

Zbyněk Hrkal

Voda, náš osud

Putování lidskou historií

mladá fronta

Voda, náš osud

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.mf.cz
www.albatrosmedia.cz



MLADÁ FRONTA

Zbyněk Hrkal

Voda, náš osud – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2025

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

Zbyněk Hrkal

Voda náš osud

Putování lidskou historií

mladá fronta



Vědění je mocnější meče. Chcete se naučit, jak poslat své přečtené knihy dál s minimem úsilí? Tak zamiřte na www.restorio.cz.

Albatros Media podporuje udržitelný rozvoj, který vrací použitým věcem smysl. On-line antikvariát Restorio vaše knihy odkoupí a zaplatí vám ihned – nečekáte, až se prodají. Získané peníze si můžete nechat, nebo si vyberete charitu, kterou jimi podpoříte. V tom případě navýší Restorio částku o 20 %.

© Zbyněk Hrkal, 2025

ISBN tištěné verze 978-80-204-6512-2

ISBN e-knihy 978-80-204-6517-7 (1. zveřejnění, 2025) (epub)

ISBN e-knihy 978-80-204-6518-4 (1. zveřejnění, 2025) (mobi)

ISBN e-knihy 978-80-204-6513-9 (1. zveřejnění, 2025) (ePDF)

Ú V O D

☞ *Kdo vládne vodě, vládne všem...*

Moje předchozí knihy, *O lidech a vodě*, *Voda, včera, dnes a zítra* a jejich volné pokračování s podtitulem *Stopy bílého muže*, měly společné téma, zabývaly se otázkami vody na naší planetě a řadily je do širších souvislostí. V té první jsem se soustředil především na téma disponibility vody v jednotlivých koutech naší planety. Dokazoval jsem, že problémem není její fyzický nedostatek, ale neschopnost lidské společnosti ji využívat. Dokládal jsem, že hlavní příčinou stavu, kdy společnost trpí absencí adekvátních vodních zdrojů, je chudoba, ekonomická a politická nestabilita a nedostatek vzdělání.

V dalších knihách jsem stále častěji odbíhal od hydrogeologie do historie a ukazoval jsem čtenářům, jak se měnil přístup člověka k využívání vodních zdrojů. Při psaní těchto knih jsem narážel na jasné důkazy, že to byla právě voda, která formovala dějiny lidské civilizace.

Jednoho dne se mi do rukou dostala tak trochu „vousatá“, zaprášená kniha vydaná v roce 1957, kterou napsal Američan německého původu Karl August Wittfogel¹. Přiznám se, že mě zpočátku zarazilo zjištění, že autor vycházel z myšlenek Karla Marxe, konkrétně jeho názorů na asijský výrobní způsob. Wittfogel však rozvinul vlastní analýzu tzv. orientálního despotismu a ve své studii velmi pregnančně definoval zcela nový termín „hydraulická říše“.

To, co jsem do té doby jen niterně cítil, jsem nyní na stránkách jeho knihy četl. Podle Wittfogelovy teorie růst populace v určitém okamžiku vyústil v nezbytnost budování velkých vodohospodářských staveb. Jenže realizace zavodňovacích kanálů, hrází a dalších projektů vyžadovala obrovskou koncentraci lidského potenciálu a představovala velké nároky na organizaci společnosti. V silách do té doby víceméně nezávislých tlup kočovných sběračů a pastevců nebylo postavit gigantické vodohospodářské stavby, s jakými se například setkáváme v Egyptě. Bylo nutné, aby vznikla nová organizace společnosti, aby vznikl stát.

1 Wittfogel, K. A. (1957) *Oriental Despotism*. Yale University Press.

Podle Wittfogelova názoru je tedy voda, respektive nezbytnost ovládnutí vodních zdrojů, jedním z hlavních stimulů vzniku prvních státních útvarů. Nová organizace společnosti nebyla nutnou podmínkou jen pro výstavbu a údržbu kanálů, ale i při následné distribuci vody, řešení občanských sporů při jejím využívání a zajištění obrany pro společnost strategické infrastruktury. Mezi vládnoucí elitou a lidem tak vznikla nepsaná společenská smlouva. Podle ní panovník, většinou z vůle boží, byl zodpovědný za zajištění jednoho ze základních pilířů spokojeného života lidu – vody. Lid pak byl za tuto službu povinen mu sloužit. Tak se formovaly principy prvních tzv. vodních despocií.

Jenže situace je podle mého názoru výrazně komplikovanější. Voda nejenže hrála klíčovou úlohu v historii vzniku nejstarších starověkých civilizací, ale stejně často rozhodovala o jejich zániku. Lidská invence, schopnost přicházet se stále novými a novými technologiemi se zdá být bezbřehá. Nicméně nastaly i případy, že na výzvy, které před člověka v nepravděpodobných intervalech staví příroda, naši předci nedokázali v daném okamžiku najít vhodné řešení. V rámci nemilosrdných zákonů, které vládou na naší planetě, takové civilizace zanikly.

Pohled do historie psané vodou tak může být poučný i pro dnešní svět. Nedělejme si iluze o stavu naší společnosti. Na rozdíl od starých Egyptanů nebo Sumerů sice máme v rukou z jejich pohledu neskutečné technologie, jenže výzvy, kterým musíme čelit, jsou neméně významné.

Proto se vám do rukou dostává moje nová kniha, která již jednoznačně balancuje na hraně dvou oborů, hydrogeologie a archeologie. Projdeme spolu historii lidské civilizace za posledních deset tisíc let. Zastavíme se u těch státních útvarů, u kterých voda hrála mimořádně významnou roli při jejich vzniku, trvání nebo zániku. Budeme si vyprávět příběhy lidí, kteří se kvůli vodě stěhovali na stovky i tisíce kilometrů, stavěli grandiózní stavby, válčili a konečně, kvůli vodě i umírali...

