seznam použitých zdrojů	45
14 Seznam příloh	49
15 Přílohy	50

Seznam použitých zkratek

EUWI European Water Initiative
(*Evropská vodní iniciativa*)

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations
(*Organizace OSN pro výživu a zemědělství*)

HDP Hrubý domácí produkt

MENA Middle East & North Africa
(*Blízký východ a Severní Afrika*)

NAFTA North American Free Trade Agreement
(*Severoamerická dohoda o volném obchodu*)

OSN Organizace spojených Národů

SEPA State Environmental Protection Administration
(*Ministerstvo životního prostředí Čínské lidové republiky*)

UNEP United Nations Environment Programme
(*Program OSN pro životní prostředí*)

UNICEF United Nations International Children's Fund
(*Dětský fond Organizace spojených národů*)

USAID United States Agency for International Development
(*Rozvojová agentura Spojených států*)

USD United States dollar
(*Americký dolar*)

WHO World Health Organization
(*Světová zdravotnická organizace*)

WWF World Wildlife Fund
(*Světový fond na ochranu přírody*)

1 Úvod

Voda je základní podmínkou života na Zemi. Je nezbytná pro živočichy, rostliny i pro nejjednodušší organismy. Pro lidstvo má obrovskou důležitost také jako základní faktor živočišné a rostlinné výroby a nejdůležitější surovina všech průmyslových odvětví.

S rostoucí populací se však zdroje vody dostávají do ohrožení a stále více lidí nemá přístup k nezávadné pitné vodě. Tento problém je nejvýraznější především v rozvojových zemích, které jsou příliš chudé na to, aby mohly svým občanům zajistit dostatek vody pro spotřebu a zemědělství.

Úbytek vody však v současnosti postihuje i ekonomicky silné a rozvinuté země, v důsledku přílišného zatěžování přírodního prostředí. V mnoha oblastech je koncentrován velký počet lidí, kteří spotřebovávají stále více vody.

Největším odběratelem a konzumentem sladké vody je zemědělství. Z celkového objemu vody, které lidstvo využívá, zaujímá voda pro zavlažování až 70 %. Proto považuji zemědělství za sektor, ve kterém lze vhodnými úpravami a využíváním zdrojů dosáhnout významných úspor.

Pomocí mezinárodního obchodu se zemědělskými komoditami, mohou ohrožené země zajistit dostatečné množství potravin a zároveň ušetřit vlastní zdroje vody.

Tuto problematiku považuji za velice atraktivní a aktuální a proto jsem si ji zvolil jako téma své bakalářské práce. V průběhu zpracování práce jsem získal množství cenných poznatků a doufám, že svou prací přispěji k popularizaci daného tématu.

2 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení rizik spojených s nedostatkem vody a její dostupnosti ve světě.

Blíže jsou zde popsány problémy ve vybraných regionech světa, obzvláště v rozvojových nebo transformujících se zemích. Rozvojové země jsou totiž nejvíce ohroženy úbytkem vodních zdrojů a bez dostatečných finančních prostředků nejsou schopny se jakkoliv bránit.

V dalších kapitolách jsou představeny možná řešení, jakými způsoby lze uchovat dostatek zdrojů, zvýšit efektivitu užívání vody, případně jaké jsou alternativní zdroje sladké vody.

Zvláštní pozornost je věnována novým a perspektivním konceptům virtuální vody a vodní stopy, které jednak popisují specifické faktory vztahu populace ke zdrojům vody a zároveň představují jedno z možných řešení úspory zdrojů a dosažení vodní bezpečnosti.

V české literatuře, se doposud těmito koncepty nikdo blíže nezabýval, proto si tato práce dává za cíl, představit základní principy virtuální vody a vodní stopy a také poukázat na výhody a možné dopady aplikace těchto konceptů.

V závěru práce je popsána případová studie aplikace virtuální vody.

3 Metody zpracování

Při psaní této práce jsem použil rešeršně – kompilační metodu, tj. sbírání a kompletace relevantních dat a informací k danému tématu a jejich následovné analyzování a interpretace.

Informace pro tuto práci jsem získal zejména z vědeckých článků a elektronických zdrojů. Patří mezi ně oficiální dokumenty a webové stránky mezinárodních organizací a vládních agentur. Dále byly při psaní použity odborné články a studie publikované na webových stránkách univerzit a specializovaných organizací.

Většina použitých zdrojů byla psána v anglickém jazyce, protože v české literatuře tato problematika není doposud dostatečně zpracována.

Citace se vyskytují přímo v textu v závorkách. Poznámky a komentáře jsou uvedeny v poznámkách pod čarou. Seznam kompletních citací je uveden v závěru práce.

4 Zhodnocení rizik nedostatku vody a její dostupnosti

4.1 Zásoby sladké vody a lidská populace

Sladká voda představuje pouze ~ 2,5 % z celkového objemu vody na Zemi. Dvě třetiny sladké vody jsou uloženy v ledovcích a sněhové pokrývce horských pásem. Pouze 0,77 % z celkového objemu sladké vody je smysluplně využitelných (UNEP, 2007: 4). Je to především voda v řekách, půdě, bažinách, v podzemí a v atmosféře.¹

Lidstvo v současnosti nepřímo využívá čtvrtinu srážkové vody a přes polovinu vody odtékající z pevnin (Postel, 1996: 785). Většina této vody je využívána zemědělstvím, ale i to má své limity. Potenciál využití srážkové vody snižuje fakt, že většina ploch vhodných pro deštěm zavlažované zemědělství je již obsazena, a další rozšiřování není pravděpodobné. Nové přehrady, rezervoáry a jiná vodní díla, ve kterých zadržujeme povrchovou vodu, by mohla v příštích třiceti letech zvýšit objem dostupné vody maximálně o desetinu, nicméně předpokládaný nárůst lidské populace za stejné období je odhadován na 33 %. Zde vzniká nerovnováha, která může znamenat zásadní změny pro vývoj populace na planetě a je pouze na lidech, jak se s ní vyrovnají. Naštěstí pro nás, má sladká voda skvělou vlastnost: obnovovat se, díky přirozenému koloběhu.

4.2 Koloběh vody

Obnovitelná, je pouze voda procházející vodním koloběhem, poháněným solární energií, která se vyskytuje v prostoru v různých skupenstvích. Existuje také voda uchovaná v podzemí, tzv. fosilní voda. K té se můžeme provrtat a čerpat ji na povrch, ale tento způsob „těžby vody“ vede k vyčerpávání jejích zdrojů a rezerv, podobně jako těžba fosilní ropy. Zásoby pevninské sladké vody se tvoří ze srážek, které spadnou na zemský povrch. Tyto se dále dělí na dvě hlavní části:

a) voda v plynném skupenství odpařená z povrchu, ze které se tvoří oblaka

b) odtoková voda, směřující do moří a oceánů přes říční síť

Srážková voda se také vsakuje do země a stává se součástí vody podzemní. Ta se může uchovat v zemi nebo se vrací na povrch, ať už formou pramenů, průsaků do řek nebo

¹ Viz příloha č. 1 Zásoby vody na Zemi (strana 50)

pomocí rostlin. Proces, při kterém je voda ze země absorbována rostlinami a dostává se zpátky do atmosféry, se nazývá transpirace. Ve velkém měřítku je obtížné změřit odděleně transpiraci a výpar, proto se používá spojený termín evapotranspirace. Evapotranspirace představuje zdroj vody pro veškerou vegetaci, která je zavlažována deštěm, tedy částečně i pro zemědělství. Odtoková voda je naproti tomu zdrojem pro lidskou činnost, ať už jako voda pitná nebo voda užitková pro zavlažování, průmysl, sídla, pro chov ryb a vodních živočichů, pro tvorbu energie nebo smývání a zředování znečištění.

4.3 Dostupnost vody²

Rozložení odtokové vody mezi kontinenty je značně nerovnoměrné a neodpovídá rozmístění světové populace. V Asii, kde žije 60 % populace, se nachází 36 % odtokové vody a například Jižní Amerikou, která je domovem pro 5 % světového obyvatelstva, protéká 25 % sladké vody. Navíc většina vody, protékající tropickými pralesy anebo dálným severem, je lidstvu nepřístupná, a v dohledné budoucnosti se na tom nic nezmění. Amazonka je nejdelší a nejmohutnější řekou na Zemi a jejím korytem proteče neuvěřitelných 219 000 m³ za sekundu. Kolem ní se však vytvořil neprostupný prales a tak zůstává téměř 90 % z jejího průtoku nedostupných. Zemědělství, využívající vodu z Amazonky, by bylo velkoplošně obtížně realizovatelné, nehledě na potencionální škody způsobené na deštném pralesě. Druhá nejmohutnější řeka světa Kongo je minimálně z poloviny nedostupná v pralesích, a proto nevyužitelná pro zavlažování nebo průmyslové potřeby. Dolní tok Konga je sice obydlený a lidé zde odebírají vodu z řeky, ale to přesto neodpovídá jejímu celkovému průtoku. Dále jsou zde sibiřské a severoamerické toky, které odvodňují rozsáhlé oblasti tundry a tajgy, ale jsou příliš vzdálené od civilizace a jejich využití by bylo ekonomicky a technologicky velice náročné.

Výrazným omezením potenciální spotřeby je nemožnost cíleně využívat obrovské množství srážkové vody v přívalemých deštích nebo v monzunech. Například v Jižní Asii spadne až 80 % srážek během letního vlhkého období mezi květnem a říjnem. Tyto srážky pravidelně rozvodňují řeky, proto je prakticky nemožné jakkoliv usměrnit jejich proud, nebo tuto vodu uchovávat. Podobný případ je také se srážkami v zimním období na severní polokouli, které ve formě sněhu a případně ledu zůstávají po dobu chladné části roku zcela bez využití.

² Viz příloha č. 2 Rozložení vody mezi kontinenty (strana 51)

4.4 Využívání vody³

Celosvětově spotřebovává nejvíc vody zemědělský sektor. Lidé využívají zdaleka největší objem pro potřeby zavlažování. Takto použitá voda je vstřebávána rostlinami a do koloběhu se vrací až se zpožděním, které závisí na několika faktorech. Jsou to především klimatické podmínky, druh rostlin nebo plodin, a také efektivita závlah, která se v průměru pohybuje mezi 50 % - 80 %. To znamená, že průměrných 65 % vody využívané k závlahám je vstřebáváno rostlinami a transpirací se dostává do ovzduší a za nějakou dobu se vrací zpátky na zem v kapalně formě (FAO, 1989). Druhým sektorem, co se týká množství odebírané vody, je průmysl. V rozvinutých zemích se objem vody využívané pro potřeby průmyslu ustálil, nebo se snižuje. Naproti tomu v rozvojových regionech se rychle zvětšuje a vznikají nové potřeby a nové nároky na odběr. Na rozdíl od zemědělství, není průmyslová voda spotřebovávána, a většina z ní se vrací zpět do prostředí. Problémem však je, že se voda v průmyslové výrobě velmi často znečišťuje. Existuje několik druhů znečištění: chemické, fyziologické, tepelné. Takto znehodnocená voda je nebezpečná pro životní prostředí a také pro lidi. Proto je třeba ji za cenu vysokých nákladů očistit v technologických zařízeních, aby se bez problému mohla vrátit zpátky do řek. Dalším odběratelem povrchové vody jsou města a obce, pro potřeby svých obyvatel. Vodu je nutno upravit a čerpat do potrubí a rozsáhlou sítí přivést do všech domácností. Při vedení dochází k častým únikům a také ke znečišťování vody. Nesmíme také opomenout vodu uchovávanou v nádržích, rybnících, přehradách a vodních kanálech, ať už pro rekreaci, chov ryb, výrobu elektrické energie nebo dopravu. Voda čelí znečištění i zde.

4.5 Budoucí stav

Minulý vývoj nám jasně říká, co můžeme čekat do budoucna. S rostoucím počtem obyvatel a naším expanzivním chováním poroste poptávka a nároky na obnovitelnou vodu. Buďto se nám podaří zajistit si ji, nebo bude vody nedostatek, což by znamenalo nutnost změnit naše návyky a potřeby, ale také by to mohlo zapříčinit konflikty o zdroje vody a utrpení části obyvatelstva sužovaného jejím nedostatkem. V současnosti je velice obtížné uvěřit takovéto možnosti, když nám teče neomezené množství vody z kohoutků v kuchyni a koupelně a obchody jsou přeplněny balenou vodou nejrůznějšího původu a druhu. Musíme si však připustit, že nic netrvá věčně a i náš současný nadbytek se může poměrně rychle změnit

³ Viz příloha č. 3 Globální vývoj v objemech užívané vody podle sektorů – odběr a spotřeba vody (km³) (strana 52)

v nedostatek. Proto je vhodné snažit se vymýšlet vhodné úpravy v efektivitě našeho hospodaření, případně způsoby, jak získat více vody z dostupných zdrojů. Při použití nových technologických postupů můžeme jistě zvýšit efektivitu a získat více vody za stejných podmínek, jaké jsou dnes. Vylepšení by se mohla například týkat zvětšování kapacit nádrží nebo zadržování záplav a jejich využívání v zemědělství. Jedním ze způsobů, jak získat nové zdroje, může být desalinizace vody z moře. Odsolování mořské vody je dnes používáno pouze v několika zemích a to především kvůli její energetické a taky finanční nákladnosti. Pokud bychom chtěli takto získávat vodu pravidelně, dlouhodobě a ve velkých objemech, znamenalo by to nepředstavitelné náklady na vybudování těchto zařízení a gigantické vklady energie. Tato možnost je prozatím otevřena pouze malé hrstce bohatých ropných států, kterým se vyplatí odsolovat mořskou vodu více, než ji dovážet ze zahraničí, a tím se stát závislími na dodavatelích. Jiný způsob, který v podstatě probíhá neustále, je budování nových přehrad. Od šedesátých let bylo ve světě postaveno na 500 nových přehrad ročně, a přesto to nestačí a musí se budovat další. Na pořad dne přichází také „mamutí“ přehradní nádrže, které s sebou však přináší řadu rizik a problémů, často stěhování milionů lidí a ztrátu velkého množství úrodné půdy.

Z těchto okolností vyplývá, že náš dosavadní způsob hospodaření je neudržitelný a neslučitelný s předpokládaným růstem počtu obyvatel na Zemi. Vodní prostředí již dnes vykazuje známky poškození a úbytku. Částečně kvůli budování přehrad a narušování přirozeného toku, napřimování říčních koryt. Kvůli znečišťování jsou decimovány populace ryb a jiných vodních živočichů a rostlin. Kdyby lidstvo investovalo do vyčištění vod, zamezilo by tomuto ničení a zároveň by si uchovalo větší množství kvalitní vody. Stejně tak, pokud bychom byly schopni zvýšit efektivitu používání vody, například v zemědělství, pomohlo by nám to snížit naši závislost a zpomalit růst potřeby po vodě.

4.6 Důsledky budoucích nároků zemědělství na vodu⁴

V této části bych se chtěl zamyslet nad budoucími nároky na vodu pro zemědělskou výrobu. S rostoucím počtem lidí na Zemi jistě porostou nároky na zemědělství, na výživu a na efektivitu pěstovaných plodin na jednotku půdy. S tím jde však ruku v ruce zvýšená spotřeba vody. Na následujících stranách se pokusím identifikovat tyto nároky a zhodnotit, zda a za jakou cenu jich je lidstvo schopno dosáhnout.

⁴ Viz příloha č. 4 Vývoj nároků na vodu pro produkci potravin (strana 53)

Nároky plodin, které jsou zavlažovány deštěm, jsou přirozeně závislé pouze na přírodních a klimatických faktorech a tyto se velmi zřídka započítávají do globálního objemu vody užívané pro zemědělství. V této oblasti se také nepředpokládá do budoucna výrazný nárůst ploch, na kterých by se takové plodiny mohly pěstovat. Je to zapříčiněno právě přírodními a klimatickými faktory, zjednodušeně řečeno, prakticky veškeré oblasti vhodné pro tento extenzivní způsob zemědělství jsme již zabrali. Terasování, mulčování a ohraničování jednotlivých ploch a jiné metody a způsoby jak zadržet větší množství dešťové vody a tím zvýšit vlhkost půdy jsou pro zvyšování výnosů efektivní. Produkci lze také zvyšovat, pokud se zaměříme na zvyšování výnosů z jednotky plochy, namísto zvyšování výnosů jednotlivých plodin. Úspěšným příkladem může být střídání plodin na jedné ploše v průběhu vegetační sezóny nebo agrolesnictví.

