MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

FAKULTA REGIONÁLNÍHO ROZVOJE A MEZINÁRODNÍCH STUDIÍ

Ústav enviromentalistiky a přírodních zdrojů

Vodní stopa

Bakalářská práce

Vedoucí práce

prof. Ing. Ilja Vyskot, CSc.

Vypracovala

Klára Vykoukalová

Brno
2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu zdrojů. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna na v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne

Podpis …….

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce prof. Ing. Iljovi Vyskotovi, CSc za jeho odborný dohled, připomínky, komentáře a cenné rady poskytnuté během vedení práce.

ABSTRAKT

Práce analyzuje současnou problematiku vody, popisuje zdroje a využití vody, hospodaření s ní, problematiku vodní stopy její typy a výpočty a dále nedostatek vody ve světě.

V další části práce je analyzován současný stav vodních zdrojů, hospodaření s nimi a vodní stopu v Myanmaru a Demokratické republice Kongo.

Klíčová slova

Voda, vodní stopa, nedostatek vody, virtuální voda, Myanmar, Demokratická republika Kongo, životní prostředí, zemědělství, zavlažování, průmysl, energie

ABSTRACT

This bachelor thesis analysis current state of water sources and its use, water footprint and its types and calculations and also issues of water scarcity in the world.

In the next chapter is analyzed current state of water sources, its use and water footprint in Myanmar and Democratic republic of the Congo.

Key words

Water, water footprint, water scarcity, virtual water, Myanmar, Democratic republic of the Congo, enviroment, agriculture, irrigation, industry, energy

Obsah

1. Úvod 8

2. Motiv a cíl práce 9

2.1. Motiv práce 9

2.2. Cíl práce 9

Současný stav problematiky vody a hospodaření s ní 10

3. Voda jako základ 10

3.1. Celkové zásoby vody 10

3.2. Hydrologický cyklus 10

3.2.1. Bilance oběhu 11

3.3. Voda v oceánech a mořích 11

3.4. Podzemní voda 12

3.5. Povrchová voda 12

4. Význam vody pro lidstvo 14

4.1. Funkce vody 14

4.2. Hospodářské využití světových vod 15

4.2.1. Voda v zemědělství 15

4.2.2. Voda v průmyslu 15

4.2.3. Voda a energie 15

4.2.4. Rybolov 16

5. Nedostatek vody ve světě 16

6. Vodní stopa 17

6.1. Spojitost mezi vodní, ekologickou energetickou a uhlíkovou stopou 19

6.2. Vodní stopa výrobku 19

6.3. Vodní stopa spotřebitele 20

6.4. Vodní stopa geograficky vymezeného území 21

6.5. Vodní stopa podniku 21

6.6. Národní vodní stopa 21
6.7. Modrá vodní stopa 22
6.7.1. Výpočet „modré vodní stopy“ 23
6.7.2. Data pro modrou vodní stopu 23
6.8. Zelená vodní stopa 24
6.8.1. Výpočet „zelené vodní stopy“ 24
6.9. Šedá vodní stopa 24
6.9.1. Výpočet „šedé vodní stopy“ 25
7. Virtuální voda 25
7.1. Obchod za účelem šetření vody 27
Problematika hospodaření s vodou v Myanmaru a Demokratické republice Kongo 28
8. Myanmar 28
8.1. Vodní zdroje 28
8.2. Využití vody 31
8.3. Zavlažování 31
8.3.1. Role zavlažování v ekonomice 32
8.4. Odvodňování 33
9. Demokratická republika Kongo 33
9.1. Vodní zdroje 34
9.2. Využití vody 35
9.3. Klíčové problémy spojené s vodou 37
9.3.1. Krize pitné vody 37
9.3.2. Chudoba, cena a genderové vlivy 38
9.3.3. Degradace vodních zdrojů 39
9.4. Znečištění 39
10. Závěr 41
11. Seznam zdrojů 43

12. Přílohy 45

1. Úvod

Voda je základním stavebním kamenem pro vznik a fungování veškerého života na Zemi. S neustále se rozrůstající světovou populací, hojným využíváním přírodních zdrojů a rozšiřující se globalizací, dochází v současné době na mnoha místech světa k masovému využívání tamějších zdrojů na takové úrovni, která není dále udržitelná, jelikož zdroje se nestíhají obnovovat. Ne jinak je tomu, i co se týče vody. Nedostatek vody, který má několik typů, trápí hodně zemí světa, ať už z důvodu hojného využívání vody v zemědělství nebo průmyslu, tak i kvůli znečištění a nelze opomenout ani ekonomickou stránku věci. Velká část světové populace totiž nemá potřebné prostředky k zajištění základního množství vody pro své rodiny.

Množství spotřebované vody výrobku, spotřebitele, firmy nebo celých národů může být vyjádřeno prostřednictvím ukazatele vodní stopy, kterou se zabývá tato práce. Vodní stopa patří do široké rodiny environmentálních ukazatelů, které byly vytvořeny jako nezbytná pomůcka ke stanovení nynějšího využívání přírodních zdrojů, která může být využita pro další světový rozvoj.

Bakalářská práce se bude nejdříve zabývat problematikou vody a vodních zdrojů, významem a funkcí vody pro lidskou populaci. Jak již bylo zmíněno, aktuálním tématem je problematika nedostatku vody ve světě. Bude tedy představen současný stav a rovněž typy a rozdělení nedostatku vody.

V další části bude představen ukazatel vodní stopy. V této kapitole bude popsána mimo jiné také vodní stopa výrobku, spotřebitele, geografického území, podniku a národní vodní stopa. Dále se bude kapitola zaměřovat na popis modré, zelené a šedé vodní stopy, bude představena základní charakteristika a výpočty jednotlivých vodních stop. V neposlední řadě zde bude představena také „virtuální voda“, protože i se v současné době stává velmi důležitou položkou v mezinárodním obchodě.

V poslední části se práce zaměří na vybrané území a to konkrétně na Myanmar a Demokratickou republiku Kongo. Bude zde představena problematika využívání a hospodaření s vodními zdroji obou zemí, dále v případě Myanmaru problematika zavlažování a odvodňování a u Demokratické republiky Kongo rovněž některé klíčové problémy spojené s vodou.

2. Motiv a cíl práce

2.1. Motiv práce

Téma vodní stopa, potažmo celkové hospodaření s vodními zdroji je velmi aktuální téma a dotýká se každého z nás, jelikož voda je nezbytná součást našich životů, kterou využíváme každý den. Avšak nynější celosvětové hospodaření s vodními zdroji je neudržitelné úrovni, jelikož v mnoha regionech světa převyšuje spotřeba obnovu zdrojů a svůj podíl zde může mít zasolování a znečišťování vodních zdrojů.

2.2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je představit současný stav problematiky vodních zdrojů a hospodaření s vodou, popsat environmentální ukazatel vodní stopy, dále seznámit čtenáře s aktuálním vodním hospodářstvím a vodní stopou v Myanmaru a Demokratické republice Kongo a následně porovnat hospodaření jednotlivých zemí.

Současný stav problematiky vody a hospodaření s ní

3. Voda jako základ

Historický rozvoj geografických oborů byl velice rozličný a tak se vyvinul rozsáhlý okruh hydrografie, jenž obsahuje disciplíny o mořích – oceánografie, jezerech – limnologie, o podzemních vodách, pramenech a řekách – potamologie, a také o ledovcích – glaciologie. (Říha, 2014)

Hlavní složka biosféry je voda, která je rovněž nejvýznamnějším zprostředkovatelem přesunu, příjmu a vyměšování živin. Nelze, aby voda existovala bez pohybování, a rovněž nelze, aby ztratila způsobilost ke stále novým změnám. (Říha, 2014)

3.1. Celkové zásoby vody

Zemi bývá přezdíváno také „modrá planeta“. Hlavní zásluhu na tom mají oceány, které jsou největší zásobárnou vody na planetě. Je v nich obsaženo až 1,39 mld. km^3 vody, což činí 97,3 % dostupné vody a zároveň pokrývají 2/3 povrchu naší planety. Několikanásobně menší, avšak ne bezvýznamné zdroje představují pevninské vody, přičemž nejvíce je jí nashromážděno v ledovcích až 29 milionů km^3. Tento ohromný objem však činí pouze 2,05 % z celkových světových zásob vody. Objem podzemních vod je odhadován asi na 9,5 milionů km^3 (cca 0,7 %), dalších 125 tisíc km^3 vody je zachycují jezera a nádrže. Koryta řek disponují pouze 1,7 tis. km^3 vody. Dalších 13 tis. km^3 zachycuje atmosféra ve vzdálenosti do 11 kilometrů od povrchu zemského. (Bratrych, 2005)

Vodní zásoby na planetě mají výrazně nerovnoměrné rozmístění a jejich notnou část neumíme zcela využít, jako například ledovcové vody, vody podzemní nacházející se ve značných hloubkách nebo také slanou vodu oceánů. (Bratrych, 2005)

3.2. Hydrologický cyklus

Pohyb vody uvnitř světového oběhu přírodních látek je absolutní, tzn. téměř neporušitelný a nelze synteticky vyvolat. (Říha, 2014)

Veškerá voda na světě je součástí neustálého oběhu, jež je označován jako hydrologický cyklus. Svoje nezastupitelné místo v tomto cyklu má energie slunce. Díky této síle se voda na Zemi odpařuje a v tomto procesu jsou hlavní oceány, z nichž se odpaří zhruba 5x větší množství vody než z pevniny. Valná většina se po krátké zastávce nad planetou v atmosféře opět vrátí do oceánů jako srážky a stejně tak voda odpařená z pevniny se rovněž vrací zpět ve formě deště.

Svou roli zde hrají i vzdušné proudy, které přenáší srážky nad pevninu. Tento úkaz je dohromady nazýván malý hydrologický cyklus. Na pevnině se asi 1/3 srážek rovnou stane součást povrchové vody, další třetina je infiltrována a obohacuje zásobu vody pod zemským povrchem, odkud zase putuje na zemský povrch, kde je zachytí řeky, nádrže nebo oceány. Poslední třetinu opět odpaří sluneční energii. Celému tomuto procesu se poté říká velký hydrologický cyklus. (Bratrych, 2005)

Unikátní forma vodního oběhu probíhá v bezodtokých oblastech. V těchto místech padne za rok voda o objemu zhruba 9 tisíc km^3 a následně se dlouhodobě téměř stejný objem odpařuje. Oběh v bezodtokých oblastech je částečně samostatný, avšak do celkového oběhu vody ho zapojují dešťové srážky, které zde dopadají a taky voda, jež se zde odpařuje, je odnášena na jiná místa. (Bratrych, 2005)

3.2.1. Bilance oběhu

Matematická rovnice zvládne popsat bilanci oběhu vody. Jako základní veličiny označíme výpary z oceánů (Vo), výpary z pevniny (Vp), déšť, který dopadne do oceánů (Ho) a voda spadlá do pevninských oblastí (Hp). Vodní objem v hydrosféře je téměř neměnný, což znamená, že celkové výpary na Zemi se rovnají objemu spadlých srážek.

$$Vp + Vo = Hp + Ho$$

Získané propočty prokázaly, že v cyklu koluje pouze asi 0,4 ‰ z úplného objemu vody světových oceánů. Zhruba každý 9. den dochází k výměně obsahu vodní páry v atmosféře a každý 12. den je vyměněna voda v řekách. (Bratrych, 2005)

3.3. Voda v oceánech a mořích

Oceány, jakožto majoritní součást hydrologického cyklu se rozkládají na více než 70 % povrchu Země. Světový oceán má rozlohu 361,18 mil km^2 – asi 2,5x více než rozloha kontinentů a nachází se zde 1305,5 mil km^3 vody, avšak z celkové hmotnosti Země tvoří pouze 0,24 %. Průměrná hloubka je 3795 metrů a rozpětí leží mezi 0 a 11 034 metry. Oceány jsou významným přírodním činitelem, jelikož oceánské fronty mají vliv na klima a počasí na pevnině. Oceány jsou rovněž jedním z významných zdrojů nerostných surovin. (Bratrych, 2005)

Uspořádání pevniny a oceánů není na naší planetě rovnoměrné. Jedná se o tzv. polaritu pevniny a oceánu. To znamená, že na Zemi jsou největší oceány umístěny proti největším světadílům.

