



Kam mizí voda

Globální environmentální problémy, 2. 5. 2023

Jan Malý Blažek (maly-blazek@fss.muni.cz)

Katedra environmentálních studií
Fakulta sociálních studií
Masarykova univerzita

O čem to dnes bude

- O vodě a jejích funkcích
- O využití vody člověkem
- O vlivu člověka na vodní zdroje

Úvod

Voda je podle mnohých globálním problémem č. 1. Poukazují na japonské přísloví o jezeře, na jehož hladině každý den exponenciálně roste množství leknínů, až 50. den lekníny pokryjí celé jezero a to uhynie na nedostatek kyslíku. Přitom 49. den byla pokryta jen polovina a jezero prosperovalo. Z ekosystémového pohledu jsou globální vodní zdroje ve dni 49.

Vodní zdroj planety

- **Hydrosféra**

- = **veškerá voda oceánů a pevniny** (71 % povrchu země je voda)
- + voda v atmosféře, kryosféře, pedosféře, biosféře

- Nerovnoměrná distribuce

- Množství vody je fixní:

- *„Všechna voda, která kdy na Zemi bude, na ní už je – právě teď.“*

<https://www.intersucho.cz>

Vlastnosti vody *(Myers, Spoolman, 2014)*

- Dobré rozpouštědlo → transportní prostředí pro řadu látek → důležitá součást všech živých tkání → důležitá pro růst i pro čistotu životního prostředí
- Neustále se recykluje a čistí v rámci vodního koloběhu
- Je filtrována mechanicky - půdou, sedimenty; biologicky a chemicky - v půdě, jezerech, mokřadech, apod.
- Vodní koloběh je důležitý pro veškerý život na zemi. Má zásadní vliv na podnebí (oceány-pevnina), počasí, biotu. Má velkou sílu - vytváří fluviální, glaciální či pobřežní tvary reliéfu
- Distribuuje energii získanou slunečním zářením - ukládá teplo kondenzací, vypouští evaporací - přesouvá latentní teplo v atmosféře. Přesouvá velké teplotní hmoty mořskými proudy.
- Má 3 formy - pevnou, kapalnou, plynnou

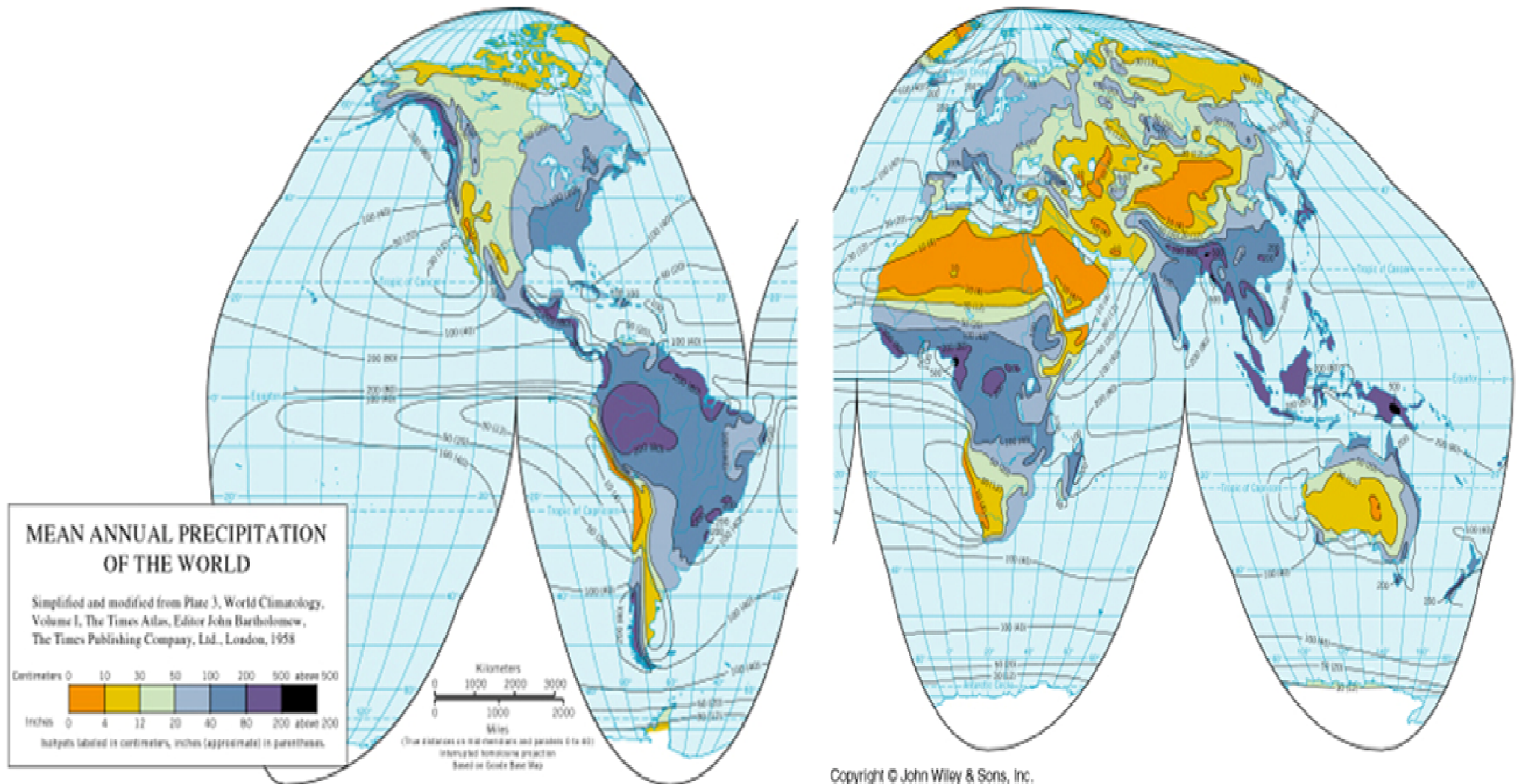
Vodní koloběh - složky (Janoušková, 2014)

- Evaporace - výpar z vodních ploch do atmosféry
- Transpirace - výpar dýcháním a odumíráním z těl rostlin do atmosféry

→ evapotranspirace = zelený vodní tok (na pevnině velmi významný)

- Precipitace - srážky z atmosféry
- Povrchový odtok + nádrže povrchové vody
- Podzemní voda

Úhrn ročních srážek (Strahler, Strahler, 1999)



Copyright © John Wiley & Sons, Inc.

Množství a dostupnost (Brázdil, 2008)

- 97,2 % tvoří slaná voda, 2,8 % sladká voda
- hlavní část sladké vody je vázána v ledovcových štítech a horských ledovcích (2,15 %) a podpovrchové vodě, hlavně podzemní (0,63 %) – zbytek 0,02 % = sladká voda na pevnině
- Tato část (0,02 %) se rozděluje na půdní vodu (v dosahu kořenů rostlin), povrchovou vodu (např. jezera, vodní toky, bažiny) a vodu v atmosféře
- 0,024 % je sladká člověku dostupná voda (asi 12000 km³ vody)
- *Pozn. výpočty se liší (viz tabulka)*

	plocha (10⁶km²)	objem (km³)	celková voda (%)	sladká voda (%)	rychlost výměny
oceány	36,31	1 338.10 ⁶	96,5		3000 – 30000 let
podzemní voda					
sladká	134,8	10,53.10 ⁶	0,76	30,1	dny – 1000 let
slaná	134,8	12,87.10 ⁶	0,93		
půdní vlhkost	82	16 500	0,0012	0,05	2 – 52 týdny
polární led	16	24,03.10 ⁶	1,7	68,6	1 – 16000 let
ostatní led a sníh	0,3	340 600	0,025	1	
jezera					
sladká	1,2	91 000	0,007	0,26	1 – 100 let
slaná	0,8	85 400	0,006		10 – 1000 let
mokřady	2,7	11 470	0,0008	0,03	
řeky	148,8	2 120	0,0002	0,006	10 – 30 dní
biologická voda	510	1 120	0,0001	0,003	7 dní
atmosférická voda	510	12 900	0,001	0,04	8 – 10 dní
voda celkem	510	1 386.10 ⁶	100		2800 let
voda sladká	148	35,03.10 ⁶	2,5	100	

Voda jako životní prostředí (Myers, Spoolman 2014)

- 1. Marinní vodní systémy
- 2. Sladkovodní systémy
- 3. Smíšené vody (např. estuária)
- Kromě slanosti se vodní prostředí odlišuje teplotou a množstvím světla (rozdíl mezi dnem a hladinou)

Marinní systémy

- **Pobřežní** (10 % plochy, 90 % marinních druhů)
 - Mokřady, mangrovové lesy, korálové útesy
- **Otevřené moře**
 - 3 vertikální zóny, největší zdroj mořského rybolovu