Celkový objem vody dostupné pro závlahu se podle odhadů bude muset do roku 2025 zvýšit nejméně o jednu třetinu, pro zajištění dostatečné produkce zemědělství. Tento objem bude také záviset na mixu plodin v daném období, klimatických podmínkách, ve kterých budou plodiny růst, a také na výnosech plodin, které se mohou měnit. Očekávaný nárůst bude především v sektoru využívajícím intenzivní zavlažování a velké odběry z pozemních zdrojů sladké vody. Celosvětová expanze ploch užívaných pro zavlažování každým rokem zabere další 1 % půdy. Zvyšující se ceny nových zavlažovacích projektů a také ekologická a sociální nevěle pro stavbu dalších přehrad a nádrží, napříč společnostmi, přinutila mezinárodní instituce a vlády ke snižování investic do této oblasti. Podpora čtyř největších mezinárodních donorů: Světové Banky, Asijské Rozvojové Banky, USAID a Japonského fondu pro ekonomickou spolupráci se od konce 70. let snížila téměř na polovinu. Také vlády mnoha asijských zemí, jako například Číny, Filipín, Indonésie, Bangladéše, Indie a Thajska následovaly toto snižování investic v průběhu 80. let. V přepočtu na hlavu se zavlažovaná plocha od 70. do 90. let snížila o 7 % a zároveň se postupně snižuje výnosnost zavlažovaných půd kvůli zasolování. Odhady hovoří až o 20 % zavlažované půdy, která se potýká se zasolováním a nejméně na 10 % ploch dochází kvůli tomuto jevu k degradaci půd a snižování výnosů. Lidstvo se tedy potýká nejen s problémy souvisejícími s financováním takto náročných projektů, ale také samotné zavlažování může přinášet ztráty na úrodnosti půdy, která se tak stává dlouhodobě nepoužitelnou.

5 Regionální znaky úbytku vody a neudržitelnosti⁵

Nadměrné čerpání podzemních vod a vyprazdňování jejich zdrojů dnes postihuje mnoho důležitých regionů, které produkují klíčové plodiny potřebné pro výživu, jako například dříve velmi úrodné pláně na severu Číny, Punjab v Indii, části jihovýchodní Asie, rozsáhlé oblasti severní Afriky a Blízkého východu a také většinu západních Spojených států amerických. Klesající hladina spodních vod nejenom ztěžuje možnost jejich budoucího využití, ale zároveň nám indikuje, že podstatná část současné zemědělské produkce nadužívá neobnovitelné zásoby podzemní vody. Tyto zásoby ubývají rychlým tempem, takže v budoucnosti se může stát, že pěstování v těchto oblastech bude silně omezeno. Jaké by to mělo důsledky, si lze demonstrovat na příkladu Saudské Arábie, která v 90. letech zažívala prudký ekonomický růst díky růstu ceny ropy a mohla si dovolit využívat pro pěstování pšenice čerpanou podzemní vodu. Když se však později v zemi objevily hospodářské problémy a vláda nebyla schopna dále dotovat takto finančně náročný způsob pěstování, spadla arabská produkce pšenice během let 1992 – 1996 o 60 %, což samozřejmě postihlo řadu místních zemědělců a celý trh se musel přeorientovat na dovážení plodin (FAOSTAT, 1992 – 1996).

Znaky poškození a negativních změn také vykazují některé světové veletoky. Nejproblematictější se zdá být situace v Asii, ve které žije nejvíce obyvatelstva, a požadavky na výživu a pitnou vodu jsou tam největší. Mnoho řek v oblasti doslova trpí nedostatkem vody v suché části roku, kdy je enormní potřeba zavlažování. V některých částech kontinentu nedochází během suchého období takřka k žádnému odtoku vody do moře prostřednictvím říční sítě. Tento stav byl dokumentován na řece Ganze a mnoha dalších indických řekách, na čínské Huang He, thajské Chao Phraya a také Amu Dar'ya a Syr Dar'ya v centrální části Asie. Severoafrický Nil a řeka Colorado v Severní Americe vykazují v určitých částech roku minimální odtok (Postel, 1998).

⁵ Viz příloha č. 5 Oblasti s nedostatkem vody (strana 54)

5.1 Střední Asie – Aralské jezero⁶

Oblast „bývalého“ Aralského jezera je další ukázkou toho jak daleko může situace dojít, pokud si lidé neuvědomí, že přírodní prostředí má své limity a že nelze „poroučet větru a dešti.“ Ambiciózní sovětský projekt na přeměnu suché polopouštní oblasti na úrodnou zahradu, za využití vody z řek Amu Dar'ya a Syr Dar'ya, které jsou jedinými přítoky Aralského jezera. V okolí řek a později i v odlehlých částech byla vybudována síť zavlažovacích kanálů, které odváděly vodu z koryt a poskytovaly tak příhodné podmínky pro pěstování bavlníku, který má extrémní požadavky na vodu a insekticidy. Kanály byly vybudovány velice neuměle a velká část (až 60 %) sváděné vody se vsakovala přímo do suché půdy a nedosáhla tak ani svého cíle. Od 60. let začalo jezero vysychat a zmenšovat svou plochu a do konce století se jezero „scvrklo“ na 40 % své původní velikosti (Micklin, 1988). Spolu s nedostatkem vody se však objevil další problém, a to zvyšující se zasolování zbytku jezera potažmo celé oblasti. Dnes zbyly z původně čtvrtého největšího jezera na světě pouze jeho okrajové části na severu a na západě o velikosti jedné desetiny z dřívější plochy. Zbylá část jezerního dna je dnes pokryta vrstvou soli a ta nedovolí vyrůst žádné vegetaci. Z velkého Aralského jezera se za 50 let stala poušť Aralkum (Duchovny, 2003).

5.2 Východní Asie - Čína

Čína je zemí s největší populací na světě, což klade na její území a zdroje obrovské nároky. Přes 1,3miliardy obyvatel potřebuje ke svému plnohodnotnému životu každý den dostatek potravy a pitné vody. V poslední době se však stále častěji ukazuje, že prostředí má limity, které nelze překračovat do nekonečna. Rozšiřování pouště na severu, ničivá sucha na jihu, znečištěné řeky a moře a stále rostoucí populace. Toto jsou hlavní důvody, proč je dnes otázka dostupnosti vody pro Číňany tak akutní a palčivá.

Hlavní příčinou současných čínských problémů je obyvatelstvo, a to zejména počet obyvatel, jejich rozmístění a chování. Jak jsem už psal, v Číně žije přibližně pětina planety, což samo o sobě znamená enormní zátěž na prostředí, nehledě k tomu, že většina obyvatel žije podél mořského pobřeží a velkých řek. Taková koncentrace lidí vede k rapidní spotřebě dostupných zdrojů a také způsobuje silné znečištění. Dalším klíčovým faktorem je pak rozmístění a stabilita vodních zdrojů na území Číny. Oblasti na jih od řeky Yangtze zaujímají necelých 36 % rozlohy Číny, ale zároveň se tam nachází přes 80 % všech vodních zdrojů. Naopak oblasti severněji od Yangtze zaujímají okolo 63 % území, ale nachází se zde

⁶ Viz příloha č. 6 Vysychání Aralského jezera (1957 – 2007) (strana 55)

pouze 19 % vodních zdrojů. Tato nerovnováha způsobuje nestabilitu v přístupu ke zdrojům pitné vody a do budoucna je velkou výzvou pro vládu, jak se s problémem vypořádá.

Již dnes se většina velkých měst musí potýkat s nedostatkem vody v suchých částech roku a to včetně největšího města Peking. Takřka celý sever Číny je nyní závislý na zdrojích podzemní vody, jejichž hladina v posledních letech silně kolísá, a vědci se dohadují, jak dlouho ještě mohou zásoby vydržet. Nejevidentnější je vodní nedostatek v povodí tří severočínských řek: Huang-He, Hai a Huai (WorldBank, 2001). V okolí těchto řek žije zhruba 420 milionů lidí a celá tato oblast se nazývá obilnicí Číny. Pěstuje se zde velké množství plodin a povodí tří řek tvoří až 40 % z celkové obdělávané plochy země. Nejméně na třetině polí v oblasti se pěstuje pomocí závlahového zemědělství, které je velice náročné na vodu. Tato oblast však není pouze zemědělská, ale jsou zde situována také velká města v čele s osmnáctimilionovým Pekingem a dále např. dvanáctimilionový Tianjin. V povodí tří řek se vytváří přes 31 % čínského HDP, nicméně nachází se tam pouze 10 % vodních zdrojů.

Další závažnou hrozbou, která se s rostoucí populací stále zvětšuje, je znečištění. Velká většina čínských řek, jezer a v poslední době už i studní a jiných zdrojů podzemní vody trpí obrovským znečištěním. Je to především kvůli nedostatečné legislativě a nízkým ekologickým standardům. Tisíce továren vypouští do řek odpady a chemikálie, městské čistírny mají nedostatečnou kapacitu pro její zpracování a očištění a některá města nemají čistírny vůbec. Při častých povodních jsou do vody smývány nejrůznější nečistoty, průmyslové látky a jedy, a při deštích se do řek dostávají pesticidy a hnojiva z polí. Toto pak dělá z řek doslova smetiště, což vede k velkým environmentálním ztrátám, ale je to také velmi nebezpečné pro obyvatelstvo. Takto znečištěná voda se již nedá použít ani pro zemědělství nebo průmysl. Podle SEPA⁷ je v zemi kontaminováno na 60 % řek do té míry, že vodu z nich nelze používat pro pitné účely (China Ministry of Environmental Protection, 2006). Známý je případ havárie v chemické továrně v provincii Jilin na severu Číny, kde v roce 2005 uniklo do řeky Songhua přes 100 tun benzenu a nitrobenzenu (BBC News, 2005). Na hladině řeky, která je přítokem Amuru, se utvořila 80 kilometrů dlouhá vrstva chemikálií, které byly splaveny až do moře. Čínské úřady zakázaly používat vodu z této řeky až dva dny po havárii. Podobnou katastrofu zažila v roce 2007 oblast kolem jezera Tai, poblíž delty řeky Yangtze. Toto jezero, které má přes 2000 km² a je zdrojem pitné vody pro 30 milionů lidí, bylo silně znečištěno továrnami a splaveninami hnojiv a pesticidů a přemnožily se v něm řasy a cyanobakterie (The New York Times, 2007). Cena balené

⁷ Čínská agentura pro ochranu prostředí

vody v oblasti vzrostla na šestinásobek a místní vláda byla nucena zavřít 1 300 továren, které byly největšími znečišťovateli. Také se zavázala jezero vyčistit do roku 2012, což se jí s velkou pravděpodobností nepodaří.

Znečištěná však není pouze voda povrchová, ale v posledním desetiletí i voda podzemní (Chinese embassy in the UK, 2006). Se stále většími odběry, klesá stabilní hladina podzemních vod. Například v okolí řeky Hai klesla hladina až o 90 metrů a v okolí Pekingu už musí být vrty hluboké okolo 1000 m. S častým odčerpáváním podzemní vody také souvisí postupné zasolování půdy v okolí studní a také kontaminace studní arsenem, což je přirozený, neantropogenní proces, nicméně četnost a rychlost využívání podzemní vody ho výrazně urychluje.

Čínské úřady přijaly v poslední době některá zásadní opatření proti dalšímu zhoršování situace. Především nabádají k šetření vodou a hospodárnému využívání v zemědělství, provádějí kontroly továren a podniků, kde měří hladinu znečištění, podporují výstavbu a modernizaci čističek. Nicméně snaží se také plánovat kontroverzní projekty, které si kladou za cíl dovést vodu z jihu na suchý sever, pomocí sítě kanálů a potrubí. Původní ideu vyslovil už Mao Ce-tung a současná vláda se k ní vrátila, jako k možnému řešení budoucí situace na severu Číny. Existují tři cesty, kudy chtějí Číňané vést vodu na sever (Water-technology.net, 2010). Západní cesta by měla propojit Žlutou řeku a Yangtze na jejich horních tocích, v místě, kde k sobě mají nejbližší. Pro toto propojení by bylo nutné vybudovat síť velkých přehrad a dále vést vodu dlouhými tunely pod horami. Centrální cesta, jejíž budování bylo zahájeno již v roce 2004, bude svádět vodu z přehrad na řece Han směrem na sever k Pekingu. Vytyčenou trasu křížuje Žlutá řeka, pod kterou bude vybudován obří tunel, a dál již bude voda téct s pomocí gravitace. Tento projekt měl být dokončen v roce 2010, nicméně jeho finalizace byla odsunuta do roku 2014. Problematický je vliv na řeku Han, ze které zmizí prakticky třetina vody. Poslední vodní cesta je na východě země, kde bude využívat Velký Kanál, který spojuje všechny významné řeky a vede od Hangzhou až po Tanjin (1030 km). S rozšiřováním a prohlubováním kanálu se začalo v roce 2002 a práce by měly být dokončeny v roce 2012, ale již při stavbě se vyskytly problémy s šířícím se znečištěním, což značně oslabilo životaschopnost tohoto projektu.

Obří projekty podobného typu mohou způsobit nenapravitelné škody na životním prostředí, přičemž vůbec nemusí splnit to, co si od nich Číňané slibují. Státisíce lidí budou přestěhovány a stát bude muset vynaložit enormní finanční prostředky, spojené s výstavbou a údržbou vodních děl. Vhodnější by podle mě bylo upozorňovat obyvatelstvo na to, čemu

Čína čelí, a jak by se měl chovat každý jedinec. Jak by měl zacházet s vodou a jak by se měl chovat k jejím zdrojům. Až se rozšíří povědomí o potřebě úspor a přátelštějšímu chování k vodním zdrojům, pak Čína může najít stabilitu a udržitelnost.

5.3 Blízký Východ - Jordánsko

Jordánsko je jednou ze skupiny zemí na Blízkém Východě trpící výrazným nedostatkem vodních zdrojů, které by mohly sloužit jeho populaci. Zdroje povrchové vody jsou využívány ve dvakrát větším objemu, než je přirozený limit nutný pro obnovování vody v nich. Poblíž vodních toků se nacházejí stovky ilegálně vyhloubených studní, což přispívá k úbytku vody v oblasti. Roční průměr dostupného množství vody na jednu osobu klesl z 3600 m³/rok (1946) na 145 m³/rok (2007) (Ministry of Water and Irrigation of Jordan, 2009: 2-1). Navíc, populační prognózy odhadují, že počet obyvatel může během příštích dvaceti let vzrůst o dva miliony, tedy až na 7,8 milionu z dnešních 5,87 milionu. To bude znamenat navýšení spotřeby o více než 1/3, což je prakticky nemožné, pokud vidíme, že už dnes nemají lidé vodu odkud brát. Vláda bude muset zajistit Jordáncům přístup k dostatečnému množství vody, a proto se již na přelomu tisíciletí začala věnovat tomuto problému. Vytvořila si národní strategii, která klade důraz především na šetrné zacházení se zdroji, efektivnější využívání pro potřeby průmyslu a měst, a také velké úspory v oblasti zemědělství. V Jordánsku je totiž velmi rozšířené závlahové zemědělství, což je jeden z mála způsobů jak v tamní vyprahlé krajině zvýšit rostlinnou produkci. Odhaduje se, že na potřeby zavlažování jde přes 60 % vodní spotřeby, což je enormní podíl navzdory tomu, že zavlažované plochy tvoří jenom 20 - 25 % využívaného území a celkový podíl zemědělství na HDP Jordánska nepřesahuje 5 % (Ministry of Water and Irrigation of Jordan, 2009: 5-2). Tato území se nacházejí převážně v údolí řeky Jordán a ve vysočinách. Hlavní komodity tvoří: rajčata, lilky, okurky, květák, zelí, citrusy, olivy, hrozny a dokonce banány. Když pomíneme olivy, tak všechny tyto plodiny mají obrovské požadavky na vodu a velká většina zemědělské produkce jde na vývoz, převážně do arabských zemí. Tímto způsobem se Jordánsko připravuje o svoji vodu, de facto ji prodává ve formě ovoce a zeleniny.

Tento stav vznikl především kvůli nedostatečné pozornosti státu na využívání klíčových zdrojů. V současnosti chce stát odkoupit velké zdroje a regulovat využívání pozemní vody pomocí zvýšených daní. Tyto kroky jsou ovšem velmi nepopulární, protože Jordánci si nechtějí připustit omezování svých nároků. Vláda také zavedla vysoké postihy za znečišťování vodních zdrojů a za neefektivní a bezohledné využívání vody. Dále se snaží navýšit objem skladované vody, například údržbou a stavbou nádrží a rezervoárů, a také

rozšířit portfolio zdrojů budováním odsolovacích zařízení. Tento způsob získávání pitné vody je energeticky, technologicky a finančně náročný, nicméně Jordánsko má zásoby ropy, jejichž část je ochotno obětovat, respektive vyměnit za zdroje pitné vody. Stát se také angažuje v distribuční síti a povolil pouze jednoho dodavatele v celé zemi, čímž se vyrovnaly ceny v rámci celého území a pro farmáře je nyní voda dražší. Stát také přispívá na budování čističek odpadních vod a podporuje využívání užitkové a dešťové vody pro zavlažování.

