

## BALÍČEK ČERNÝCH PETRŮ

Pravděpodobně tou největší změnou, kterou kdy moderní přístroje v oceánech naměřily, je pokles salinity subpolárních moří v severním Atlantiku.

*Daniel Glick, National Geographic, 2004*

Až dosud jsme se zabývali pouze následky pokračování současného trendu vývoje. Fosilní záznam však ukazuje, že ačkoli se faktory způsobující změnu klimatu mění poměrně pomalu a spojitě, jejich důsledky vždycky tak plynulé nebývají. Zemské mechanismy někdy místo toho náhle spustí a nastolí nový pořádek, kterému se přeživší buď přizpůsobí, nebo zahynou.

Vědci vědí o třech základních scénářích „bodu zlomu“ ve vývoji zemského klimatu: zpomalení nebo zastavení Golfského proudu, zánik amazonských deštných pralesů a uvolnění klatrátů z mořského dna. K těmto třem událostem občas dochází ve virtuálních světech počítačových globálních cirkulačních modelů a podle dokladů z geologického záznamu již v minulosti na Zemi ke všem došlo. Nejsou to tedy jen teoretické konstrukce a vezmeme-li v úvahu rychlost současných změn a jejich směr, k jedné, dvěma nebo všem třem může dojít ještě v tomto století. Co vede k těmto náhlým změnám, jaká jsou varovná znamení a jaké budou mít následky?

### **SCÉNÁŘ 1: ZÁNİK GOLFSKÉHO PROUDU**

Pro země na pobřežích Atlantiku je Golfský proud nesmírně důležitý. V roce 2003 pověřil Andrew Marshall (duchovní otec obranného systému Strategic Defense Initiative – SDI, známého i jako Hvězdné války, a současně po desetiletí šedá eminance Pentagonu) Petera Schwartze (bývalého šéfa projektového oddělení Royal Dutch

Shell) a Douga Randalla ze společnosti Emeryville (která se specializuje na projektování), aby alespoň zhruba analyzovali, jaké dopady by měl zánik Golfského proudu na systém národní bezpečnosti Spojených států. Jak tvrdí autoři, jejím cílem bylo „představit si nepředstavitelné“. Za tímto účelem tedy „vytvořili scénář vývoje změny klimatu, který, ač nepravděpodobný, byl věrohodný a takřka bezprostředně by znamenal pro systém národní obrany Spojených států problémy“.<sup>53</sup>

Podle jejich scénáře by se Golfský proud zpomalil vlivem sladké vody z tajících ledovců, která se nahromadila v severním Atlantiku. Dále scénář předpokládá, že pomalé oteplování naší planety bude pokračovat ještě dalších šest let (do roku 2010), kdy však dojde k dramatické změně – otevře se „magická brána“, která náhle změní klima na celém světě.

Následkem této změny jejich „předpověď počasí“ na rok 2010 předpokládá, že v klíčových zemědělských oblastech zavládne trvalé období sucha a průměrná teplota poklesne v Evropě o 3 °C, v Severní Americe o něco méně než 3 °C a naopak vzroste o 2 °C v Austrálii, Jižní Americe a jižní Africe.

Pokud jde o prognózu, jak na takovou náhlou změnu zareagují lidé, vycházejí autoři zprávy z práce harvardského archeologa Stevena LeBlanca, který popisuje vztah mezi „úživností“ a válkou takto: „Lidé bojují tehdy, když překročí úživnost svého prostředí. Pokaždé, když mají lidé na výběr, zda budou hladovět nebo válčit, zvolí si válku.“

Možná proto, že měli na mysli všechny zaměstnance Pentagonu, kteří budou jejich zprávu číst, předpověděli Schwartz a Randall, že se rozšíří jaderné zbraně a vlivem rostoucího tlaku na přežití se zhroutí globální spolupráce. Podle nich přežijí jen ty nejbojovnější společnosti a uvnitř těchto společností bude vše vypadat poněkud lépe. Změní se celkový postoj:

Až udeří hladomor, nemoci a s počasím spojené přírodní katastrofy... potřeby mnoha zemí překročí jejich míru úživnosti. Tak vznikne pocit beznaděje... Tou nejvíce frustrující výzvou... bude pocit, že nevíme, ... za jak dlouho – zda za desítky, stovky nebo tisíce let – se příznivější podmínky v nějaké podobě vrátí.<sup>53</sup>

Autoři na vstupu zvolili variantu nízkého stupně mezinárodní spolupráce, což negativní dopady ještě znásobilo: poté, co tak různorodé oblasti jako Skandinávie, Bangladéš nebo Karibik ztratí schopnost uživit své obyvatelstvo, nastane masový hla-

domor a následně vlna masové migrace. V následujícím boji o přírodní zdroje vzniknou nová politická spojení a značně se zvýší nebezpečí válečného konfliktu.

Někdy v letech 2010 až 2020 začnou docházet zásoby vody a energie. Austrálie a Spojené státy budou nuceny posílit ochranu hranic, aby zadržely migrující hordy z Asie a Karibiku. Evropská unie bude mít podle prognóz dvě možnosti – buď se sjednotí a také se zaměří na ochranu hranic (mimo jiné proti hladovým Skandinávům), nebo v ní vlivem vnitřních rozporů vznikne chaos a společenství se rozpadne. Dále autoři předpokládají, že se k EU asi připojí Rusko, které pro ni bude se svými obrovskými zdroji energie náhle přijatelné.

Zpráva předkládá americké vládě sedm doporučení, jak na riziko zastavení Golského proudu reagovat. Patří mezi ně i výzkum geoinženýrských variant řešení (například izolace a pohřbívání CO<sub>2</sub>), které by mohly změnu klimatu zpomalit. Přesto Schwartz a Randall poněkud překvapivě vůbec neuvádějí tu hlavní možnost, která je jádrem celého problému – a sice omezit používání fosilních paliv!

V roce 2004 si představili možné následky zastavení Golského proudu i tvůrci hollywoodského katastrofického filmu *Den poté*. Pro dramatický efekt je zde časový vývoj kolapsu značně zkrácen a změny jsou ještě rozsáhlejší než ve zprávě pro Pentagon. Vědci se mezitím snažili zjistit, jaké následky by zastavení Golského proudu mohlo mít pro biodiverzitu jako celek. A tyto následky by byly skutečně katastrofické. Biologická produktivita v severním Atlantiku klesne o 50 procent a celková produktivita oceánů na celém světě o 20 procent.<sup>228</sup>

Jaká je tedy pravděpodobnost, že se Golský proud zastaví ještě v tomto století? Za jakých podmínek k tomu může dojít a jaké varovné signály budou této změně předcházet?

Ačkoli námořníci vědí o Golském proudu už od Kolumbových dob, jeho první mapu publikoval až Benjamin Franklin v roce 1770. Dnes víme, že je to nejrychlejší oceánský proud na světě, že je velmi spletitý a při svém pohybu směrem na sever se rozšiřuje v řadu spirál a podproudů. Množství vody dopravované tímto proudem je jednoduše ohromné. Určitě si vzpomenete, že se mořské proudy měří ve sverdrupech a že jeden sverdrup se rovná průtoku jednoho milionu kubických metrů vody za sekundu. U mysu Hatteras jižně od Washingtonu, kde se Golský proud stáčí směrem od pobřeží do hlubších vod, dosahuje jeho tok 87 sverdrupů. Tam, kde dosahuje maxima, což je kolem 65° západní délky, má průtok 150 sverdrupů. Průměrný průtok činí asi 100 sverdrupů, což je 600krát více než průměrný průtok Amazonky.<sup>137</sup>

Ve své severní části je Gofský proud daleko teplejší než okolní vody. Mezi Faerskými ostrovy a Velkou Británií má například poměrně příjemnou teplotu 8 °C, zatímco okolní voda má 0 °C. Zdrojem tepla je tropické slunce, jehož paprsky ohřívají střední Atlantik, a proud toto teplo velice efektivně přepravuje dál. Jak už v roce 1903 poznamenal Russel Wallace: „Jelikož je vzduch 770krát lehčí než voda, vyplývá z toho, že teplo z jedné kubické stopy vody ohřeje více než 3 000 kubických stop vzduchu.“<sup>55</sup> V severním Atlantiku teplo z Gofského proudu ohřívá atmosféru, čímž otepluje evropské klima tak, jako kdyby se zde množství slunečního záření zvýšilo o třetinu.