Jako takový tvoří celek světového oceánu moře a jednotlivé oceány. Jako oceán se označuje území ležící mezi kontinenty a jsou pro něj typické hluboké pánve s hloubkou v rozmezí od 4

do 6 km, uzavřené systémy proudění a voda, která má typické fyzikální a chemické vlastnosti a teploty. Moře jsou součástí oceánů a jsou v přímém kontaktu s pevninou a můžou být od oceánů separovány pásem ostrovů. Do roku 1953 se světový oceán dělil na pět různých oceánů – Antarktický, Atlantský, Arktický, Indický a Tichý. Po roce 1953 bylo zavedeno nynější rozdělení – Atlantský, Indický, Severní ledový a Tichý oceán. (Bratrych, 2005)

3.4. Podzemní voda

Podzemní voda může být rozdělena na dva typy – juvenilní a vadózní voda. Juvenilní voda vzniká při vysokém tlaku sloučením molekul kyslíku a vodíku, které se uvolňují z tuhnoucí lávy v zemské kůře. Vadózní voda je původem voda atmosférická, která se dostane vrchních vrstev zemské kůry a představuje hlavní podíl podzemní vody. (Bratrych, 2005)

Hlavní část podzemních vod není využívána pro produkci pitné vody ani průmysl. Hlavním spotřebitelem podzemních vod jsou zemědělské plodiny, a to zejména kvůli obilovinám, z nichž je zhruba 40 % vypěstováno s pomocí zavlažování z podzemní vody. Celkově spotřebovává zemědělství až 90 % z celého objemu vody čerpané z podzemí. To může mít za následek vysoké vytížení podzemních vodních zdrojů v určitých oblastech a rovněž zvýšení hladiny moří. Mezi lety 2000 – 2009 mělo čerpání podzemních vod svůj podíl na zvyšování mořské hladiny v podobě 0,31 milimetrů ročně, což znamená asi desetinovou část z celkového zvýšení. (www.ekolist.cz, 2014)

Největšími uživateli podzemních vod jsou USA, Saúdská Arábie, Čína a Írán. Přibližně 15 % z celkové spotřeby není udržitelných, jelikož se jedná o neobnovitelné vodní zdroje. Nejvíce těchto zdrojů se nachází na Arabském poloostrově, v Egyptě, Lybii, Mozambiku, Mogolsku a v Mali. (www.ekolist.cz, 2014)

V současné době jsou odhady o světovém využívání vody mezi lety 2000 – 2009 na úrovni 113 000 milionů m^3 za rok. V celkovém pohledu dochází k dlouhodobému zvyšování čerpání podzemních zdrojů vody, což dokazuje i fakt, během prvních deseti let 21. století bylo využívání podzemních vod dvojnásobné než mezi lety 1960 – 2000. (www.ekolist.cz, 2014)

3.5. Povrchová voda

Do povrchových vod jsou zahrnuty vodní toky, jakou jsou bystřiny, prameny, říčky, potoky a řeky a následně jezera, nádrže, rybníky, tůně, mokřady a bažiny. (Bratrych, 2005)

Potok vzniká při spojení malých pramenů vyvěrajících vod ve vyšší nadmořské výšce a charakteristickým znakem profilu tohoto typu potoků je velký sklon. Teplota horského potoku

je nejčastěji velice nízká, nejsou zde výraznější teplotní rozdíly. Koryto bývá zpravidla přímé nebo jen málo zvlněné, jelikož voda proudí co nejkratší cestou do nížin. Voda teče rychle a často se vyznačuje velkou unášecí sílu, dominuje tedy zde proces eroze před akumulačním. Ve středních tocích jsou tyto procesy obvykle rovnovážné z důvodu mírnějších sklonů a nižší síly. Teploty zde mají větší kolísavost. V dolních tocích je obvykle pomalejší proudění a to díky rovinám a nížinám. Na vytváření vzhledu koryta se více podílí eroze boční následovaná hloubkovou. Na dně koryt převládá proces akumulace oproti erozi. Vodní tok je zakončen ústím, bod kdy se se vlévá do jiného vodního toku, moře nebo oceánu. (Bratrych, 2005)

Hlavními přirozenými zásobárnami vody na světě jsou *jezera*, které vznikají přirozeným snížením povrchu Země, stále či nestále je vyplňuje voda, ale nemají žádnou spojku s mořem. Jezerní ekosystémy také tvoří jezerní fauna a flora a nerosty v jezerní pánvi a mají velký vliv na atributy vody v jezerech. Jezera jsou otevřenými ekosystémy a jsou vždy spojeny s přilehlým okolím. Dle vzniku se rozlišují tři typy jezer – s vyhloubenou pánví, se zahrazenou pánví a se smíšeným původem. První skupina zahrnuje jezera s tektonickým původem, vyznačující se velkou hloubkou a dále také kalderová jezera, jež vznikají na vrcholu sopky. Druhá skupina zahrnuje jezera hrazená lávovým proudem či sesuvy nebo morénou, která vznikla ústupem ledovce a posledním typem jsou ledovcová jezera. Zvláštními typy jsou jezera s říčním či eolickým původem a také jezera krasová. Jezera se mohou třídit také na bezodtoká, odtoková, průtočná, jež mají stálý přítok i odtok a v neposlední řadě konečná jezera, kam přitékají vody z různých řek, avšak voda už dále neodtéká. (Bratrych, 2005)

Zvláštní formou povrchové vody jsou *ledovce* – enormní masy permanentního ledu, vznikající dlouhodobě pomocí přeměny sněhu nebo jiné formy pevných srážek na led. Zaujímají přibližně 10 % zemské pevniny a představují největší zásobárnu pitné vody na Zemi. Postupným přibýváním sněhu v dobrých klimatických částech světa se jednotlivé vrstvy stlačují a zhutňují. Výrazným činitelem je vedle tlaku, odpařování a kondenzování také rekrystalizace, kdy při teplotě vyšší než bod mrazu povrchový sníh taje, prosákne do nižší vrstvy, tam naplní existující póry a následně je přeměněn v led. Největší hustota ledovců nepřesahuje hustotu vody v kapalném stavu, což je důvodem k výskytu ledovců na mořské hladině. Tzv. ledovce pevninské jsou nejrozsáhlejšími ledovci na zemi a v současnosti je největší Antarktický ledovec, kde se vyskytuje 90 % ledovcové hmoty na pevnině, následovaný ledovcem v Grónsku. Menšími ledovci jsou tzv. horské, ty se nacházejí ve velehorách, jako jsou Himaláje, Alpy nebo Kordillery a Andy. (Bratrych, 2005)

4. Význam vody pro lidstvo

Vodní zdroje hrají pro člověka významnou roli od pradávna a ne jinak je tomu i nyní, kdy se vodě dostává ocenění i v politické sféře. Lidská rasa je závislá na využívání složek biosféry, v nichž jedno z nejvýznamnějších míst má voda, jež je složka nejvíce rozšířená a je nepostradatelnou součástí životního prostředí každého ekosystému. Obecně je voda uznávanou položkou v různých sférách lidského působení, jako biologická, zdravotnická, kulturně-estetická, politická a rovněž vojensko-strategická. Co se týče ekonomických aktivit a jejich rozvoje má zde voda také své významné místo a to jako zdroj pro výrobu, šiřitel energetické kapacity, zprostředkovatele chlazení a rovněž hraje svoji úlohu v dopravě. Sladkovodní zdroje jsou v přírodě nezastupitelnou složkou, s potenciálem k porušení, kontaminaci i vyčerpanosti, jak na regionální, tak i na světové úrovni. Skutečnost, že voda má nepostradatelnou biologickou funkci, je vysvětlena tím, že kromě půdy je i ona hraje primární roli při zajišťování obživy populace. Výmluvným důkazem může být i to, že tělo člověka v průběhu jeho života obsahuje 70 – 97 % vody a každý den je nutné průměrně zajistit 2,5 – 3 litry pitné vody, spolu s tou, která je obsažena v jídle. Jejím posláním však není jen nahradit vodu ztracenou z organismu, ale rovněž obstarat dostatek stopových prvků – mikroelementů, jež jsou součástí náležité obživy lidí. Pokud lze souhrnné zdroje vody považovat za nekonečné, teoretické množství dostupných sladkovodních zdrojů je pouze 0,015 % ročně z úplných zásob vody na světě. (Říha, 2014)

Odhaduje se, že potřeba vody bez škodlivých kontaminačních látek je pro jednoho člověka 20 až 50 litrů denně. (www.wwf.panda.org, 2006)

4.1. Funkce vody

Zdravotní funkce spočívá v její nezastupitelnosti při zajišťování privátní i veřejné ochraně zdraví a v rozsáhlém využití při odpočinku. Voda je potřebná při umývání, redukci odpadu, ohřevu, chlazení, zalévání atd. Uplatnění je též ve sféře rekreační a sportovní a tím mimo jiné podporuje schopnost regenerace člověka. (Říha, 2014)

Funkcí kulturně-estetickou se rozumí hlavně obecný přínos ve zkrášlování terénu a zastavěných oblastí. Nezaměnitelnou naturální funkci zastupuje v oblasti krajinářsko-architektonického tvoření. Místa s nedostačující přirozenou vláhou jde upravit, jen tehdy, je-li voda uměle přivedena ze vzdálenějšího pramene. Následně se takto mohou původně suchá místa proměnit ve zkulturněnou a profitující oblasti. (Říha, 2014)

Úloha vody v politickém a *vojensko-strategickém* oboru souvisí s morfologickými podobami pobřeží a ty se tvoří při setkání hydrosféry s litosférou. Samozřejmostí je tato síla, co se týče

podoby pobřeží na jednotlivých kontinentech a ostrovech. Opomenuta nesmí být ani výsledná forma příbřežního okolí u vodních toků. Přírodní, ale i humanitní vědní obory skýtají mnoho vzorů četného doceňování důležitosti určitých vodních toků, když zastupují hranice mezi národnostmi zastávající odlišné myšlenky a názory nebo vyznání. (Říha, 2014)

V historii i současnosti lidstvo vždy zastávalo a zastává dva protichůdné postoje k vodě – prvním z nich je, že voda je mocný přírodní živel a je nasnadě se před ním bránit, na druhou stranu je to ovšem nezbytný zdroj k přežití. (Říha, 2014)

4.2. Hospodářské využití světových vod

4.2.1. Voda v zemědělství

Do roku 2050 bude muset zemědělství na celém světě produkovat o 60 % více jídla než nyní a v rozvojových zemích dokonce o 100 % více. Nicméně nynější růst zemědělské poptávky po vodních zdrojích je neudržitelný. Neefektivní využívání vody pro zemědělské produkty vyčerpává zásobárny, snižuje průtok řek, degraduje prostředí pro volně žijící zvířata a způsobilo zasolení 20 % z celkové světové plochy zavlažované zemědělské půdy. Převážná část produkce rybolovu z pobřežních vod je ohrožena jak na kvalitě, tak na kvantitě a to právě kvůli znečištění ze zemědělství. Ačkoli rezervoáry mohou vytvářet příležitosti pro akvakulturu, ta a rybolov samotný může být ohrožen konkurenční poptávkou mezi vodním rozvojem a potřebami průmyslu. (Water for a sustainable world, 2015)

4.2.2. Voda v průmyslu

Environmentální předpověď OECD pro rok 2050 říká, že světová poptávka po vodě ve výrobě se zvýší v oproti roku 2000 o 400 %, což je mnohonásobně více, než v jiných sektorech. Většina tohoto růstu se uskuteční ve vznikajících a rozvojových ekonomikách s důsledky pro poptávku po vodě, alokaci a kvalitu. Globální a nadnárodní korporace často projevují značný pokrok v redukování využívání vody jejich dodavatelských řetězců. Malé a střední firmy čelí na nižší úrovni podobným výzvám, ale méně prostředků pro ně znamená menší schopnost k jejich dosažení. (Water for a sustainable world, 2015)

4.2.3. Voda a energie

Nezbytnost zajištění základních lidských potřeb jako vaření a topení, přístup k bezpečným zdrojům energie jsou základní komponenty pro udržitelný rozvoj. Energie jsou úzce spojeny s vodou, jelikož téměř všechny její formy požadují pro výrobní proces určitý objem vody. Produkce tepelné a vodní energie, která zaštiťuje 80 % respektive 15 % celosvětové spotřeby elektřiny, vyžaduje obrovské množství vody. Při pohledu z druhé strany ale i zpracování vody

potřebuje pro svůj proces energii. Asi 5 – 30 % z celkových nákladů na zpracování vody a vodního odpadu činí náklady na energii, avšak v některých státech například Indii a Bangladéši to může být až 40 %. Voda a energie také dohromady tvoří doplňkové služby v domácnostech, kde je potřeba energie pro čerpání vody, ohřev vody na vaření, pro úklid a hygienu. (Water for a sustainable world, 2015)

4.2.4. Rybolov

Nicméně i rybolov je ohrožen klimatickými změnami. Odhaduje se, že 20 – 35 % sladkovodních ryb je ohroženo, kvůli změnám prostředí, znečištění, invazivním druhům a také oteplování vod. (COOLEY, 2013)

5. Nedostatek vody ve světě

Organizací spojených národů (OSN) bylo poznamenáno: „*Na světě existuje dostatečné množství vodních zdrojů pro uspokojení našich potřeb, ale jsou rozmisťovány nerovnoměrně a velké množství je promarněno, znečištěno nebo je s nimi špatně hospodařeno.*“ (COOLEY, 2013)[5]

Pro rozvíjející se a stále rozrůstající se populaci začínají být sladkovodní zdroje neustále vzácnější. (Říha, 2014)

Až 780 milionů lidí na světě postrádá přístup k pitné vodě a až 2,5 miliardy lidí nemají přístup k adekvátním hygienickým zařízením. Nemusí být překvapením, že většina těchto lidí žije v nejchudších zemích světa. Podle odhadů asi 80 % lidí bez přístupu k pitné vodě se nachází v sub-saharské Africe a ve východní a jižní Asii. (www.wwf.panda.org, 2006)

V rozvojových zemích je kanalizací pokryto pouze 49 % území oproti 98 % v zemích rozvinutých. Odhaduje se, že sám populační růst během příštích 30 let dotlačí až 17 zemí, ve kterých se odhaduje nárůst obyvatel o 2,1 miliardy lidí, do kategorie zemí s nedostatkem vody pro svoje obyvatele. Odhady rovněž předpokládají, že do roku 2025 bude 48 zemí světa postiženo nedostatkem vody – což znamená asi 35 % odhadované celosvětové populace v roce 2025. (www.wwf.panda.org, 2006)

Existují dva typy nedostatku vody – ekonomický a fyzický

Ekonomický nedostatek vody je téměř nejhorší forma nedostatku vody, jelikož často závisí na neschopnosti vlády a sounáležitosti, což dovoluje pokračování špatných podmínek. Nedostatek vody způsobený ekonomickou situací vzniká tehdy, nemá-li populace dostatečné prostředky

k zajištění adekvátního množství vody. Je to rovněž nerovnoměrná distribuce zdrojů, která vzniká z mnoha důvodů, jako jsou politické a etnické konflikty. Tímto typem nedostatku trpí většina obyvatel sub-saharské Afriky. Tento problém může být ovšem efektivně řešen, například budováním malých přehrad či nádrží na zachycování dešťové vody. (www.thewaterproject.org, 2006)

Ve světě je zhruba 1,6 miliardy lidí, kteří obývají světové oblasti trpících ekonomickým nedostatkem vody. (COOLEY, 2013)

Fyzický nedostatek vody je takový, pokud člověk nemá fyzický přístup ke zdrojům vody, které jsou ve světě limitované. Jestliže je poptávka vyšší než schopnosti dané oblasti poskytnout dostačující množství vody, trpí její obyvatelé fyzickým nedostatkem. Nicméně ve světě stále přibývají regiony, ve kterých za fyzický nedostatek vody můžou lidé, což se týká i rozvinutých zemí – povodí řeky Colorado ve Spojených státech amerických je vynikajícím příkladem zdánlivě zabezpečené oblasti se značnou zásobou vody, kde však nadužívání a špatné hospodaření vedlo až k závažnému nedostatku vody. (www.thewaterproject.org, 2006)

V oblastech s fyzickým nedostatkem vody bydlí po celém světě až 500 milionů lidí. (COOLEY, 2013)

Jedním z důležitých zdrojů pitné vody v mnoha částech světa jsou podzemní vody. Nicméně některé oblasti se stávají na podzemních vodách nesmírně závislé. V posledních dvou desetiletích se velice snížili náklady na získávání podzemní vody, hlavně kvůli modernější technice. Na druhou stranu, právě kvůli těmto modernizacím se využívání podzemních vod za posledních 50 let ztrojnásobilo. V některých oblastech tak dochází k výraznému převyšování využívání nad obnovou zdrojů, což způsobuje rozsáhlé vyčerpání a klesání hladiny podzemních zdrojů. Nedávné analýzy využívání podzemních vod provedené Wadou a kolektivem v roce 2010 zjistily, že rychlost vyprazdňování zdrojů se ve středně suchých oblastech, především v částech Číny, Indie a USA mezi lety 1960 – 2000 zdvojnásobila, přičemž více než polovina objemu se využívá v zemědělství (67 %), dále také v domácnostech (22 %) a pro účely průmyslu (11 %). (COOLEY, 2013)

6. Vodní stopa

Voda jako součást globálního řetězce dodavatelů a spotřebitelů začala být brána v potaz v roce 2002 po zavedení pojmu a konceptu „vodní stopy“, který poprvé představil Hokestra. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa je indikátor, čerstvé vody, který se nezaměřuje pouze na spotřebu vody výrobcem a spotřebitelem, ale současně také zahrnuje nepřímou vodní spotřebu. Vodní stopa může být považována za komplexní ukazatel zahrnující jednotlivé položky sladkovodních zdrojů, vedle tradičních omezených měření vod. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa statku určuje množství použité vody, jež je zapotřebí k výrobě statku v celém dodavatelském řetězci. Je to multidimenzionální indikátor, který ukazuje množství spotřebované vody dle zdroje a zároveň úroveň znečištění vody podle typu znečistění. Všechny složky celkové vodní stopy jsou rovněž specifikovány geograficky a časově. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa výrobního procesu se dělí na 3 položky, které budou blíže rozebrány v samostatných podkapitolách.