Od konce 90. let Jordánsko investuje velké sumy financí do přestavby a renovace dosavadního potrubí, aby tak předešlo zbytečným ztrátám. V roce 2008 byl zahájen obří projekt za 1 miliardu dolarů, který spojí potrubím hlavní město Amán s 320 km vzdáleným podzemním ložiskem Disi (Hussein et al, 2005). Z této oblasti by mělo být vytěženo na 100 milionů kubickým metrů vody ročně. Dalším mamutím projektem je kanál propojující Rudé a Mrtvé moře (Arbor, 2008: 9). Tento kanál chtějí společně vybudovat Izrael a Jordánsko, aby z něho získávali elektrickou energii a další zdroj vody pro odsolovací zařízení. Projekt je silně kritizován ze strany environmentálních hnutí, nejenom kvůli své nešetrnosti vůči prostředí, ale také kvůli nebezpečí kontaminace ložisek podzemní vody v oblasti. Z mého pohledu jsou takovéto gigantické projekty spíše problémem pro budoucí generace, které je budou muset za velkých investic udržovat, případně rekonstruovat. Nikdo dnes přesně neví, jaká situace bude v oblasti za pár desítek let, proto by místní spíše měli hledat úspory, než si zvyšovat nároky a stále využívat nové zdroje.

Celková částka, kterou chce vláda v příštích 15 letech investovat do zlepšení situace je zhruba 8,2 miliardy dolarů, což odpovídá 160 % Jordánského HDP (2007) (The Jordan Times, 2009). Z toho vyplývá, že pro Jordánce má tento problém klíčovou důležitost a jsou ochotni mu podstoupit velké investice. Nicméně dalo by se také najít řešení s nesrovnatelně menšími vklady a menšími nároky na zdroje a životní prostředí. Stačilo by, kdyby v oblasti omezili pěstování plodin náročných na vodu, které jsou stejně určené na vývoz s velmi malým ziskem pro stát a namísto těchto by se zde pěstovali vhodnější plodiny, šetrné na vodu a celé zemědělství by se stalo udržitelnější. Sektor by zaznamenal úspory ve spotřebě vody, přičemž ta by se stala použitelnou pro jiné účely, například pro města. V oblasti, která je odjakživa chudá na zdroje vody, se zkrátka musí s vodou zacházet šetrně a je třeba si jí vážit. Proto považuji za nejvhodnější řešení úspory a odstoupení od takto náročného zemědělství, jaký se v Jordánsku praktikuje dnes.

5.4 Afrika - Sahel

Na Africkém kontinentu se nachází veletoky jako například: Nil, Kongo, Zambezi a Niger, a také Viktoriino jezero, které je druhé největší na světě, a i přesto je Afrika druhým nejsušším kontinentem na naší planetě. Afrika je také nejméně rozvinutou částí země a zároveň je domovem miliardy obyvatel, převážně těch nejchudších na světě. Miliony z nich trpí nedostatečným přístupem k pitné vodě a základní hygieně. Čtrnáct Afrických zemí již musí čelit takzvanému vodnímu „stresu“, tedy stavu, kdy na jednoho obyvatele je k dispozici méně než 1700 m³ vody na rok, a dalších 11 zemí se dostane do roku 2025 pod tuto hranici (WWF, 2002). Prognózy dokonce říkají, že v roce 2025 bude mít Afrika přes 1,4 miliardy obyvatel a polovina z nich bude pociťovat nedostatek vody. Dalším závažným problémem spojeným s vodou je zdravotní stav obyvatelstva. Téměř polovina obyvatel Afriky trpí nějakým onemocněním způsobeným nedostatečně kvalitní pitnou vodou, jako je například: cholera, tyfus, úplavice nebo diarea, což je „chronický průjem“, ale také různými parazity a bakteriálními onemocněními. Tyto nemoci jsou způsobovány nedostatečným přístupem k upravené pitné vodě, který se za posledních dvacet let, i přes rozsáhlé investice, podařilo zlepšit pouze o 11 procent (WHO/UNICEF, 2008). Africké země jsou příliš chudé a nemají žádnou možnost, jak zlepšit výživové standardy a poskytování hygienických nebo zdravotnických služeb. Jsou zcela odkázány na pomoc zvenčí, která sice přichází, nicméně její efektivnost je přinejmenším spekulativní (WorldBank, 2007). Oblastí, kde je voda nedostatkovou komoditou, je na Africkém kontinentu několik. Prezentovat budu dva regiony v Sub-Saharské oblasti, které jsou hustě osídlené, a protože jsou navíc i velmi chudé, tudíž jsou tam problémy s nedostatkem vody nejnaléhavější.

5.5 Africký Roh

Prvním regionem je Africký roh, oblast na východě kontinentu zahrnující Etiopii, Somálsko, Eritreu a Džibutsko. Toto území je sužováno častým suchem a v posledních dekadách se tam objevily opakující se hladomory. Africký roh je domovem bezmála sta milionů lidí, z nichž většina žije ve vnitrozemské Etiopii (75 milionů). Většina obyvatelstva je závislá na zemědělství, které tvoří přes 50 % HDP a 80 % zaměstnanosti (World Factbook, 2010). Zemědělství v Africkém rohu je však vážně narušováno pravidelnými obdobími sucha a degradací půdy, které jsou dědictvím radikálních zásahů do tamního prostředí. V posledních šedesáti letech trpí Etiopská krajina neustálým odlesňováním, přepásáním a nadměrnou koncentrací obyvatel v některých oblastech. Hlavní zemědělskou komoditou je káva, jejíž pěstování je náročné na vodu a také na půdu, a pro získání této půdy bývají

káceny lesy. Etiopie je druhým největším africkým producentem kukuřice a největším chovatelem dobytka. Většina zemědělských produktů je určena na vývoz, což oslabuje místní trh a působí značné problémy v zásobování místních lidí. Kvůli rozšiřování pěstebních ploch a pastvin bylo za posledních 50 let zničeno téměř 90 % lesních porostů v zemi (EarthTrends, 2003). Takto rapidní úbytek lesních ploch je příčinou ničivých období sucha a narušení funkce krajiny - zadržovat vodu. Lidé jsou nuceni čerpat vodu ze studní a tu pak používají na zavlažování. Studny bývají přečerpávány a hladina podzemní vody klesá. Opět jsme svědky toho, že jsou uskutečňovány další zásahy do životního prostředí, místo optimalizování a efektivnosti v používání zdrojů. Řešením by pro Etiopii mohlo být obnovení, které by postupně navrátilo regionu jeho dřívější klima a s ním i vlhkost a srážky. Přirozeným prostředím kávovníku je les. Dnes už víme, že udržitelným lesním hospodařením lze dosahovat podobných výnosů, jako při plantážovém způsobu pěstování, ale mnohem vyšší kvality kávy, při několikanásobně menších požadavcích na vodu a hnojiva (Rainforest Alliance). Navíc, pěstování v Africkém rohu se dnes objemem nemůže srovnávat s velkopěstitelí jako je Brazílie, Vietnam, Kolumbie a Indonésie. Proto bych považoval za rozumné zaměřit pěstování na udržitelnost a kvalitu produktů. Etiopská káva by se tak mohla vrátit do světové špičky, kam nepochybně patří, a krajina by si udržela svou rozmanitost a přirozenost.

5.6 Jezero Čad⁸

Druhým regionem je oblast v sousedství jezera Čad ve střední části Sahelu. Toto jezero bylo zdrojem vody a obživy pro miliony obyvatel z okolních zemí Čadu, Kamerunu, Nigérie a Nigeru. Jezero Čad leží na jižním okraji Saharské pouště a dříve bylo jednou z nejrozsáhlejších vodních ploch na Africkém kontinentu a jeho okolí bylo oázou rozmanitosti rostlin a živočichů. Za posledních padesát let se však plocha jezera dramaticky zmenšila. Celá oblast je dnes suchá, aridní a po někdejší biodiverzitě zůstaly pouze zlomky. Jednou z příčin vysychání je proměnlivost klimatu v oblasti, ale velkou měrou se na tom také podíleli sami lidé. Na březích jezera i v okolí jeho přítoků bylo tradičně využíváno závlahové zemědělství, které expandovalo s rostoucí populací, a negativně tak ovlivnilo vodní rovnováhu v regionu. V průběhu šedesátých let v oblasti ubylo srážek, ale zároveň se rozšiřovaly zavlažované plochy, což vedlo k úbytku vody v jezeře, které sice mělo velkou plochu, ale bylo poměrně plytké (UNEP, 2007). Jezero se zmenšilo o více jak 90 %, z 25 000 km² v roce 1963 na méně než 1500 km² dnes. Oblast Čadského jezera je domovem pro více jak 20 milionů lidí, kteří jsou ohroženi nedostatkem vody, a kteří jsou nuceni

⁸ Viz příloha č. 7 Ústup Čadského jezera (1963 – 2001) (strana 55)

přeorientovat své zemědělství na méně náročné plodiny. Spolu s úbytkem vody v jezeře ubylo také ryb, až o 60 %, což značně narušilo přísun výživy pro obyvatele a připravilo mnoho z nich o práci (FAO, 2009). Místní lidé se snažili zareagovat zvýšením množství skotu, který zde chovali, ale to způsobovalo další degradaci půd, a snížilo plochu pastvin o 40 %. Kompetice o zdroje vody, navíc v příhraničním regionu, je spouštěcím mechanismem pro migraci a případné konflikty. V roce 1964 byla založena Lake Chad Basin Commission, která sdružuje státy sdílející jezero, plus Středoafričskou Republiku. Její sídlo je v N'djamena v Čadu a tato komise si klade za cíl sjednotit postupy všech členských států, vedoucí k ochraně jezera a jeho postupné revitalizaci. Jezero bylo na začátku roku 2010 úspěšně začleněno pod ochranu Ramsarské Konvence a bylo uznáno za mokřadní oblast mezinárodní důležitosti (WWF, 2010). Společný postup zemí v Lake Chad Basin Commission, s pomocí mezinárodních institucí, by mohl znovu vrátit jezero Čad na mapu, a spolu s ním i vodu, potravu, ryby a mnoho dalších druhů rostlin a živočichů. Byla by nesmírná škoda připravit se o toto krásné jezero, a proto doufám, že iniciativa za jeho záchranu přišla ještě v čas, a jezero Čad se podaří obnovit do jeho předešlé velikosti.

6 Možná řešení nedostatku vody a vhodný water management

Ve stále více zemích a regionech narůstá nerovnováha mezi velikostí populace a dostupnými zásobami vody. Pokud v určité oblasti klesne objem dostupné vody pod hranici 1700m³ na osobu na rok, označuje se tento stav jako vodní stres (UNEP/Grid-Arendal, 2001). Stejně tak, pokud dosahuje objem odběrů více než 20 % z celkového objemu obnovitelných zdrojů. Vodní stres nemusí nutně znamenat bezprostřední ohrožení populace, ale v některých případech znemožňuje zajištění potravinové soběstačnosti a zároveň uspokojení požadavků rostoucích měst, průmyslu a domácností, což brání rozvoji daného regionu. V takovém případě je třeba hledat způsoby, jak ušetřit vodní zdroje, a zároveň uspokojit poptávku obyvatel.

Mezi základní principy a metody, by měly patřit zejména, úspory na straně uživatelů, ale také hospodárnější využívání zdrojů a celkové zvýšení efektivity nakládání s vodou. Za pomoci nových technologií, rozumné hospodářské strategie a vhodných cenových politik, lze dosáhnout výrazných úspor. Tím se sníží zatížení životního prostředí, a změna chování spotřebitelů by měla pomoci, zajistit dlouhodobou udržitelnost a stabilitu.

6.1 Změny a úspory v zemědělství

Největším odběratelem vody je zemědělský sektor. Uvádí se, že spotřebovává až 70 % z celkového objemu užití vody (FAO, 2005). Je to tedy právě zemědělství, které by mělo být zefektivněno, aby se ušetřilo nejvíce zdrojů. Především deštěm zavlažované zemědělství musí projít zásadní proměnou. V současnosti na tomto způsobu pěstování plodin závisí přes 60 % obyvatelstva Sub-Saharské Afriky a až 75 % obyvatelstva Jižní Asie. Přitom výkonnost produkce, na jednotku plochy, v těchto chudých zemích, je pět až šestkrát menší, než výkonnost evropského zemědělství (The Millenium Project, 2008). Pokud bychom dokázali upravit zemědělské postupy, používané v rozvojových zemích, výrazně bychom přispěli ke zvýšení produkce základních zemědělských komodit. Zvýšená produkce může nasytit více lidí, zajistit více práce pro místní obyvatelstvo, zvýšit příjmy obyvatel, čímž se sníží chudoba.

Mezi základní limity zemědělství v rozvojových zemích patří jejich klimatické podmínky. Jedním z klíčových problémů je například nerovnoměrné rozložení srážek v průběhu roku.

Často se opakující sucha uprostřed zemědělské sezony způsobují velké ztráty na úrodě. Možným řešením, jak zajistit i v průběhu sucha dostatek vody pro závlahy, je tzv. „rainwater harvesting“, tedy sbírání a zadržování dešťové vody. Tento proces nemusí být nákladný ani náročný, stačí například pouze vybudování rezervoárů, malých přehrad nebo koryt, které mohou pojmout dostatečné množství dešťové vody, kterou zemědělci použijí v době nedostatku. Studie z Indie prokázala, že při dodatečných závlahách v období sucha, trvajícího tři týdny, vzrostla produkce plodin až o 50 % (Stockholm Environment Institute, 2009).

Další oblastí, ve které lze výrazně zefektivnit využívání vody, jsou zavlažovací systémy. Velmi často se pro zavodňování polí používají zastaralé postupy a metody, při kterých dochází k únikům a velká část vody zůstává nevyužita. Hlavním zdrojem vody pro závlahy bývají často povrchové zdroje, jako řeky a jezera, nebo také podzemní zdroje a studny. Tímto způsobem, jsou nadužívány zásoby pitné vody, místo abychom pro zemědělské potřeby využily vodu užitkovou nebo odpadní, která je pro tento účel vyhovující. Zcela běžně se můžeme setkat se zavlažováním pomocí kanálů nebo postřikovačů. Při těchto postupech, kdy je voda vedena v otevřených korytech nebo rozstříkována na povrch půdy, se většina vody vypaří, odteče nebo se vsákne, aniž by byla rostlinami vstřebána. Při vysokém výparu také dochází k vzlínání vody z větších hloubek, která s sebou nese soli. Postupně se zvyšuje koncentrace těchto solí v povrchové vrstvě zeminy, tato půda degraduje a dále je nevyužitelná pro pěstování plodin. Existují však nové postupy, využívající moderních technologií, které jsou výrazně šetrnější. Jejich zavádění sice znamená vyšší investice, nicméně ty se za určitou dobu vrátí, ve formě ušetřené vody.

Současné moderní zemědělství využívá například systémy na bázi kapkové závlahy, které jsou mnohem méně náročné na spotřebu vody, a přitom zachovávají vysoké výnosy plodin (Broker, 1990). Takový systém je vlastně sítí trubiček, které jsou rozmístěny na povrchu půdy, a pod tlakem je do nich vháněna voda. V trubičkách jsou v pravidelných vzdálenostech otvory, kterými voda „vykapává“ ven a zavlažuje pouze bezprostřední okolí každé rostliny, nebo jsou trubičky dovedeny přímo ke kořenům. Pomocí této sítě lze také aplikovat hnojiva a jiné přípravky, čímž lze snížit celkový objem použitých látek. Nevýhodou těchto systémů je jejich technologická náročnost, a nutnost mít u každého zdroje čističku.

Jedním z průkopníků tohoto způsobu zavlažování byl Izrael, jehož území se již po staletí potýká s omezeným zdrojem vody, především kvůli své poloze a přírodním podmínkám

(Fedler, 2002). Dnes je tento způsob závlah rozšířený také na jihu a západě USA, v jižní Evropě, v Austrálii, ale také v Indii. Tato území totiž trápí stejný problém, kterým je dlouhodobý úbytek vody. Proto jsou tamní zemědělci nuceni hledat úspornější opatření, aby byli schopni zachovat své výnosy. Podobně by se však měli snažit všichni zemědělci na celém světě, abychom byli schopni vyprodukovat „more crop per drop.“

6.2 Úspory v rámci průmyslového sektoru a lidských sídel

Úspory se však netýkají pouze zemědělského sektoru, ale také průmyslu a lidských obydlí. Za zmínku stojí, že kvůli starému a neudržovanému potrubí, se může ztrácet až polovina vody, než dorazí od zdroje k uživateli (The Millenium Project, 2008). Tato voda se samozřejmě neztrácí doslova, ale na určitou dobu se stává nedostupnou, a musí být nahrazena novou vodou, což přispívá k nadměrnému využívání zdrojů. Dalším faktorem je cena vody pro průmyslové podniky, která jim umožňuje odebírat libovolné objemy, i když je ve skutečnosti nevyužijí. Tento stav také nenutí závody a továrny hledat úsporná opatření, nebo zavádět šetrnější technologie, aby ušetřili vlastní zdroje.