Poté co vody Gofského proudu odevzdají své teplo vzduchu, padají ke dnu v podobě velkého oceánského vodopádu. Tento vodopád je hnací silou a zároveň Achillovou patou oceánských proudů na celé planetě, protože, jak ukazuje historie, byl opakovaně přerušován.

Od doby, kdy se zemské klima před 20 000 lety začalo měnit z ledové podoby do dnešní mírné podoby, byl tok Gofského proudu několikrát narušen – nejvýznamněji v období před 12 700 až 11 700 lety, kdy v Nizozemsku klesly zimní teploty pod -20 °C a letní se ustálily na pouhých 13 až 14 °C. K dalšímu kolapsu došlo v době před 8 200 až 7 800 lety a proud se možná zpomalil i v období před 4 200 až 3 900 lety. V prvních dvou případech způsobily jeho narušení obrovské přívaly sladké vody do severního Atlantiku: poprvé se voda uvolnila z obrovského jezera, jehož ledová hráz praskla (pozůstatky tohoto jezera jsou Velká jezera na hranicích USA a Kanady) a voda z tání se místo do Mississippi přelila do řeky Svatého Vavřince; ve druhém případě se zhroutily zbytky severoamerického pevninského ledového štítu v pohoří Larentide a Agassizovo jezero se vylilo do Hudsonova zálivu.<sup>85</sup> Sladká voda naruší Gofský proud tím, že zředí jeho salinitu a lehčí voda pak neklesá ke dnu; to naruší cirkulaci oceánů po celém světě.

Pravděpodobnost, že se Gofský proud opět zpomalí, závisí na tom, zda vznikne dostatečně silný proud sladké vody. Určitý vliv může mít proud o velikosti jednoho sverdrupu, k vážnému narušení je však třeba proudu o síle několika sverdrupů. Dostatečné množství sladké vody obsahují zásoby ledu na severu. K tomu ještě musíme přičíst zvýšené množství srážek, které se už v této oblasti projevuje.

Od 70. let je v severovýchodním Atlantiku zaznamenáván rovnoměrný pokles slanosti vody při hladině: křivka salinity mírně klesá, což vypovídá o dlouhodobějším trendu. Před třiceti lety byla průměrná salinita 34 960 částic z milionu, do roku

2 000 však klesla na 34 900 částic. V Dánském průplavu byl pokles ještě výraznější: z 34 920 částic z milionu na 33 870 částic; zde však graf vykazuje řadu nárazových poklesů, které vypovídají o vlivu zdejších sladkovodních přítoků. Průměrná salinita mořské vody je asi 33 000 částic z milionu, takže i tak malé změny vyvolávají obavy. Golský proud totiž pohání právě rozdíl v obsahu soli, který v současnosti činí jen 1 900 částic z milionu.

S doklady o ještě rozsáhlejších změnách v Atlantiku přišla v roce 2003 spolu se svými kolegy Ruth Curryová z Oceánografického ústavu ve Woods Hole.<sup>149</sup> Provedli důkladný výzkum salinity Atlantského oceánu od pólu k pólu ve dvou čtrnáctiletých obdobích (1955–69, 1985–99) a objevili změny „pozoruhodného rozsahu“, které naznačují, že „sladká voda se ztrácí z oblastí s nižší zeměpisnou šířkou a objevuje v oblastech s vyšší zeměpisnou šířkou takovou rychlostí, kterou není cirkulace oceánu schopna kompenzovat.“<sup>149</sup> Jinými slovy je Atlantik v tropickém pásmu ve všech hloubkách stále slanější, zatímco u severního a jižního pólu jeho salinita klesá. Ke změnám podle všeho dochází v důsledku zvýšeného odpařování poblíž rovníku a většího množství srážek kolem zemských pólů. Když objevili podobné změny i v dalších oceánech, uvědomili si, že něco – nejpravděpodobněji změna klimatu – muselo zvýšit rychlost odpařování a množství srážek o 5 až 10 procent.