Kniha, kterou právě máte v ruce, není odbornou publikací, snažil jsem se koncipovat ji tak, aby zaujala každého zvědavého čtenáře se zájmem o historii a současně i o přírodu. V textu se objevuje řada nových poznatků, výsledků bádání špičkových vědeckých týmů, které své závěry publikovaly často ve velmi prestižních odborných časopisech. Některé jejich závěry vás možná překvapí, stejně jako mě, protože často bourají zažitě představy o naší minulosti. Proto jsem se snažil velmi důsledně uvádět pod čarou citace všech odborných podkladů, ze kterých jsem vycházel. Nebude vás to nijak rušit ve čtení, ale v případě hlubšího zájmu se můžete začíst i do odborné literatury.

Hned v úvodu považuji za důležité uvést alespoň stručnou zmínku o ilustracích. Většina kapitol začíná mapou, která vám umožní lépe se orientovat v prostoru společného putování do historie. Mapy jsem vytvořil nejčastěji kompilací několika podkladů. Abyste si dokázali lépe představit historické stavby či krajinu, ve které žili naši předci, najdete i v textu řadu obrázků. Některé vznikly v mé vlastní „dílně“ jako rekonstrukce historických dokumentů. Kromě toho jsem neodolal a využil zcela nový nástroj, a tím je umělá inteligence neboli AI. Obrázky v úvodu kapitol, generované právě AI, nemají jiný účel než navodit atmosféru následujícího vyprávění. Více informací je ale nezbytné dodat k tomu, jak vznikaly obrázky, které bychom mohli nazvat rekonstrukcemi.

Jako typickou ukázkou uvedu příklad z kapitoly „Amazonský prales, zarostlá lidská zahrada?“

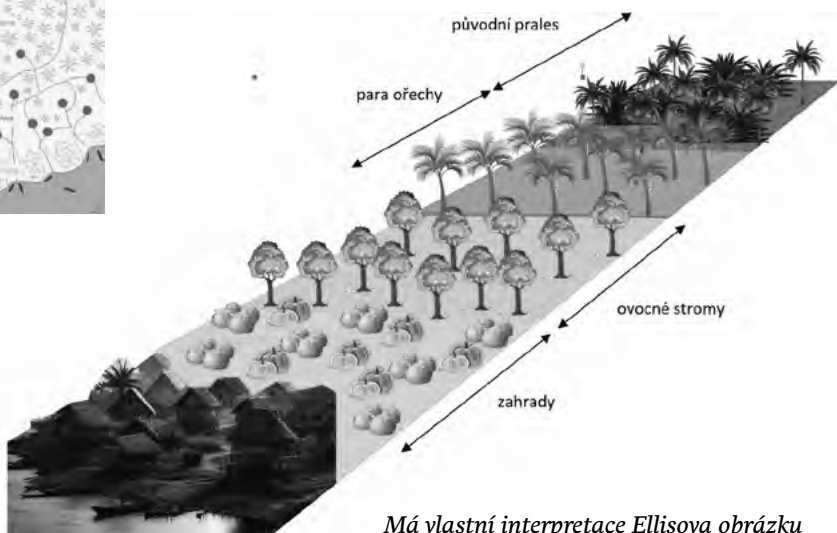
V odborné publikaci G. Ellise jsem našel mapku, ve které autor ukazuje rekonstrukci změn krajiny, kterou v amazonské džungli provedli naši předci v oblasti Macurany na středním toku Amazonky před příchodem Kolumba. Jeho kresba byla instruktivní, názorně dokládala výsledky jeho terénního výzkumu. Mně se ale do knížky příliš nelíbila. Proto jsem ji vlastnoručně překreslil do jiné podoby. S tou už jsem byl spokojenější až do doby, kdy jsem pochopil, co nabízí práce s umělou inteligencí.

Mojí interpretaci jsem proto nechal AI několikrát překreslit. Díky novému nástroji máte každou novou verzi k dispozici během pár desítek vteřin. Není to ale práce mechanická, ale vskutku tvůrčí, kdy vhodnou kombinací někdy až desítek klíčových slov dokážete obrázek modifikovat a postupně upravovat přesně podle svých představ, respektive dat, která vyčtete v odborné publikaci. Výsledkem je umělecké ztvárnění prostředí, které ale respektuje všechny znalosti, které o něm máme.

Podívejte se na následující sérii obrázků dokumentujících, jak postupně vznikala výsledná kresba realizovaná umělou inteligencí. Doufám, že když se na krajinu nyní podíváte, budete mít realistickou představu, jak lidé v povodí Amazonky žili před více než tisícovkou let. Jsem přesvědčen, že se nejedná o příliš velkou fantazii.



Původní mapa z publikace G. Ellise



Má vlastní interpretace Ellisova obrázku



Překreslení umělou inteligencí při zachování všech původních dat

TROCHA GEOLOGIE NIKOHO NEZABIJE ANEB MALÁ EXKURZE DO VÝVOJE NEDÁVNÝCH PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK

- ☞ *Poslední doba ledová skončila postupným oteplováním cca před 14 000 lety*
- ☞ *Náhlé zastavení Golfského proudu před 12 900 lety opět Evropu ochladilo na více než tisíc let o víc než 5 °C*
- ☞ *Až do doby před 5500 lety žili na Sahaře hroši a krokodýli*
- ☞ *Před 4500 lety Sahara vyschla*
- ☞ *V době, kdy Egypťané stavěli pyramidy, po Sibiři ještě běhal mamut*

V úvodu jsem vám slíbil, že se podíváme na historii lidské civilizace pohledem hydrogeologa. Dříve než se spolu vydáme na cesty do minulosti, dovoluji si vám období, ve kterém se budeme pohybovat, stručně představit. Na chvíli se stanete geology a tak trochu i klimatology, protože oba obory spolu velmi úzce souvisejí. Čím více se totiž noříte do hlubin vzniku naší planety, tím větší význam při studiu změn klimatu získává můj obor. Je totiž prakticky jedinou vědní disciplínou, která je například schopna říct, v jakých klimatických podmínkách žili dinosauři nebo jak teplo bylo v době, kdy se tvořilo uhlí. Nás ale bude zajímat především to, jak změny přírodních podmínek ovlivňovaly život našich předků v průběhu posledních deseti tisíc let, kdy se člověk stal dominantním tvorem na planetě.