Výše zmiňovaný problém s nekvalitní potrubní sítí trápí města po celém světě. Je to tedy problém společný, jak rozvojovým, tak rozvinutým zemím. Ty rozvinuté se ho snaží eliminovat, ale ty rozvojové na to nemají prostředky. Dochází-li k únikům pitné vody, okrádání jsou především spotřebitelé, tedy obyčejní lidé. V rozvojových zemích jsou také časté případy záměrného poškozování potrubní sítě, ilegální odběry a prodej takto získané vody na černém trhu.

Vlády vyspělých zemí se navíc snaží zvýšit efektivitu užívání a přimět své obyvatele, aby zbytečně neplývali vodou. Například úřady států Kalifornie a Nevada investují každým rokem obrovské sumy do zlepšení potrubních systémů, a také apelují na své občany, aby zacházeli s vodou hospodárně. Jednou z moderních metod, kterou se snaží ušetřit vodu v domácnostech, je takzvaný xeriscaping, nebo xerogardening (Southern Nevada Water Authority, 2010). Jeho princip spočívá v tom, že na svých pozemcích a zahradách, by měli obyvatelé semiaridních oblastí pěstovat suchomilné rostliny, jako jsou například kaktusy, sukulenty, agáve, skalničky a jiné byliny a stromy, namísto tradičního prototypu „americké“ zahrady, ve které je hlavní složkou trávník, k jehož údržbě je potřeba velké množství vody. Taková suchomilná zahrada potřebuje výrazně méně vody a péče, a zároveň dokáže efektivněji zadržovat vodu v rostlinách a půdě.

Podobných opatření existuje celá řada. Mezi základní patří například „recyklace“ odpadní vody využitelné v zemědělství nebo průmyslu (EUWI, 2006). Pro potřeby průmyslových zařízení, ale i při domácích pracích lze používat užitkovou vodu, tedy ne nutně vodu pitnou. Například na splachování toalet, na zalévání zahrad nebo polí nám může stejně dobře posloužit dešťová voda. Na chlazení reaktorů, pro účely chemického průmyslu, ale i na smývání znečištění, bychom mohli používat užitkovou vodu, která by se v čistíčkách recyklovala a používala pouze pro tyto účely. Klíčové tedy je, aby si každý stát dokázal v rámci svých možností pohlídat efektivitu využívání vody, a nastavil vhodnou cenu, aby nedocházelo k plýtvání.

6.3 Cena vody jako možné řešení pro zvýšení efektivity

Jedním z hlavních faktorů, proč lidé zacházejí s vodou, jako s něčím samozřejmým, je její cena. Jako u všech surovin, tak i u vody platí, že čím je její cena nižší, tím si jí spotřebitelé méně váží. Například v zemědělství bývají často nastaveny ceny jako paušální nebo tarifní, tedy platí se za určité období a ne za skutečně odebraný objem vody. Toto v podstatě umožňuje zemědělcům, aby čerpali více vody, než kolik ve skutečnosti potřebují, jelikož mají předplaceno například na celý rok. Časté jsou případy, kdy jsou zavlažovací zařízení v provozu prakticky nepřetržitě i navzdory tomu, že kapacita rostlin pro přijímání vody je omezená.

Přehodnotit by se také měly politiky zemědělských dotací na spotřebovanou vodu. Například pěstitele rýže a pšenice v Kalifornii spotřebovávají zhruba 20% vody v tomto státě, a navíc dostávají vodu za sníženou cenu, kterou dotuje stát. Celková výše těchto dotací se vyšplhala až na závratných 400 milionů dolarů ročně (The Millenium Project, 2008). Obyvatelstvo má tedy k dispozici méně vody, která je dražší, a navíc doplácí prostřednictvím daní svým zemědělcům, pouze proto, aby byla zachována produkce v této oblasti.

Stejně tak voda pro domácnosti a pro průmysl bývá často za velmi nízké ceny, protože její spotřeba je vysoká a zároveň je dostatek zdrojů. Takto nastavená cena rozhodně neodpovídá skutečné hodnotě vody, a výsledkem je, že si jí lidé neváží. To vede k nehospodárnému a neefektivnímu využívání vody, a jsou kladeny vysoké nároky na životní prostředí.

S rostoucí populací a spotřebou rostou také náklady na získávání vody a její úpravu. Proto by měla cena vody odpovídat její dostupnosti v dané oblasti, a také by se měl upravit sazebník pro zemědělce a pro průmysl, aby nedocházelo k plošnému plýtvání a únikům.

Klíčové je tedy nastavit ceny na takovou úroveň, aby se zamezilo nevhodnému využívání. Až se spotřebitelé začnou chovat disciplinovaně a zvýší se úspory, může se cena vody snižovat.

6.4 Privatizace zdrojů jako možné řešení pro zvýšení dostupnosti

Druhým extrémem je situace v mnoha rozvojových zemích, ve kterých je přístup k nezávadné pitné vodě omezen. Místní obyvatelé musí často vodu kupovat na černém trhu, kde se její cena pohybuje o několik řádů výše. Například v nigerijském Lagosu je tato cena desetkrát vyšší, než cena vody pro domácnosti, připojené k potrubnímu systému. V pákistánském Karáči ceny vody na černém trhu převyšují běžnou cenu až třicetinásobně. Řešením tohoto problému by mohla být privatizace některých zdrojů pitné vody.

Podle Frederika Segerfeldta, by se soukromý sektor mohl lépe postarat o vodní zdroje a jejich využívání (Segerfeldt, 2005). Mohl by také nastavit vhodnou cenu vody, tak aby nedocházelo k vydírání chudých a potřebných lidí, a také by se mohl postarat o zlepšení přístupu všech obyvatel ke zdrojům pitné vody. Argumentuje případovými studii z rozvojových zemí. Například v Guinei mělo před privatizací v roce 1989 přístup k pitné vodě pouze 20 % městského obyvatelstva a v roce 2001 to již bylo 70 %. Druhou věcí je, že cena vody v soukromých rukou několikanásobně vzrostla⁹, nicméně autor hodnotí tuto situaci jako výhodnější, než kdyby k vodě měla přístup pouze malá část obyvatelstva. Otázkou tedy není, zda je privatizace zdrojů pitné vody dobrá nebo špatná, ale zda je výhodnější, když má přístup k pitné vodě více lidí, i když za zvýšenou cenu, než když má přístup k ní pouze část obyvatelstva a zbytek je nucen kupovat si ji z ilegálních zdrojů. Přístup k nezávadné pitné vodě by měl být základním lidským právem a je pouze na vládách rozvojových zemí, jak ho chtějí dosáhnout. Pokud je v jejich silách zpřístupnit dostatek vody pro všechny, měla by tato iniciativa být jedním z pilířů jejich rozvoje. Pokud však nemá vláda dostatek prostředků, expertů ani kapacit, jak zajistit všem pitnou vodu za dobrou cenu, měla by převést část zdrojů do soukromých rukou, a pouze dohlížet na to, aby tržní ceny odpovídaly standardu dané země.

⁹ *Cena za m³ stoupla z 15 centů na necelý 1 dollar, ale i přesto je nižší než cena nelegálně odebrané vody, prodávané na ulici.*

7 Alternativní zdroje sladké vody a potenciál využití mořské vody

V posledních sto letech vzrostly několikanásobně nároky na vodu. Lidé se proto snaží vytvářet nové zdroje, aby mohli uspokojit svou spotřebu. S rostoucím počtem obyvatel na planetě však již brzy nebude stačit rozšiřování nádrží, budování přehrad a hledání nových zdrojů podzemní vody. Je potřeba najít alternativní zdroje a způsoby, jak zajistit dostatek vody pro všechny. A právě tímto zdrojem pro nás může být slaná voda, které je v mořích a oceánech obrovské množství a doposud jsme ji využívali pouze omezeně.

7.1 Odsolování mořské vody

Jedním ze způsobů, jak využívat vodu z moří, je odsolování, při němž se z mořské vody pomocí výparu a opětovné kondenzace oddělují ionty solí, čímž se voda destiluje. Destilovanou vodu pak lze upravovat na pitnou, nebo ji můžeme používat pro potřeby průmyslu a zemědělství. Odsolovací proces je technicky velice náročný a proto také finančně velmi nákladný. Využívají ho především rozvinuté, bohaté státy, nebo země s dostatkem ropy a jiných fosilních paliv, jimž nečiní problémy zásobování takových zařízení energií.

V současnosti existuje přes 15 000 odsolovacích zařízení po celém světě, z nichž zhruba polovina leží na Blízkém východě (Dickie, 2007). Další země, které využívají tento způsob získávání vody, jsou například Spojené státy, Španělsko nebo Austrálie. V blízké budoucnosti je očekáván výrazný nárůst počtu odsolovacích zařízení v Indii a především v Číně. Zejména kvůli nedostatku kvalitní vody v těchto zemích, ale také kvůli tomu, že v těchto stanicích také lze recyklovat kontaminovanou nebo znečištěnou vodu.

Vlády a soukromý sektor by se měly společně podílet na výzkumu, s cílem snižovat energetickou náročnost odsolování a zvyšovat jeho efektivitu, čímž by ho učinili více konkurenceschopným a přístupným. Jednou z možností je spojit výrobu energie, při které je potřeba voda na chlazení reaktorů s odsolováním. Voda, která by byla uzavřena v tlakových komorách, by se současně destilovala a ochlazovala reaktor. S pomocí dalších technologických vylepšení, jako jsou účinnější membrány nebo reverzní osmóza, lze zvýšit účinnost, a tím snížit náklady. Odsolování mořské vody by se tak mohlo v blízké době stát více využívaným zdrojem a pomohlo by snížit závislost naší společnosti na tradičních

zdrojích vody. Existuje však stále řada otázek, jako jsou například dopady na životní prostředí, vysoká nákladnost a nízká efektivita, které brzdí rozvoji tohoto odvětví.

7.2 Slanovodní zemědělství

Další možností, jak využít mořskou vodu je takzvané slanovodní nebo mořské zemědělství. V současnosti jsou hojně rozšířeny rybí farmy a farmy na chov ústřic a krevet. Zvýšená produkce mořských plodů a ryb by mohla částečně nahradit tradiční živočišnou výrobu, jež je největším konzumentem obilnin, a tedy i vody do nich vložené. Navíc by se dalo mořské pobřeží využívat pro pěstování speciálních druhů rostlin na výrobu biomasy, což by opět ušetřilo ornou půdu a vodu. Některé rostliny, které jsou tolerantní vůči brakické nebo slané vodě, jako například *Salicornia*, jsou schopny dosahovat vyšších výnosů na jeden hektar, než tradiční zemědělské plodiny (Rozema et al, 2008).

S pomocí moderního bioinženýrství by se nám mohlo podařit vyšlechtit odolné odrůdy rýže a jiných obilnin, tolerantní k vyšší salinitě, k jejichž závlahám by se využívala mořská nebo brakická voda. Tento způsob zemědělství by byl velice vhodný pro zemědělství v deltách řek, jako je Ganga, Nil nebo například Dunaj, které se už dnes musí potýkat se zvyšující se hladinou moře a stoupající salinitou půdy a vody. Spojení úrodných naplavenin s dostatkem vody na závlahy by zaručilo vysokou výnosnost, a také nová pracovní místa v tradičním zemědělském sektoru.

Slanovodní zemědělství může představovat zajímavou alternativu k tradičnímu způsobu pěstování plodin, s velkým potenciálem, ovšem při výrazně nižší náročnosti na hnojiva, půdu a především sladkou vodu. Mohlo by nám pomoci zvýšit produkci potravin, zajistit nové zdroje biomasy, nová pracovní místa v rozvojových zemích a především by uvolnilo půdu a vodu, pro které bychom jistě našli mnoho jiných využití.

7.3 Obnovování lesních porostů – efektivní způsob uchování vody v krajině

Nelze se však spoléhat pouze na získávání nových zdrojů, ale stejně důležité je zachovávat ty stávající, a snažit udržet vodu v krajině v co největší míře. Tohoto efektu lze dosáhnout obnovou vegetace, především vykácených lesů, které dokážou zadržovat velké množství vody, příznivě upravují mikroklima a také přispívají k urychlení koloběhu vody. Ve světě existuje mnoho regionů, které se potýkají s úbytkem vody způsobeným odlesněním. Hlavním důvodem, proč bývají lesy káceny, je zábor půdy pro zemědělství. V rozvojových

zemích především monokulturní plantážnictví, které ještě zesiluje úbytek vody z krajiny. Často je nutné používat závlahy, což může vést k degradaci půdy a zdrojů podzemní vody. Navíc v oblastech, ve kterých spadne v krátkém období velké množství srážek a nejsou dostatečně porosteny vegetací, dochází k tomu, že dešťová voda se nevsakuje do země, ale stéká po povrchu a odplavuje s sebou půdu. Tento problém je výrazný například na ostrovech Indonésie. Pokud by však byly lesy zachovány, nebo jenom selektivně vykáceny malé plochy, úbytek vody by nebyl tak markantní.

Obnova lesních porostů může pomoci vrátit vláhu do krajiny, tím zvýšit kapacitu zdrojů v oblasti, a také přinést více dešťů, čímž se sníží závislost místního zemědělství na závlahách. Lesní porosty nám dávají mnoho výhod, a proto by měla být všeobecnou snahou jejich maximální ochrana a obnova vykácených ploch. Zachování přirozeného rázu krajiny, mikroklimatu a biodiverzity, je totiž důležitější a dlouhodobě výhodnější, než drancování přírody kvůli vyšším ziskům.

8 Water footprint a obchod s virtuální vodou¹⁰

8.1 Virtuální voda

Pojem virtuální voda byl poprvé použit v roce 1994, když jím Tony Allen důvtipně nahradil dříve užívané pojmenování tzv. vody vložené, „embedded water.“ Význam tohoto pojmu není složitý. Je jím myšlena voda, vložená do produktů, při jejich výrobě. Voda je potřebná při produkci potravin a zemědělských komodit, jako jsou například: obiloviny, zelenina, ovoce, maso a mléčné výrobky. Množství vody, které je při výrobě těchto produktů spotřebováno a obsaženo ve výrobku se nazývá „virtuální voda.“ Kupříkladu, pro vypěstování jednoho kilogramu pšenice potřebujeme zhruba 1000 litrů vody a na jeden kilogram masa spotřebujeme vody pětkrát až desetkrát tolik. Kdyby se všichni lidé na Zemi stravovali podle západních návyků, u kterých je maso základní složka, zemědělství by spotřebovalo až o 75 % více vody, než je tomu dnes.

Na zemědělskou výrobu se v současnosti využívá kolem 70 % z celkového objemu sladké vody odebírané z prostředí. To nám ukazuje, jak silný vliv má výživa populace na využívání vodních zdrojů. Změna našich návyků by mohla zpřístupnit vodu také pro jiné účely, ale virtuální voda není pouze o výživě nebo stravování. Její podstatnou částí je také obchod,

¹⁰ Viz příloha č. 8 Globální water footprint (vybrané aspekty) (strana 56)

a ten dělá z „pouhé“ vložené vody celosvětové téma. Kupříkladu země regionu MENA¹¹ na přelomu milénia, dovážely přes 50 milionů tun obilí ročně, což odpovídá 50 kubickým kilometrům sladké vody, vložené do obilí (Allan, 2003: 5,6). Tento objem je adekvátní ke zhruba třetině objemu všech vodních zdrojů těchto zemí. Na tomto příkladu lze dokumentovat, že obchod s virtuální vodou není zanedbatelným, či teoretickým fenoménem, ale účinným prostředkem, jak ušetřit drahocennou vodu v nedostatkových regionech.

8.2 Water footprint – vodní stopa¹²

Objem virtuální vody obsažené v produktu nám říká určitou informaci o tom, jaký dopad na životní prostředí má konzumace daného výrobku. Znalost obsahu vody v nás také vytváří povědomí o kategorizaci produktů dle objemu vody vložené, a podle těchto kategorií se snadněji posuzuje, ve které oblasti lze efektivně šetřit vodu.

V roce 2002 představili Hoekstra a Hung koncept „water footprint“, vodní stopy, který je analogií, k již dříve používaným pojmům, ekologická stopa nebo uhlíková stopa (Hoekstra, 2010). Na rozdíl od ekologické stopy, která sleduje rozlohu zemědělských ploch, potřebných pro přežití určité populace, vodní stopa sleduje objem vody, který je nezbytný pro uspokojení potřeb dané populace. Společným znakem obou konceptů je převod spotřeby populace a jejího vlivu na využívání přírodních zdrojů. Water footprint nám tedy ukazuje propojení mezi spotřebou vody, využíváním vodních zdrojů a hospodařením s nimi a světovým obchodem.