Modrá vodní stopa určuje spotřebu povrchové a podzemní vody vždy uvnitř celého dodavatelského řetězce statku. Spotřeba odkazuje na ztrátu vody z dostupných pevninských zdrojů povodí řek. Ztráta nastává tehdy, když se voda odpařuje, odtéká do moře nebo je začleněna do výroby statku. Zelená vodní stopa odkazuje na spotřebu dešťové vody, dokud není zcela vyčerpána. Šedá vodní stopa se zaměřuje na znečištění a je definována jako objem sladké vody, která je zatížena znečištěním, které je dáno přírodními podmínkami a stávajícími standardy kvality vody. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa může být využita pro měření vody v několika úrovních:

Vodní stopa výrobku je součet všech vodních stop v procesu výroby statku. Zahrnuje všechny části produkčního a dodavatelského řetězce.

Vodní stopa spotřebitele je suma vodních stop všech výrobků, které spotřebitel spotřebuje.

Vodní stopa komunity je součet vodních stop všech jejích členů.

Vodní stopa národní spotřeby je součet vodních stop všech obyvatel určitého území.

Vodní stopa podniku je vyjádřena jako suma vodních stop finálních produktů, které podnik vyrobí.

Vodní stopa geograficky vymezeného území představuje součet všech výrobních vodních stop všech procesů, které se uskuteční na určitém území – obec, provincie, stát nebo v povodí řek. (Hoekstra, 2011)

Světová vodní stopa mezi roky 1996 a 2005 byla 9 087 miliard m^3 / rok, z toho 74 % představuje zelená, 11 % modrá a 15 % šedá voda. Nejvíce k této vodní stopě přispívá zemědělství a to až 92 %. Asi 1/5 světové vodní stopy je spojeno s výrobky pro export. (Mekonnen, Hoekstra, 2011)

6.1. Spojitost mezi vodní, ekologickou energetickou a uhlíkovou stopou

Vodní stopa je součástí rozmanité škály různých environmentálních stop. Nejstarší koncept tvoří ekologická stopa, která byla představena v roce 1990 Williamem Reesem a Mathisem Wackernagelem. Ekologická stopa měří biologicky dostupné plochy pro využívání přírodních zdrojů. Koncept uhlíkové stopy původně vycházel původně z ekologické stopy a rozšiřovat se začal až v roce 2005. Uhlíková stopa udává sumu emisí skleníkových plynů, jež jsou produkovány organizacemi, událostmi nebo výrobky a je vyjádřena v ekvivalentech CO2. Přestože koncept uhlíkové stopy je relativně nový, myšlenka na měření skleníkových plynů je ve skutečnosti mnohem starší. První zasedání Mezivládního panelu pro změny klimatu se datuje do roku 1990. Ještě starší než ekologická a uhlíková stopa jsou koncepty tzv. „ztělesněné“ energie, jež vyjadřují celkovou energii využitou k výrobě statku, a bývá vyjádřena v joulech. Koncept vodní stopy byl představen v roce 2002. Termín byl použit v návaznosti na ekologickou stopu, ale kořeny vodní stopy sahají spíše do vodních studií, nežli do environmentálních. Přestože všechny zmíněné koncepty jsou velice úzce provázány, každý z nich má své vlastní specifické kořeny. Například metody pro stanovení rozdílných indikátorů ukazuje jak striktní rozdíly, ale i podobnosti. Můžeme třeba určit dva rozdíly mezi ekologickou a vodní stopou – ekologická stopa je většinou počítána na základě globálního průměru produktivity, zatímco vodní stopa je stanovena na základě lokální produktivity, ekologická stopa také často není prostorově vymezena, zatímco vodní stopa ano. Různé koncepty „stop“ je třeba považovat za doplňkové ukazatele využívání přírodního kapitálu ve vztahu k lidské spotřebě. Žádný z indikátorů není možné nahradit jiným, protože každý z nich poskytuje jiné části informací. Budeme-li zkoumat pouze nároky na prostor, vodu nebo energii odděleně bylo by to nerelevantní, jelikož půda může být rozhodujícím faktorem rozvoje, ale stejně tak sladkovodní zdroje či energie. Výzvou pro budoucnost je výzkum, který by přinesl různé koncepty stop a příbuzné metody společně, v jednom konzistentním konceptu analytického rámce. (Hoekstra, 2011)

6.2. Vodní stopa výrobku

Vodní stopa výrobku je definována jako celkový objem sladké vody, která je přímo či nepřímo použita k výrobě určitého statku. Je stanovena zahrnutím spotřeby a znečištění vody ve všech

fázích výroby. Výpočtový postup je podobný u všech druhů statků, ať už jde o zemědělský nebo průmyslový sektor anebo služby. Vodní stopa statku se rozděluje na zelenou, modrou a šedou složku. Alternativní termín pro vodní stopu výrobku je „obsah virtuální vody“, ale význam tohoto termínu je užší. (Hoekstra, 2011)

V případě zemědělských produktů je vodní stopa nejčastěji vyjádřena jako m^3 / litry nebo tuny / kilogramy. V mnoha případech, kdy jsou zemědělské produkty počitatelné, může být vodní stopa také vyjádřena jako objem vody na kus. (Hoekstra, 2011)

V případě průmyslových statků, se vodní stopa vyjadřuje jako m^3 / hodnota v dolarech nebo objem vody na kus. (Hoekstra, 2011)

V jiných případech lze vodní stopu vyjádřit jako objem vody / kalorie (například pro potravinářské výrobky v rámci výživy) nebo jako objem vody / jouly (pro elektřinu nebo paliva). (Hoekstra, 2011)

6.3. Vodní stopa spotřebitele

Vodní stopa spotřebitele je definována jako celkový objem spotřebované a znečištěné sladké vody v produkci statků a služeb, které jsou spotřebitelem využívány. Vodní stopa skupiny spotřebitelů je rovna sumě všech individuálních vodních stop. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa spotřebitele se označuje WF_{cons} a je vypočítána součtem přímé a nepřímé vodní stopy člověka:

$$WF_{cons} = WF_{cons,dir} + WF_{cons,indir} \ [objem / čas]$$

Přímá vodní stopa odkazuje na spotřebu a znečištění vody, která je využívána doma nebo na zahradě. Nepřímá vodní stopa ukazuje spotřebu a znečištění vody, která může být spojená s produkcí statků a služeb využívaných spotřebitelem, například jídlo, oblečení, papír, energie a průmyslové výrobky. (Hoekstra, 2011)

Nepřímá vodní stopa je vypočtena vynásobením všech spotřebovaných produktů, respektive jejich vodními stopami:

$$WF_{cons,indir} = \Sigma(C[p] \times WF^*_{prod}[p]) \ \ [objem / čas]$$

C[p] spotřeba produktu p (počet kusů za určité období) a WF^*_{prod} [p] je vodní stopa statku (objem vody / kus). Soubor uvažovaných výrobků se vztahuje na celou škálu finálních spotřebních statků a služeb. (Hoekstra, 2011)

6.4. Vodní stopa geograficky vymezeného území

Vodní stopa geografického území je definována jako celková spotřeba a znečištění sladké vody uvnitř území. Je velmi důležité přesně vymezit hranice sledovaného území. Zkoumaným územím může být povodí řeky, provincie, stát nebo jakákoli hydrologická nebo administrativní prostorová jednotka. (Hoekstra, 2011)

Vodní stopa geografického území se označuje jako WF_{area} a je vypočtena jako součet vodních stop všech výrobních procesů na vymezeném území:

$$WF_{area} = \sum WF_{proc}\,[q] \qquad [objem\,/\,čas]$$

WF_{proc} [q] je vodní stopa výrobního procesu q uvnitř vymezené oblasti. Rovnice sčítá všechny výrobní procesy spotřebovávající nebo znečišťující vodu, které se uskutečňují na daném území.

Export skutečné vody z určitého území, stejně jako v případě transferů uvnitř oblasti, bude počítán jako vodní stopa výrobního procesu oblasti, ze které je voda exportována. Pokud jde o ochranu vodních zdrojů, zvláště pokud jde o oblast s nedostatkem vody, je důležité vědět kolik vody je v oblasti užíváno k výrobě exportních statků a kolik vody je importováno ve virtuální formě ve statcích, které tak nemusí být produkovány v dané oblasti. (Hoekstra, 2011)

6.5. Vodní stopa podniku

Vodní stopa podniku je definována jako celkový objem sladké vody, která je spotřebována přímo nebo nepřímo pro zajištění chodu firmy. Skládá se ze dvou hlavních složek. Provozní (přímá) vodní stopa firmy představuje objem sladké vody spotřebované nebo znečištěné během vlastních operací firmy. Vodní stopa dodavatelského řetězce (nepřímá) firmy je objem sladké vody spotřebované či znečištěné, která je potřeba k výrobě všech statků a služeb, které představují vstupy výroby. Po rozlišení přímé a nepřímé vodní stopy, může být rovněž rozlišeny vodní stopy, které můžou být okamžitě spojeny s vyráběnými statky a tzv. „režijní vodní stopa“. Ta je definována jako vodní stopa obecných činností a spotřebovaných statků a služeb nezbytných pro provoz podniku. Termín režijní vodní stopa je používán k identifikaci spotřebu vody, jenž je nezbytná k dalšímu fungování firmy, ale nesouvisí přímo s výrobou určitých produktů. V každém případě může být vodní stopa rozdělena na modrou, zelenou a šedou složku. (Hoekstra, 2011)

6.6. Národní vodní stopa

Celková národní vodní stopa zahrnuje a je získávána kombinací „vodní stopy národní spotřeby“ a „vodní stopa v rámci národa“ a ty se slučují do jednoho komplexního schématu. Tradiční

národní spotřeba vody využívá zdrojů, které odkazují pouze na využívání vodních zdrojů uvnitř země. Zde se nerozlišuje využívání vody pro výrobu statků pro domácí spotřebu a využívání vody pro exportní statky. Rovněž se zde neobjevují údaje o využívání vody mimo zemi a zahrnuje se zde pouze modrá voda, ne však zelená a šedá. S cílem podpořit širší záběr analýz a lépe využít informace pro rozhodování by měly být tradiční národní účty o spotřebě vody rozšířeny. (Hoekstra, 2011)

6.7. Modrá vodní stopa

Modrá vodní stopa je indikátor spotřebního využívání tzv. „modré vody“ – sladká povrchová a podzemní voda. Spotřební využívání vody zahrnuje tyto čtyři případy:

- Odpařování vody,
- Voda využitá k výrobě statku,
- Voda, která není navrácena do stejného povodí, ale do jiného nebo je navrácena do moře,
- Voda, která se nevrací ve stejném období, ale například až po následujícím období sucha.