Sladkovodní systémy

- **Jezera**

- Bohaté na fosfáty a nitráty - díky eutrofizaci (výplachem) okolních půd. Oligotrofická j. (modrá) - čisté vody, malá eutrofizace, eutrofická j. (zelená) - velká eutrofizace

- **Řeky** - hlavní proud povrchového odtoku

- **Mokřady** - bažiny a močály

- Absorbují přebytečnou vodu z přívalových dešťů, a také chemické látky ze zemědělských oblastí

Voda a klimatická změna (HBS, 2021)

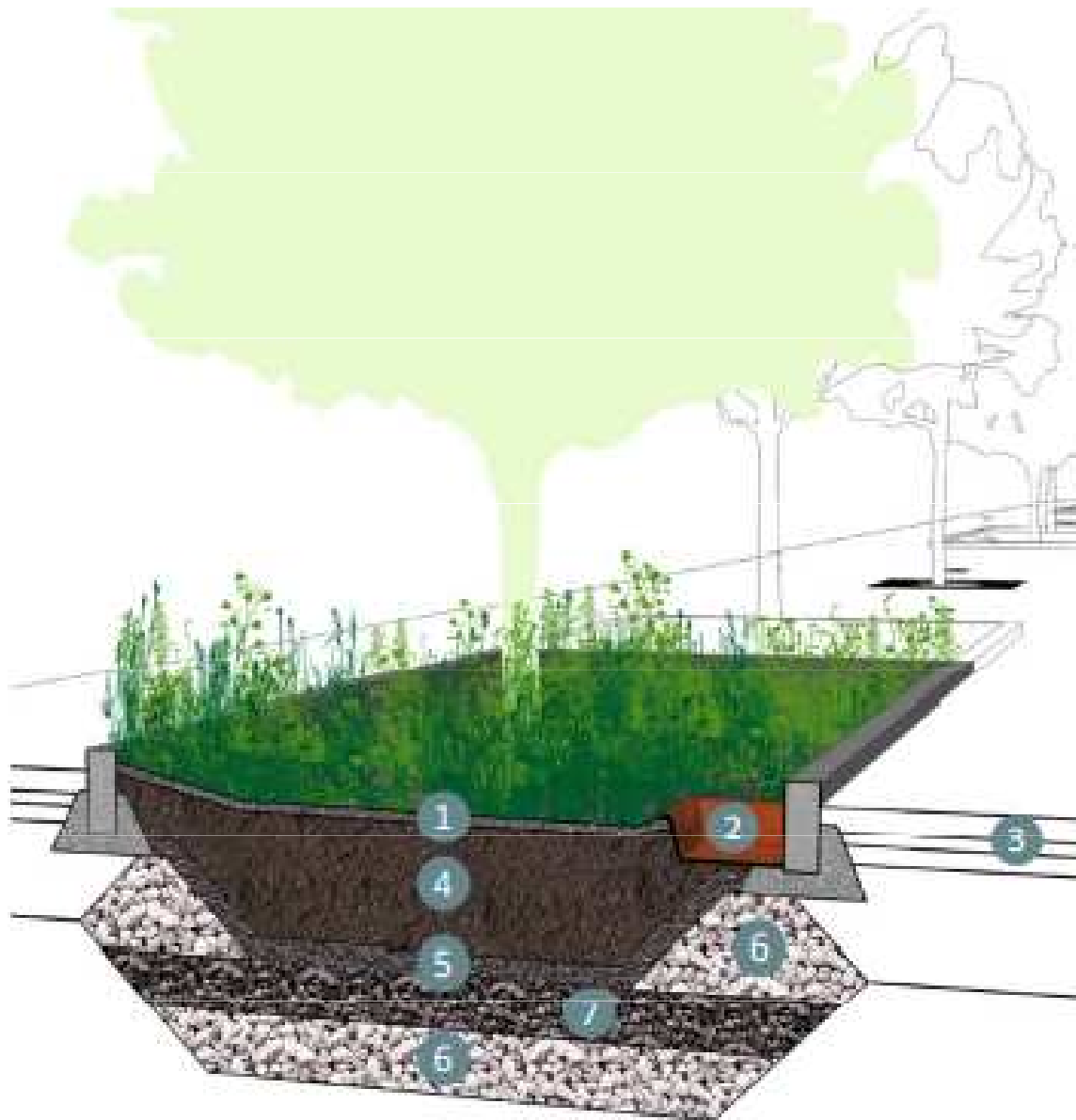




Livable Streets

*- A Handbook of Bluegreengrey
Systems*

Voda a klimatická změna



LEGENDA

1 ochranná vrstva

2 vpusť s lapačem
písku

3 okolní zpevněné
povrchy

4 vrchní substrát

5 spodní substrát

6 propustná podložní
vrstva (štěrk,
makadam)

7 propustná podložní
vrstva s biouhlem

Využití vody

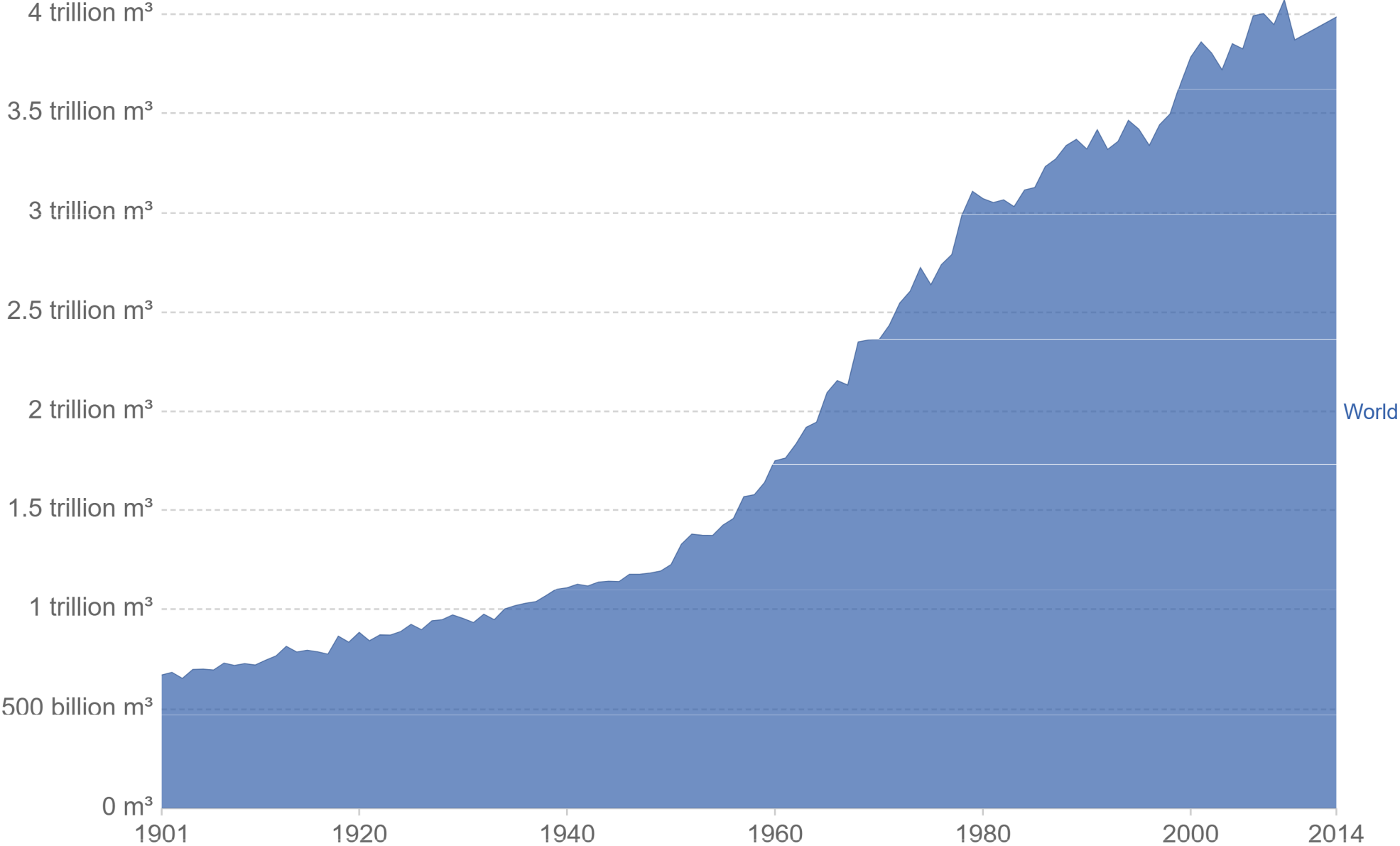
“Lidé využívají vodu nejen k pokrytí svých primárních potřeb, jako je pití, vaření, hygiena či pěstování plodin pro obživu, ale také k uspokojení dalších potřeb, např. pro získávání energie nebo ukládání odpadu. Lidské činnosti mění kvalitu i výskyt vodních zdrojů.” (Na Zemi 2012)

Celosvětová spotřeba *(Janoušková, 2014)*

- 4000 km³ / rok (asi třetina dostupné vody)
- 70 % Zemědělství
- 20 % Průmysl
- 10 % Domácnosti
- Velké rozdíly mezi zeměmi globálního Jihu a Severu
- Většina vody povrchová, téměř polovina obyvatel ale pije podzemní vodu

Global freshwater use over the long-run

Global freshwater withdrawals for agriculture, industry and domestic uses since 1900, measured in cubic metres (m³) per year.