Dnes žijeme v nejmladším geologickém období, které nazýváme kvartér neboli čtvrtohory. Z pohledu historie planety se jedná o nesmírně krátké období, trvající jen 2,6 milionu let. Zdá se vám slovo „nesmírně“ přehnané? Tak malou informaci pro srovnání. Geologické období karbon, ve kterém se tvořila ložiska černého uhlí, trvalo 359 milionů let. Celkové stáří naší planety se odhaduje na 4,5 miliardy let. Kvartér by proto většina geologů považovala za tak nicotně krátký časový úsek, že by se mohl zdát téměř nezajímavým, zanedbatelným. Nebýt toho, že ve srovnání s ostatními geologickými periodami toho o něm víme nejvíc. A pak je tu ještě jedna významná maličkost, která z čtvrtohor rázem dělá jeden z nejzajímavějších dějinných úseků vývoje planety – objevil se člověk.

Pokud byste se podívali na čtvrtohorní klima jen letným pohledem, dospěli byste k mylnému názoru, že se jedná o jednu jedinou, souvislou dobu ledovou. Naštěstí i v této době klima podléhalo změnám. Doby ledové trvající vždy přibližně okolo sto tisíc let, se střídaly s teplejším obdobím, tzv. interglaciály.

Ty ale byly velmi krátké, jejich délka obvykle nepřesahovala více než deset až patnáct tisíc let.

V dobách, kdy na planetě panoval mráz, byly obrovské objemy vody vázané v ledovcích, hladina světového oceánu proto klesla o 130 až 150 metrů proti dnešnímu stavu. Zmrzlá voda chyběla ve vodním koloběhu. Proto v místech, které ledovcem nebyly pokryty, panovalo velké sucho. Z tohoto důvodu byl tehdejší rozsah pouští výrazně větší než dnes. Pokles hladiny oceánů rovněž dramaticky změnil tvar kontinentů a místně je propojil. Byla tak umožněna nečekaná migrace lidské populace i zvířat.

V předpolí ledovce zasahujícího do Evropy ze severu, tedy i na našem dnešním území, byla teplota vzduchu v průměru o 11 °C nižší než nyní. Není proto divu, že v průběhu poslední doby ledové, před 30 tisíci lety, klesla v Evropě lidská populace ze zhruba 330 tisíc na pouhou třetinu². V době glaciálního maxima bylo potenciálně obyvatelných jen necelých 40 % území Evropy. Hlavní osídlení se proto soustředilo do Středomoří.

Poslední doba ledová skončila poměrně rychle. Ne každý se z tohoto prudkého oteplení radoval. Změna klimatu byla významná až do té míry, že se celá řada rostlinných, ale především živočišných druhů nestačila oteplení přizpůsobit. To se týkalo především velkých savců, v dnešních lesích se proto již nesetkáme se srstnatým nosorožcem, jeskynním medvědem, ani mamutem. Právě mamut však byl vůči měnícím se přírodním podmínkám nečekaně odolný, definitivně vyhynul pravděpodobně až před 4000 lety v oblasti Sibiře³.

Přechod z poslední doby ledové do dnešního interglaciálu nebyl nijak idylický a dokládá, jak variabilní klima dokáže být. K prvnímu prudkému oteplení o cca 6 °C došlo zhruba před 14 000 lety. Vypadalo to, že doba ledová skončila. Jenže stejně náhle jak se oteplilo, došlo v období, pro které používáme název mladší dryas, k dalšímu klimatickému zvratu. Před 12 900 lety teploty opět velmi rychle spadly dolů, místy o 5 °C, v Grónsku však o více než 10 °C.

Jako nejpravděpodobnější příčina se uvádí tzv. „vypnutí“ Golfského proudu. K tomu pravděpodobně došlo po protržení přírodní hráze obrovského jezera Agassiz, které se v této době rozkládalo na severoamerickém kontinentu na ploše 400 000 km² a mělo hloubku až 200 metrů. Dnes nám jeho

2 Tallavaara, M., Luoto, M., Korhonen, N., Seppä, H. (2015) Human population dynamics in Europe over the Last Glacial Maximum, *ANTHROPOLOGY*, 112 (27) 8232–8237

3 Dehasque, M., et al. (2021) Combining Bayesian age models and genetics to investigate population dynamics and extinction of the last mammoths in northern Siberia. *Quaternary Science Reviews*. 259: 106913

zbitky připomínají jezera Winnipeg nebo Manitoba v Kanadě a USA. Pojem „vypnutí“ není zcela přesný, výstižnější termín je spíše náhlé narušení termohalinní cirkulace mořské vody v Atlantiku⁴.

Hnacím motorem atlantické rovníkové cirkulace mořské vody, pro kterou se používá zkratka AMOC, jsou změny teploty a salinity mořské vody. V rovníkové oblasti se mořská voda otepluje a výparem se zvětšuje obsah solí. Proto sestupuje do hloubek kolem 800 m, putuje Atlantikem k severu až k Islandu a cestou předává do okolí své teplo. Jeho pozitivní působení má zcela zásadní vliv na klima západní i severní Evropy. Jenže obrovská kvanta sladké a chladné vody, která se vylila z jezera Agassiz do Atlantiku, způsobila odklon trasy Golfského proudu a zpomalení jeho toku. Kdyby došlo dnes k podobnému kolapsu Golfského proudu jako před 12 900 lety, a k dispozici máme řadu indicií, že k podobnému jevu dnes skutečně dochází⁵, důsledkem by byl i podobný propad teplot přílehlé části Evropy. Pak bychom asi s nostalgií vzpomínali na období, kdy jsme se strašili oteplováním. V Londýně by se celoroční průměrná teplota pohybovala okolo 0 °C, v Čechách bychom na tom mohli být trochu lépe, v zimních měsících by sice převládaly teploty mezi -10 °C až -15 °C, ale v létě bychom se „ohřáli“ i na +10 °C.

Existuje ještě další hypotéza, kterou je dopad meteoritu⁶, jev, který by časově náhodně souvisel s ovlivněním proudění vody v Atlantiku. Svým vlivem se tak obě příčiny mohly vzájemně doplňovat.

Ať už byl důvod prudkého ochlazení v mladším dryasu jakýkoli, trvalo více než tisíciletí, než se přírodní cirkulace vody v Atlantském oceánu vrátila k normálu. Ukázalo se, jak obrovský význam Golfský proud má na klimatické podmínky Evropy. Teprve před 11 700 lety se opět začalo oteplovat na úroveň, kterou známe dnes. Nastává klimaticky idylicky stabilní období, nazývané holocén.