Případ odpařování může být obecně považován za nejvýznamnější. Avšak pokud má být ukazatel relevantní, zbývající komponenty musí být taktéž zahrnuty. Je zde zahrnuta veškerá voda ztracená při odpařování, například při skladování vody v umělých nádržích, při dopravě z otevřených kanálů, dále při ohřevu vody a v neposlední řadě také voda ztracená při čistění odpadních vod a z odvodňovacích kanálů. (Hoekstra, 2011)

Voda je považována za obnovitelný zdroj, to ale neznamená, že je jí vždy stejné a neomezené množství. V určitých obdobích je vždy množství vody, které z podzemních vod dostává do povrchových a protéká řekami, omezeno na určitou hodnotu. Vodstvo řek lze využívat k zavlažování, průmyslovým či domácím účelům. Nikdy však nelze spotřebovat více vody, než je v té určité době k dispozici. Modrá vodní stopa měří množství spotřebované vody v určitém období. V tomto smyslu tak poskytuje měření dostupné „modré vody“, konzumované lidmi. Zbytek podzemních a povrchových vod, který neslouží účelům lidské populace, je ponechán na udržení ekosystémů, které jsou závislé jednak na podzemních vodách, ale také na povrchových vodních tocích. (Hoekstra, 2011)

6.7.1. Výpočet „modré vodní stopy“

$$WF_{proc,blue} = Odpařovaná\ modrá\ voda + Spotřebovaná\ modrá\ voda + Zbytková\ modrá\ voda$$

$$[\ objem\ /\ čas\ ]$$

Poslední položka vzorce odkazuje na zbytkovou a „vracející se“ vodu, která však není dostupná pro využití ve stejném povodí, protože je zachycena v moři nebo v jiném povodí, anebo není dostupná v daném okamžiku – tzn., vrací se zpět v jiném čase. (Hoekstra, 2011)

Jednotka průběžné modré vodní stopy měří objem vody za jednotku času, například za den, měsíc či rok. Pokud vycházíme z množství vyrobených statků, vodní stopa může být také vyjádřena jako objem vody na jeden statek. (Hoekstra, 2011)

6.7.2. Data pro modrou vodní stopu

6.7.2.1. Průmysl

Každý komponent ve vodní stopě výrobního procesu může být měřen přímo či nepřímo. Většinou je obecně známo, kolik vody potřebuje určitý výrobek. Odpařená voda během skladování, přepravy, výrobě a likvidace není obecně měřeno přímo, ale může být odvozena od rozdílu mezi odloučeným a finálním objemem vody. V ideálním případě se data můžou získávat z databází o spotřebě vody používané k různým typům výrobních procesů. Nicméně takovéto databáze málo kdy obsahují všechna potřebná data o spotřebě vody a zároveň také tyto databáze obsahují nedostatek detailů. Obsahují více dat o využívání vody například na cukrových rafinériích, textilních továrnách, papírnickém průmyslu apod., než o výrobních procesech. Existuje mnoho databází, avšak většina z nich se zaměřuje pouze na jedno území anebo udávají spíše odběry vody a ne spotřebu. Neužitečnější zdroje dat modré vody ve výrobních procesech jsou výrobny samotné nebo regionální nebo globální odvětvové organizace. (Hoekstra, 2011)

6.7.2.2. Zemědělství

Dostupné statistiky o využívání modré vody v zemědělství obecně ukazují celkové odběry vody pouze pro zavlažování, ne však celkové využívání modré vody. Rovněž měření vypařované vody z polí je těžko proveditelné, jelikož je těžké stanovit která část z celkové vypařované vody je modrá. Obecně se proto využívají balanční modely, které využívají klimatická a půdní data, ukazatele plodin a aktuální zavlažování. V současné době začínají být prováděny územní odhady modré a zelené vodní stopy pěstovaných plodin, které jsou založeny na světových mapách rozdělených podle toho, kde se jaká plodina pěstuje, a globálních dat o klimatu, půdě a zavlažování. (Hoekstra, 2011)

6.8. Zelená vodní stopa

„Zelená vodní stopa“ je indikátor lidské spotřeby tzv. „zelené vody“, což jsou srážky, které neodtékají do podzemních vod, ale jsou zadržovány v půdě nebo dočasně zůstávají na povrchu nebo v rostlinách. Nakonec se tato část srážek také vypaří nebo rozšíří prostřednictvím vegetace. Zelená voda může být rovněž produktem zemědělských produktů, ale ne veškerý objem zelené vody pochází od zemědělských plodin, jelikož se vždy bude vypařovat voda z půdy a také protože ne všechna období roku nebo oblasti jsou vhodná pro pěstování. Zelená vodní stopa udává objem dešťové vody spotřebované v průběhu produkčního procesu. Tohle je důležité zvláště v zemědělství a lesnictví, kde je zahrnuta celková vypařovaná dešťová voda z polí a plantáží a voda začleněná do sklizených plodin a vytěženého dřeva. (Hoekstra, 2011)

6.8.1. Výpočet „zelené vodní stopy“

$$WF_{proc,green} = Vypařená\ zelená\ voda + Začleněná\ zelená\ voda$$

$$[\ objem\ /\ čas\ ]$$

Rozdíl mezi modrou a zelenou vodní stopou je důležitý kvůli hydrologickým, environmentálním a sociálním dopadům a stejně tak kvůli příležitostným ekonomickým nákladům z půdy a podzemních vod využívaných pro produkci, které se výrazně liší od dopadů a nákladů na využívání dešťové vody. Spotřeba zelené vody v zemědělství může být měřena nebo stanovena souborem empirických vzorců nebo modelovými plodinami vhodnými pro stanovení odpařování. Tento model je založen na vstupních datech klimatu, půdy a charakteristikách plodin. (Hoekstra, 2011)

6.9. Šedá vodní stopa

Šedá vodní stopa výrobního procesu je indikátor stupně znečištění pitné vody, které může být spojeno s výrobním procesem. Je definována jako objem pitné vody, který je třeba přizpůsobit zatížení způsobené znečištěním, jež je založeno jednak na přirozené základní koncentraci a stávajícím okolním kvalitativním standardům kvality vody. Koncept šedé vodní stopy se zrodil z poznatků, že rozsah znečištění vody může být vyjádřen jako objem vody, jenž je potřebný k ředění znečištění, tak aby se stalo neškodné. (Hoekstra, 2011)

Šedá vodní stopa odkazuje na objem vody, který je třeba k asimilaci odpadů a je stanoven jako objem vody potřebný ke zmírnění znečištění, tak aby se kvalita vody dostala nad stávající minima standardů. (Hoekstra, 2011)

Myšlenka vyjádření vodního znečištění v podmínkách potřebného objemu vody k rozptýlení znečištění není nová. Hoekstra (2011) dále odkazuje na několik dalších autorů: v roce 1974 navrhli Falkenmark a Lindh započítávání faktoru ředění 10 až 50 násobku toku odpadních vod. Postel a kolektiv stanovili v roce 1996 faktor ředění na absorpci odpadu na 28 litrů za vteřinu na 1000 obyvatel. Tyto obecné faktory ředění neuvažují o druhu znečištění a kvalitě vody před ním, ale zahrnují předpokládané průměrné množství odpadu vyprodukovaného lidskou populací. Chapagain a kolektiv (2006) dále navrhli vytvořit faktor ředění závislý na typu znečistění a použití standardů kvality vody u určitého typu znečištění jako kritérium pro stanovení úroveň ředění. (Hoekstra, 2011)

Konkrétní termín šedá vodní stopa poprvé použil Hoekstra a Chapagain v roce 2008 a definovali ho jako úroveň znečištění dělenou jeho maximální přijatelnou koncentrací v určitém vodním zdroji. (Hoekstra, 2011)

6.9.1. Výpočet „šedé vodní stopy“

Šedá vodní stopa je vypočítána jako úroveň zatěžujícího znečištění (L; hmotnost / čas) děleno rozdílem mezi standardy kvality vody (maximální možná koncentrace znečištění - c_{max}; hmotnost / čas) a přirozenou koncentrací látek ve vodě (c_{nat}; hmotnost / čas)

$$WF_{proc,grey} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}} \; [objem \,/\, čas\,]$$

Přirozená koncentrace látek ve vodním zdroji je množství látek, které by se ve vodě vyskytovalo, kdyby lidé nenarušovali povodí, jelikož látky vyrobené lidskou populací se ve vodě přirozeně nevyskytují – $c_{nat} = 0$. Pokud není přirozená koncentrace přesně stanovena, ale pro zjednodušení pouze odhadnuta jako nízká, mohlo by být nasnadě, že $c_{nat} = 0$. Toto však vyústí v podhodnocení šedé vodní stopy, protože úroveň c_{nat} není přirozeně rovna nule. Přirozená koncentrace látek ve vodním zdroji se zde zahrnuje proto, že šedá vodní stopa je indikátor odpovídající asimilační kapacity vodního zdroje, která závisí na rozdílu mezi maximální přípustnou a přirozenou koncentrací látek. Pokud bychom porovnávali maximální přípustnou a aktuální koncentraci látek, dostali bychom zbývající asimilační kapacitu a ta se samozřejmě neustále mění. Je ukazatelem aktuální úrovně znečištění v určitém čase. (Hoekstra, 2011)

7. Virtuální voda

Virtuální vodou se rozumí taková voda, která pochází a je využita v určitém regionu nebo místě k produkci komodit exportované k užitku do jiných zemí. Virtuální voda je zvláště důležitá ve

světovém zemědělském obchodě a je to jedna z možných příčin tzv. „válek o vodu“, jež bývaly často předpovídány, ale nikdy se zcela nenaplnily. Sociolog z londýnské King’s College Tony Allan zjistil, že s tím jak se státy stávají bohatšími, požadují stále více vody spolu s tím, jak si mohou dovolit importovat více zboží. V každém případě, obchod s virtuální vodou komplikuje udržitelné hospodaření s vodními zdroji, protože přináší faktory, které jsou více méně mimo kontrolu plánování hospodaření vlád, které se snaží zajistit dostatek požadované vody v té či oné formě, aby uspokojily předpokládanou poptávku. (www.ourworld.unu.edu, 2013)

Jestliže jedna země exportuje produkty nákladné na vodu do druhé země, jde o exportování vody ve virtuální formě. V tomto případě prohlubují některé státy potřebu vodu těch druhých. Pro státy, které trpí nedostatkem vody, může být tento způsob atraktivní při dosažení bezpečnosti importováním na vodu náročných statků, namísto výroby všech těchto vodu požadujících produktů na svém území. Na druhou stranu země bez obav o dostatek vody mohou profitovat z jejich dostatku vodních zdrojů právě produkováním těchto statků. Fyzický obchod s reálnou vodou mezi s dostatkem a nedostatkem vody je téměř nemožný, kvůli velkým vzdálenostem a dalším souvisejícím nákladům, ale právě obchod s virtuální vodou je reálný. Obchod s virtuální vodou mezi národy či kontinenty může být využit jako nástroj pro zlepšování globální efektivnosti využívání vody a také pro zlepšování bezpečnosti vody v regionech s nedostatkem vody. (Hoekstra, 2002)

Největšími světovými exportéry hrubé virtuální vody jsou USA, Čína, Indie, Brazílie, Argentina, Kanada, Austrálie, Indonésie, Francie, Německo a hlavními importéry hrubé virtuální vody jsou rovněž USA, dále Japonsko, Německo, Čína, Itálie, Mexiko, Francie, Velká Británie a Nizozemsko. Největšími exportéry čisté virtuální vody můžeme najít v severní a jižní Americe – USA, Kanada, Brazílie a Argentina, dále v jižní Asii – Indie, Pákistán, Indonésie a Thajsko a Austrálie. Největšími importéry čisté virtuální vody jsou země severní Afriky a Středního Východu, Mexiko, Evropa, Japonsko a Jižní Korea. (www.waterfootprint.org, 2015)

Celkový objem virtuální vody v zemědělství a průmyslu byla 2320 miliard m^3 / rok, z toho 68 % zelená, 13 % modrá a 19 % šedá. Zemědělské výrobky zahrnují 76 % z celkového objemu světové virtuální vody, 12 % náleží obchodu se živočišnou produkcí a taktéž průmyslových produktů. Podíl modré a šedé vody v celkové vodní stopě mezinárodně obchodovaných produktů je ve světovém průměru lehce vyšší, než v případě vnitrostátně konzumovaných statků. (Mekonnen, Hoekstra, 2011)

7.1. Obchod za účelem šetření vody

Mnoho států šetří své domácí vodní zdroje importováním produktů náročných na vodu a exportováním komodit, které jsou méně náročné. Šetření vodních zdrojů za pomoci importu výrobků může znamenat také šetření vody na globální úrovni, pokud je tok z lokalit s relativně vysokou vodní produktivitou (statky s malou vodní stopou) do míst s nižší vodní produktivitou (statky s velkou vodní stopou). (www.waterfootprint.org, 2015)

Celkové množství vody, které by bylo potřeba pro importující země, pokud by všechny importované komodity zemědělské produkce byly pěstovány na domácím území, je 2 407 miliard m^3 za rok. Tyto produkty díky exportním zemím spotřebují „pouze“ 2 038 miliard m^3 vody ročně, což znamená úsporu 369 miliard m^3 za rok. Pro porovnání tato úspora činí přibližně 4 % ze světové vodní stopy zemědělské produkce, jejíž hodnota je 8 363 m^3 za rok. (www.waterfootprint.org, 2015)

Vlády států v zemích s nedostatkem vody se budou pravděpodobně zajímat o úsporu vody na národní úrovni více než na globální. Jako jeden z příkladů zemí, které šetří své vodní zdroje importováním zboží náročného na spotřebu vody, se dá uvést Mexiko, které dovážením kukuřice ušetří 12 miliard m^3 ročně. Tento objem vody by byl zapotřebí, kdyby země pěstovala kukuřici ve své zemi, takto může být využita pro jiné účely. (www.waterfootprint.org, 2015)

Problematika hospodaření s vodou v Myanmaru a Demokratické republice Kongo

8. Myanmar

Myanmar má 53,26 milionu obyvatel. Celková rozloha Myanmaru je 676 590 km^2. Na jihu jsou hranice Myanmaru od Andamanského moře po Bengálský záliv na jihozápadě. Sousedí s Bangladéší na západě, s Indií na severozápadě, Čínou na severovýchodě a na východě s Thajskem a Laoskou lidově demokratickou republikou. Země je rozdělena na 7 regionů, které jsou převážně v horách: Chin, Kachin, Kayah, Kayin, Mon, Rakhine a 7 oblastí nacházejících se v nížinách: Ayeyarwady, Bago, Magway, Mandalay, Sagaing, Tanintharyi a Yangon (Frenken, 2012)

Celková vodní stopa Myanmaru činí 57 000 m^3 ročně, z čehož drtivou většinu 98 % tvoří vnitrostátní voda a zbylé 2 % jsou zahrnuty v importovaných produktech. Vodní stopa na jednoho obyvatele činí 3 300 l / denně. (www.waterfootprint.org, 2015)

Celková potenciální zemědělská půda činí zhruba na 18,3 milionech ha. Celková zemědělská půda se v roce 2009 rozkládala asi na 12,1 milionech ha, z čehož 11 milionů ha (91 %), byla orná půda pro jednoleté rostliny a 1,1 milion ha (9 %) byla půda pro trvalé kultury. Zemědělské půdy jsou koncentrovány kolem řeky Ayeyarwady, zatímco další potenciální pozemky leží v regionech Chin, Kachin a Shan. (Frenken, 2012)

