

**„Tání ledovců probíhá spíše lokálně na některých místech, ale obecně ledu příliš neubývá, někde i přibývá. Navíc je vzhledem k platným fyzikálním zákonům nesmysl, aby tání ledovců vedlo ke zvyšování hladiny moří, když se objem H<sub>2</sub>O v podstatě nemění.“**

---

#### ZADÁNÍ:

Přečtěte si následující text a prohlédněte doprovodné grafiky. Pomocí metody INSERT označte jednotlivé části textu/grafik symboly, a to následovně:

- ✓ Fajfkou označte ty, které pro vás byly známé.
- Minusem označte ty, které jsou v rozporu s tím, co víte.
- + Plusem označte ty, které jsou pro vás nové.
- ? Otazníkem označte ty, kterým nerozumíte nebo o nich chcete vědět více

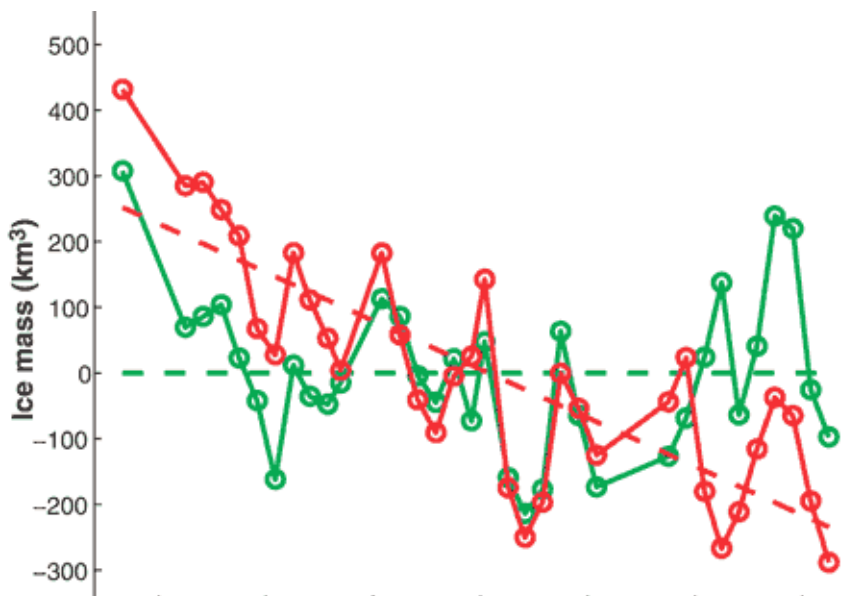
---

#### CO ŘÍKÁ VĚDA...

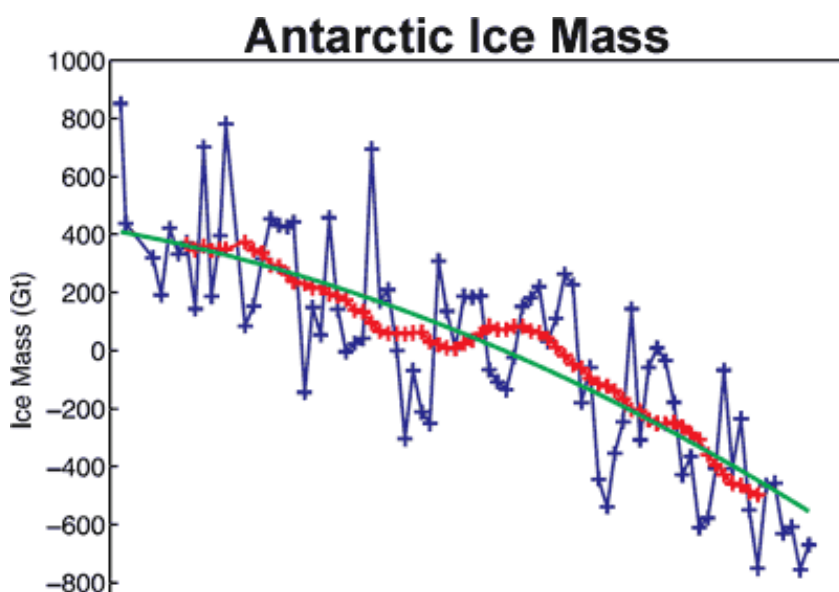
Zatímco v nitru Východní Antarktidy přibývá na pevnině ledu, celkově Antarktida pevninský led ztrácí, a to stále rychleji.