Tedy popravdě řečeno, ona to ani v holocénu vždy úplná idyla nebyla. Když se na průběh teplot podívá geolog, zvyklý počítat s měřítkem v milionech let, uvidí krásnou přímku. Jenže při detailnějším pohledu na variace teplot a srážek zjistíte, že klima nebylo stabilní ani v posledních deseti tisíci letech. Ano, už nejsme svědky dramatických propadů o desítky °C, ale o stabilitě nelze

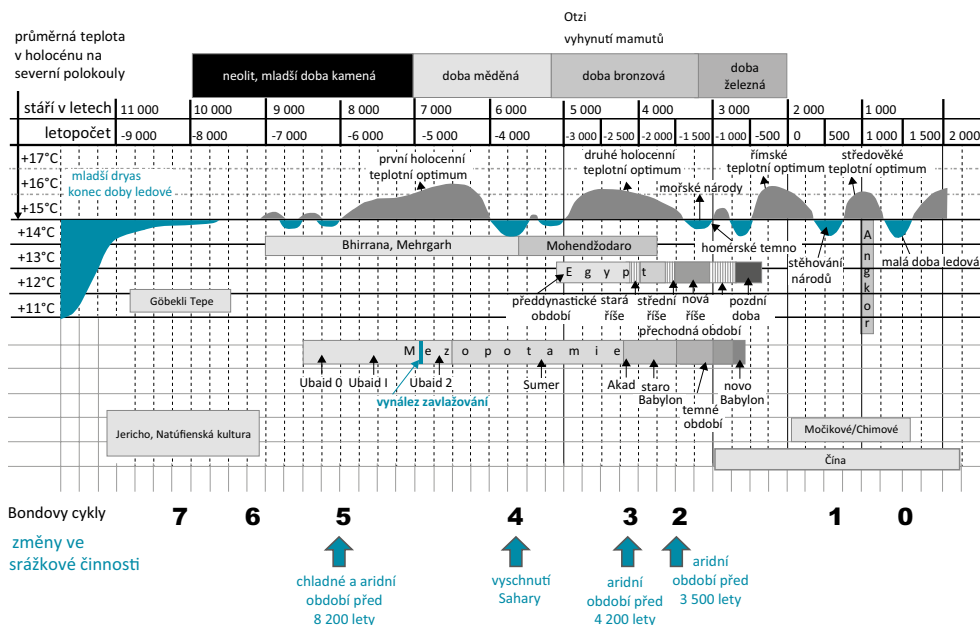
4 Teller, J. T., Leverington, D. W. (2004) Glacial Lake Agassiz: A 5000 yr history of change and its relationship to the $\delta^{18}\text{O}$ record of Greenland, Geological Society of America Bulletin

5 Ditlevsen, P., Ditlevsen, S. (2023) Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. Nature Communications. 14:4254

6 Holliday, V. T. et al. (2014) The Younger Dryas impact hypothesis: a cosmic catastrophe. Journal of Quaternary Science 29(6) 515–530

hovořit ani náhodou. Problém je v člověku; ukazuje se, že naše civilizace je na teplotu evidentně velmi citlivá a změna o stupeň nebo dva nahoru, ale především dolů nás dokáže destabilizovat.

Následující schematický obrázek ukazuje změny teplot na severní polokouli v období holocénu. Je třeba zdůraznit, že nehovoříme o jižní části zeměkoule, kde teploty podléhaly poněkud jiným trendům. Holocénní teplotní maxima zde proběhla již zhruba před 10 000 až 8000 lety, tedy téměř okamžitě po skončení poslední doby ledové⁷.



Rekonstrukce teplot v holocénu na severní polokouli podle isotopického rozboru ledu v Grónsku ve vztahu k dějinám lidské civilizace diskutovaných v knize

Teplotní rekonstrukce vychází z izotopického rozboru ledu pocházejícího z 1390 metrů hlubokého vrtu v Grónsku^{8 9}. Ve srovnání s předchozím obdobím kvartéru nejsou variace opravdu nijak dramatické, kolísání nikdy

7 Masson, V., Vimeux, F., Jouzel, J., Morgan, V., Delmotte, M., Ciais, P., Hammer, C., Johnsen, S., Lipenkov, V. Y., Mosley-Thompson, E., Petit, J.-R., Steig, E. J., Stievenard, M., Vaikmaa, R. (2000) Holocene climate variability in Antarctica based on 11 ice-core isotopic records. *Quaternary Research*. 54 (3): 348–358

8 Dansgaard, W., Johnsen, S. J., Møller, J. and Langway, C. C. (1969) One Thousand Centuries of Climatic Record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet. *Science*, Vol 166, Issue 3903, pp. 377–381

9 Schönwiese, C. D. (1995) *Volcanism and Climate*, Energy & Environment, Volume 6, Issue 2

není větší než v průměru o $\pm 1^\circ\text{C}$. I tyto relativně malé změny však měly zásadní dopad na distribuci vody na planetě a následně až fatálně ovlivňovaly vývoj lidské civilizace. Zajímavé je, že tyto změny vykazují překvapivou pravidelnost.

Toho si všiml americký geolog Gerard Bond a v roce 1997 přišel s teorií¹⁰, která se dnes nazývá Bondovy cykly. Bond neměřil přímo teplotu ovzduší, ale vycházel z nepřímých údajů o změnách klimatu v podobě analýzy plovoucího ledu. Z výsledků vyplynulo, že v období holocénu proběhlo osm klimatických změn, oteplení a následného ochlazení, ve víceméně pravidelných cyklech 1000 až 1500 let.

Tyto změny se nejvýrazněji projevují na severní polokouli. Nalézt jediného, hlavního „pachatele“ Bondových cyklů, je tak jako u drtivé většiny klimatických jevů obtížné. Klíčové se zdají být změny intenzity slunečního záření a změny sklonu zemské osy, problém však bude rozhodně komplikovanější a příčiny budou zahrnovat velmi pestrrou škálu faktorů. Opět si musíme přiznat, že dnešní věda jim stále ne zcela dobře rozumí.