8.1. Vodní zdroje

Myanmar je obdařen bohatými vodními zdroji, avšak i zde existují problémy spojené s jejich nerovnoměrným prostorovým a časovým rozložením. Měsíční průtoky řek těsně kopírují intenzitu srážek, což znamená, že asi 80 % všech toků je největších během monzunového období, jež trvá od května do října, zbylých 20 % poté v suchém období od listopadu do dubna. Od severu na jih kopírují Myanmarské hory toky největších řek, z nichž dvě protékají více zeměmi. (Frenken, 2012)

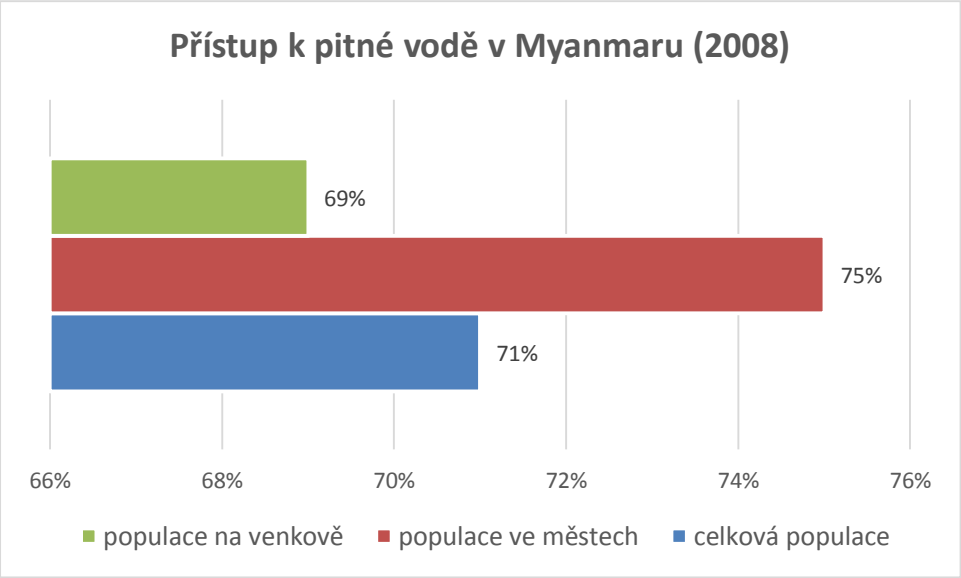
V Myanmaru existuje 6 velkých povodí:

- Ayeyarwady-Chindwin – toto povodí je téměř celé alokováno v Myanmaru a odvádí vodu 58 % celého území. Dále může být rozděleno na další 3 sub-povodí – horní Ayeyarwady, dolní Ayeyarwady a Chindwin.

- Sittaung – povodí této řeky je rovněž celé situováno v Myanmaru a odvádí vodu 5,4 % území.
- Thanlwin (jinými názvy Salween v Thajsku, Nu v Číně) – povodí řeky odvádí 18,4 % území, hlavně náhorní plošinu Shan na východě země. Pramen řeky se nachází v Číně, v Myanmaru tvoří asi 110 km hranici s Thajskem.
- Mekong – povodí řeky odvádí 4,2 % východní části teritoria a tvoří 170 km hranici s Laoskou lidově demokratickou republikou. Myanmar však není členem komise pro řeku Mekong.
- Rakhine – povodí na západním pobřeží odvádí vodu do Bengálského zálivu.
- Tanintharyi – povodí na jižním pobřeží odvádí vodu do Andamanského moře. (Frenken, 2012)

Každý rok vytvoří povrchové toky asi 992,1 km^3, podzemní vody asi 453,7 km^3. Avšak velká část této vody, asi 443 km^3 ročně, zahrnuje základní tok řek a rovněž započítává povrchové odtoky. Celkem tak můžeme stanovit celkové interní obnovitelné vodní zdroje na 1002,8 km^3 za rok (992,1 + 453,7 – 443). Každoroční přítok z okolních zemí tvoří asi 128,186 km^3, z čehož okolo 20 km3 přitéká z Indie, 68,74 km^3 z Číny a 8,156 km^3 z Thajska. Průtok řeky Mekong je celkově 73,63 km^3, ze kterého můžeme ½ (36,815 km^3) teoreticky považovat za přídavné externí zdroje. Celkové přírodní obnovitelné vodní zdroje, včetně přítoků z okolních států, je poté stanoven na 1 167,8 km^3 ročně. (Frenken, 2012)

V Myanmaru jsou dvě hlavní přírodní jezera. Druhým největším je jezero Inle v oblasti Shan. Jeho rozloha činí 155 km^2. Jezero Indawgyi se nachází v oblasti Kachin a rozkládá se na ploše 260 km2. (Frenken, 2012)

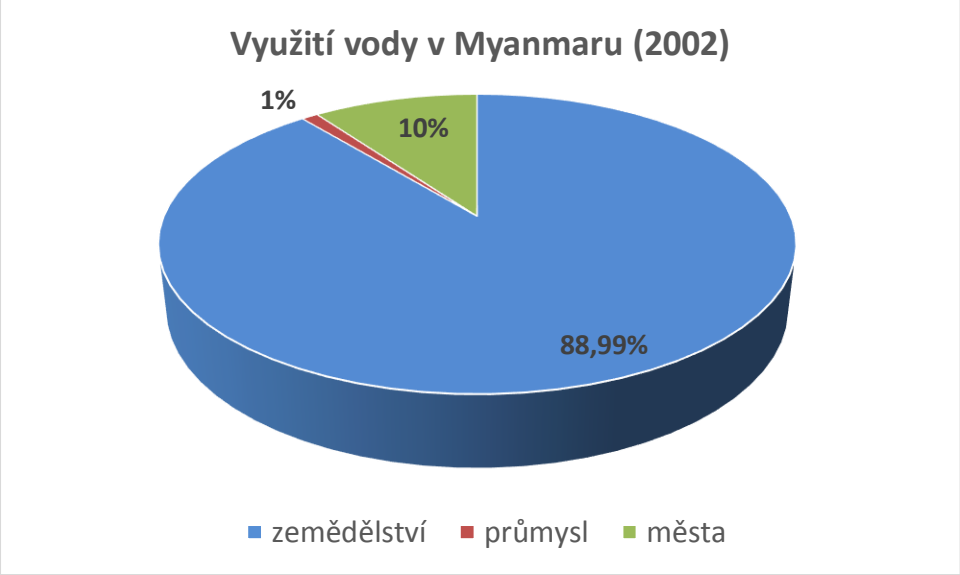


Obrázek 1Zdroj dat: Frenken, 2012

V roce 1995 vznikla Mekongská komise (MRC), smlouva mezi Kambodžou, Laoskou lidově demokratickou republikou, Thajskem a Vietnamem. Tyto čtyři země uzavřeli „Dohodu o spolupráci pro udržitelný rozvoj povodí řeky Mekong“ a souhlasili se spojením řízení jejich společných vodních zdrojů a rozvoje ekonomického potenciálu této řeky. Mekongská komise byla založena na základě téměř 50 letých znalostí a zkušeností v regionu, které se odvíjí od Mekongské komise Spojených národů z roku 1957. V roce 1996 se Čína a Myanmar stali konzultačními partnery Mekongské komise a v současné době na tomto základě země stále spolupracují. (Frenken, 2012)

Navrhované přehrady Hatyi a Tasang by měly vyrábět elektřinu především pro Thajsko, které se rovněž prostřednictvím thajských firem, spolu s čínskými podílejí na jejich výstavbě. Stavba těchto přehrad v Myanmaru na řece Thanlwin by mohla vysídlit tisíce etnických menšin, které by se pak mohli začít stěhovat do sousedního Thajska. Přehrady na řece Thanlwin by rovněž mohly způsobit environmentální dopady jak v Myanmaru, tak i v Číně. Bylo řečeno, že projekty by mohly ohrozit 1/3 ze 75 druhů ryb žijících v řece. V roce 2004 oznámila Čína pozastavení všech projektů na horním toku řeky Nu až do té doby, dokud nebudou provedeny další vědecké studie. (Frenken, 2012)

8.2. Využití vody



Obrázek 2 Zdroj dat: FAO AQUASTAT

Jak je patrné z grafu drtivou většinu celkových zásob vody, 88,99 %, využívá zemědělství, následuje městské využití s 10 % a využití pro průmysl s 1 %.

Zhruba 91 % vody pochází z povrchových zdrojů a 9 % z podzemních, které jsou nejčastěji využívány pro potřeby domácností. (Frenken, 2012)

8.3. Zavlažování

S ohledem na dešťové srážky a hydrologické schéma, největší potřeba zavlažování je v centrální suché oblasti, zatímco v deltě řek jsou více znepokojující časté záplavy a problémy spojené s odvodňováním. Je proto logické, že první zavlažovací systémy byly v centrální části poblíž Baganu vytvořeny již 11. a 12. století. Typické systémy odkláněly vodu ze středních přítoků řeky Ayeyarwady a byly navrženy tak, aby poskytovaly bezpečí během hlavní sklizně rýže. Taktéž zásobovací nádrže byly stavěny z podobných důvodů. Starší systémy byly postupně modernizovány a rozšířeny, zachován byl tradiční způsob provozování s větším důrazem na rozvoj a zlepšení již existujících ochranných opatření proti povodním a odvodňování v deltě Ayeyarwady. Tyto kroky vedly ke kultivaci rýže a ta vytvořila z Myanmaru hlavní exportní zemi před druhou světovou válkou. (Frenken, 2012)

Výstavba přehrad a zavlažovacích sítí se výrazně zrychlila v 60., 70. a 90. letech 20. století. S ohledem na vodní a půdní zdroje je potenciál zavlažování okolo 10,5 milionů ha. V roce 1995 byla celková zavlažovaná plocha 1 555 000 ha, v roce 2000 následně vzrostla na 1 841 000 ha

a v roce 2004 na 2 110 000 ha. Zavlažované oblasti byly tradičně zásobovány vodou z jezů používaných k odklonu vody z řek nebo z přehrad a nádrží. Nicméně od 80. let 20. století nastal značný rozvoj studní a voda se začala čerpat přímo z řek. Ostatní typy zavlažování zahrnují vodní a větrné mlýny, rybníky nebo klasické ruční zalévání. Data z roku 2000 udávají, že z celkové plochy 1 841 000 ha bylo 31 % zásobováno kanály, z nichž 57 % spravovala vláda a 43 % sami farmáři, 11 % nádržemi, 93 % spravováno vládou a 7 % farmáři, 4 % trubkovými studnami, 46 % pumpami a 8 % jinými typy zavlažování. Vodní zdroje pro zmíněné pumpování vody pro zavlažování jsou primárně založeny na tocích třech hlavních řek – Ayeyarwady, Chindwin a Sittaung. Další rozvoj elektrického čerpání je však stále značně omezen z důvodu nestálých dodávek elektřiny. Celý zavlažovací systém v Myanmaru je povrchový. Rozprašovače a lokalizované zavlažovací systémy byly rozvinuty pouze na pilotních farmách a dohromady jejich plocha nepřesahuje 50 ha. (Frenken, 2012)

V Myanmaru existují dva typy řízení zavlažování – veřejné a soukromé. Vládní programy zahrnují 53 % jezů a 81 % přehrad a nádrží. Zavlažování ze studní a pump, bylo nejspíš původně implantováno bývalými pracovníky ministerstva zemědělství, nyní jsou však většinou soukromé. I přestože jsou farmáři zodpovědní za správu, provoz a údržbu soukromých systémů, jak odbor pro zavlažování, tak oddělení pro využívání vodních zdrojů poskytují technickou a finanční podporu. (Frenken, 2012)

V Myanmaru se nacházejí důležité zdroje podzemní vody. Jejich využívání je nicméně omezeno na zásobování obecních vodovodů a intenzivní zavlažování zeleniny a ostatních na vodu náročných plodin, jež probíhá z ručně vykopaných studní. V centrální suché oblasti, kde je největší potenciál pro ekonomické odklony řek, byly v 80. letech 20. století zahájeny programy pro výstavbu přehrad pro povrchové zavlažování, ale také pro podzemní zavlažování. Zavlažování z podzemních vod bylo v roce 1995 prováděno na 55 175 ha, hlavně pro bavlnu, pšenici, fazole a luštěniny. Podzemní voda je čerpána za pomoci naftových pump, kterých funguje 77 %, dále elektrických pump, kterých je 15 % a tlakových pump, ty představují 8 %. Za obecných předpokladů poskytuje jedna studna zavlažování pro 4 ha půdy. Zavlažování z podzemních vod vzrostlo z 81 000 ha v roce 2000 na 100 000 ha do roku 2003. (Frenken, 2012)

8.3.1. Role zavlažování v ekonomice

Juta bývala, hned po rýži, druhou nejrozšířenější pěstovanou plodinou, ale v současné době bývá nahrazována výnosnějšími tržními plodinami, jako fazole, luštěniny, slunečnice, chilli

a zelenina. Celková zavlažovaná plocha pro sklizeň byla 2 722 000 ha, zde se nejvíce pěstuje rýže, na 1 861 000 ha (68 %), luštěniny na 284 000 (10 %), pšenice na 89 000 ha (3 %), bavlna na 85 000 ha (3 %) a cukrová třtina na 79 000 ha (3 %). V roce 1999 se průměrné náklady na rozvoj zavlažování pohybovaly mezi 2 000 až 8 000 US$ / ha. (Frenken, 2012)

8.4. Odvodňování

V deltě řeky Ayeyarwady, jsou hlavními tématy odvodňování, zasolování a ochrana před povodněmi. Zejména kvůli zasolování a ochranou před povodněmi byly vyvinuty hráze, které mohou mít také odvodňovací zařízení. (Frenken, 2012)

Kolem roku 1995 existovalo okolo 318 hrází na ochranu proti povodním, 88 % vládních a 12 % soukromých a dohromady chránící 1,2 milionu ha obdělávané půdy. Asi 10 % z této celkové plochy je rovněž zavlažováno pomocí malých zdvihových pump. V roce 1995 bylo 193 363 ha vybaveno odvodňovacími sítěmi, které jsou rovněž považovány za ochranu proti povodním. V roce 1999 byly náklady na vývoj hrází okolo 1 200 US$ / ha. Zasolování způsobené zavlažováním můžeme pozorovat hlavně centrální suché oblasti, blízko Meiktila, kde je k zavlažování používána podzemní voda. (Frenken, 2012)