Vodní stopa bývá obvykle vyjádřena objemem spotřebované sladké vody za jeden rok. Zaměření na sladkou vodu je pro tento koncept klíčové, protože právě sladká voda je vnímána jako vzácný a omezený zdroj. Water footprint staví své základy na virtuální vodě, tedy na celkovém objemu použité vody, která nemusí aktuálně být v tekuté formě, ale může být také vložená do nejrůznějších produktů. Vodní stopa tedy sleduje, kolik vody skutečně spotřebováváme, ať už chceme vypočítat spotřebu jednotlivce nebo například celého státu, což může být efektivním ukazatelem o udržitelnosti nebo závislosti dané země na vodních zdrojích.

Celkový objem vody použitý na výrobu věcí, nebo na zemědělství, v rámci jedné země, nevypovídá přesně o tom, kolik vody populace daného státu skutečně spotřebovává. Pokud

¹¹ *Middle East & North America*

¹² *Viz Příloha č. 9 Průměrný národní water footprint za období 1997 – 2001 (strana 57)*

například dováží některé zemědělské komodity, měly by tyto být přepočítány na virtuální vodu a přičteny k celkovému objemu spotřebovanému v dané zemi. Pokud je naopak vyváží, měl by být objem vyvezené virtuální vody od celkového objemu odečten. Číslo, které vznikne součtem celkové domácí spotřeby a objemu přivezené vody se nazývá water footprint státu. Vodní stopa může sloužit jako silný nástroj, s jehož pomocí lze lidem ukázat jejich vliv na prostředí a zdroje.

8.3 Druhy virtuální vody

Virtuální vodu lze rozdělit na několik druhů, abychom ji mohli lépe rozlišit a specifikovat. Podle původu vody, která je obsažená v produktech, rozlišujeme virtuální vodu modrou, zelenou a šedou.

- a) Jako modrou označujeme vodu, která se vyskytuje v jezerech, řekách a jiných povrchových zdrojích a také vodu, která je zachycena v podzemí.
- b) Zelená voda je označení pro půdní vláhu a vodu, která je vstřebávána a odpařována rostlinami.
- c) Šedá virtuální voda je označení pro vodu, která byla během výrobního procesu znečištěna nebo jinak znehodnocena. Tato voda může být různého původu, ať už je to srážková voda, která se v půdě kontaminuje hnojivy a pesticidy, nebo se může jednat o původně modrou vodu, která se při průmyslové výrobě znehodnotila.

Hlavní rozdíl mezi modrou a zelenou virtuální vodou je především v jejich skupenství. Modrá se totiž vyskytuje ve formě tekuté vody, kdežto zelená je většinou ve skupenství plynném. Od toho se také odvíjí rozdílné možnosti využití této vody. Modrou, tedy kapalnou vodu, lze použít v zemědělství při umělém zavlažování, nebo pro potřeby průmyslu, který je také významným spotřebitelem vody. Možnosti přímého využívání zelené vody, která je pro nás prakticky nedostupná, jsou velmi omezené. Nicméně zelená voda má pro nás velkou důležitost a to především jako nezbytný a nenahraditelný zdroj pro veškerou vegetaci, ať už divokou nebo kultivovanou. Tato vegetace vytváří biomasu a zajišťuje obživu jak pro nás, tak pro všechny suchozemské tvory. Zelené virtuální vody je na naší planetě téměř dvakrát více, než modré, ale je jí věnována jenom malá pozornost vědců a odborníků. Kdybychom dokázali zefektivnit využívání zelené vody a zvýšit produkci biomasy, získali bychom z přírody mnohem více zdrojů, potravy i energie (The University of British Columbia, 2008).

8.4 Virtuální voda v produktech¹³

Tabulka 1. Voda obsažená ve vybraných produktech a jejich podíl na využívání vody

Druh produktu (množství) / Objem virtuální vody vložené do produktu (v litrech)	Globální spotřeba vody na tento produkt (ročně) / podíl na světovém využívání vody (%)	Spotřeba vody pro produkci směřující na světové trhy / podíl na světovém pohybu virtuální vody
Ječmen (1kg) / 1300 l	190 mld. m ³ / 3 %	20 mld. m ³ / 1.5 %
Kukuřice (1kg) / 900 l	550 mld. m ³ / 8 %	40 mld. m ³ / 3%
Rýže (1kg) / 3400 l	1350 mld. m ³ / 21 %	75 mld. m ³ / 6%
Pšenice (1kg) / 1300 l	790 mld. m ³ / 12 %	75 mld. m ³ / 6%
Sója (1kg) / 1800 l	290 mld. m ³ / 4,5 %	
Káva (1kg) / 21000 l (1 šálek / 125 ml) / 140 l	120 mld. m ³ / 2 %	80 mld. m ³ / 6%
Třtinový cukr (1kg) / 1500 l	220 mld. m ³ / 3.5 %	
Vepřové maso (1kg) / 4800 l		
Hovězí maso (1kg) / 15500 l		
Drůbeží maso (1kg) / 3900 l		
Vejce (1ks) / 200 l		
Mléko (1litr) / 1000 l		

¹³ Virtuální voda v produktech vyjadřuje, kolik vody je nutné použít pro výrobu daného produktu. Většinou se uvádí v litrech potřebných a výrobu 1kg produktu, nebo ve specifických případech na výrobu menšího množství, které nám dokáže blíže poukázat na výrobní náročnost daného produktu. Například 1kus ovoce, 1šálek nebo sklenice nápoje. Zdroj: WaterFootprint.org – Product Gallery

8.5 Potenciál konceptu: Virtuální voda jako nástroj pro dosažení bezpečnosti a zvýšení efektivity využívání zdrojů

Obchodování s virtuální vodou jako takové není žádnou novinkou. Je staré jako sama směna zboží a potravin. S tímto zbožovým obchodem, především s potravinami, je spojen tok vložené vody ze země vyvážející do dovážející země. Dovážející země tak mohou ušetřit vlastní vodu, kterou by musely vynaložit na výrobu těchto produktů, a případně ji využít jiným způsobem. Z tohoto úhlu pohledu tedy lze na virtuální vodu nahlížet, jako na alternativní zdroj vody. To bylo také jednou z hlavních myšlenek Tonyho Allana, který je otcem tohoto konceptu. Tedy, že virtuální voda může být nástrojem pro řešení geopolitických problémů a může zamezit konfliktům o zdroje vody.

Dalším faktorem, který je potřeba zmínit, je ekonomická teorie komparativních výhod. Ta nám říká, že pro státy je výhodné vyvážet zboží, které mohou snadno a levně vyrábět, a naopak dovážet zboží, jehož výroba je pro ně nevýhodná a drahá. Když tuto teorii aplikujeme na vodu, jako druh zboží, respektive komoditu, vyjde nám najevo, že země trpící nedostatkem vodních zdrojů by rozhodně neměly vyrábět zboží, které je náročné na spotřebu vody (Turton, 2000). Naopak by ho měly kupovat a využít svou komparativní výhodu v produkci zboží, které není tak náročná na vodu, tudíž výhodnější. Toto řešení vede k uvolnění tlaku na využívání omezených vodních zdrojů a přispívá k dosažení vodní soběstačnosti. Kdybychom tuto teorii pojali globálně, mohli bychom dosáhnout velkých úspor ve spotřebě vody.

Ve světě je jenom pár zemí vyvážejících obiloviny. Většina států tyto komodity kupuje v zahraničí nebo si vystačí se svou produkcí. Není to však pouze o obchodování na úrovni států. Koncept virtuální vody najde své uplatnění také na lokální úrovni, nebo v rámci větších celků, např. povodí řek.

Chudé země s nedostatkem vodních zdrojů jsou zcela závislé na svém samozásobitelském zemědělství. Při nepříznivém počasí, když je například sucho nebo povodně, je tento stav velice zranitelný a pokud je narušen, vede k nedostatečné produkci potravin, která se většinou řeší dovozem zemědělských komodit ze zahraničí, případně potravinovou pomocí. V této potravinové pomoci, respektive zemědělských komoditách, je vložena virtuální voda. A právě v tomto se skrývá její další výhoda (Hoekstra, 2003). Virtuální voda může být ve formě potravin skladována a přepravována a v případech potřeby tak může vyrovnat skutečný vodní deficit.

Koncept virtuální vody je stejně důležitý pro rozvinuté i rozvojové země. Regionální plánování a spolupráce, pokud by braly v úvahu virtuální vodu, by mohly vést k rozšíření výměny zboží, diversifikaci plodin, zvýšení povědomí o důsledcích nesprávného využívání zdrojů nebo k odstranění a výměně nevhodných odrůd v daných oblastech. Pro státy jako je Indie nebo Čína to není problém dostupnosti, ale spíš otázka priorit a potravinové nezávislosti. Kdyby zde byl vhodně aplikován koncept virtuální vody a obchodu s ní, ušetřily by se obrovské prostředky, i voda používaná k zavlažování. Bohužel vlády si mnohdy neuvědomují důsledky svých rozhodnutí a nemají zájem podporovat dlouhodobou udržitelnost, chránit své životní prostředí a zdroje. Obchodování s virtuální vodou nám může pomoci optimalizovat efektivitu využívání zdrojů, a šetřit tak životní prostředí, zvýšit kvalitu lidského života dosažením vodní bezpečnosti a udržitelnosti, ale také ušetřit potencionální výdaje na stavby nových přehrad a zavlažovacích systémů

8.6 Světový obchod s virtuální vodou (obilím)¹⁴

Obchodování se zemědělskými komoditami, respektive s virtuální vodou, je dalším ze způsobů, kterým lze ušetřit domácí vodní zdroje a zároveň uspokojit požadavky obyvatelstva. Tímto obchodem lze ušetřit významné množství vody, která může být využito pro jiné potřeby, například pro města a obce.

Jedním ze základních důvodů, pro uskutečňování takového obchodu, je princip komparativních výhod. Tedy v našem případě to, že v některé zemi je výhodné pěstovat např. obilí a pro jinou zemi je výhodnější obilí nepěstovat, ale kupovat, kvůli nedostatku vodních zdrojů nebo nevhodným klimatickým podmínkám. Takový to obchod je oboustranně výhodný, a ušetří se jím zdroje v obou zemích. Pro mnohé státy to však nemusí být ani tak o komparativní výhodě, jako o nutnosti vyrovnat domácí nedostatek potravinových zdrojů a zachovat tak sociální stabilitu (World Water Council, 2004). A právě pro tyto země a jejich vlády má koncept virtuální vody klíčovou důležitost, pro zajištění potravinové bezpečnosti a dostupnosti vody pro všechny, při rostoucí populaci.

Velice často se k této strategii uchylují země, které se nachází na hranici vodního stresu nebo z jiných důvodů nejsou schopny si zajistit dostatečnou domácí produkci obilnin (EUWI, 2006). Je potřeba říct, že takových států ve světě stále přibývá, především kvůli

¹⁴Viz příloha č. 10 Schéma světového obchodu s virtuální vodou (strana 57)

prudkému růstu populace, degradaci životního prostředí a úbytku vodních zdrojů. V Africe, střední Asii a na Blízkém východě je v současnosti přes 30 států, které čelí úbytku vody a vodnímu stresu. Většina z nich dováží část své spotřeby ze zahraničí, a více jak polovina z nich dováží alespoň 20 % roční spotřeby (Postel, 1998). Mezi největší dovozce obilnin patří Izrael, který dováží kolem 87 % své spotřeby, Jordánsko s 91 % a Saudská Arábie s 50 % (Lomborg, 2006).

S rostoucím počtem obyvatel na Zemi budou do skupiny zemí, čelícím vodnímu stresu, přibývat další. Okolo roku 2025 to s velkou pravděpodobností bude dalších 10 zemí na Africkém kontinentu, Pákistán, Indie a možná také Čína (Brown, 2002). Pokud se tak skutečně stane, bude se muset s nedostatkem vody potýkat asi třikrát více lidí, než dnes, tedy až 3 miliardy, což bude zhruba 40 % světové populace. V takovém případě by mohlo dojít zároveň s nedostatkem vody také k potravinovým krizím. Takovou situaci zažila v osmdesátých letech Etiopie a Somálsko, kdy kvůli nedostatku srážek a neúrodě vypukl hladomor, který si vyžádal mnoho tisíc obětí. S využitím konceptu virtuální vody bychom mohli být připraveni čelit podobným situacím dovozem uskladněných potravin, případně nákupem na světových trzích. Lze předpokládat, že na zvýšenou poptávku na světových trzích, zareagují prodejci zvýšením cen primárních komodit. Jakékoliv zvyšování cen nejvíce poškodí chudé země, ve kterých jsou problémy s nedostatkem vody a potravin nejvýraznější již dnes. Proto je důležité připravit se na budoucí situace, a snažit se vytvořit vhodná pravidla pro obchodování s obilím a jinými komoditami, abychom předešli problémům, které mohou přijít velice náhle a postihnout miliony lidí. Celou situaci mohou ještě zkomplikovat klimatické změny, které by nás mohly připravit o další zdroje a vystavit tak nedostatku vody další miliony lidí.

9 Dopady

Před tím, než zahrneme koncept virtuální vody do svých politik, bychom měli provést analýzu dopadů a snažit se hlouběji pochopit souvislosti spojené s aplikací tohoto konceptu. Zajímat by nás především měly sociální, ekonomické, environmentální a kulturní změny. Pokud bychom nevěděli, jaké vlivy má tato koncepce a jaké změny mohou nastat, mohli bychom způsobit více škody než užítka a nebyli bychom schopni včas zareagovat na nastalé situace.

9.1 Potravinová bezpečnost a soběstačnost

Jako potravinovou bezpečnost označujeme stav, při kterém je stát schopen zajistit všem svým obyvatelům dostatečnou a kvalitní výživu a to nejenom aktuálně, ale také do budoucna. Tohoto stavu lze docílit snahou o potravinovou soběstačnost, tedy stavem, kdy je většina zemědělských produktů určených ke konzumaci produkována domácími výrobci. Nebo také kombinací domácí produkce a dovozu komodit ze zahraničí.

Je věcí každého státu, jakým způsobem se snaží docílit potravinové bezpečnosti, ale skutečnost nám říká, že velké a lidnaté státy se snaží být nezávislé na dovozu potravin z jiných zemí, protože by se touto závislostí cítily ohroženy. Podobně se chovají také chudé, rozvojové země, které jednoduše nemají prostředky na nakupování komodit, takže si musí vystačit s domácí produkcí.

Oba zmíněné limity však mohou být odstraněny. Nebezpečí přílišné závislosti na dovozu komodit se výrazně zmenší, pokud diversifikujeme plodiny a také zdroje, ze kterých nakupujeme. Žádný z prodejců, by si v konkurenčním prostředí, nemohl dovolit jakkoliv omezovat suverenitu svých zákazníků, pokud by měly nakupující státy možnost výběru mezi mnoha prodejci. Toto konkurenční prostředí by zároveň mohlo vést ke snižování cen základních komodit, což by je zpřístupnilo chudším státům. Nezbytné je tedy nastavit pravidla pro obchodování s komoditami tak, abychom zamezili vzniku monopolů, nebo spekulací s cenami komodit.

9.2 Environmentální dopady

Další oblastí, na kterou má koncepce virtuální vody zásadní vliv, je životní prostředí. Jedním ze základních motivů a argumentů podporujících aplikaci virtuální vody, jsou úspory vody v zemích, které mají omezené zdroje. Jde především o zdroje podzemní vody, protože v suchých oblastech jsou povrchové zdroje velice slabé, tudíž se pro zavlažování používá voda podzemní. Nadměrné využívání podzemních zdrojů vede k poklesu hladiny podzemní vody a postupně může dojít až k úplnému vyčerpání. Vlády se snaží tomuto přečerpávání zabránit rozšiřováním povrchových zdrojů, zejména stavbou přehrad, což je finančně velice náročné. Obchod se zemědělskými komoditami může nahradit zavlažovací zemědělství a ušetřit tím, jak zdroje podzemní vody, tak výdaje státu spojené s údržbou a stavbou přehrad.

Na druhou stranu však mohou nastat situace, kdy některé země velice nešetrně nadužívají své zdroje, aby mohly vyprodukovat více plodin, které jsou určeny na export, a tím generovat větší zisk. Například čtvrtina dostupné vody v Thajsku je využívána pro pěstování plodin na vývoz. Dalším příkladem může být situace v Mexiku, kterému se po vstupu do organizace NAFTA, otevřely trhy ve Spojených státech a Kanadě. Mexičané expandovali na tyto trhy se svými zemědělskými produkty, což značně pozměnilo portfolio pěstovaných plodin, ale také znamenalo výrazné úbytky zdrojů vody. Kupříkladu největší mexické jezero Chapala ztratilo od roku 1994 necelých 15 % ze svého objemu.