Source: Global International Geosphere-Biosphere Programme (IGB)

Příklad USA (Myers, Spoolman, 2014)

- 40 % dostupné vody je využíváno pro výrobu elektřiny (primárně pro ochlazování) → vrací se zpět do koloběhu, ale ohřátá!
- 37 % pro zavlažování v zemědělství → nevrací se zpět do zdroje
- 13 % veřejný vodovod
- 10 % ostatní průmysl a zemědělství, a všichni, kteří jsou napojeni samostatně (např. studna, pramen)
- Odhaduje se, že až $\frac{2}{3}$ vody není využito efektivně

Spotřeba vody ve světě podle sektorů (údaje za rok 2001)

kontinent/region	celková spotřeba vody km ³ /rok	spotřeba vody podle sektorů					
		domácnosti		průmysl		zemědělství	
		km ³ /rok	%	km ³ /rok	%	km ³ /rok	%
svět	3 830	381	10	785	20	2 664	70
Afrika	215	21	10	9	4	184	86
Asie	2 378	172	7	270	11	1 936	81
Latinská Amerika	252	47	19	26	10	178	71
Karibik	13	3	23	1	9	9	68
Severní Amerika	525	70	13	252	48	203	39
Oceánie	26	5	18	3	10	19	72
Evropa	418	63	15	223	53	132	32

Zdroj: FAO 2006

Voda v zemědělství

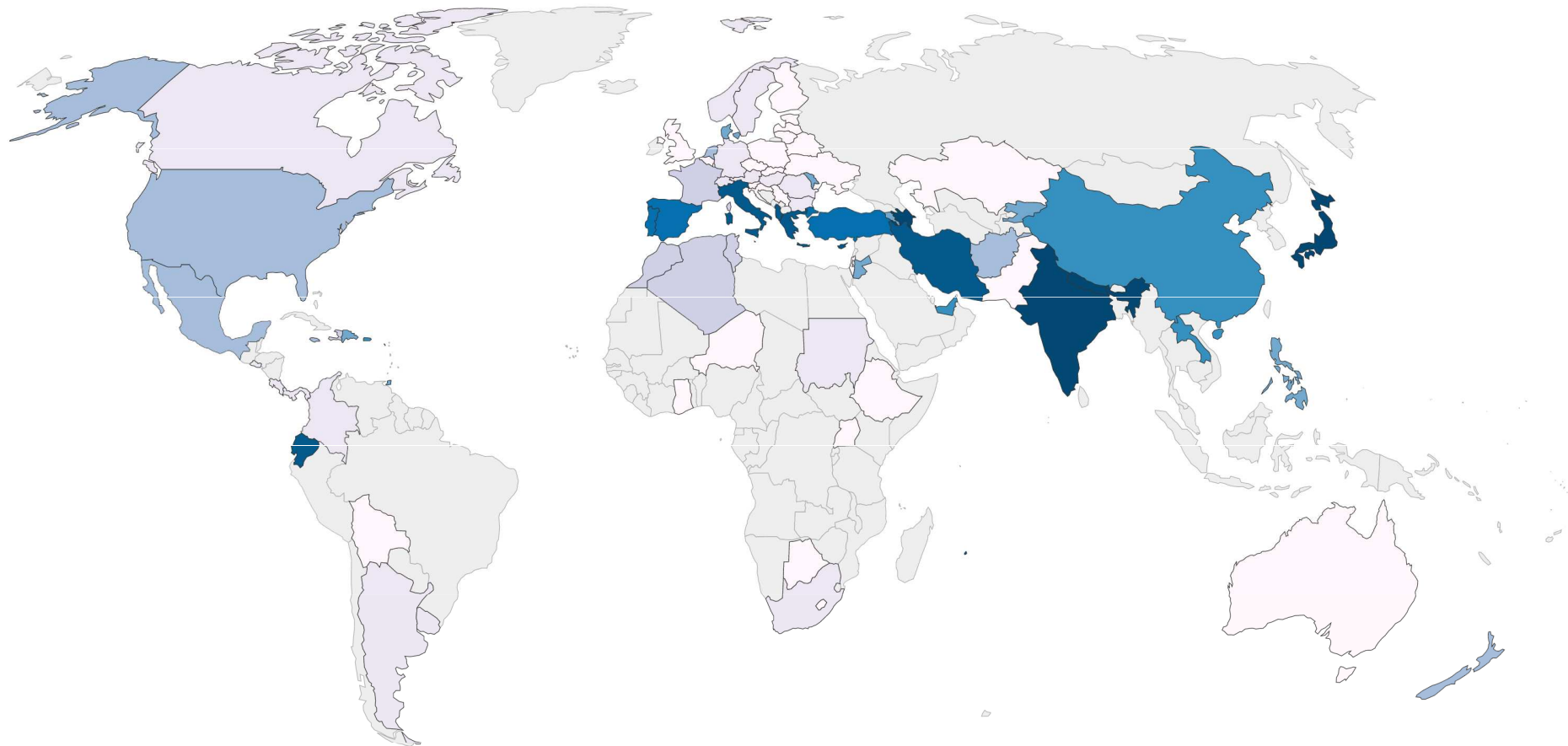
- Zavlažujeme-li plošně - vysoká evapotranspirace
- Špatná práce s dešťovou vodou - není akumulovaná (např. systémy skleníků ve Španělsku, viz foto)
- Nevhodné plodiny pro konkrétní klima
- Nevhodné zemědělské postupy - holá půda náchylná k evaporaci
- Růst zemědělské produkce → růst spotřeby vody



Zdroj:
Google :)

Share of agricultural land which is irrigated, 2015

The percentage of total agricultural land area which is irrigated (i.e. purposely provided with water), including land irrigated by controlled flooding. Agricultural land is the combination of crop (arable) and grazing land.



Nároky druhů plodin na vodu

plodina	m³/kg	m³/kcal
obiloviny	1,5	0,47
hlízy	0,7	0,78
cukrové plodiny	0,15	0,49
luštěniny	1,9	0,55
olejniny	2,0	0,73
rostlinné oleje	2,0	0,23
zelenina	0,5	0,53