Tento významný objev má na Golský proud ještě větší potenciální dopad. Jak tvrdí výzkumníci, zvýšená salinita v tropické části oceánu způsobí dočasné zrychlení Golského proudu, což paradoxně předznamená jeho náhlé zastavení. Dojde k tomu proto, že vlivem většího tepla, které se přemístí k pólům, roztaje více ledu, a tak se bude přítok sladké vody do severního Atlantiku zvyšovat, dokud nedosáhne dostatečné velikosti – a pak se celý systém zhroutlí.<sup>150</sup>

Golský proud tvoří jen jednu část systému globální cirkulace oceánských proudů a změny byly pozorovány i na jiných místech. Na počátku roku 2004 oznámili pracovníci australské organizace CSIRO, že v hlubokých vodách subantarktického oceánu zjistili pokles množství kyslíku o zhruba tři procenta. Stále víme velice málo o tom, jak se mění množství kyslíku v oceánských hloubkách, a tento pokles může vysvětlovat hned několik faktorů (např. to, že fytoplankton klesá k mořskému dnu, kde se rozkládá). Přesto tato čísla dělají některým klimatologům starosti, protože podobný pokles množství kyslíku bychom mohli očekávat právě v případě, že se zpomalí tepelná cirkulace oceánu a horní vrstvy oceánu bohaté na kyslík se budou méně promíchávat s těmi spodními.

Kdyby tedy měl Golský proud skutečně přestat proudit, jak rychle k tomu dojde? Vzorky ledu z Grónska naznačují, že když se Golský proud zpomalil v minulosti, silné ochlazení (o 10 °C) trvalo necelých deset let. Podle všeho pocítla podobně prudké změny i Evropa, o tehdejšímu vývoji evropského klimatu se však nedochoval žádný doklad. A tak je dost možné, že kdyby se Golský proud skutečně zpomalil, během několika zim by Evropa i Severní Amerika mohly zažít extrémní změny. Je dokonce možné, že by opět nastalo prudké kolísání klimatu podobně jako na konci doby ledové.

Kdy by tedy pravděpodobně mělo k takové události dojít? Vezmeme-li v úvahu, že nevíme jistě, jak rychle tají ledové příkrovy, a že i ostatní faktory jsou velmi složité, je obtížné stanovit přesnou dobu. Někteří významní klimatologové se domnívají, že už nyní existují určité známky začínajícího kolapsu. Kdybych to měl odhadnout já sám, řekl bych, že do roku 2080 by v Grónsku mohlo být o 4 °C tepleji než dnes, následkem čehož roztaje dostatečné množství ledu, aby hladina moří stoupla o pět centimetrů. A to také přinese dostatečně silný proud sladké vody, který může zastavit Golský proud na několik století. Poté však mohou chladné podmínky přítok vody z tajících ledovců zastavit a proud by se nakonec mohl opět dát do pohybu. A kdyby pak ledy znovu začaly tát, začne fáze prudkých výkyvů klimatu, která bude pokračovat až do doby, než zásoby ledu dojdou a na zastavení Golského proudu přestanou stačit. Ne všichni však souhlasí s tím, že nějaké zastavení nebo i jen zpomalení Golského proudu hrozí. Podle vědců z Hadleyova centra v Anglii je pravděpodobnost velkého narušení Golského proudu ještě v 21. století menší než 5 %.

Pokud jde o náhlé změny, vědci se nejvíce zabývají jinou událostí. Ačkoli se o ní tolik neví, mohla by mít ještě katastrofálnější následky než narušení Golského proudu – jde o zánik amazonských deštných pralesů.