Obchodování se zemědělskými komoditami tedy může přinášet jak pozitivní, tak negativní dopady. Koncept obchodu s virtuální vodou by měl být aplikován především v aridních zemích s omezenými zdroji vody, aby se předešlo dalšímu úbytku. Pro tyto země může být virtuální voda alternativním zdrojem a přispět tak k menšímu zatížení životního prostředí.

9.3 Zaměstnanost

Jednou z nejdůležitějších oblastí, ve které mohou nastat změny při větší míře zahraničního dovozu, je zaměstnanost v zemědělském sektoru. Zejména farmáři z rozvojových zemí se mohou cítit ohroženi, protože v těchto chudých zemích je zemědělství sektorem s nejvyšší zaměstnaností. Je logické si myslet, že pokud část své stávající produkce nahradíme dovozem, bude to znamenat ztrátu práce pro část zemědělců. Nemusí to však být pravidlem, protože zemědělské trhy jsou poměrně flexibilní a farmáři se mohou přeorientovat na jiné plodiny. Například ve Španělsku byli farmáři nuceni omezit pěstování vaječnické a kukuřice, kvůli velké intenzitě zavlažování, nicméně zemědělský sektor nezaznamenal výrazné propouštění, protože farmáři se dokázali přeorientovat na pěstování oliv a hroznového vína. Ne všichni se však přeorientují na méně náročné plodiny. Nebezpečné může být, když země chudé na vodu omezí domácí produkci obilovin, s cílem snížit nároky na zavlažování, a zemědělci na to zareagují vysázením plodin ještě náročnějších, aby zvýšili své zisky. Proto je potřeba snažit se omezovat domácí produkci postupně a kontrolovat farmáře, aby nezatěžovali životní prostředí.

10 Aplikace koncepce virtuální vody na Blízkém východě

Zemědělství je pro obyvatele Blízkého východu tradičním odvětvím, kterému se lidé věnují po tisíciletí. S příchodem 21. století se však musí obyvatelé regionu vyrovnávat se zcela novou situací. Vodní zdroje v oblasti vykazují výrazné známky úbytku a při současném tempu růstu populace nebudou v blízké budoucnosti schopny pokrýt požadavky rostoucích měst, průmyslu a zároveň zemědělství. Na tuto hrozbu reagují vlády Izraele, Jordánska a Palestiny dovozem velkého množství obilnin ze zahraničí. S dovezeným obilím zároveň dováží virtuální vodu, která je do něj do těchto produktů při jejich pěstování. Jsou tedy schopni zajistit dostatek potravin pro své obyvatele, a zároveň ušetřit významné množství sladké vody, která by byla použita pro vypěstování tohoto obilí.

10.1 Dostupnost vody

V roce 2003 žilo v Izraeli zhruba 6,5 milionu obyvatel a zdroje sladké vody dosahovaly 1600 milionů m³ na rok, což odpovídá dostupnosti zhruba 250 m³ na obyvatele na rok. Na území Palestiny žilo 3,2 milionu obyvatel a její zdroje dosahovaly mírně přes 250 milionů m³ na rok, což na jednoho obyvatele činí cca 80m³ na rok. V Jordánsku žilo přes 5 milionů lidí a jeho zdroje dosahovaly 1000 milionů m³, takže na jednoho člověka vychází zhruba 200 m³ na rok (Shuval, 2002). Tyto hodnoty jsou hluboko pod hranicí vodního stresu a také pod minimální hranicí objemu vody, potřebné pro dosažení potravinové soběstačnosti. Navíc do roku 2030 se předpokládá nárůst populace u všech tří států zhruba o 40 – 50 %, což sníží dostupnost vody na jednoho člověka na kritické minimum.

10.2 Obchod s virtuální vodou

Izrael se často označuje za průkopníka koncepce virtuální vody, protože byl první zemí, která takto reagovala na úbytek zdrojů. Spolu s odsolováním a efektivnějším využíváním stávajících zdrojů, je nyní schopen zajistit alespoň nezbytné minimum pro své obyvatelstvo. Navíc takové nahrazení domácích zdrojů může být pro Izrael vysoce profitabilní. Uvádí se, že výnos z kubického metru vody použité pro zemědělství je zhruba 2 USD, kdežto výnos kubického metru vody použitého v průmyslové výrobě nebo v komerční sféře může být od 100 USD až do 500 USD. Izraelci tedy nejenom ušetří své zdroje, ale zároveň je využijí v sektorech s vyšší přidanou hodnotou a tímto si vydělají dostatek zdrojů na nákup komodit v zahraničí. Palestina a Jordánsko jsou na to však výrazně hůře, protože jsou mnohonásobně chudší. Proto by měla vzniknout organizace, která by sdružovala země obchodující

s komoditami a zastřešila by i ty nejchudší země světa. Tato organizace by mohla být jakousi *Světovou Potravinovou Bankou*, která by regulovala monopoly na trhu a také ceny primárních komodit, aby se staly dostupnější pro chudé země.

11 Závěr

Dosažení vodní bezpečnosti a udržitelnosti jsou jedny z klíčových faktorů pro další rozvoj lidské společnosti. S rostoucí populací na Zemi, rostou také nároky kladené na životní prostředí. Vodní zdroje jsou však omezeny, proto je nutná revize našeho hospodaření s vodou. Zásadní by pro nás měla být snaha o efektivní využívání stávajících zdrojů a výzkum alternativních způsobů získávání a využívání vody.

Přehodnocena by měla být snaha mnoha států o zachování potravinové soběstačnosti navzdory jejich nepříznivým klimatickým podmínkám. Produkce zemědělských komodit, zvláště pak pěstování obilnin, je vysoce náročné na vodu. Snaha o udržení potravinové soběstačnosti, tedy stavu, při kterém si většinu zemědělských produktů státy pěstují doma, může vést až ke ztrátě vodní soběstačnosti.

Tento stav přitom představuje mnohem větší ohrožení, protože vodu, na rozdíl od potravin dovážet ze zahraničí nelze. Státy se totiž snaží uchovat své zdroje především pro sebe a i kdyby měly vody nadbytek a ochotu ji prodávat, její cena by byla zřejmě vysoce nadhodnocena. Proto je pro země, ohrožené úbytkem vodních zdrojů, nutností snažit se omezit plýtvání a racionalizovat využívání vodních zdrojů, aby byly schopny uspokojit své budoucí nároky. Pokud toho nebudou schopny, může v nich vzniknout velice nestabilní sociální a ekonomické prostředí, které by mohlo vést k vypuknutí občanských nepokojů nebo migraci obyvatelstva.

Vzdát se dnes části své zemědělské produkce, omezit svou spotřebu a investovat do efektivnějších způsobů využívání vody, znamená zajistit si dostatek zdrojů pro zítřek a tím si uchovat vyhlídku na prosperující budoucnost.

12 Shrnutí, summary

Bakalářská práce se zabývá problematikou nedostatku a úbytku vody ve vybraných regionech světa a možnými řešeními tohoto stavu. Cílem práce je zhodnocení rizik pro postižené oblasti, navržení obecných řešení a alternativních přístupů. Zvláštní pozornost je věnována specifickému konceptu virtuální vody.

Představeny jsou základní principy, ale také konkrétní způsoby aplikace. V závěru jsou zhodnoceny výhody a případné dopady uplatnění tohoto konceptu.

Klíčová slova: nedostatek vody, hospodaření s vodními zdroji, vodní stopa, virtuální voda, udržitelnost

The bachelor thesis deals with the issue of water scarcity and shortage in selected world regions and possible solutions to the situation. The goal is risk assesment for the affected areas, propose universal solutions and alternative approaches. Particular attention is paid to the concept of virtual water.

There are introduced the basic principles but also specific way of application. In conclusion, the evaluation of the benefits and potential impacts of the application of the concept.

Key words: water scarcity, management of water resources, water footprint, virtual water, sustainability

13 Seznam použitých zdrojů

- ALLAN J.A. (2003). IWRA, Water International volume 28, Number 1, March 2003; *Virtual Water – the Water, Food, and the Trade Nexus: Useful Concept or Misleading Metaphor?* Dostupné z: <<http://www.soas.ac.uk/waterissues/papers/file38394.pdf>>
- BBC NEWS (2005). Toxic leak reaches Russian river. Dostupné z: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/4534542.stm>>
- BROUWER C. for FAO (1990). Irrigation Water Management: *Irrigation Methods; Chapter 6 – Drip Irrigation*. Dostupné z: <<http://www.fao.org/docrep/s8684e/s8684e07.htm#chapter%206.%20drip%20irrigation>>
- BROWN L. R. (2002). Water Deficits Growing in Many Countries; *Water Shortage May Cause Food Shortage*. Dostupné z: <http://www.greatlakesdirectory.org/zarticles/080902_water_shortages.htm>
- CHINESE EMBASSY IN THE UK (2006). China battles pollution amid full-speed economic growth. Dostupné z: <<http://www.chinese-embassy.org.uk/eng/zt/Features/t274443.htm>>
- CHINA MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (2006). Fresh Water Environment. Dostupné z: <http://english.mep.gov.cn/standards_reports/EnvironmentalStatistics/yearbook2006/200712/t20071218_115211.htm>
- DUCHOVNY (2003). The Aral Sea as an object of study. Dostupné z: <<http://www.ciesin.org/docs/006-238/006-238.html>>
- DICKIE Phil, for WWF (2007). MAKING WATER, *Desalination: option or distraction for a thirsty world?* Dostupné z: <<http://assets.panda.org/downloads/desalinationreportjune2007.pdf>>
- EARTH TRENDS; Country profiles:Ethiopia (2003). Forests, Grasslands and Drylands - Ethiopia. Dostupné z: <http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/for_cou_231.pdf>
- EUWI for European Commission (2006). Directing the Flow - *a new approach to integrated water resources management*, 36. Dostupné z: <http://rp7.ffg.at/upload/medialibrary/INCO_iwrm_060217_en.pdf>

- FAO (1989). Irrigation Water Management: Irrigation scheduling, Annex I: Irrigation efficiencies. Dostupné z: <<http://www.fao.org/docrep/t7202e/t7202e08.htm>>
- FAO MediaCentre (2009). Lake Chad facing humanitarian disaster. Dostupné z: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/36126/icode/>>
- FAO (2005). Spotlight: Water use in Agriculture. Dostupné z: <<http://www.fao.org/ag/magazine/0511sp2.htm>>
- FAOSTAT-Agriculture (1992,1996). Dostupné z: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>
- FEDLER J. for Israel Ministry of Foreign Affairs (2002). Israel's Agriculture for the 21st century. *Irrigation*. Dostupné z: <<http://www.mfa.gov.il/MFA/Facts+About+Israel/Economy/Focus+on+Israel+-+Israel-s+Agriculture+in+the+21st.htm>>
- FREDERIKSEN et al. (1993). Převzato z Postel, (1998) Water for Food Production. Dostupné z: <<http://www.tau.ac.il/~ecology/virtau/8-manal/postel.pdf>>
- HILLEL Shuval (2002). The role of „virtual water“ in the water resources management of the arid Middle East. Dostupné z: <<http://www.ipcri.org/watconf/papers/hillel.pdf>>
- HOEKSTRA Arjen (2010). The Environmentalist – issue 93; *The water footprint: water in the supply chain*. Dostupné z: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-2010-TheEnvironmentalist_01March_Issue93.pdf>
- HOEKSTRA Arjen (2003). Virtual Water Trade; *Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water*. Dostupné z: <<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf>>
- HUSSEIN I.A., ABU SHARAR T.M., BATTIKHI A.M (2005). Water resources planning and development in Jordan[pdf]187. Dostupné z: <<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a65/05002212.pdf>>
- LOMBORG Björn (2006). Skeptický ekolog
- MICKLIN P.P. (1988). Desiccation of the Aral Sea. *Science* 241: 1170-76. Dostupné z: <<http://www.politicainternazionale.it/file%20PDF/MPI%201.2003/3.pdf>>

MINISTRY OF WATER AND IRRIGATION OF JORDAN (2009). Water for Life: Jordan's Water Strategy 2008-2022, [pdf] 2-1. Dostupné z: <http://www.emwis.net/countries/fo1749974/country045975/national_program/thematicdirs/news/jordan-jd586b-water-strategy-finalized>

POSTEL Sandra (1996). Human Appropriation of Renewable Fresh Water. *Science* 271: 785 Dostupné z: <http://web.mit.edu/12.000/www/m2012/postel_science.pdf>

POSTEL Sandra (1998). Water for Food Production: Will There Be Enough in 2025? Dostupné z: <http://rp7.ffg.at/upload/medialibrary/INCO_iwrm_060217_en.pdf>

RAINFOREST ALLIANCE (2009). Sustainable Agriculture – Coffee, Birds and Beans. Dostupné z: <<http://www.rainforest-alliance.org/agriculture.cfm?id=coffee>>

ROZEMA Jelte, FLOWERS Timothy (2008). *Science* vol. 322 – *Crops for a Salinized World* Dostupné z: <<http://www.levenmetwater.nl/static/files/RozemaScience.pdf>>

SEGERFELDT Frederik (2005). *Water for Sale: How business and the market can resolve the world's water crisis*. Cato Institute, Washington, D.C.

SOUTHERN NEVADA WATER AUTHORITY (2010). Landscapes – Remove your Grass. Dostupné z: <http://www.snwa.com/html/land_index.html>

STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE FOR UNEP (2009). *Rainwater Harvesting: A Lifeline For Human Well-Being*. Box 4.1 *Rainwater harvesting realising the potential of rainfed agriculture in India*. Dostupné z:

<http://www.unep.org/Themes/Freshwater/PDF/Rainwater_Harvesting_090310b.pdf>

THE JORDAN TIMES (2009). JD5.86b Water strategy finalised. Dostupné z: <<http://www.jordantimes.com/?news=16631>>

THE MILLENIUM PROJECT (2008). *State of the Future 2008; Global Challenges – 2. Water*.

THE NEW YORK TIMES (2007). In China, a lake's champion imperils himself. Dostupné z: <<http://www.nytimes.com/2007/10/14/world/asia/14iht-14china.7879719.html>>

THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA (2008). *Blue, Green and Virtual Water*. Dostupné z:

<<http://www.gordonfn.org/resfiles/Virtual%20Water%20in%20the%20Okanagan%20Water%20shed%20Report.pdf>>

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN, Ann Arbor (2008). *Sustainable water strategies for Jordan*. Dostupné z: <<http://www.umich.edu/~ipolicy/Policy%20Papers/water.pdf>>

THE WORLD BANK (2001). Agenda for Water Sector Strategy for North China. Dostupné z: <<http://www.worldbank.org.cn/english/content/Vol1v13A4a1.pdf>>

THE WORLD BANK (2007). Urban water supply and sanitation project. Dostupné z: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/04/06/000020953_20070406111722/Rendered/PDF/391190ET0IDA1R20071006911.pdf>

TURTON A.R. (2000). Precipitation People Pipelines and Power. Dostupné z: <<http://www.soas.ac.uk/waterissues/papers/file38355.pdf>>

UNEP (2007). Atlas of Our Changing Environment, *Lake Chad; Cameroon, Chad, Niger, Nigeria*. Dostupné z: <<http://na.unep.net/atlas/webatlas.php?id=58>>

UNEP (2007). Global Environmental Outlook. (chapter 4 Water) [pdf] 4
Dostupné z: <http://www.unep.org/geo/geo4/report/04_Water.pdf>

UNEP/GRID-Arendal (2001). IPCC Third Assessment Report – Climate Change 2001; *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Dostupné z: <http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/180.htm>

WATER-TECHNOLOGY.NET (2010). South-to-North Water Diversion Project, *China*. Dostupné z: <http://www.water-technology.net/projects/south_north/>

WHO/UNICEF (2008). Progress on sanitation and drinking-water. Dostupné z: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241563956_eng_full_text.pdf>

WORLD FACTBOOK (2010). Ethiopia, Economy overview. Dostupné z: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/et.html>>

WORLD WATER COUNCIL (2004). E-Conference Synthesis; *Virtual Water Trade – Conscious choices*. Dostupné z: <http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/Publications_and_reports/virtual_water_final_synthesis.pdf>

WWF (2010). Decade-old dream comes true for Lake Chad. Dostupné z: <http://www.panda.org/about_our_earth/biodiversity/news_events_updates/?187941/Decade-old-dream-comes-true-for-Lake-Chad>

WWF (2002). Living Waters conserving the source of life, *Water in Africa*. Dostupné z: <<http://assets.panda.org/downloads/waterinafricaeng.pdf>>

14 Seznam příloh

Příloha č. 1 Zásoby vody na Zemi

Příloha č. 2 Rozložení povrchové vody mezi kontinenty

Příloha č. 3 Globální vývoj v objemech užívané vody podle sektorů – odběr a spotřeba vody (km³)

Příloha č. 4 Vývoj nároků na vodu pro produkci potravin (km³/rok)