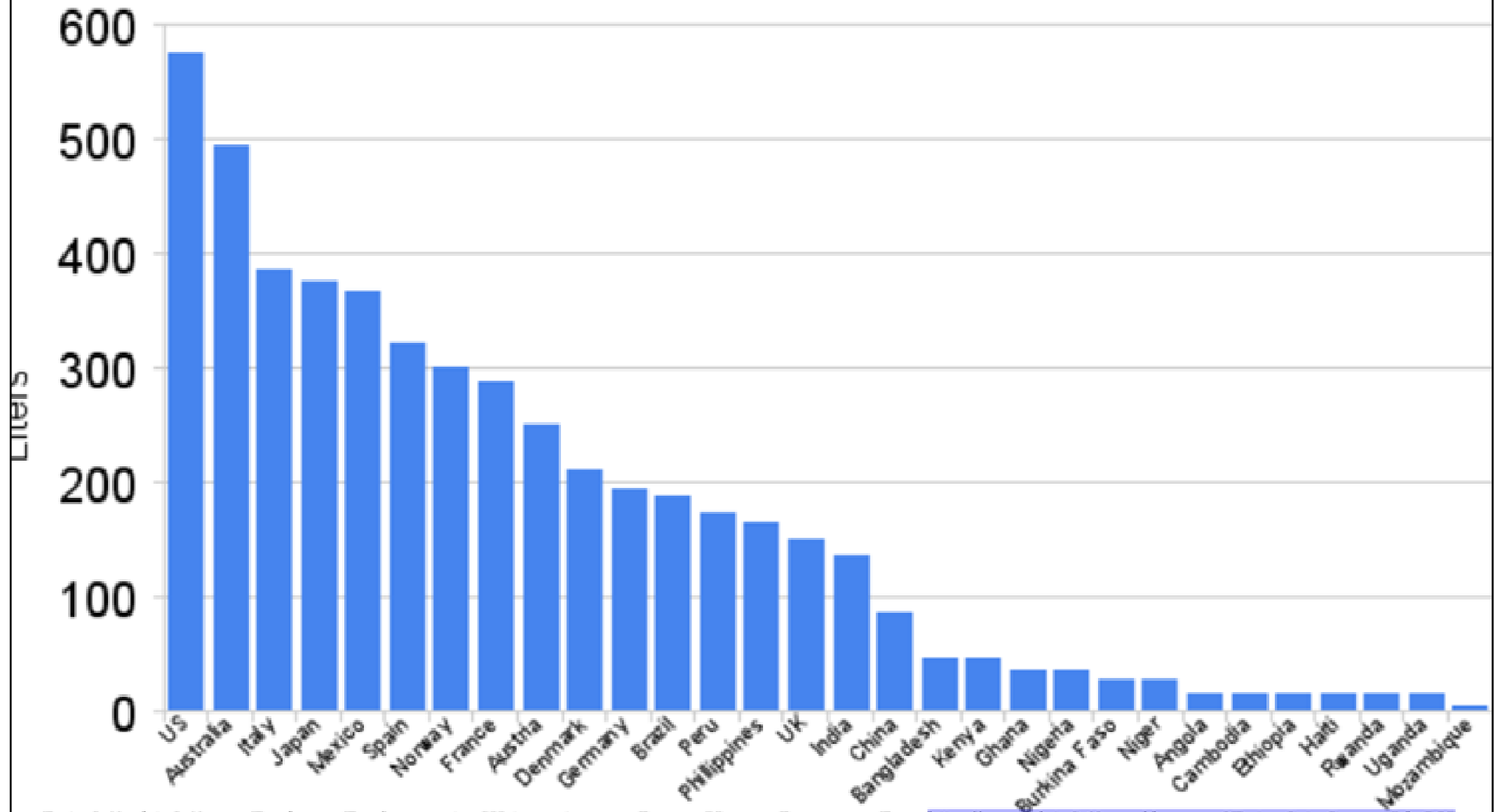
Voda v průmyslu *(Janoušková, 2014)*

- 57 – 69 % ve vodních a jaderných elektrárnách
- 30 - 40 % v průmyslových procesech
- 0,5-3 % v tepelných elektrárnách
- Obecně velmi náročný na vodu, ALE např: 1 kg umělých vláken spotřeba 4 l vody, 1 kg bavlny 7-13000 l vody
(Gesamttextil, 2001 In Na Zemi 2012)
- Dobrá praxe: Nové přístupy v průmyslu - cradle2cradle (od kolébky ke kolébce) - rozdělení komponent na biologické (obnovitelnost) a technické (recyklace, upcyklace, opětovné použití) – úspora vody

Voda v domácnostech *(Janoušková, 2014)*

- Průmyslově vyspělé země průměrný občan – 200-500 litrů denně
- Země globálního Jihu 60-150 litrů denně
- Země s nedostatkem vody 20 - 60 litrů denně *(UNEP)*
- Současnost – nároky vyspělých zemí stagnují či mírně klesají (cena vody, osvěta), nároky zemí globálního Jihu rostou (vyšší komfort, hygiena, aj.)

Average Daily Water Usage Per Person



Data 360, data360.org, Explore - Environment - Water - Average Person Use per Person per Day, http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757

Podle činností (Na Zemi, 2012)

- Američan - 550l denně
- Čech - 90l
- Mosambičan - 10l
- Pozn. V ČR se v posledních letech spotřeba snížila (důvodem je mj. zdražení vody a úspornější spotřebiče)
- Dobrá praxe: Zelené střechy, Suché toalety...

Spotřeba vody na činnosti v domácnosti v litrech

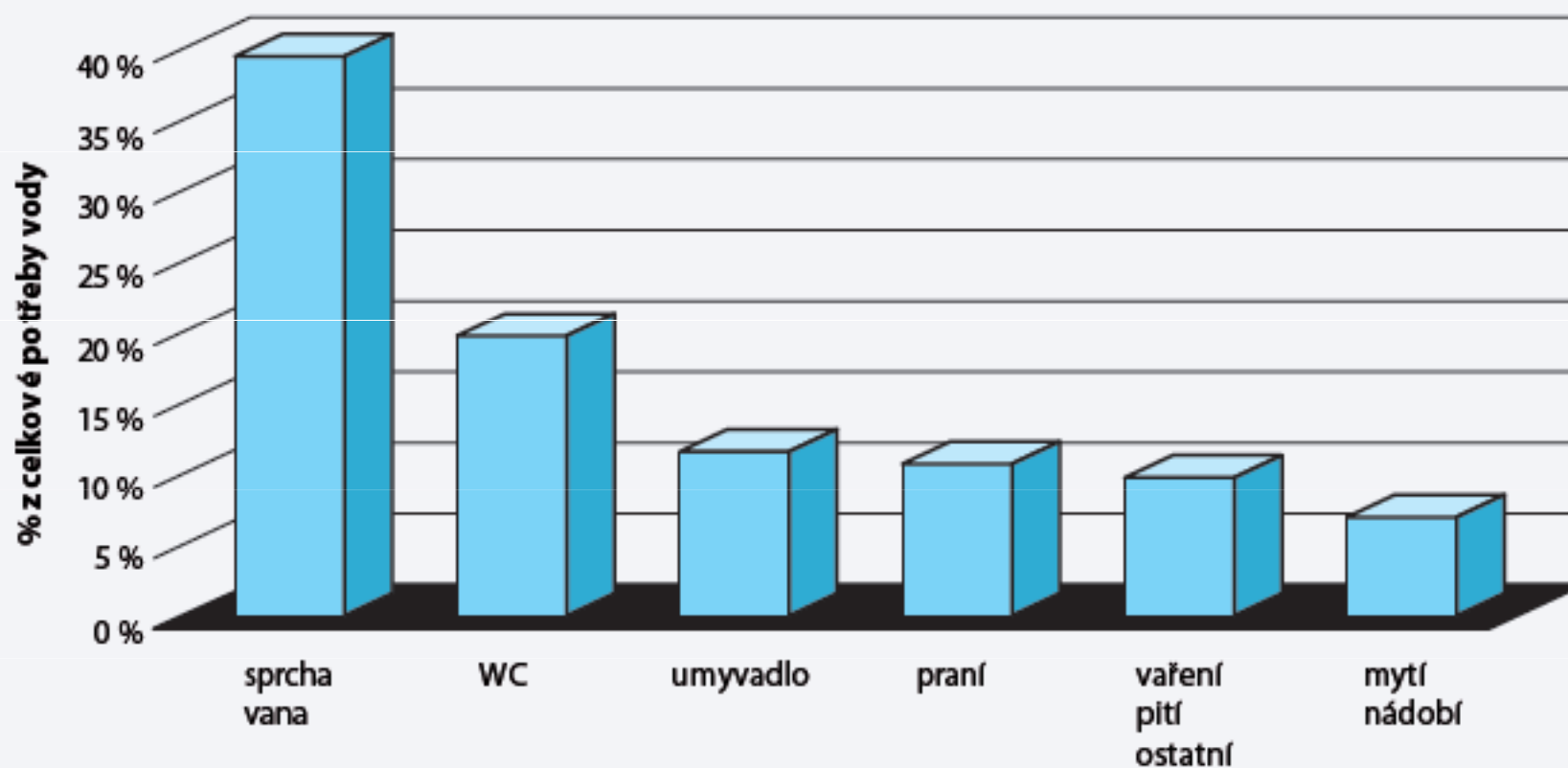
spláchnutí WC	3–10
koupel ve vaně	100–200
sprchování	30–60
mytí nádobí v myčce	7–20
praní v pračce	30–90
mytí rukou	3
mytí automobilu	200
pití každý den	2–3
kuchyň	5–7

Zdroj: Ekologický institut Veronica 2009

Spotřeba vody v českých domácnostech

(NaZemi, 2012)

Rozložení specifické potřeby vody v českých domácnostech (%)



Pozn.: Data použitá pro graf vycházejí z výsledků měření spotřeby vody v bytových domech panelového typu v Praze.

Zdroj: Koubková 2006

Virtuální voda *(Janoušková, 2014)*

- **Množství vody použité k vytvoření konkrétního produktu (služby) v místě původu.**
- Má 3 části (*pozn. někdy se počítá pouze s první částí*):
- **Modrá voda** - představuje objem povrchové a podzemní vody, která se spotřebuje v průběhu výrobního cyklu produktu nebo služby
- **Šedá voda** - je voda znečištěná v průběhu výrobního procesu - objem vody potřebný k rozředění vypouštěného znečištění do přírodních vod tak, aby výsledná koncentrace zůstala pod zákonnými limity v daném místě
- **Zelená voda** - část srážek, která se dostává zpět do atmosféry evapotranspirací: zahrnuje jak půdní vláhu, která se vypaří z půdy neporostlé vegetací, tak i vodu použitou rostlinami, která je odpařena i vydychána listy.