9. Demokratická republika Kongo

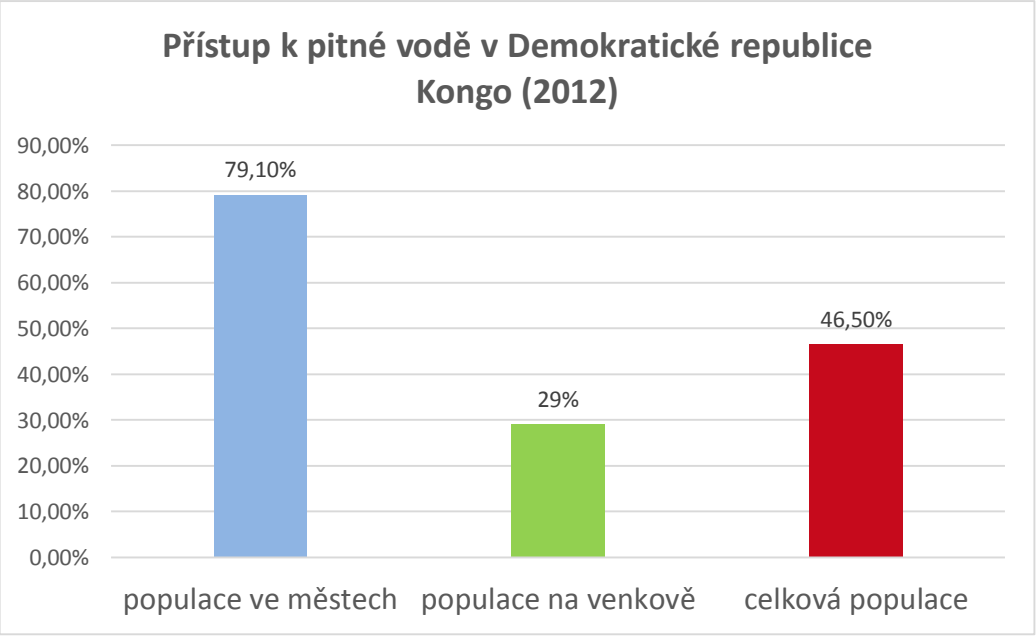
Demokratická republika Kongo má 77 433 744 obyvatel. Celková plocha Demokratické republiky Kongo je 2 344 858 km^2. 2 267 048 km^2 tvoří pevnina, zbylých 77 810 km^2 jsou vodní plochy. Celková délka hranic je 10 481 km. 2 646 km tvoří hranice s Angolou, 236 km s Burundi, 1 7474 km se Středoafrickou republikou, 1 229 km s Republikou Kongo, 221 km s Rwandou, 714 s Jižním Súdánem, 479 s Tanzanií, 877 km s Ugandou a 2 332 km hranice se Zambií. Drtivá většina centrální oblasti je nížinná, na východě jsou hory. V rovníkové oblasti Demokratické republiky Kongo panuje tropické, horké a vlhké podnebí, chladnější a sušší podnebí je v jižních vysočinách, ve východních vysočinách je podnebí chladnější a deštivější. Severně od rovníku je od dubna do října období dešťů, suché období od prosince do února. Jižně od rovníku je období dešťů od listopadu do března, období sucha panuje od dubna do října. (www.cia.gov, 2015)

Celková vodní stopa Demokratické republiky Kongo činí 29 000 milionů m^3 ročně, z toho 97 % tvoří vnitrostátní voda a zbylé 3 % jsou zahrnuty v importovaných produktech. Vodní stopa na jednoho obyvatele je 1 500 l / denně. (www.waterfootprint.org, 2015)

Orná půda tvoří 3,09 % z celkové plochy země a rozloha půdy s trvalými kulturami je 0,36 %. Zavlažovaná plocha tvořila v roce 2003 pouze 105 km^2. (www.cia.gov, 2015)

9.1. Vodní zdroje

S ohledem na to, že na území Demokratické republiky Kongo se nachází přibližně 52 % všech afrických povrchových vodních zdrojů, jakými jsou řeky, jezera a mokřady, má tato země nejbohatší vodní zdroje z celé Afriky. Samotná země, však také disponuje 23 % vnitrozemních obnovitelných vodních zdrojů Afriky. Průměrné roční srážky, které činí 6 000 miliard m^3, jsou pravidelné a hojné průměrně 1 545 mm ročně, ale měnící se v prostorově i časově, v rozmezí od 800 do 1 800 mm. Země si rovněž může chválit svoji soběstačnost, co se týče obnovitelných vodních zdrojů, jelikož 70 % (900 km^3 / rok) z celkových zdrojů (zhruba 1 283 km^3 / rok), jsou generovány uvnitř země právě za pomoci hojných dešťových srážek. Tato hojnost vodních zdrojů je úzce spojena s rozlehlými lesními porosty, které se rozkládají na 155,5 milionech ha. Drtivá většina obyvatel je vskutku závislá na pramenech a studánkách, jež se nachází v hustých lesech, jak v galeriových tak i v deštných pralesích, je tak samozřejmé, že služby lesních ekosystémů jsou velmi důležitou součástí dodávek vody pro místní komunity. Zatímco celkové odlesňování zůstává relativně nízké (asi 0,2 % ročně), v některých částech země, zejména v savanách a galerijních pralesích a zvláště blízko městských oblastí dosahuje vysoké úrovně a způsobuje přímé ohrožení zdrojů pitné vody. (Partow, 2011)



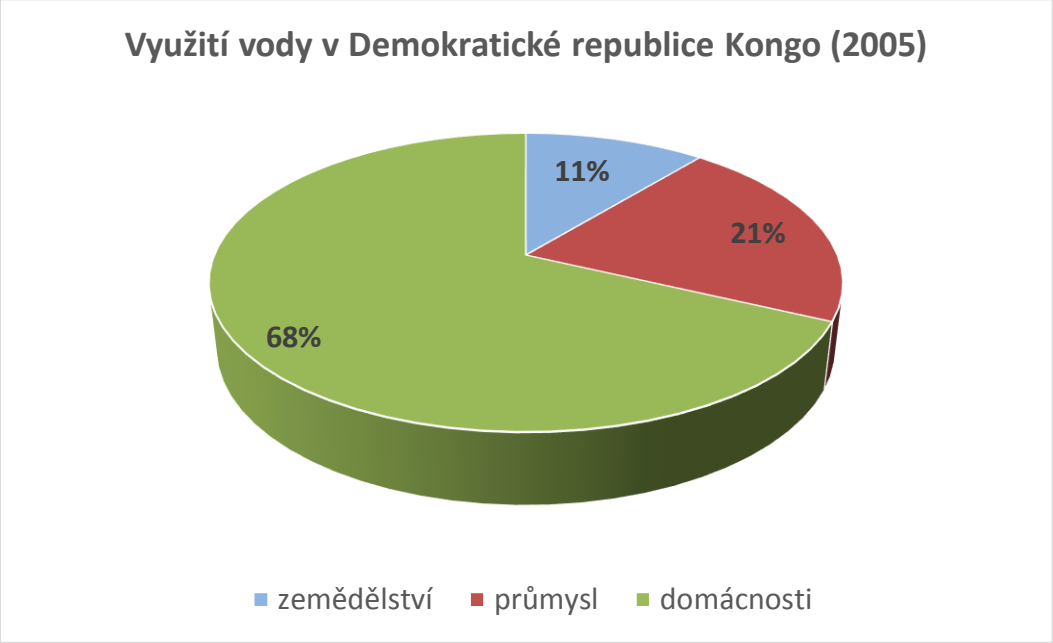
Obrázek 3 Zdroj dat: CIA Factbook

S průměrným průtokem 41 000 m^3 / s, se řeka Kongo řadí na první místo řek v Africe. Průtok Konga se 15x větší než průtok Nilu a řadí Kongo celosvětově na druhé místo za Amazonku.

Povodí Konga zabírá rozlohu 3,7 km^2, což je největší povodí v Africe, délka řeky 4 700 km ji řadí na druhou příčku hned po Nilu. I přesto, že odvádí vodu z devíti zemí, 62 % povodí leží v Demokratické republice Kongo. Celkem stabilní roční průtok – od 57 200 m^3 / s v prosinci po 32 800 m^3 / s v srpnu – je zajištěn relativně rovnoměrné rovníkové klima, charakteristické malým počtem opravdu suchých období spolu s tlumičem v podobě rozsáhlých bažin v deštných pralesech níže položeného Cuvette. Pouze v tropickém prostředí savany v Katanze a v Kasaiské nížině v centrální a jižní oblasti způsobují prodloužené období sucha to, že jsou tyto oblasti náchylnější na sucho. Dominance povodí řeky Kongo může být demonstrovaná rovněž tím, že pokrývá 98 % rozlohy Demokratické republiky Kongo. Pouze zbylá 2 % země leží v povodí Nilu. Vodu v tomto regionu odvádí na severovýchodě řeka Semliki, oblast Albertine podél hranicí s Ugandou rovněž zahrnuje dvě jezera Edward a Albert. Navzdory relativně malé velikosti je povodí řeky Semliki strategický vodní region, protože zahrnuje více než 4,6 km^3 (20 %) toku Bílého Nilu. (Partow, 2011)

Demokratická republika Kongo má jednu z nejhustších říčních sítí na světě, celkově mají břehy řek více než 20 000 km. Rovněž je zde rozsáhlý systém jezer a mokřadů. Dohromady pokrývají řeky a jezera zhruba 3,5 % z celkové plochy země. (Partow, 2011)

9.2. Využití vody



Obrázek 4 Zdroj dat: CIA Factbook

Jak je patrné z grafu, přes polovinu vody využívají v Demokratické republice Kongo domácnosti a to 68 %, následuje průmysl s 21 % a zemědělství s 11 %, což je způsobeno závislostí zemědělství na srážkách a chabých zavlažovacích sítí.

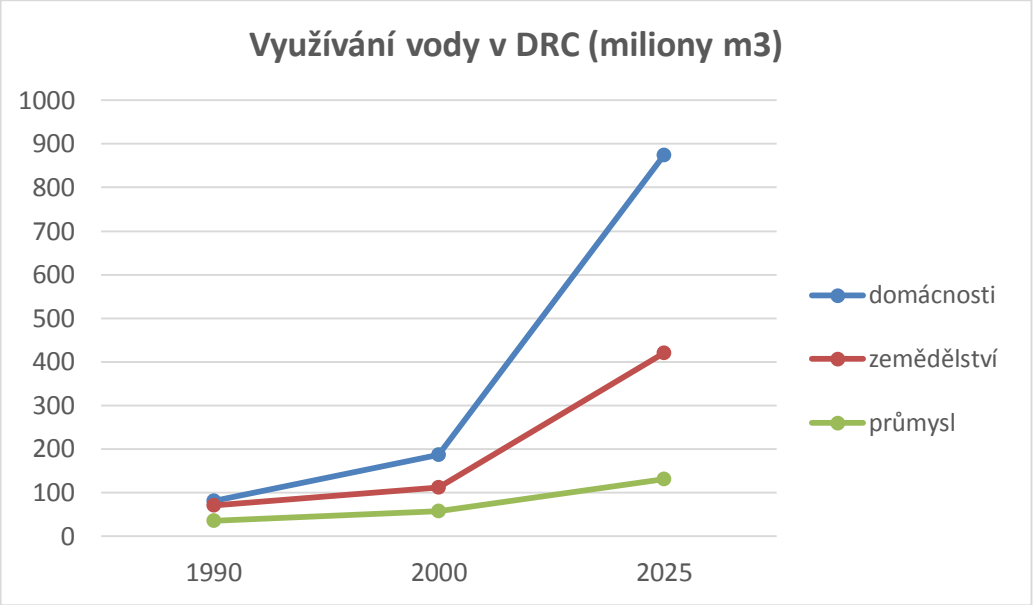
Aktuální přesná data o spotřebě vody v Demokratické republice Kongo nejsou dostupné. V roce 2000 byla spotřeba vody stanovena na 356 milionů m^3 za rok, což je pouze 0,04 % vnitrostátních obnovitelných vodních zdrojů. To jasně ukazuje menší schopnost mobilizace vodních zdrojů na národní úrovni. V roce 2008 byla dostupnost vody na jednoho obyvatele stanovena na 19 967 m^3, což je vysoce nad mezinárodně uznávanou úrovní dostatku vody – 1 700 m^3 na obyvatele. Hojnost vodních zdrojů nicméně velice kontrastuje s efektivní dodávkou vody, která v roce 2000 byla pouze 7 m^3 na obyvatele za rok. Ve skutečnosti je spotřeba vody na obyvatele mnohem nižší než v ostatních suchých zemích Sahelu, které se potýkají s problémem fyzického nedostatku vody. Tento fakt jasně ukazuje, jaký problém představuje fyzický a ekonomický nedostatek vody, pokud jde o rozvoj země. (Partow, 2011)

Současně je v Demokratické republice Kongo několik regionů, které budou v blízké budoucnosti rovněž zažívat fyzický nedostatek vody. Paradoxně to zahrnuje zásobování velmi suchých a strmých oblastí, které se však nachází v blízkosti povodí Konga a Nilu na východě země. Tato kritická místa zahrnují také města na severu země Beni a Butembo, kde zvyšující se poptávka husté a rychle se rozrůstající populace vytváří velký tlak na vodní zdroje. Rovněž regiony v savaně, jako Katagna a Kasaiská nížina, jsou náchylné k sezónnímu nedostatku vody. (Partow, 2011)

Jak ukazuje graf zobrazen výše, v Demokratické republice Kongo dominuje spotřeba vody domácnostmi, což je pro tuto zemi charakteristický ukazatel, jelikož v ostatních afrických zemích zpravidla ve spotřebě vody vede zemědělství. Získávání vodní energie, rybolov a navigace nejsou obvykle zahrnuty do součtů o spotřebě vody, z důvodu malé fyzické abstrakce. I přesto by měly být potřeby těchto tří sektorů brány v úvahu, jelikož země se spoléhá na vodní energii jako zdroje pro elektřinu a rovněž má stále obrovský nevyužitý potenciál. Dále také nesmíme opomenout důležitost rybolovu pro obživu místních obyvatel a rozhodující úlohu, kterou sehrává říční plavba v dopravě. (Partow, 2011)