Příloha č. 5 Oblasti s nedostatkem vody

Příloha č. 6 Vysychání Aralského jezera (1957 – 2007)

Příloha č. 7 Ústup Čadského jezera (1963 - 2001)

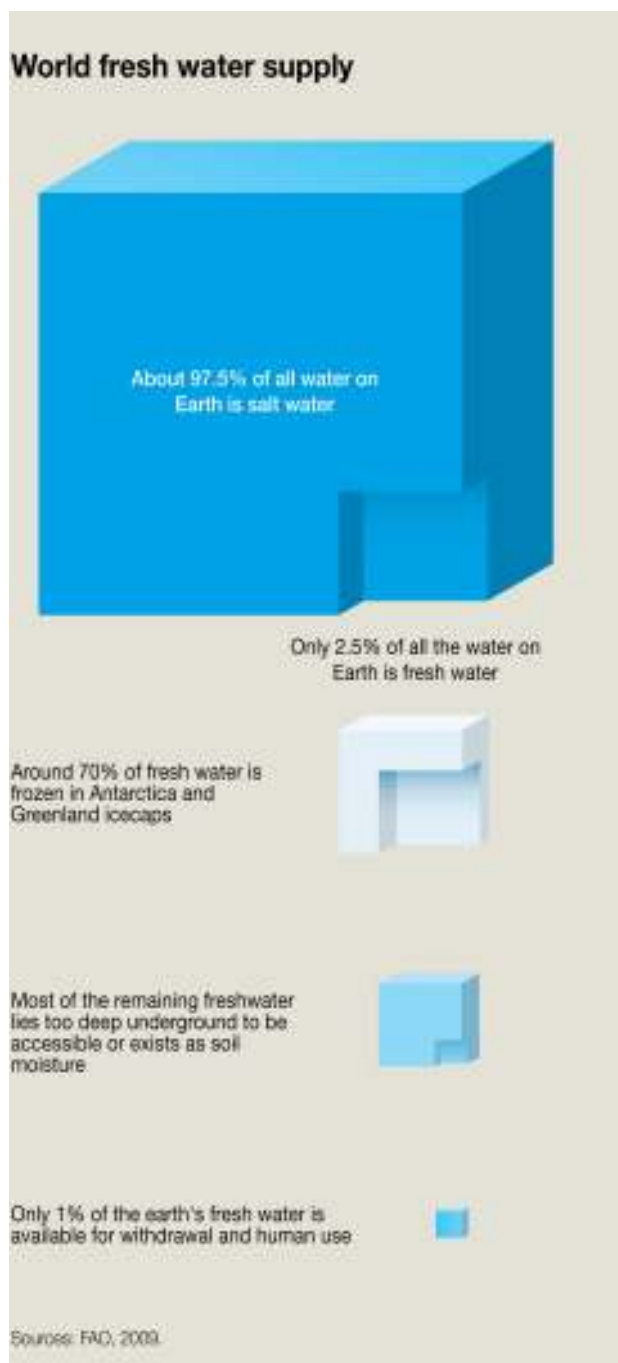
Příloha č. 8 Globální Water Footprint (vybrané aspekty)

Příloha č. 9 Průměrný národní water footprint za období 1997 – 2001

Příloha č. 10 Schéma světového obchodu s virtuální vodou

15 Přílohy

Příloha č. 1 Zásoby vody na Zemi



Zhruba 97,5 % vody na Zemi je slaná vody

Pouze 2,5 % vody na Zemi je sladká vody

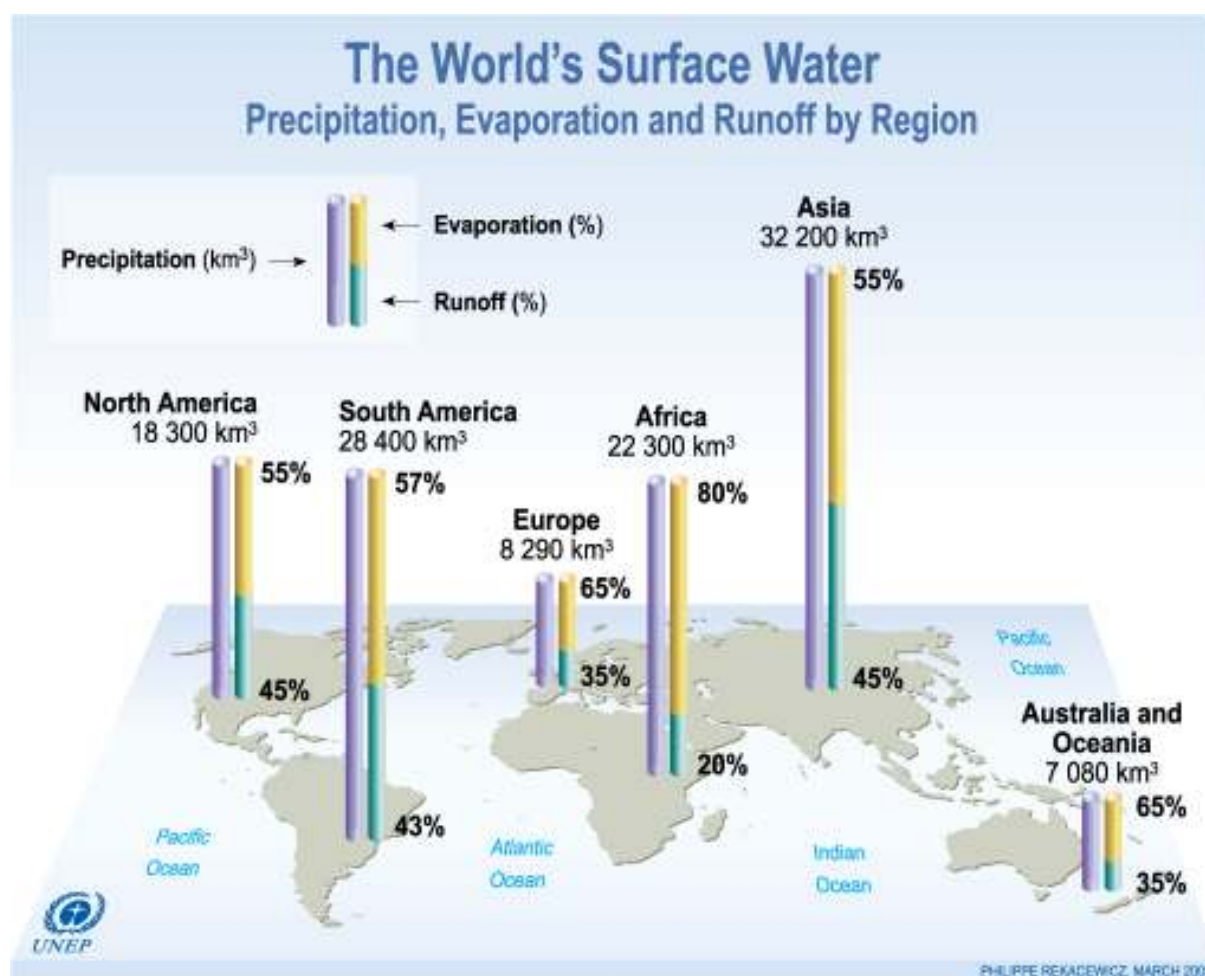
Zhruba 70 % sladké vody je zachyceno v ledu Antarktidy a Grónska

Většina zbývající sladké vody je zachyceno v podzemí nebo ve formě půdní vláh

Pouze 1 % sladké vody na Zemi je přístupné pro odběr a využití

Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
<<http://maps.grida.no/go/graphic/world-fresh-water-supply>>

Příloha č. 2 Rozložení povrchové vody mezi kontinenty



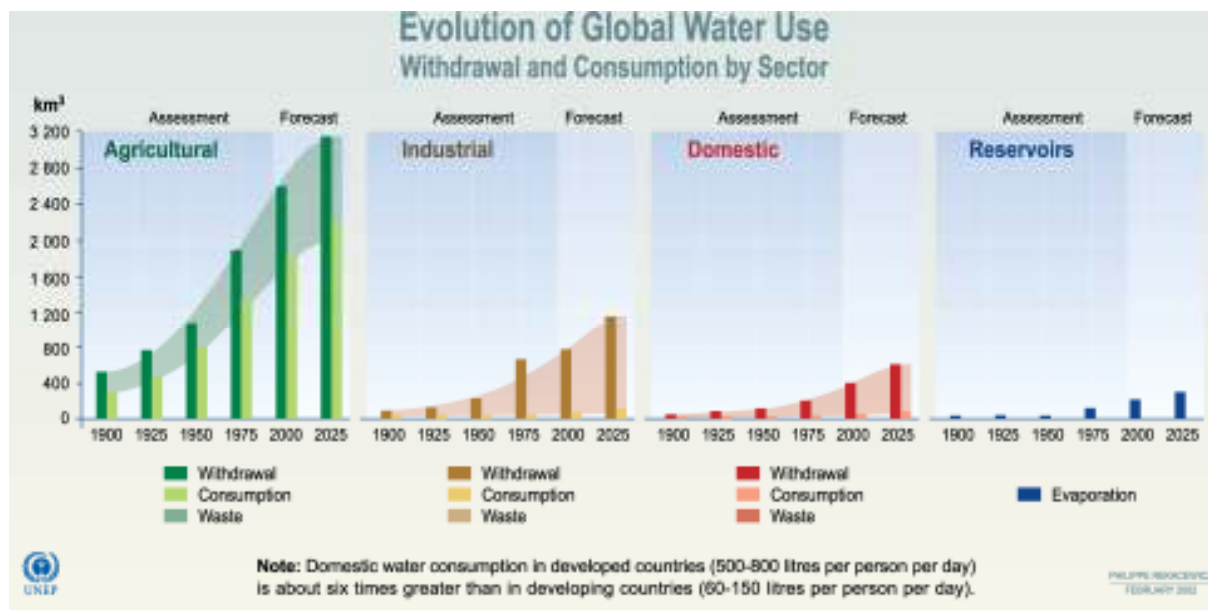
Source: Peter H. Gleick, *Water in Crisis*, New York Oxford University Press, 1993.

Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.

<<http://maps.grida.no/go/graphic/world-s-surface-water-precipitation-evaporation-and-runoff>>

Popis kartodiagramu: *Precipitation = srážky, Evaporation = výpar, Runoff = odtok*

Příloha č. 3 Globální vývoj v objemech užívané vody podle sektorů – odběr a spotřeba vody (km³)



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.

<<http://maps.grida.no/go/graphic/trends-and-forecasts-in-water-use-by-sector>>

Popis grafu: *Agricultural* = zemědělský sektor, *Industrial* = průmyslový sektor, *Domestic* = domácnosti, *Reservoirs* = nádrže

Withdrawal = objem odebrané vody

Consumption = objem spotřebované vody

Waste = objem ztracené vody

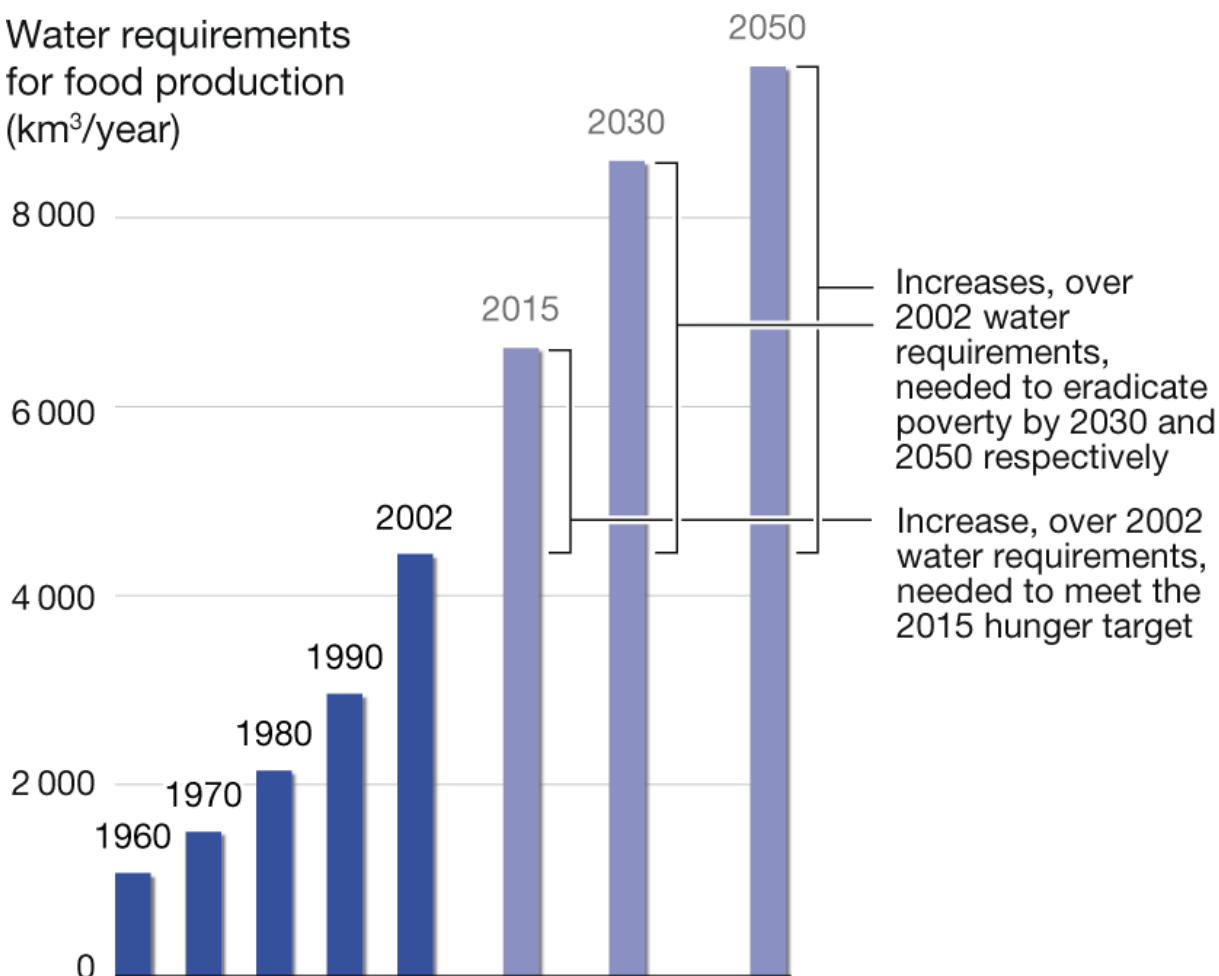
Evaporation = objem vypařené vody

Poznámka: Spotřeba vody v rozvinutých zemích (500 – 800 litrů na osobu za den)

Spotřeba vody v rozvojových zemích (60 - 150 litrů na osobu za den)

Příloha č. 4 Vývoj nároků na vodu pro produkci potravin (km³/rok)

Water requirements
for food production
(km³/year)



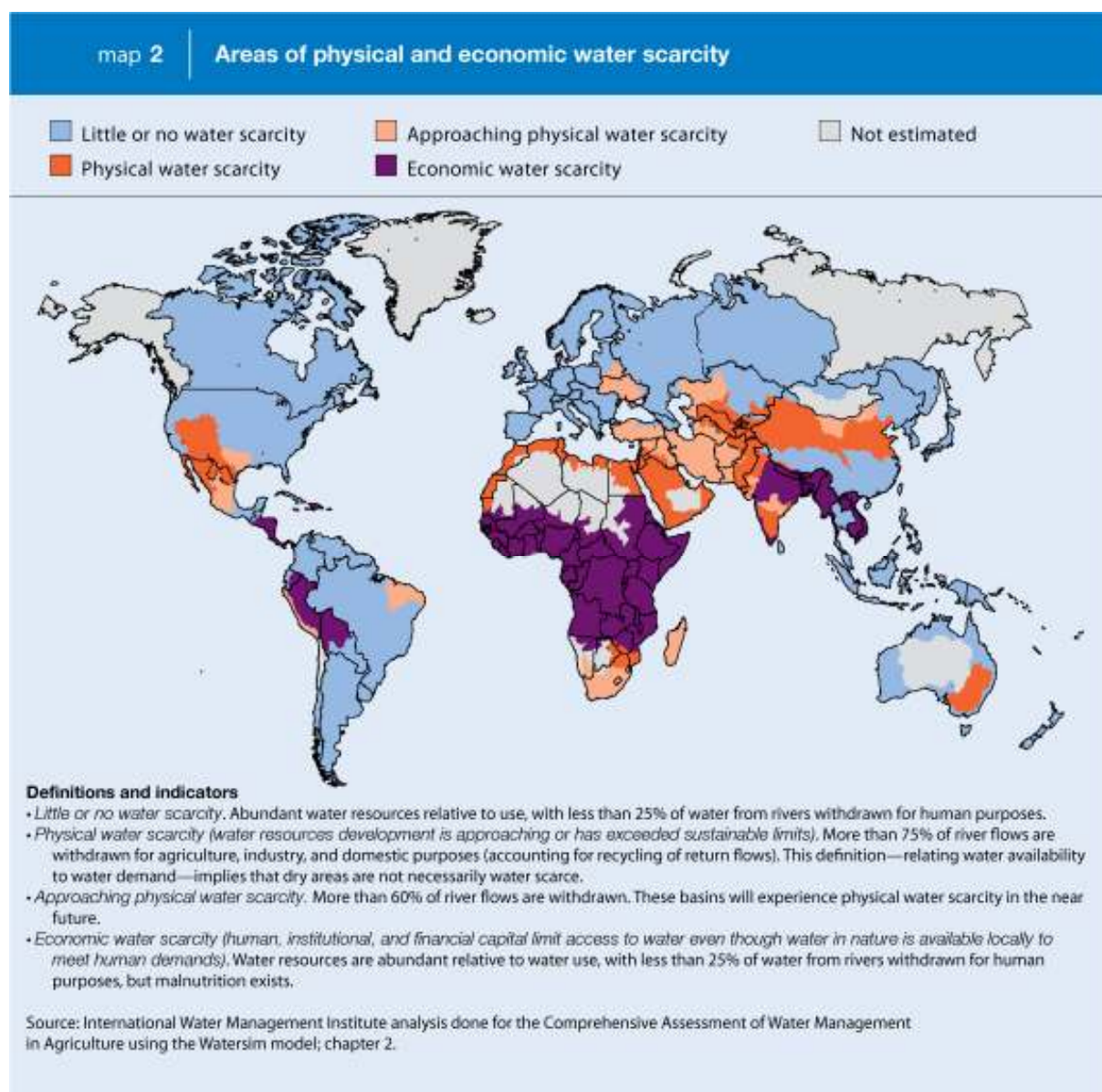
Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
<<http://maps.grida.no/go/graphic/water-requirements-for-food-production-1960-20501>>

Popis grafu:

Zvýšení nároků na vodu do roku 2015 potřebné k dosažení Miléniového cíle číslo 1 (snížit do roku 2015 počet lidí trpících hladem na polovinu).