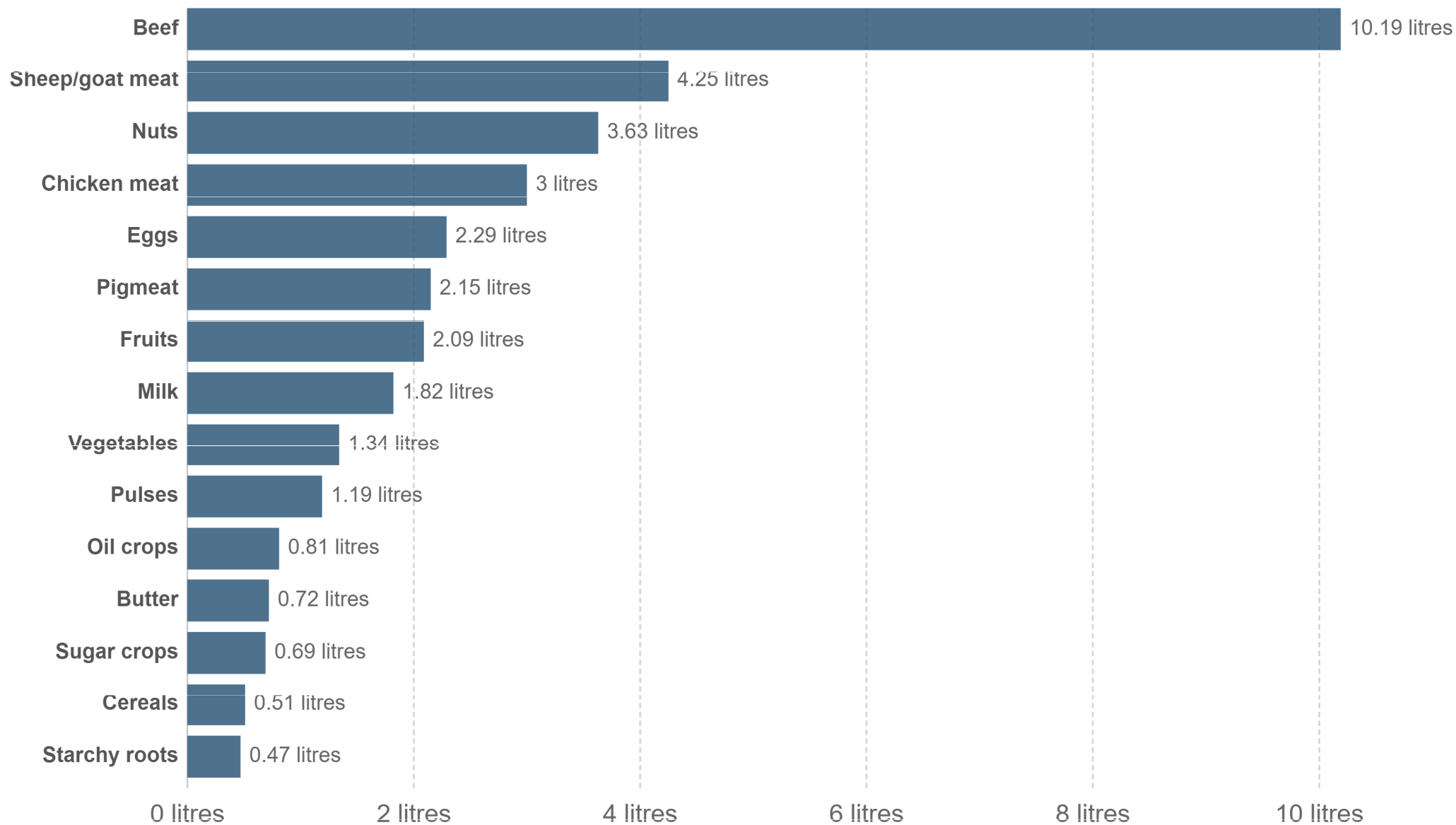
Příklady (Na Zemi, 2012)

- **1l balené vody → 2-3 l**, 1 šálek kávy → 150 l, bochník chleba → 600 l, bavlněné triko → 2900 l, 1 kg hovězího masa → 15000 l (krmivo + přímá spotřeba vody býkem)
- Regiony mohou na základě znalostí o množství virtuální vody optimalizovat svůj meziregionální obchod. Bohužel regiony chudší, které mají problém s nedostatkem pitné vody v současnosti produkují statky náročné na vodu (př. růže na evropský trh pěstované ve sklenících v Keni, lány sóji na vývoz v Lat. Am.)
- S průměrnou spotřebou virtuální vody jakou má globální Sever by lidstvo jako celek spotřebovalo o 75 % vody více.

produkt	obsah virtuální vody (v litrech)
list papíru A4	10
rajče	13
brambora	25
šálek čaje (250 ml)	35
krajič chleba	40
pomeranč	50
jablko	70
malé pivo (250 ml)	75
krajič chleba se sýrem	90
sklenka vína (125 ml)	120
vajíčko	135
šálek kávy (125 ml)	140
sklenice pomerančového džusu (200 ml)	170
sáček chipsů (200 g)	185
sklenice jablečného džusu (200 ml)	190
sklenice mléka (200 ml)	200
hamburger	2400
bavlněné tričko	2900
pár kožených bot	8000
džíny	11 800

Water requirement per kilocalorie

Global average water footprint of food production per kilocalorie, which includes water requirements across its full supply chain and the quantity of freshwater pollution as a result of production.



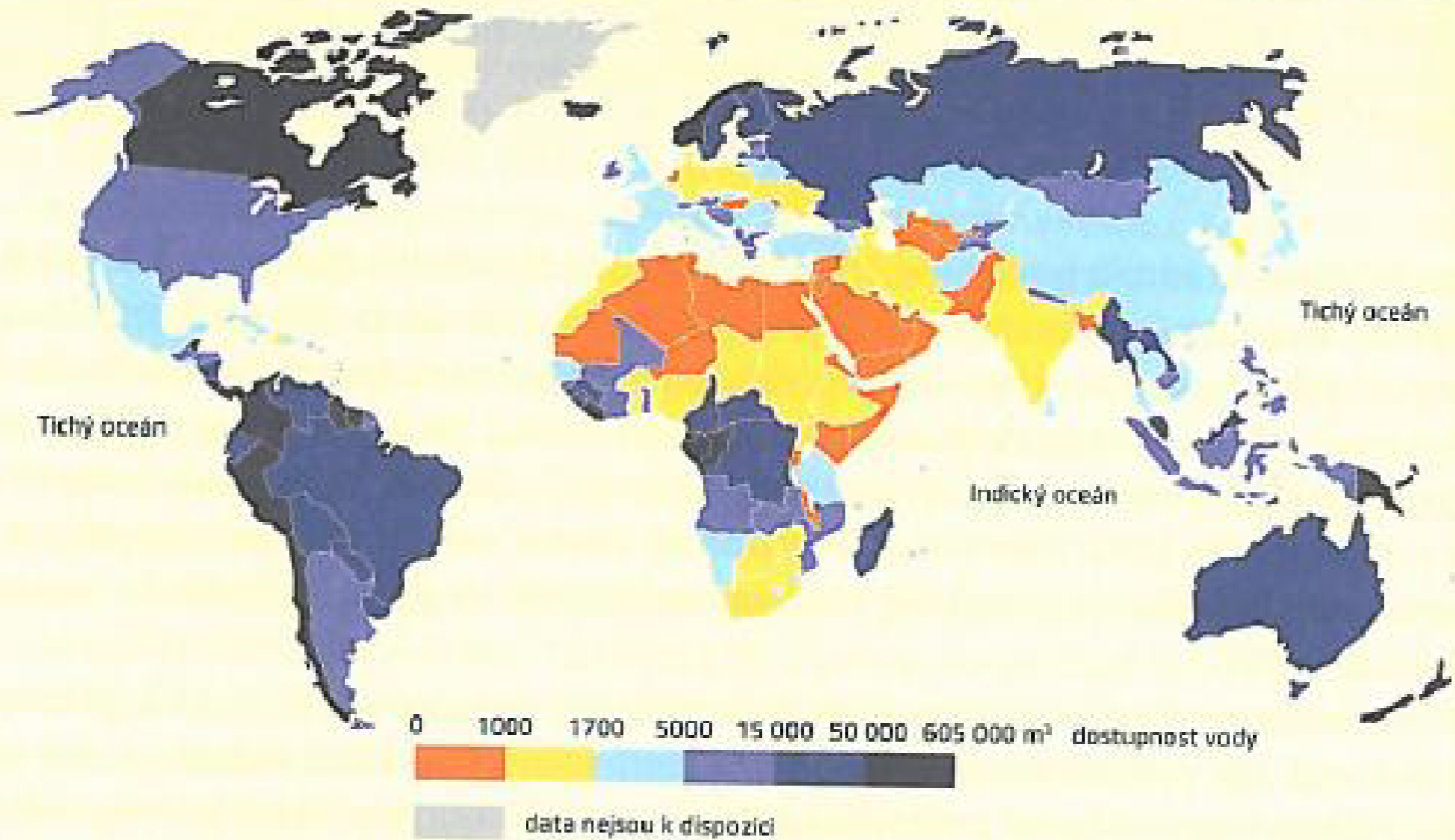
Vodní stopa (Převzato z: Myers, Spoolman, 2014)

- *American Water Works Association* - **jen 3 % vody používáme v domácnosti, zbytek je virtuální voda!**
- **Vodní stopa:** Ukazatel pro množství vody spotřebované ročně 1 člověkem (příp. populací, regionem, firmou, rodinou)
- Vodní stopa státu - voda použitá při produkci určenou ke spotřebě v daném státu (= domácí virtuální voda + všechna virtuální voda z importu - virtuální voda z exportu)
- Vodní stopa modrá (povrchová a podzemní); zelená (dešťová) a šedá (znečištěná)

Vodní stres a dostupnost vody *(Moldan, 2015)*

- Vodní stres: Když na 1 obyvatele ročně připadá méně než 1700 m³ sladké vody!
- Dostupnost je nerovnoměrná (suché/vlhké oblasti), stejně jako hustota obyvatelstva (viz graf)

Rámeček C:15-3 Dostupnost vody a vodní stres



Zdroj: Moldan, 2015

Ovlivnění vody člověkem

Jak vodu měníme?