Když ale grafickou prezentaci osmi Bondových cyklů spojíme s informacemi o holocénních teplotách, dostáváme nápadnou korelaci, každému z Bondových cyklů můžeme přisoudit nějakou významnou událost v dějinách lidské společnosti.

Ještě jedna důležitá poznámka. V literatuře se často můžete setkat s termínem klimatické optimum. Ve skutečnosti se však jedná o období s teplotami, které jsou vyšší, než je nějaká subjektivně stanovená hranice. Na předchozím obrázku je takovou linií průměrná teplota na severní polokouli spočítaná za celé období holocénu. Pokud bychom ale vzali období delší, nebo naopak kratší, srovnávací linie by se logicky posunula.

Termín klimatické optimum je proto poněkud zavádějící. V dnešní době máme panickou hrůzu z globálního oteplování. Zdá se však, že v holocénu teplá období naopak představovala údobí rozkvětu lidských civilizací. I když ani samotné teplo nemuselo být jednoznačnou podmínkou prosperity. Nesmíme zapomínat na druhou významnou součást klimatu – srážky. Sice jsme si ukázali, že doby ledové byly vždy obdobím extrémně suchým, ale nemůžeme zcela mechanicky prohlásit, že když se oteplí, budeme mít i více deště. Globálně to platí, lokálně nemusí.

Proto jsem v grafu nahradil původní název klimatické optimum dle mého názoru výstižnějším termínem teplotní optimum. Současně najdete na tomto

10 Bond, G. et al. (1997) A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates. *Science*. 278 (5341): 1257–1266

obrázku i časové údaje o významných změnách ve srážkové činnosti. Jak uvidíte v následujících kapitolách, náhlé propady v intenzitě srážek, způsobené nejčastěji změnami cirkulace vzduchu, měly na lidskou civilizaci často fatální dopady, a to i dobách, kdy bylo teplo.

Nejnázornější je 4. Bondův cyklus před cca 5500 lety spojený s vyschnutím Sahary a 3. Bondův cyklus před 4200 lety. Ten byl výsledkem výrazného oslabení atlantické poledníkové cirkulace (AMOC), narušením globálních oceánských proudů a následné změny distribuce srážek a teplotních změn v různých oblastech světa¹¹. Toto období sucha mělo negativní dopad na řadu civilizací, podílelo se na úpadku staré egyptské říše, akkadské i harappské civilizace. Nesmíme zapomenout ani na aridní vlnu před 3500 lety, která se významným způsobem podílela na ukončení významného období lidských dějin, které nazýváme doba bronzová a věnujeme jí proto samostatnou kapitolu.



Christian Jürgensen Thomsen (1788–1865)

Klimatická data na úvodním obrázku jsou časově zařazena i do kontextu historického, najdete zde informace o době existence dávných států, o kterých si budeme povídat v následujících kapitolách. Pro skutečně komplexní časový pohled je zde uveden přehled o dělení pravěku na dobu kamennou, bronzovou a železnou, tak jak ji zavedl v roce 1836 dánský archeolog Christian Jürgensen Thomsen. Zde je nutno zdůraznit, že časové rozmezí těchto období nemusí platit pro všechny oblasti světa a jejich začátek a konec může být z různých specifických důvodů posunutý.

Možná, že vám v tomto přehledu budou některé civilizace chybět, například ta římská. Několik slov na vysvětlení. Tato kniha si neklade ambice podat úplný historický přehled vývoje lidské civilizace. Soustřeďuje se pouze na ty, pro které se voda stala klíčovým fenoménem pro jejich vznik a existenci, případně se podílela na jejich zániku. Pravdou je, že voda byla pro Římany kultem. Záliba v lázních se stala symbolem jejich způsobu života, budovali je i v těch nejodlehlejších výspách své gigantické říše. Potřeba

¹¹ Yan, M., Liu, J. (2019) Physical processes of cooling and mega-drought during the 4.2 kaBP event: results from TraCE-21ka simulations. *Climate of the Past*. 15 (1): 265–277

vody si vynutila stavbu akvaduktů dopravujících vodu na desítky kilometrů. Proslavení milovníci hygieny budovali ve svých městech kanalizační sítě na takové úrovni, že se jim nevyrovnalo žádné z evropských měst ještě na počátku devatenáctého století. Voda však nestála u vzniku římského impéria, hrála důležitou roli v životě jeho obyvatel, ale zásadním způsobem neovlivňovala rozvoj, ani zánik této globální říše.

STAROVĚK



JAK VZNIK POUŠTĚ PŘINUTIL LIDI VYTVOŘIT EGYPTSKÝ STÁT

NIL – ŘEKA BOHŮ

- ☞ *Nejdelsí řeka světa, která ztratila svůj primát kvůli Čechům*
- ☞ *Řeka, která stvořila nejstarší civilizaci planety*

Pro název úvodní kapitoly jsem si vypůjčil titul knihy známého jihoafrického spisovatele Wilbura Smithe, která byla později i zfilmována. Myslím, že dokonale vystihuje vodní tok, který svou existencí umožnil vznik jedné ze základních civilizací lidské společnosti – egyptské. Pro obyvatele této starověké říše se stal doslova božským kultem. Právem, protože dodnes mu vděčí prakticky za všechno, bez něho by nebyla.

Ale představme si nejprve tuto fascinující řeku, začněme nejprve několika geografickými a přírodními charakteristikami. Ještě relativně do nedávné doby byl Nil považován za nejdelsí řeku na naší planetě. Teprve v roce 2020 ho díky objevu české expedice pod vedením profesora Bohumíra Janského předčila Amazonka. Jihoamerický veletok má dnes při započtením Ucayali délku 7062 km, zatímco Nil „pouze“ 6671 km.

O jeho pramenu se vedly dlouhé diskuze. Nil totiž vzniká soutokem dvou velkých řek – Bílého Nilu a Modrého Nilu. Od doby anglického cestovatele Johna Hanninga Spekeho se považovalo za pramen Bílého, tedy delšího Nilu,



John Hanning Speke (1827–1864)

Viktoriino jezero (v současné době nazývaného opět Ukerewe). Jenže do něho přitékají ještě další řeky, takže dnešní délka Nilu se počítá přes ten nejvýznamnější, Kageru. Bílý Nil je tedy sice delší, ale většina, okolo 80 % vody, přichází na soutoku v Chartúmu v Súdánu z Modrého Nilu. Bílý Nil totiž pomalu protéká plochou bažinatou krajinou, ve které ztrácí velký objem své vody výparem a hodně jí spotřebuje i hustý vegetační pokryv. Modrý Nil takové ztráty nemá, spadá k Chartúmu rychle z etiopských horských oblastí.