Vzhledem k současným trendům je pravděpodobné, že spotřeba vody do roku 2025 bude významně vzrůstat. Na základě dat z roku 2000 vzroste spotřeba vody domácnostmi o 470 %, v zemědělství o 375 % a v průmyslu o 225 % (viz obrázek 5). V absolutním vyjádření, však tyto odhady do roku 2025 zůstávají zanedbatelné, protože tyto hodnoty stále představují pouze

0,16 % vnitrostátních obnovitelných vodních zdrojů Demokratické republiky Kongo. (Partow, 2011)



Obrázek 5 Zdroj dat: CICOS 2007 (in: Partow, 2011)

9.3. Klíčové problémy spojené s vodou

9.3.1. Krize pitné vody

Na základě nejnovějších odhadů z roku 2010, pouze asi 26 % populace, což odpovídá zhruba 17,6 milionům lidí, má přístup k čistým a bezpečným zdrojům pitné vody – hluboko pod průměrnou hranicí 60 % v subsaharské Africe. To znamená, že téměř 51 milionů lidí v současnosti nemá přístup k čisté pitné vodě. Až do nedávné doby měl zhoršující se stav vodní infrastruktury a populační růst, odhadovaný na zhruba 3 %, za následek negativní vliv na dostupnost vodních zdrojů. Zemi se nicméně podařilo tento trend zpomalit a následně dokonce zvrátit dosažením poprvé od roku 1990 zvýšení dostupnosti vody z 22 % v roce 2004 na 26 % v roce 2010. Tyto 4 % jsou však stále poměrně malý růst, i přesto, že celkově představují 20 % nárůst. Tento docela významný obrat je vzhledem k politické angažovanosti ve vodním hospodářství a post-konfliktní rekonstrukci státu, pozitivním obratem spojeným s udržitelností mezinárodní rozvojové pomoci. (Partow, 2011)

9.3.2. Chudoba, cena a genderové vlivy

Nejzranitelnější část společnosti byla výrazně zasažena krizí spojenou s pitnou vodou. To platí zejména pro obyvatele v chudých čtvrtích a oblastech, které se neplánovaně rodí u velkých měst a představují nyní většinu městské populace v zemi. Spotřebitelé na venkově se tradičně uchylují k využívání nezabezpečených vodních zdrojů, jako studánky a potoky, jež jsou zdarma, ale představují závažné riziko pro zdravotní stav populace. V přeplněných městských slumech však obyvatelé nemají jinou možnost než si vodu kupovat ze soukromých zdrojů. (Partow, 2011)

Veřejná organizace REGIDESO založená v roce 1933, která se zabývá distribucí vody v Demokratické republice Kongo, nebyla schopna zajistit rozšíření své působnosti nad rámec omezených historických městských center, které často pocházejí z koloniální doby. Rodiny s nízkými příjmy v rapidně rostoucích předměstských oblastech nesou plné břemeno problému, jenž je spojen s neschopností napojit se na centrální rozvod vody. (Partow, 2011)

Snaha zajistit čistou pitnou vodu je jedním z každodenních předních úkolů pro ženy a děti, které mají hlavní odpovědnost při zajišťování vody pro jejich rodiny. Stejně jako u jiných domácích prací, zajištění vody pro rodinu zůstává vysoce genderovou záležitostí. I přesto, že muži začínají být do činností více zapojeni, je to nejvíce patrné tam, kde dochází k příležitostem ke komercionalizaci vody vzniklých například prostřednictvím zajištěním dopravy nebo vodovodních stojanů. Pokud je k dispozici čistá voda, používá se logicky na pití a vaření a voda z řek, jezer, studní a dešťová voda je používána na koupání a pro domácí práce. (Partow, 2011)

Vysoká poptávka po vodě kombinovaná s nedostatečnou nabídkou nutí domácnosti v odlehlých chudých oblastech k placení nadměrných poplatků za vodu. Světová Banka udává, že chudé domácností platí za jeden litr vody ze soukromých zdrojů až sedmkrát více než pokud by si ji obstarávaly od organizace REGIDESO. (Partow, 2011)

Program OSN pro životní prostředí (UNEP) udává, že typické rozpětí ceny za 25 litrů vody prodávané u vodovodních stojanů od soukromníků se pohybuje od 50 do 75 konžských franků (CDF). To odpovídá ceně asi 2 000 – 3 000 CDF (asi 2,3 – 3,4 $ USD) za metr kubický vody, což je 3x až 5x více než cena za vodu od organizace REGIDESO a také jednotkově více než náklady na vodu ve vyspělých zemích. Ceny se můžou výrazně zvednout během období sucha, a pokud jsou k ceně přidané náklady na přepravu. V oblastech se strmým terénem jako například Lisala a Kikwit stojí dodávka 25 litrového barelu nejčastěji kolem 250 CDF. V hlavním městě oblasti Kasai Mbujii-Mayi se rozšířil neformální sektor v podobě dodávek vody pomocí kol.

Pokud je voda přepravována trajekty může cena za 25 litrový barel stoupnout v období sucha až na 1 200 CDF. To je 80 – 90 krát více než celkové náklady na poskytování vody z obecních vodovodů. Domácnosti s nízkými příjmy přesto kupují vodu za vyšší cenu než domácnosti napojené na REGIDESO a jsou také mnohem náchylnější k přeplácení soukromých prodejců. V důsledku toho mají tyto domácnosti tendence utrácet větší část svých omezených příjmů za vodu. (Partow, 2011)

9.3.3. Degradace vodních zdrojů

V průběhu terénních prací zjistila organizace UNEP nepříznivý vliv nekontrolovaného rozvoje obytných pozemků na zdroje pitné vody. V křehkém post-konfliktním prostředí Demokratické republiky Kongo představuje neregulovaný a vysoký růst městských oblastí a venkovských komunit vážnou hrozbu pro vysoce citlivé oblasti obklopující vodní zdroje. Zmatky ohledně držby půdy, sporné jurisdikční mandáty a institucionální slabost jsou základními příčinami problémů při uplatňování organizovaného systému plánování a řízení ve využívání půdy. Tato složitá situace je ještě zhoršována nedostatečnou strategií pro plánování rozvoje povodí na regionální úrovni. Nedostatek promyšleného využívání půdy, které by chránilo ohrožené vodní zdroje, ukazuje přímé riziko nejen pro již probíhající snahu dosáhnout rozvojových cílů tisíciletí a strategie pro snižování chudoby MMF a Světové Banky, ale také dlouhodobou udržitelnost hlavních investic do rozvoje infrastruktury ve vodním sektoru. (Partow, 2011)

9.4. Znečištění

Jelikož v Demokratické republice Kongo chybí organizace pro monitoring kvality vody, je obtížné vyhodnotit povahu a rozsah možného znečistění vody. Rovněž zde nejsou žádné funkční monitorovací stanice, ze kterých by bylo možné získat obecné informace a trendy o kvalitě vodních zdrojů. Studie kvality jak povrchových, tak podzemních zdrojů vody jsou z hlavně prováděny jako součásti cílených výzkumů a akademických projektů. (Partow, 2011)

Existují dva hlavní zdroje znečištění vody: biologická kontaminace z nekontrolovaných odpadních vod a likvidace pevných odpadů a zvýšené zatížení sedimenty ze špatných postupů a řízení využívání půdy. (Partow, 2011)

Celková úroveň kvality vnitrostátních vodních zdrojů může být považována za relativně dobrou. Velké části území jsou velmi vzdálené a nepřístupné a tak nemohli být narušeny lidskou činností. Navíc malý a stále klesající průmyslový základ a zanedbatelné využívání agrochemikálií znamená, že je omezeno vypouštění průmyslových odpadních vod a syntetických chemikálií do životního prostředí. Konečně také vydatně dešťové srážky a hustá

hydrologická síť zajišťují rozsáhlé ředění většiny škodlivých látek. Ačkoli je znečištění vody většinou biologického původu, jeho největší koncentrace je v „horkých městských oblastech“ a tak je jednou z hlavních příčin špatného zdravotního stavu populace. (Partow, 2011)

Organizace UNEP provedla analýzu dvaceti vzorků ze čtyř hlavních toků v okolí hlavního města Kinshasa – Ngaliema, N'djili, Lukunga, a Lukaya – kde bylo testováno množství třinácti těžkých kovů a také fosforečnanu amonného. Výsledky ukázaly, že koncentrace všech látek je výrazně pod úrovní, která je stanovena Světovou zdravotnickou organizací (WHO) a potvrdilo se tak, že kvalita vody je na dobré úrovni. Je však třeba zmínit, že analýza byla provedena v období dešťů, což může znamenat, že množství látek mohlo být rozředěno. Systematické monitorování perzistentních organických a chemických látek jak v období dešťů, tak v období sucha je nezbytné pro získání spolehlivého pohledu na kvalitu vody. Je třeba také zdůraznit, že kontaminace po ošetření je potenciální problém, který může způsobit zhoršení stavu a rozsáhlé úniky vody z vodovodní sítě. (Partow, 2011)

Analýza UNEP odhalila rozsáhle bakteriální znečištění zdrojů pitné vody v městských i venkovských oblastech. Kromě toho také je oblast Malebo (rozšíření řeky Kongo, které svým vzhledem připomíná jezero) u které je situována Kinsahasa příjemcem komunálních, zemědělských a průmyslových odpadních vod a také městského povrchového odtoku, což odsuzuje ekosystém Maleba k potenciální kontaminaci. (Partow, 2011)

Zhoršená kvalita vody z důvodu znečištění těžkými kovy je hlavním znepokojujícím problémem v Katanze, jež je součástí oblasti Copperbelt, a to hlavně z důvodu téměř 100 let trvajícího intenzivního průmyslu a těžby. Ačkoli laboratorní analýza UNEP odhalila znečištění u dodávek vody od organizace REGIDESO do města Lubumbashi bude zapotřebí další dlouhodobé sledování kvality vody, tak aby bylo zajištěno, že zde nejsou žádné potíže s kvalitou vody. Zvýšené hladiny rtuti, arzenu a kyanidu v povrchových i podzemních vodních zdrojích jsou zaznamenávány v okolí hlavních center těžby zlata v Ituri. Rozšířené používání rtuti v odvětví zpracování zlata, až 15 tun ročně, je významným zdrojem znečištění vody. (Partow, 2011)

10. Závěr

V rámci trvale udržitelného rozvoje životního prostředí a světové populace je nezbytné zabývat se světovými vodními zdroji, jejich světovou spotřebou, znečišťováním, ochranou a udržitelným stavem. Voda je nezbytná pro veškerý život na Zemi, ne však každý člověk na světě má bezproblémový a bezpečný přístup k čistým zdrojům pitné vody.

Cílem této bakalářské práce bylo popsat problematiku světových vodních zdrojů, jejich využívání a obchod, problém spojený s nedostatkem vody ve světě. Cílem dalších kapitol bylo představit ukazatel spotřeby vody „vodní stopa“ a její typy. V závěru práce byly následně popsány vodní zdroje a hospodaření s vodou na vybraných územích Myanmaru a Demokratické republice Kongo.

Až 780 milionů obyvatel Země nemá přístup k čistým pitným zdrojům a většina z nich žije v rozvojových částech světa. Problémů spojených s nedostatkem nebo špatným přístupem k čistým zdrojům pitné vody je několik. Prvním je samozřejmě ten, že bez vody není života. Kvůli zajištění vody se lidé často uchylují k využívání i špinavých zdrojů vody, protože je to například jediný dostupný vodní zdroj v oblasti, což ale může zapříčinit spoustu zdravotních problémů, které však lidé z nejchudších oblastí nemohou řádně vyřešit i kvůli nedostatku finančních prostředků nebo kvůli špatné zdravotní péči v oblasti kde žijí. Ke znečištění vodních zdrojů dochází z vypouštění odpadních vod do řek ze zemědělství, průmyslu a domácností. Na lidech v odlehlých suchých oblastech také často vydělávají majitelé soukromých vodovodů, kteří si často účtují mnohonásobně větší částky za barel vody, než z veřejných vodovodů, které jsou ve městech. Ne jinak je tomu i v Demokratické republice Kongo, kde se o veřejné vodovody stará organizace REGIDESO.

S pomocí využitých zdrojů byla v práci popsána nejaktuálnější stavy spotřeby vody, avšak v případě Myanmaru byly z důvodu nedostatku výzkumných míst, analýz a studií v některých případech nejaktuálnější dostupná data z roku 2000.

Velmi markantní rozdíl mezi zeměmi můžeme pozorovat u zavlažování. Obě zkoumané země mají poměrně bohaté vodní zdroje, avšak zatímco v Myanmaru měla zavlažovaná půda v roce 2004 rozlohu více než 2 miliony ha, v Demokratické republice Kongo to v roce 2003 bylo pouhých 105 km^2, tedy asi 10 500 ha. Důvod bychom mohli najít v dávné historii a pěstovaných komoditách, jelikož původ zavlažovacích systémů v Myanmaru sahá až do 11. století a existuje zde také dlouhá tradice pěstování rýže, která je známá svou velkou náročností na vodu. Také procentní podíl zemědělství ve využívání vody je velmi rozdílný. Zatímco Myanmarské

zemědělství má podíl téměř 90 %, zemědělství Demokratické republiky Kongo má podíl pouze 11 %, což je co se afrických zemí týče zvláštní úkaz. Příčinu můžeme hledat opět v nevýrazných zavlažovacích sítích a také závislosti tamějšího zemědělství především na dešťových srážkách, které jsou v Demokratické republice Kongo velmi hojné. V Myanmaru hraje zavlažování velmi důležitou roli v pěstování zemědělských plodin především rýže a v současné době také plodin, které mohou být exportovány do zahraničí za účelem získání větších zisků.

Myanmar má rovněž lepší bilanci, co se týče přístupu obyvatel k pitné vodě, kde z celkové populace má celých 79 % obyvatel přístup k pitné vodě, zatímco v Demokratické republice Kongo je to 46,5 %, i když zde je poměrně vysoký podíl městského obyvatelstva, populace na venkově však značně zaostává. Přístup k opravdu čistým a bezpečným zdrojům pitné vody má však v Demokratické republice Kongo pouze asi 26 % obyvatel.