- Skladováním (např. přehrady)
- Přesunem (zejména do měst - vodovody, a z měst - kanalizace; vodní kanály)
- Úpravou vodních toků a přírodních rezervoárů (meliorací půd - plošným zavlažováním či odvodňováním mokřadů; úpravou koryt a slepých ramen řek, přehrazováním).
- Důsledky: změny cyklů
 - vody + biogenních prvků (C, N, P)
- **+ Znečištění**

Změny vodního cyklu

- Čerpání vody rychleji, než se dokáže obnovovat
 - Méně podzemní vody, ale i v řekách a jezerech
- Voda se nezadržuje v krajině, vyšší povrchový odtok
 - Zvýšený přítok do řek → povodně
- Vysychání řek a jezer
 - $\frac{1}{5}$ sladkovodních živočichů ohroženo nebo již vymřelo
- Vyšší evaporace z ploch bez přirozené vegetace → více vody v atmosféře

Povodně

- Přírozené, člověkem ale zesílené, nebo i vyvolané
- Význam
 - přesun živin do půdy, zavlažování mokřadů, obnovování zásob podzemní vody
- Větší povodně - problémy
 - Ničení půdy - eroze
 - Odlesněná území => více povodní a eroze

Voda v krajině (Spolek Živá voda 2017 – 2018)

- <http://zivavoda.biz/wpcont/uploads/2018/08/VODA-Zdonov.pdf>



Aralské jezero (1960)1989 - 2014



Zdroj:
Wikimedia
Commons

Přehrady

- Větší odpar
- V suchých oblastech může způsobit vysychání řek
- Časem zanášení sedimenty
- Sociální rozměr: vysídlování
 - 40 - 80 mil. lidí na světě přesídlených
 - Tři soutěsky (Čína): 600 km, 1500 sídel, 1,4 miliónu lidí
- Konflikty: ovlivnění dolních toků řek. Viz <https://ejatlas.org/>
- Obrovské betonové konstrukce často v oblastech, v nichž chybí základní stavební materiály. Např. přehrada Katse, Lesotho (viz následující obrázky)





Podzemní vody

- Příliš rychlé čerpání – dochází k poklesu hladin podzemních vod
 - Hlubší vrty: obnova ještě pomalejší - hrozí úplné vyčerpání
- Pokles půdy: někde až o 10 m








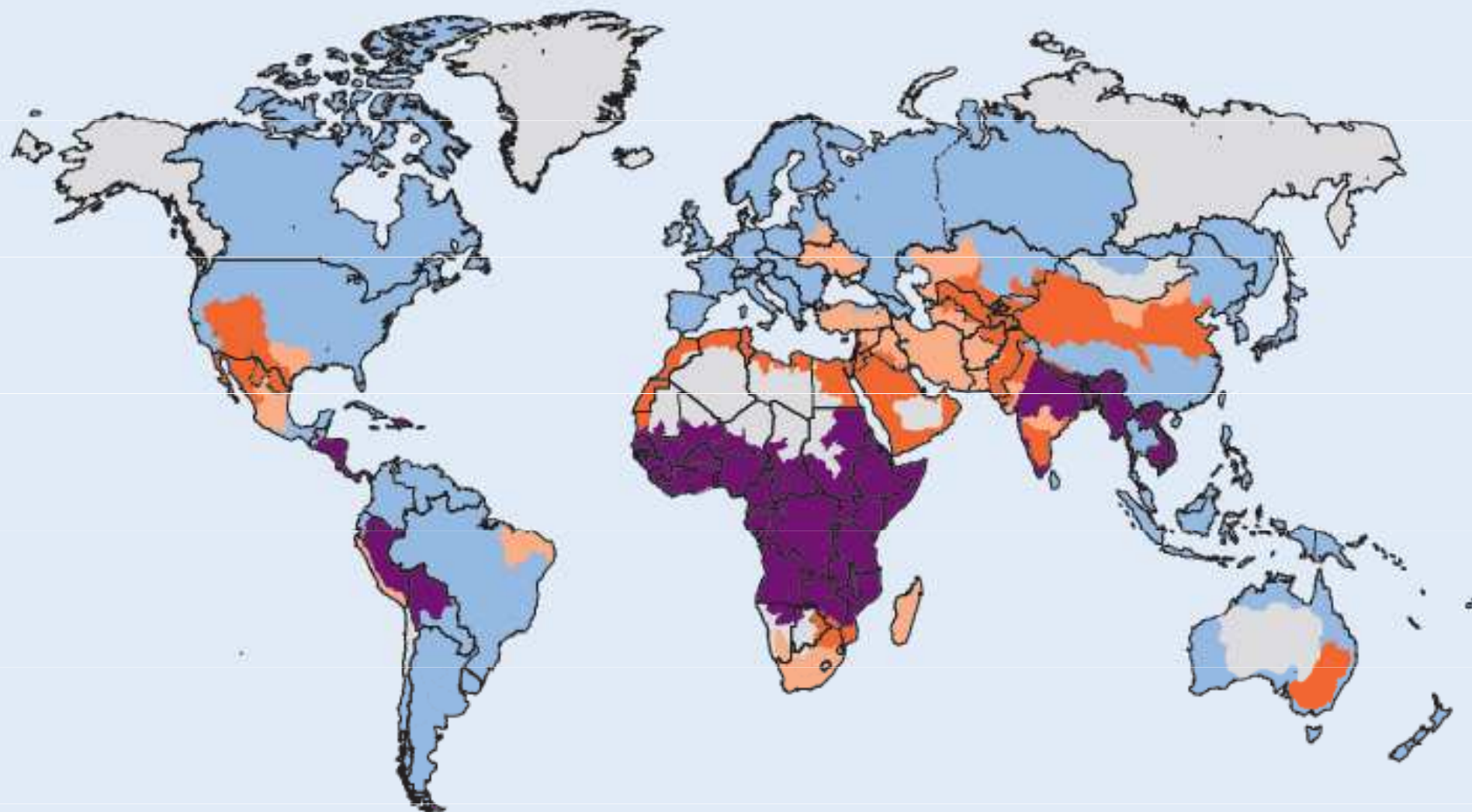
Vodní kanály

- Přesun vody na velké vzdálenosti
- Často nesmyslné: pěstování bavlny na poušti
 - Výpar - velké ztráty
 - Alternativa: udržitelné pouštní zemědělství
 - Vhodné plodiny, využití stromů, prevence desertifikace

Nedostatek vody a sucho

- Fyzický (1,2 mld. lidí) vs. ekonomický (dalších 1,6 mld. lidí)
- Plocha s výskytem extrémního sucha se zdvojnásobila mezi lety 1949 a 2007
 - Dnes: $\frac{1}{3}$ souše
- Příklad: Austrálie - export rýže, sucha 2002-2008
 - Food riots: Egypt, Filipíny, Indonésie
- Příklad: Sýrie 2006-2011: 1,5 mil. lidí ovlivněno

- | | | |
|---|--|---|
|  Žádný nebo malý |  Hrozící nedostatek vody |  Chybějící údaje |
|  Fyzický nedostatek vody |  Ekonomický nedostatek vody | |