Celková plocha povodí Nilu činní přibližně 3 400 000 km² a dnes zasahuje na území jedenácti zemí: Tanzanie, Ugandy, Rwandy, Burundi, Demokratické republiky Kongo, Keni, Etiopie, Eritree, Jižního Súdánu, Súdánu a Egypta.

Vodní režim Nilu byl vždy a je i dnes mimořádně variabilní a komplikovaný. Je to způsobeno tím, že povodí obou jeho větví začínají ve vlhké a horké rovníkové oblasti s velkými objemy srážek. Ty mají v průběhu roku dvě maxima, na jaře a na podzim. Na středním toku v Súdánu již prší výrazně méně, a pokud, tak v červenci. Po soutoku Bílého a Modrého Nilu se řeka dostává do horkého pouštního klimatického pásma s velkým výparem. Končí svůj tok v podobě obrovské delty vylévající se u Káhiry do Středozemního moře.

Klimatické podmínky tedy způsobují, že se Nil v dolním Egyptě historicky, až do postavení dnešních přehrad, víceméně pravidelně od července do října rozléval do okolní krajiny. Při obvyklých povodních stoupala hladina v Egyptě o 6 až 7 m.

Podívejte se ale na mapu povodí Nilu a na průběh dnešních srážek. Několikrát si v textu této knihy připomeneme „magickou“ izohyetu 200 mm, linii spojující území, kde v průběhu roku spadne tento objem srážek. Ta rozhoduje o tom, zdali se na daném území dají pěstovat obilniny přirozeným způsobem, nebo je nezbytné půdu zavlažovat¹². Na území dnešního Egypta, ale i severu Súdánu spadne ročně méně než 100 mm dešťových srážek. To tedy znamená, že bez umělého zavlažování by člověk nevyprodukoval vůbec nic, jinými slovy, byl a je na vodě z Nilu naprosto závislý.



Povodí Nilu a aktuální srážky

12 Streck, M., Regen, A. (2007) In schriftlichen Quellen. In: Streck, Michael (ed.): Reallexikon der Assyriologie: Band 11 3./4 Qattunān – Religion. A. Berlin – New York: Walter de Gruyter

Historický význam má úsek šesti kataraktů mezi Asuánem a Chartúmem. Díky tektonické aktivitě, která postupně zvedá místní pevninský blok, se tok Nilu tzv. zmlazuje, vliv eroze je kompenzován výzdvihem terénu. Výsledkem je systém mělkých peřejí, které byly po valnou část roku nesplavné. V minulosti se zde proto vytvářela přírodní bariéra, první katarakt představoval pro starověký Egypt jeho nejjižnější hranici s říší Kuš. Nicméně je třeba konstatovat, že již ve 24. století př. n. l. jeden z posledních panovníků staré říše, Merenre, nechal tento úsek pro své lodě zprůjezdnit.

A na závěr ještě několik čísel dokumentujících význam Nilu. Průměrný průtok vody u Asuánu je $2600\text{ m}^3/\text{s}$, maximální $15\,000\text{ m}^3/\text{s}$ a minimální $500\text{ m}^3/\text{s}$. A nakonec ta vůbec nejdůležitější informace, která stojí za vznikem staroegyptské civilizace. Řeka unáší v Egyptě na středním toku ročně 62 milionů tun pevných částic, které se ukládají v záplavové oblasti Nilu v podobě úrodné půdy, základu starověkého ale i současného egyptského zemědělství.

O TOM, JAK JUPITER A SATURN PŘIVEDLI NA SAHARU HROCHA

- ☞ *Sahara se mění v poušť a zpět na šťavnatou savanu každých 20 000 let*
- ☞ *O tom, jaké je podnebí na severu Afriky, nerozhoduje člověk, ale postavení nebeských těles*
- ☞ *Pod dnešní saharskou pouští leží $150\,000\text{ km}^3$ vody*

V období poslední doby ledové, ostatně tak jako po většinu chladných klimatických period na naší planetě, byl rozsah saharské pouště výrazně větší, než jak ho známe dnes. Směrem k rovníku byla nehostinná pustina posunuta místy až o 800 km dál oproti dnešku. Velká jezera, Viktoriino, Albertovo a Edwardovo vyschla, v důsledku toho se stal Bílý Nil jen občasným vodním tokem, stejně jako řeky Senegal a Niger¹³.

Klima se začalo měnit přibližně před zhruba 15 000 až 14 500 lety¹⁴. Sucho vystřídal africké vlhké období, které bylo přímým důsledkem působení

13 Williams, M. A. J., Williams, F. M., Duller, G. A. T., Munro, R. N., El Tom, O. A. M., Barrows, T. T., Macklin, M., Woodward, J., Talbot, M. R., Haberlah, D. (2010) Late Quaternary floods and droughts in the Nile valley, Sudan: new evidence from optically stimulated luminescence and AMS radiocarbon dating". *Quaternary Science Reviews*. 29 (9–10): 1116–1137

14 Menocal, P. de, Ortiz, J., Guilderson, T., Adkins, J., Sarnthein, M., Baker, L., Yarusinsky, M. (2000) Abrupt onset and termination of the African Humid Period. *Quaternary Science Reviews*. 19 (1–5): 347–361

nově se formujícího monzunu. Je zajímavé, že střídání vlhkých a suchých období není na Sahaře nic mimořádného, tyto cykly se opakují zhruba každých 20 000 let, a to již nejméně po dobu 9 milionů let. Příčinu musíme hledat nikoli na Zemi, ale ve vesmíru! Na tomto jevu si můžeme demonstrovat, jak složité jsou děje spojené se změnami klimatu.