Zvýšení nároků na vodu do roku 2030 respektive 2050 potřebné k vymáčení chudoby.

Příloha č. 5 Oblasti s nedostatkem vody



Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.

<<http://maps.grida.no/go/graphic/areas-of-physical-and-economic-water-scarcity>>

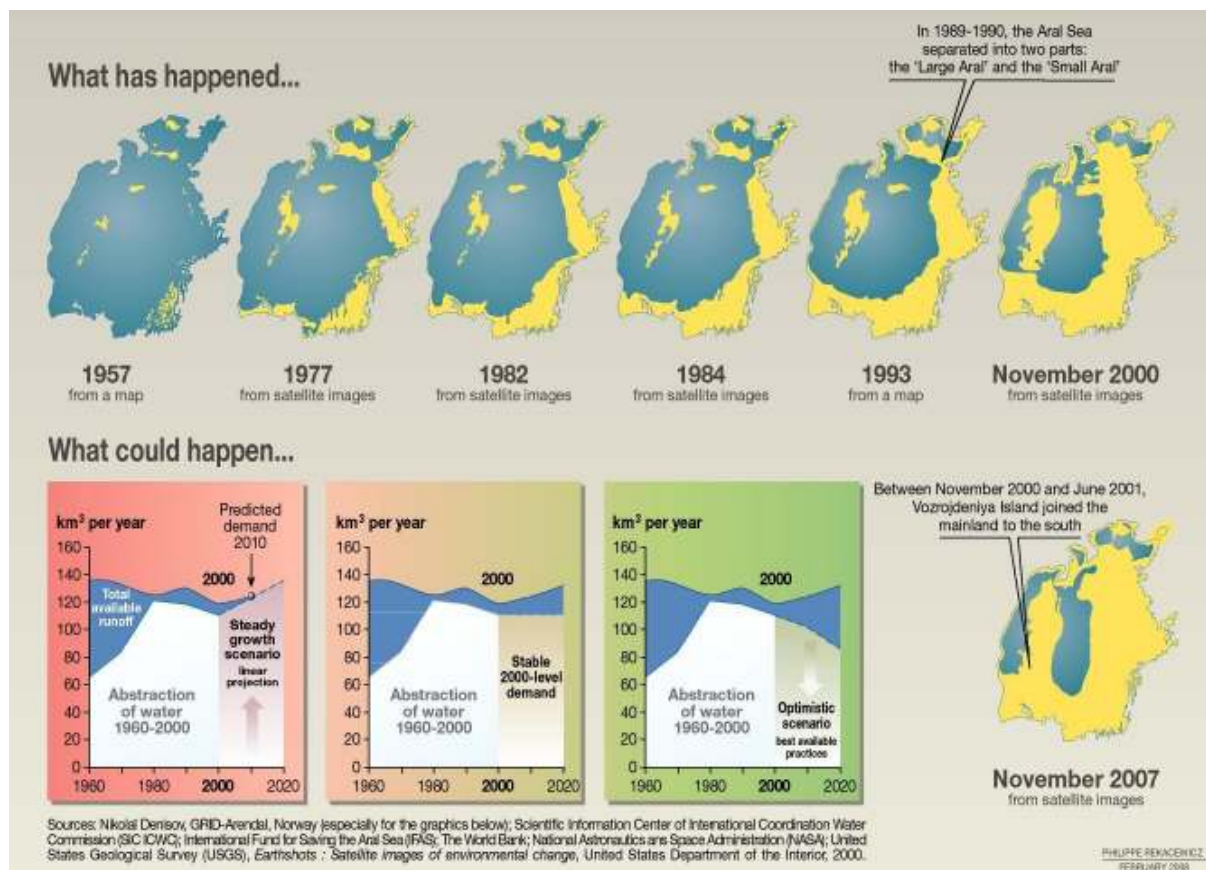
Popis kartogramu:

Physical water scarcity (nedostatek vody) – (využívání vodních zdrojů se blíží, nebo již překročilo udržitelné limity) více jak 75 % vody z řek je odebíráno.

Approaching physical water scarcity – více jak 60 % vody z řek je odebíráno.

Economic water scarcity – ekonomické a institucionální limity brání v přístupu k vodě, navzdory tomu, že voda se v prostředí vyskytuje

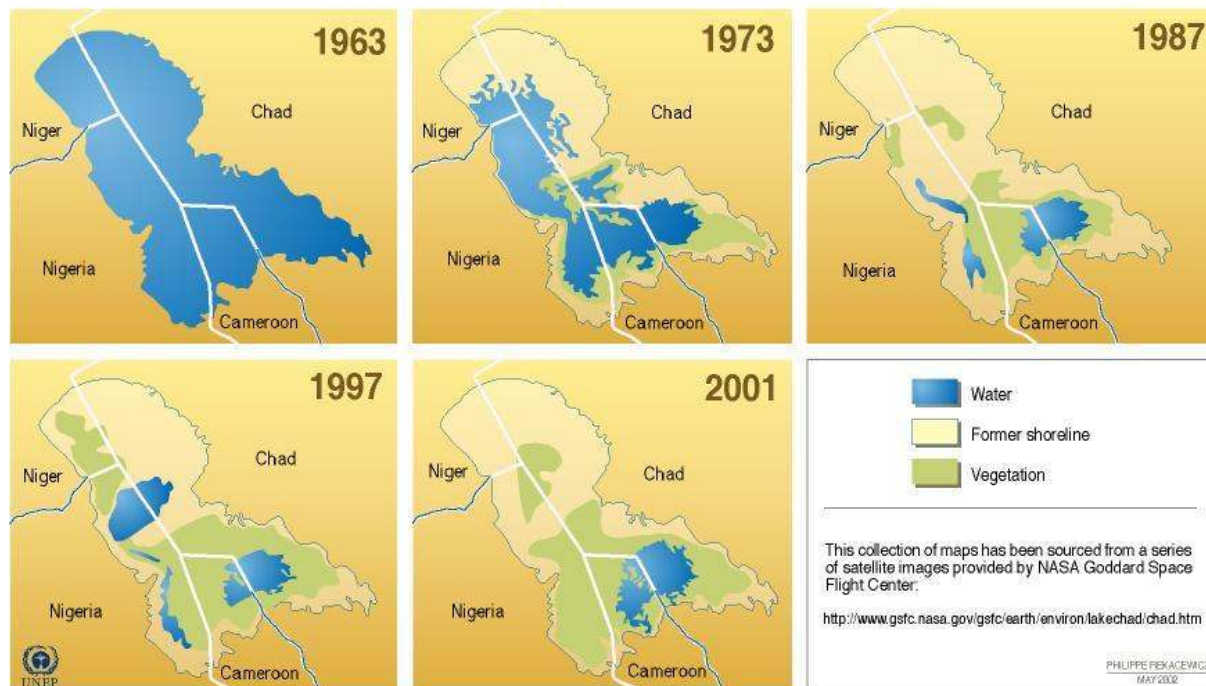
Příloha č. 6 Vysychání Aralského jezera (1957 – 2007)



Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
<<http://maps.grida.no/go/graphic/the-disappearance-of-the-aral-sea>>

Příloha č. 7 Ústup Čadského jezera (1963 - 2001)

A Chronology of Change Natural and Anthropogenic Factors Affecting Lake Chad



Zdroj: UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
<<http://maps.grida.no/go/graphic/lake-chad-decrease-in-area-1963-1973-1987-1997-and-2001>>

Příloha č. 8 Globální Water Footprint (vybrané aspekty)

the global water footprint



The 'water footprint' of a country is defined as the volume of water needed for the production of goods and services consumed by the inhabitants of the country.

amount of freshwater available



countries most dependent on water imports

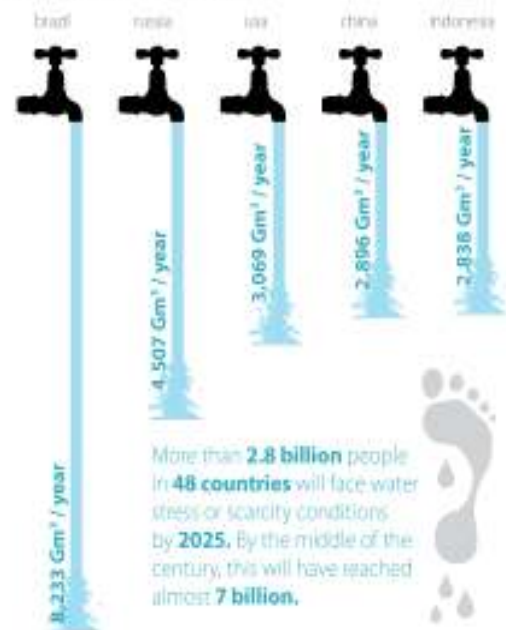


70% of existing freshwater is withdrawn for irrigation in agriculture

the highest water footprints per capita



highest renewable water resources



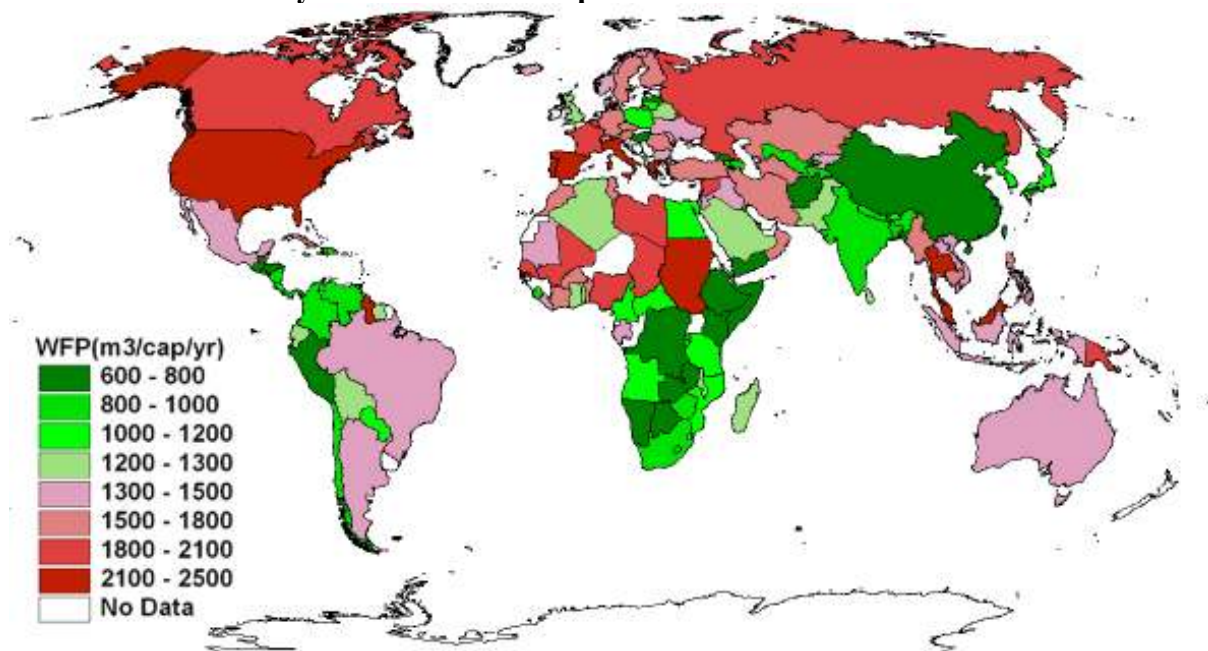
water footprint of different foods



Source: WaterFootprint.org and WWF

Zdroj: US Infrastructure
<<http://www.americainfra.com/media/media-news/infographics/100105-Infra-WaterFootprint.png>>

Příloha č. 9 Průměrný národní water footprint za období 1997 - 2001

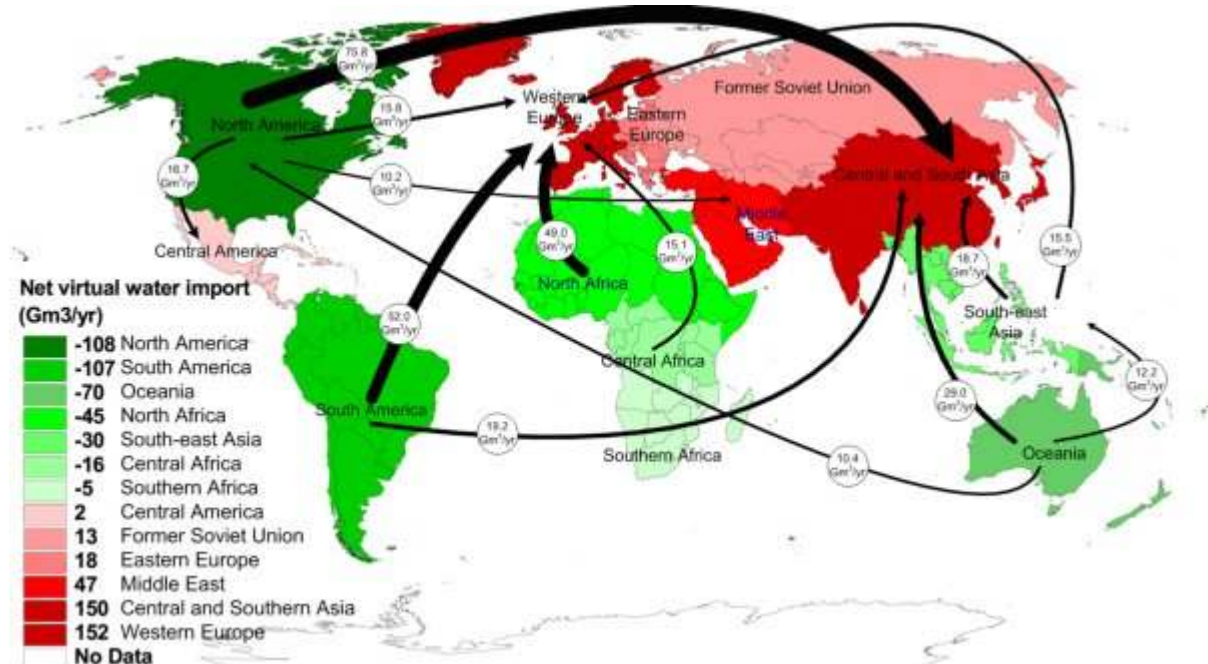


Zdroj: WaterFootprint.org

< <http://www.waterfootprint.org/?page=files/WaterFootprintsNations>>

Popis kartogramu: Průměrná vodní stopa podle států (spotřeba vody m³/osoba/rok)

Příloha č. 10 Schéma světového obchodu s virtuální vodou



Zdroj: University of Twente

< http://www.water.utwente.nl/projects/details/Globalisation-of-Water_ProjectInfoWebsite/Globalisation-of-Water_ProjectInfoWebsite-6.jpg>

Popis: Čistý dovoz virtuální vody (miliardy m³)