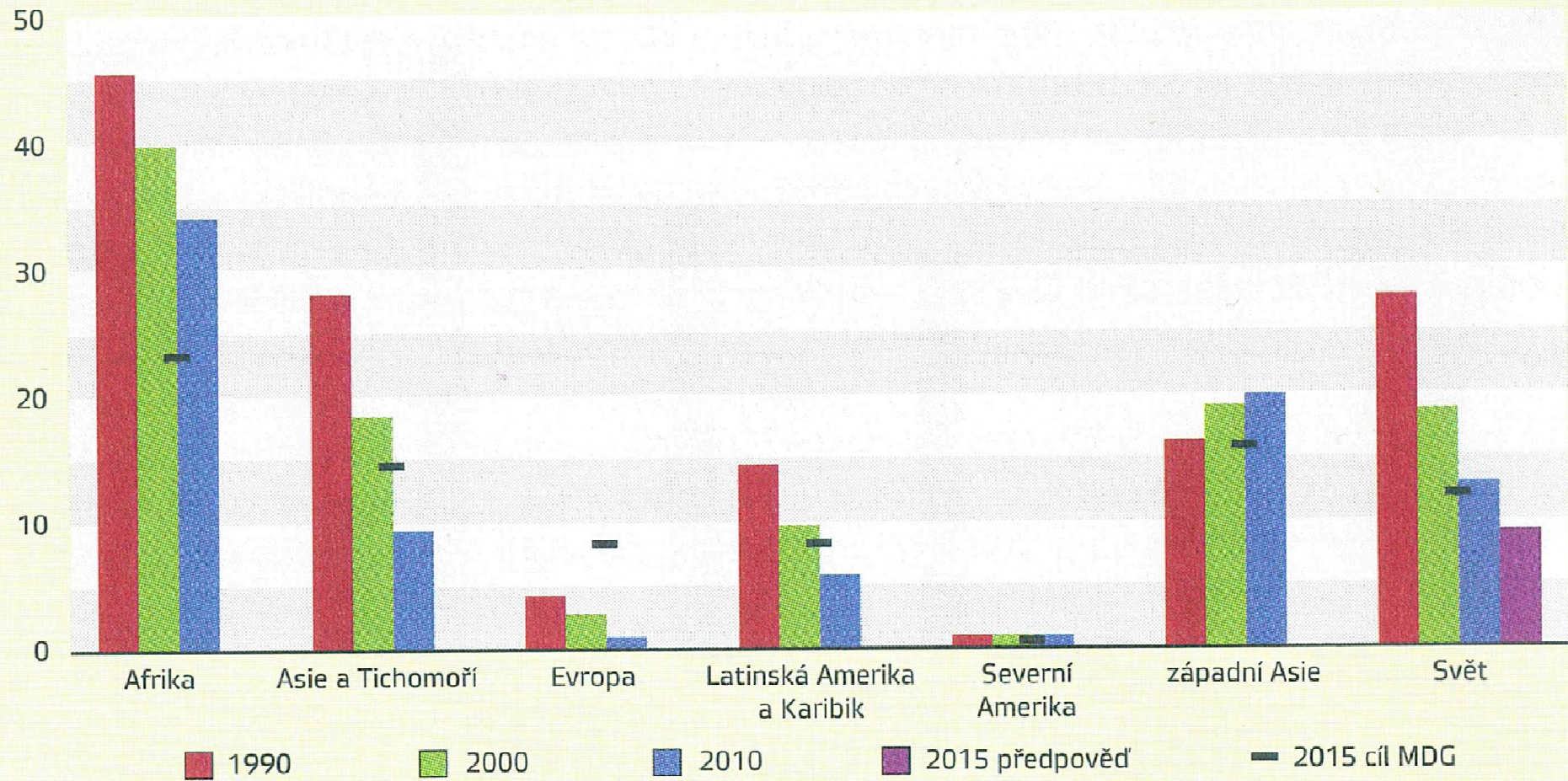


Voda a lidské zdraví

- Nedostatek pitné vody + nedostatečná sanitace
- Ročně zemře 2 mil. lidí na nemoci způsobené kontaminovanou vodou
- Dětská úmrtí (do 5 let)
 - Země globální Jihu: $\frac{1}{3}$ všech úmrtí (ve vyspělých 1%)
 - Průjmová onemocnění 2. nejčastější příčina
- Průjmy → podvýživa → další nemoci

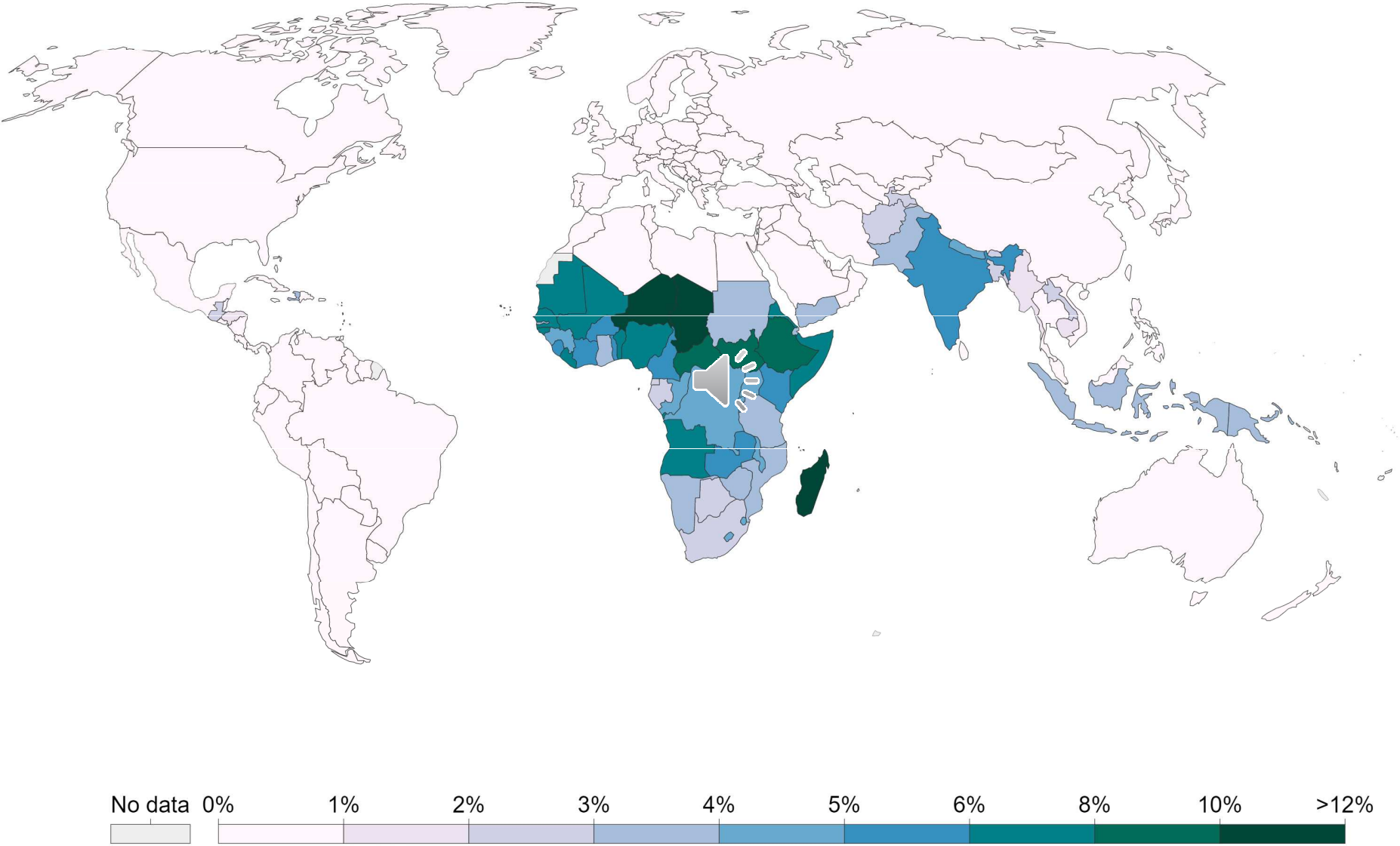
J24 Nedostatek pitné vody

Počet obyvatel (v %)