Ve válečném roce 1941 publikoval srbský fyzik a matematik Milutin Milanković převratnou teorii. Milanković tvrdil a výpočty dokazoval, že pohyb naší planety není pravidelný, ale v důsledku vlivu okolních vesmírných těles dochází k cyklickým změnám. V důsledku toho se v krátkodobém i dlouhodobém měřítku mění množství sluneční energie, které dopadá na zemský povrch.



*Milutin Milanković
(1879-1958)*

Jen pro představu, o jakém množství energie mluvíme. Za plného slunečního svitu dopadá na 1 m² energie odpovídající výkonu 1000 W. Při zatažené obloze přibližně desetkrát méně. Když tedy slunce svítí, naše planeta přijímá na ploše jednoho km² množství energie ekvivalentní elektrickému výkonu jedno bloku jaderné elektrárny Temelín.

Milankovićovy výpočty prokázaly pravidelné cykly zvyšujícího se, a naopak klesajícího vlivu slunečního záření, které velmi dobře korelovaly se střídáním ledových dob. Milanković navázal na práce dvou svých předchůdců. Francouzský matematik Joseph Alphonse Adhémar (1797–1862) dával již v polovině devatenáctého století do souvislosti nástupy dob ledových s nepravidelnostmi sklonu zemské osy, precesí. Něco pravdy na jeho teorii bylo, ale jako celek nefungovala. Pak přišel ke slovu anglický samouk James Croll (1821–1890), který koncem devatenáctého století odhalil Adhémarovu chybu. Francouz si neuvědomil, že pozici Země a Slunce neovlivňuje jen precese, ale také změny tvaru oběžné dráhy Země kolem Slunce. Jednalo se o posun správným směrem, ale ani jeho komplexnější hypotéza nefungovala. Až přišel Milankovićův model, který propojil tři cyklické orbitální pohyby.

Prvním je oběh Země kolem Slunce. Jeho dráha není stabilní. Měsíc a dvě nejhmotnější planety naší sluneční soustavy, Jupiter a Saturn, způsobují, že tvar dráhy oběhu Země se mění z eliptické na spíše kruhovou a zpět na eliptickou. K tomu dochází v cyklu 96 000–127 000 let.

Další periodickou změnou je změna sklonu osy, podle které se otáčí Země. Odchylka rotační osy od oběžné roviny způsobuje střídání ročních období. Vlivem ostatních vesmírných těles ale ani sklon osy není stabilní, jednou za 41 000 let se změní z 22,1° na 24,5° a pak se opět vrací k původní hodnotě.

A pak je tu zřejmě nejkomplikovanější cyklická změna pohybu Země, s kterou pracoval již Adhémar, precese. Díky precesi, opět v důsledku působení okolních nebeských těles, osa, kolem které se otáčí naše planeta, vykresluje na dlouhé časové škále během 25 800 let tvar blížící se kružnici. Hlavním důsledkem tohoto jevu je, že po dostatečně dlouhé době bude rotační osa mířit poněkud jiným směrem než v současnosti. Dnes míří s maličkou odchylkou 1° na hvězdu Severku, nejjasnější hvězdu v souhvězdí Malého medvěda. To však nebude platit věčně. Zhruba za 12 000 let se budeme řídit jinou hvězdou, Vegou v souhvězdí Lyr.

Když Milanković svou teorii publikoval, byla přijata s určitými rozpaky, chyběly přesvědčivé důkazy. Ty přinesly teprve výsledky hlubokých vrtů v ledovcích v Grónsku a na Antarktidě v osmdesátých letech dvacátého století, které dokázaly velmi dobře korelovat Milankovićovy cykly s klimatickými změnami sahajícími hluboko do zemských dějin.

A nyní zpět k Sahaře. Na zdejších klimatických změnách se sice různou měrou podílejí všechny orbitální cykly, ale na africké klima má nejdůležitější vliv právě kolísání zemské osy^{15 16}. Klimatická změna, o které si budeme povídat, je jednou z nejlépe zdokumentovaných událostí nedávné geologické historie^{17 18 19}.

Máme detailní důkazy o jejím časovém nástupu i o intenzitě a plošném rozsahu. Informace můžeme číst z charakteru sedimentů, které zanechala tehdejších jezera, nebo ze složení a mocnosti uloženin vodních toků, dokládajících nejen jejich průběh a podávající nepřímo i údaje o velikosti jejich průtoku. Jestliže známe objem tehdejších jezer a průtok řek, pak nám hydrologické modely dodají i nejdůležitější klimatický údaj, řeknou, jak intenzivní byly tehdejší dešťové srážky. Geologie a hydrologie jsou v tomto období nezastupitelné vědní disciplíny, podávající svědectví o podmínkách, v jakých se vytvářela jedna z nejstarších lidských civilizací.

15 Kutzbach, J. E. (1981) Monsoon climate of the early Holocene: Climate experiment with the Earth's orbital parameters for 9000 years ago: *Science*, v. 214, p. 59–61

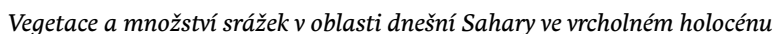
16 Berger, A. (1988) Milankovitch theory and climate: *Reviews of Geophysics*, v. 26, no. 4, p. 624–657

17 Hoelzmann, P., Keding, B., Berke, H., Kröpelin, S., Kruse, H. J. (2002) Environmental change and archaeology: lake evolution and human occupation in the Eastern Sahara during the Holocene: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 169, p. 193–217

18 Kraepelin, S. (2008) Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6,000 years: *Science*, v. 320, p. 765–768

19 Gasse, F. (2000) Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum: *Quaternary Science Reviews*, v. 19, p. 189–211

Díky rychle se zvyšujícím srážkám se tedy v období před 15 000 až 14 500 lety začala poušť měnit. Objevuje se poměrně hustá říční síť a v morfologických depresích se vytvářejí velká jezera. Představu o tom, jak vypadala severní Afrika v době, kdy gradovalo vlhké období, to jest někdy před 9400 lety podává následující mapa ^{20 21 22}.