Rovnoprávný přístup všech obyvatel na světě bez náboženských, etnických, genderových či ekonomických rozdílu k čistým a bezpečným zdrojům pitné vody je nezbytný pro příznivý rozvoj všech částí Země. Je nutné, aby se lidská populace snažila o snížení znečištění vodních zdrojů, protože pokud budou dostupné čisté zdroje pitné vody, je také velmi pravděpodobné, že se sníží počet nemocí způsobených právě špinavou vodou. Vodní stopa nám může pomoci vytvořit si reálný obraz o spotřebě vody a také k jejímu následnému šetření a efektivnějšímu využívání, pokud by totiž v některých případech opravdu došlo k tomu, že vodní zdroje se z důvodu intenzivního využívání nebudou stíhat obnovovat, mohlo by to mít vážné dopady pro obyvatele těchto oblastí ať na jejich samotné životy, jejich obživu, zdraví, životní prostředí a také pro další generace.

11. Seznam zdrojů

1. ŘÍHA, DRSC. *Encyklopedie vodního hospodářství I: Voda jako složka biosféry* [online]. Ústí nad Labem, 2014 [cit. 2015-04-20]. ISBN 978-80-7414-832-3. Dostupné z: http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/12e_final_tisk.pdf

2. *Živel voda: člověk, příroda, technika, životní prostředí*. 1. vyd. Editor Václav Bratrych. V Praze: Koniklec, c2005, 293 s. Živly. ISBN 80-902-6066-7.

3. Vyčerpávání zásob podzemní vody má vliv i na zvyšování hladiny moří. *Ekolist.cz* [online]. Praha, 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/vycerpavani-zasob-podzemni-vody-ma-vliv-i-na-zvysovani-hladiny-mori

4. Freshwater: what's at stake, what we're missing, what we're losing, what it's worth: What's at stake. In: *WWF Global* [online]. 2006 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/importance_value/

5. THE UNITED NATIONS. *World Water Development Report 2015:: Water for a Sustainable World*. Paris: UNESCO, 2015. [cit. 2015-05-3]. ISBN 978-92-3-100071-3

6. COOLEY, Heather, Newsha AJAMI, Mai-Lan HA, Veena SRINIVASAN, Jason MORRISON, Kristina DONNELLY a Juliet CHRISTIAN-SMITH. PACIFIC INSTITUTE. *Global Water Governance in the 21st Century*. Oakland, California, 2013, 43 s. ISBN 978-1-893790-03-2. Dostupné z: http://www.pacinst.org/publication/global-water-governance-in-the-21st-century/

7. Two Types of Water Scarcity: Economic Scarcity. In: *The Water Project* [online]. 2006 [cit. 2015-04-26]. Dostupné z: http://thewaterproject.org/water_scarcity_2#phys

8. HOEKSTRA, Arjen Y. *The water footprint assessment manual: setting the global standard*. Washington, DC: Earthscan, 2011, xviii, 203 p. ISBN 978-1-84971-279-8.

9. MEKONNEN, a HOEKSTRA. *NATIONAL WATER FOOTPRINT ACCOUNTS: THE GREEN, BLUE AND GREY WATER FOOTPRINT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION: VOLUME 1: MAIN REPORT* [online]. Nizozemí: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2011, 50 s. [cit. 2015-04-14].

10. Water Prospects In The 21st Century: Virtual Water. In: *Our World: United Nations University* [online]. 2013 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://ourworld.unu.edu/en/water-prospects-in-the-21st-century

11. HOEKSTRA, A. Y. a P. Q. HUNG. *VIRTUAL WATER TRADE: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*. The Netherlands, 2002, 120 s.

12. Virtual water trade: Why is this important? 2015. *Water Footprint Network* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/virtual-water-trade/

13. Virtual water trade: Water Saving by Trade. 2015. *Water footprint network* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: http://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/virtual-water-trade/

14. FRENKEN, Karen. *Irrigation in Southern and Eastern Asia in figures: Aquastat survey, 2011*. Rome: Food and Agriculture of the United Nations, 2012, xix, 487 p. Water reports, 37. ISBN 9251072825.

15. National water footprint explorer: The water footprint of Myanmar 2015. *Water footprint network* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/

16. Congo, Democratic Republic of the. *Central Intelligence Agency: The World Factbook* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/cg.html

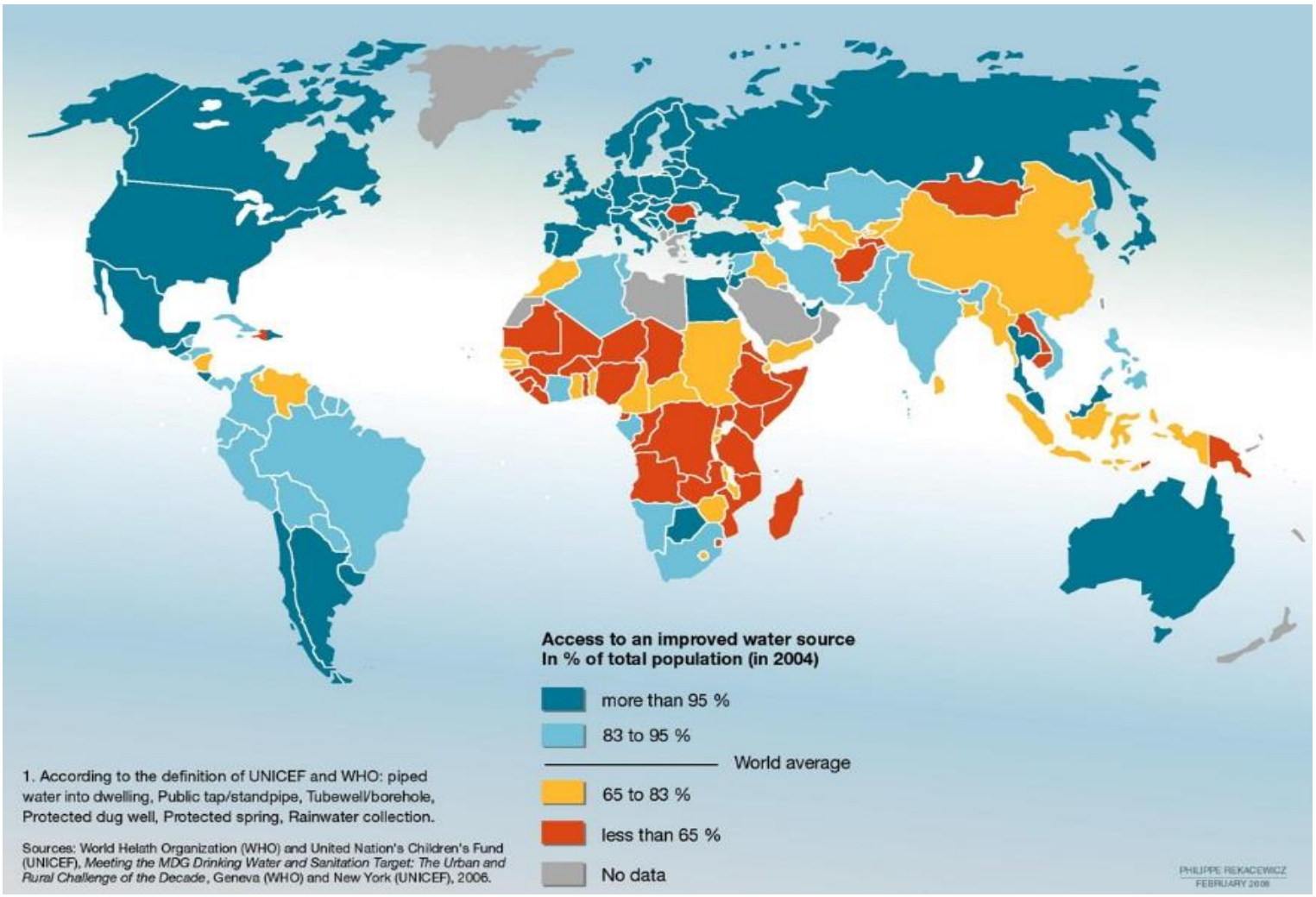
17. National water footprint explorer: The water footprint of Dem. Rep. of the Congo 2015. *Water footprint network* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/

18. PARTOW, Hassan. *Water Issues in the Democratic Republic of the Congo: Challenges and Opportunities* [pdf]. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2011, 98 s. [cit. 2015-05-17].

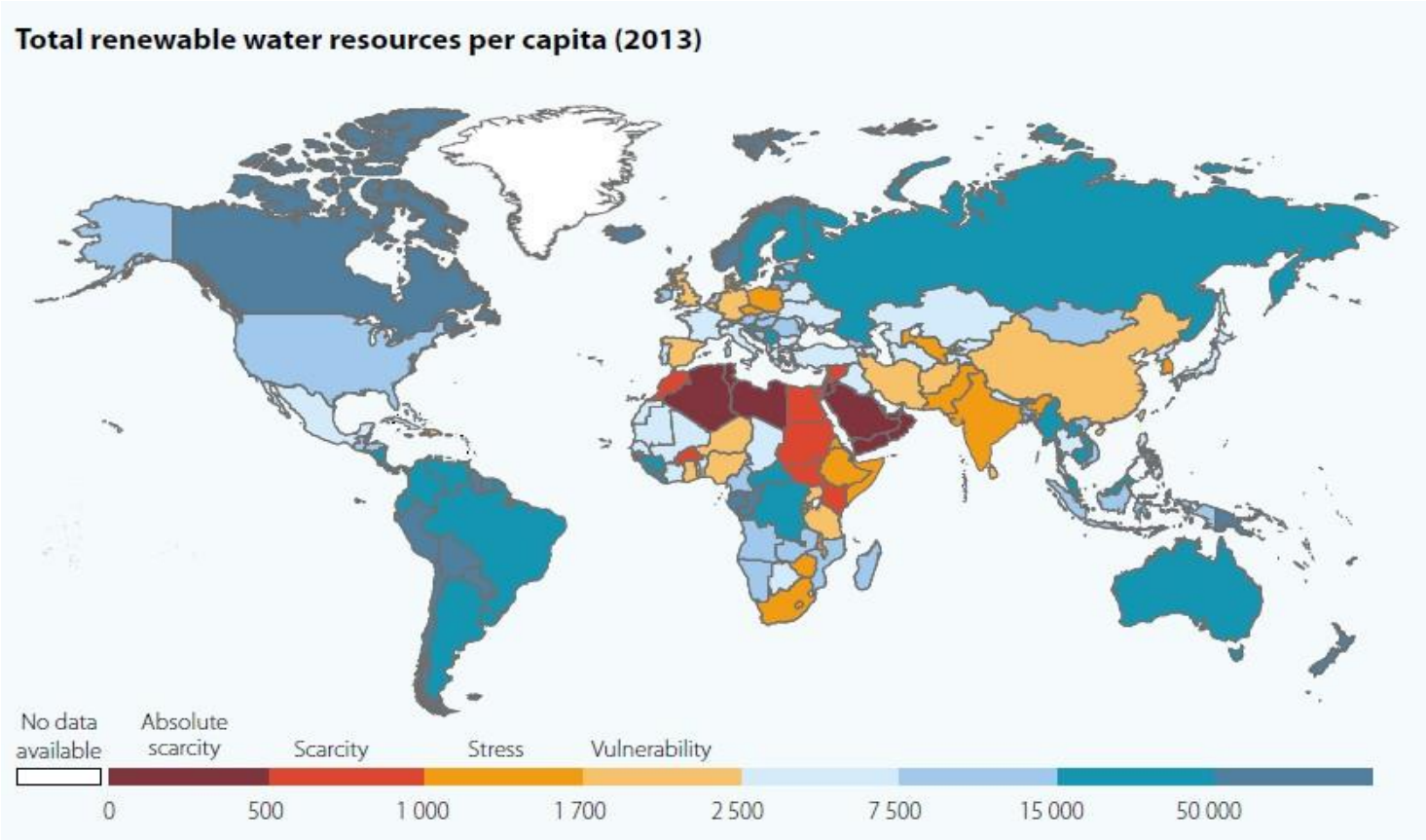
12. Přílohy

- Přístup k pitné vodě ve světě (2004)
- Celkové obnovitelné zdroje vody ve světě (2013)
- Vybrané organizace zabývající se ochranou a hospodařením s vodou
- Vlajky Myanmaru a Demokratické republiky Kongo

Přístup k pitné vodě ve světě (World Health Organization, 2004)



Celkové obnovitelné zdroje vody ve světě v roce 2013, (Water for a sustainable world, 2015)



Vybrané organizace zabývající se ochranou a hospodařením s vodou

Mezinárodní vědecké organizace

- International Association of Hydrological Sciences (IAHS)
- International Water Resources Association (IWRA)
- International Water Association (IWA)
- Water Environment Federation (WEF)

Mezivládní organizace

- UNESCO
- International Hydrological Programme
- World Health Organization (WHO)
- World Water Assessment Programme

Světové výzkumné organizace

- Global Water System Project (GWSP)
- GEMS / Water Programme
- Global Applied Research Network
- Experimental and Network Data (FRIEND)

Dárcovské organizace

- World Bank
- Global Enviroment Facility
- Private philantropic foundations
- Inter-American Develompent Bank

Nevládní organizace

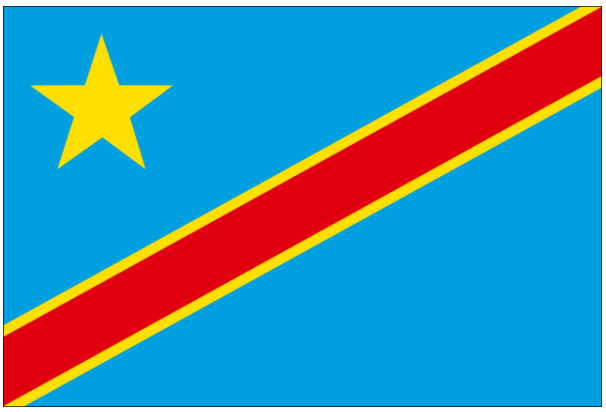
- WaterAid
- World Water Council
- International Water Management Institute
- Water for People

Sítě světových organizací

- Global Water Partnership

- Freshwater Action Network
- Water Integrity Network
- Blue Planet Network

Vlajky Myanmaru a Demokratické republiky Kongo (zdroj: www.cs.wikipedia.org)

Myanmar

Demokratická republika Kongo