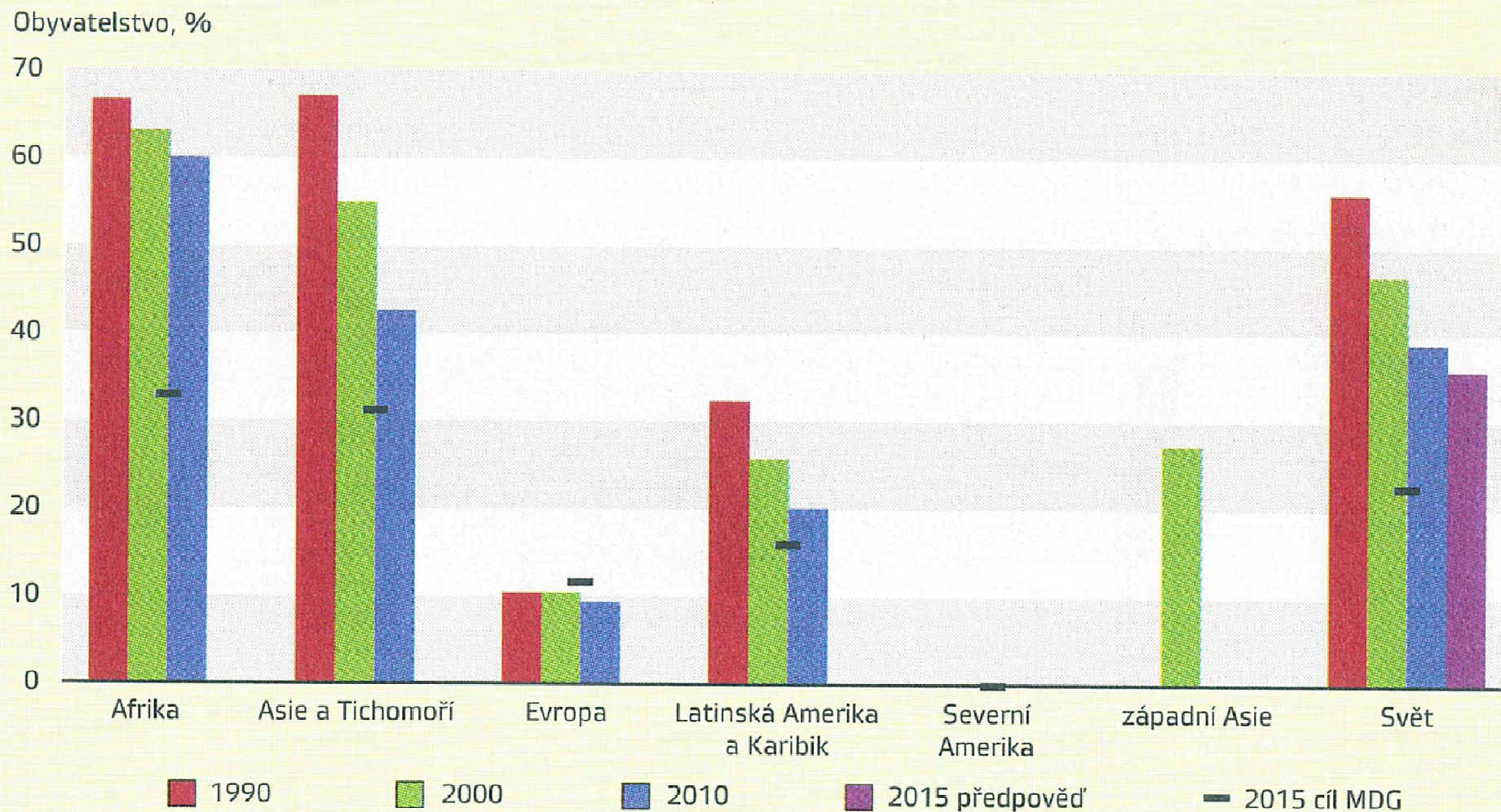
Zdroj: Moldan, B. *Podmaněná planeta*. 2015

Share of deaths from unsafe water sources, 2017



Source: IHME, Global Burden of Disease

J25 Podíl obyvatelstva bez přístupu k bezpečným toaletám



Zdroj: Moldan, B. *Podmaněná planeta*. 2015

Voda a vzdělání

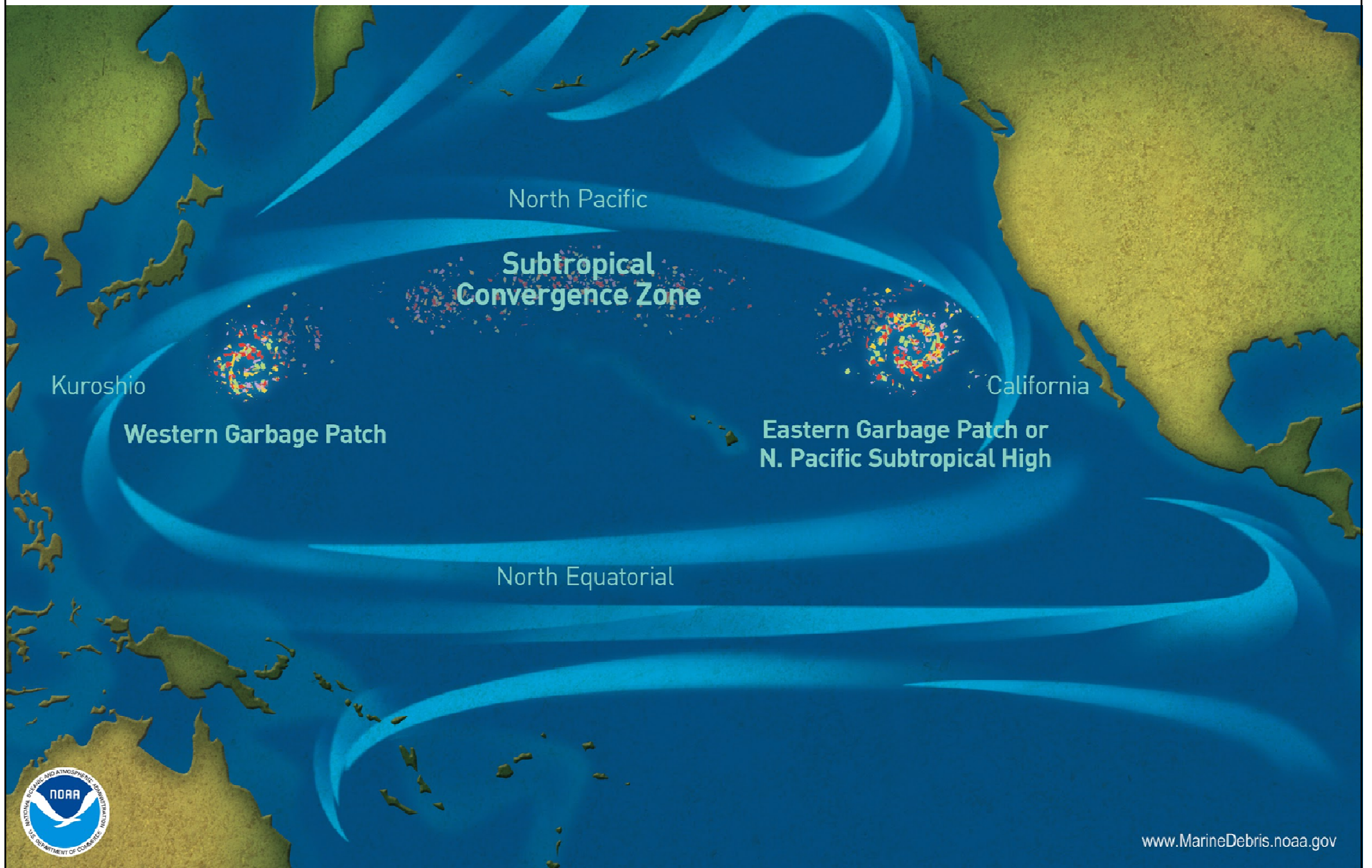
- Kvůli vodě dívky často nechodí do škol
 - Musí chodit po vodu - denně víc než 10 km
 - Ve škole není záchod
- Příklad: V oblasti Noakhali v Bangladéši zvýšilo zajištění vody a základních hygienických zařízení školní docházku dívek o 15 %

Znečištění vody

- Živiny (eutrofizace), toxické látky, sedimenty, bakterie, viry, tepelné znečištění
- V bohatém světě stagnuje, nebo mírně klesá, v chudých zemích stoupá
 - Rozvoj průmyslu, intenzivní zemědělství, nedostatek čistících zařízení
 - Znečištění povrchové vody
 - Znečištění podzemních vod
 - Znečištění oceánu

Mikropolutanty

- Z léků, kosmetiky, čistících prostředků, herbicidů, fungicidů, apod.
- Mohou ovlivňovat endokrinní (hormonální) systém - tzv. endokrinní disruptory
 - Rakovina, vrozené vady, vývojové poruchy
- Často se akumulují



Zdroje

- BRÁZDIL, R. *Přednášku předmětu Fyzická geografie*. Geografický ústav MU v Brně, 2008
- NETOPIIL, R. a kol.: *Fyzická geografie I*. SPN, Praha. 1984
- STRAHLER, A. - STRAHLER, A. *Introducing Physical Geography*. Wiley, New York. 1999
- JANOŠKOVÁ, S. *Přednášky předmětu Globální problémy životního prostředí*. Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze, 2014
- MOLDAN, Bedřich. *Podmaněná planeta*. Druhé, rozšířené a upravené vydání. Praha: Karolinum, 2015.
- MYERS, Norman a Scott SPOOLMAN. *Environmental issues & solutions: a modular approach*. International edition. Australita: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2014.
- Na Zemi. *Kdo je za vodou? Voda jako podmínka rozvoje*. Manuál k programu globálního vzdělávání z cyklu Svět v nákupním košíku. Brno: Na Zemi, 2012.
- Heinrich Böll Stiftung, *Jak navrhnout město, které (pře)žije. 8 oblastí, v nichž lze lépe připravit města na změnu klimatu*, 2021, https://cz.boell.org/sites/default/files/2021-05/komix-mesto-cz-w-mensi_0.pdf
- Gesamttextil (2001): *Lebenslauf von Textilien. Von der Faser zum Recycling*. Gesamttextil. Dostupné online: <http://www.textile-your-future.de/docs/LebenslaufVonTextilien.pdf>
- Ekologický institut Veronica (2009): *Otázky a odpovědi ekologické poradny Veronica – Jaká je spotřeba vody na různé domácí úkony*. Dostupné online: <http://www.veronica.cz/?id=12&i=142>