- 23

Není to fantazie, ale výsledek geologického mapování, všechny vodní prvky nám dodnes na Sahaře zanechaly nesmazatelné důkazy o své dávné existenci. Nil měl již aktuální podobu, jen ze západu jeho průtok obohacoval dnes již zaniklý vodní tok, Žlutý Nil. V současné době nám po něm zůstalo pouze suché údolí Wadí Howar²³. Průtok Nilu, a především jeho záplavy byly díky intenzivnějším deštům podstatně větší, než známe v dnešní době, vrchol je dokumentován před 11 000 až 6000 lety²⁴, pak průtok začal klesat a záplavy postupně získávaly dnešní podobu.

Samostatnou kapitolou jsou jezera, v nichž bujel život, byla plná krokodýlů, hrochů a ryb. Jednalo se o obrovské vodní plochy, z nichž největším bylo jezero Čad. To mělo v době svého největšího rozsahu plochu 340 000 km², objem 13 500 km³ a dosahovalo hloubky až 160 m.

O tom, jaký význam měla tato obrovská jezera pro zdroje podzemní vody, využitelné lidskou civilizací v pozdější suché době, si můžeme udělat představu na příkladu dalšího velkého jezera Dárfúr, nazývaného i Ptolemaiovo. Maximální odhady hovoří o tom, že mohlo mít plochu až okolo 30 000 km². Podle analýzy jeho sedimentů je pravděpodobné, že vysychání tohoto jezera bylo nastartováno přibližně před 3300 lety, z důvodu nedostatku vody se postupně rozdělilo na několik nesouvislých vodních ploch, ale definitivně zaniklo teprve někdy kolem čtvrtého století př. n. l. Za celou dobu své tisíce let trvající existence však toto jezero, stejně jako všechny ostatní vodní plochy, fungovalo jako „vsakovací“ nádrž. Výpočty hovoří o tom, že v době holocénu dnem tohoto jezera každých rokem prosakoval do podzemí přibližně 3 km³ vody, které se tak postupně přeměňovaly z vody povrchové ve vodu podzemní²⁵.

Pod dnem jezera Dárfúr totiž leží velmi dobře propustné pískovce, v tomto prostoru nazývané núbijské, které mají mocnost 150 až 250 metrů²⁶. Horninové prostředí, které obsahuje dostatek volných pórů a puklin k tomu, aby se do nich mohla z povrchu vsáknout povrchová voda a přeměnit se tak na podzemní, se nazývá kolektor. Vzhledem k tomu, že núbijské pískovce se rozkládají na ploše cca 2 000 000 km², není divu, že v dnešní době tento

23 Kröpelin, S., Pachur, H. J. (1987) Wadi Howar: Paleoclimatic Evidence from an Extinct River System in the Southeastern Sahara. *Science*. 237 (4812): 298–300

24 Rohling, E. J., (1994) Review and new aspects concerning the formation of eastern Mediterranean sapropels: *Marine Geology*, v. 122, p. 1–28

25 Pachur, H.-J., Altmann, N. (2006) *Die Ostsahara im Spätquartär*. Springer Berlin Heidelberg

26 Mohamed, A., Ahmed, E., Alshehri, F., Abdelrady, A. (2022) The Groundwater Flow Behavior and the Recharge in the Nubian Sandstone Aquifer System during the Wet and Arid Periods. *Sustainability*. 14, 6823

kolektor představuje největší zdroj starých, již neobnovovaných fosilních vod na světě, jejich objem se odhaduje na 150 000 km³.

Núbijské pískovce nebyly jediným kolektorem, kde se ukryly obrovské zdroje holocénních podzemních vod. Na předchozím obrázku vidíte dědictví srážkového blahobytu na rozsáhlých plochách dnes vyprahlého území Sahary. Stačí jen málo, vyvrtat studnu a voda stará tisíce let je k dispozici. Problémem ale může být, že tyto vrty musí být často i několik stovek metrů hluboké.

Možná se ptáte, jakou mají tyto hydrogeologické informace souvislost s naším tématem, lidskou civilizací a vznikem prvních států. Tyto zdroje vody, které se skryly do podzemí, byly pro naše tehdejší předky obtížně dostupné. Egypťané dokázali využívat prameny, to jsou místa, kde se podzemní voda přirozeným způsobem objevuje na povrchu a byli schopni i kopat mělké studny. Na inovativní myšlenku, jak intenzivně využívat staré fosilní vody ale bylo nutno počkat. Civilizace Garamantes na Sahaře v období vrcholu starořímského impéria rozvinula k dokonalosti perský vynález kanátů a na nich postavila svůj rozkvět (viz jedna z dalších kapitol).

A ještě jedna informace dokládající význam podzemních vod na Sahaře. Celý vodní systém zde funguje dodnes i v opačné logice. Zatímco v minulosti to byla jezera, prostřednictvím kterých se povrchová voda vsakovala do podzemí, dnes najdeme obrácené případy. Typickou ukázkou je soustava osmnácti jezer Ounianga v severovýchodním Čadu, která leží nedaleko slavného výskytu nádherných nástěnných maleb v pohoří Ennedi. O nich si něco povíme o chvílku později. Všechna tato jezera leží v prostředí, kde dnes prakticky nikdy neprší. Když se díváme na jejich hladinu, ve své podstatě vidíme okolní starou podzemní vodu. Jezera totiž leží v morfologické depresi, a tak se zde na povrch dostává dávná fosilní voda, která je v okolí skrytá pod povrchem. Díky tomu jezera dokážou přežívat i v prostředí s obrovským výparem, který zde představuje hodnotu až 6000 mm. To znamená, že vodní nádrž o hloubce 6 metrů, která by neměla přítok podzemní vody, by za jediný rok zcela vyschla. Vysoký výpar vede ke koncentraci solí rozpuštěných ve vodě, a proto není divu, že centrální jezero Teli má vodu velmi slanou. Povrch okolních jezer je však chráněn hustým rákosím, které výparu zabraňuje, a v důsledku toho v nich voda zůstává ve stejné kvalitě jako voda podzemní – je sladká²⁷.

27 Kröpelin, S. (2007): High-resolution climate archives in the Sahara (Ounianga, Chad). In: Atlas Cultural and Environmental Change in Arid Africa (Eds O. Bubenzer, A. Bolten and F. Darius), 21, pp. 56–57. Heinrich-Barth-Institut, Köln, Cologne

Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázkou z knihy Voda, náš osud .
Pokud se Vám ukázka líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.