Antarktický pozemní led ubývá

Od roku 2002 dokážou satelity z experimentu GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) komplexně prozkoumávat celý ledový příkrov. Satelity měří změny v gravitaci, aby určily změny hmotnosti celého Antarktického ledového příkrovu. Počáteční pozorování zjistila, že k většině ztrát antarktické ledové masy dochází na Západní Antarktidě. V té době, mezi roky 2002 a 2005, byla Východní Antarktida hmotnostně přibližně v rovnováze. Led získaný uvnitř je zhruba vyvážen ledem ztraceným na hranách. Tento případ je zobrazen na obrázku 1, který srovnává změny ledové masy na Západní Antarktidě (červená) se změnami na Východní Antarktidě (zelená): Celkově ale ledová masa ubývá.



Jak přichází další data z projektu GRACE, vzniká jasnější porozumění Antarktickému ledovému příkrovu. Obrázek 2 ukazuje změny hmotnosti ledu na Antarktidě v období od dubna 2002 do února 2009. Modrá čára/křížky ukazují hrubé měsíční hodnoty. Červené křížky mají sezónní výkyvy odstraněny. Zelená čára je nejlépe se přimykající trend.



Delší časové série dat odhalují statisticky významný trend. Nejenže Antarktida ztrácí pevninský led, ale ztráta ledu se zrychluje o 26 gigatun za rok na druhou (26 Gt/a<sup>2</sup>, jinými slovy, roční ztráta ledu vzrůstá o 26 gigatun za rok). Ukazuje se, že od roku 2006 Východní Antarktida už nebyla v rovnováze ztráty a přírůstků ledové masy, že i hmotnost jejího ledu klesá. To je překvapující výsledek, protože se mělo za to, že Východní Antarktida je stabilní oblast, jelikož je tak chladná.

To je významná informace, protože Východní Antarktida obsahuje o hodně více ledu než Západní Antarktida. Východní Antarktida obsahuje dost ledu, aby zvedla hladiny světových oceánů o 50 až 60 metrů, zatímco Západní Antarktida by ke zvednutí hladin oceánů přispěla 6 až 7 metrů. Antarktický ledový příkrov hraje důležitou roli v celkovém přírůstku hladiny moře. Tento přírůstek se stále a rychle zvyšuje.

## Tání ledovců

Existují dva základní typy ledovců:

- pevninské (Grónský, Antarktický),
- horské (Hallstattský ledovec na Dachsteinu).

Tání ledovců souvisí s oteplováním Země, tedy zejména se zesílením skleníkového efektu. Od roku 1960 do roku 2015 ubylo 10 % veškeré ledové pokrývky Země. Ustupují pevninské i horské ledovce. Zalednění Grónska mizí rychlostí 50 km krychlových za rok. Průměrná tloušťka ledu v Arktidě se zmenšila na cca 3 m. Na nejvyšší hoře Afriky (Kilimandžáro) zbylo pouhých 12 % původního zalednění. Trhliny na zamrzlém oceánu dosahují délky až 2 000 km.

Následkem tání pevninského ledu se zvyšuje hladina oceánů. Za posledních 100 let to činí téměř 25 cm a bude-li oteplování pokračovat současným tempem, vzroste teplota na Zemi v průměru až o 4,5 °C a zvýší se tím hladina světového oceánu až o 58 cm do konce 21. století. To bude znamenat rozsáhlé zaplavení obydlených oblastí (zaniknou státy jako Kiribati a další tichomořské ostrovy, zaplaveny budou velké oblasti Bangladěše, Nizozemí atd.). Situace je o to horší, že do nadmořské výšky 1 m nad hladinou moře žije cca 25 % populace.

Možnosti řešení jsou stejné jako u skleníkového efektu, spočívají zejména v omezení emisí skleníkových plynů (výroba energie z obnovitelných zdrojů, omezení kácení lesů atd.).

## PROČ JE OTEPLENÍ O VÍCE NEŽ 1,5 °C PROBLÉM? [2/3]

### BODY ZLOMU – KRYOSFÉRA

Co jsou body zlomu? Pařížská dohoda deklaruje úsilí o to, aby „nárůst globální průměrné teploty výrazně nepřekročil hranici 1,5 °C“. Jedním z hlavních důvodů pro stanovení takové hranice je riziko překročení tzv. bodů zlomu (tipping points). Podobně jako větev snese určité zatížení než se zlomí, i některé části planetárního systému se mohou při postupujících klimatických změnách „zlomit“ a přejít do kvalitativně odlišného stavu.

**Body zlomu v kryosféře.** Kryosféra označuje veškeré oblasti planety, ve kterých se voda nachází ve zmrzlém stavu. Některé horské ledovce, např. v Alpách, již bodu zlomu dosáhly a jejich zánik je nevyhnutelný i bez dalšího oteplení. Jiné velké systémy kryosféry mohou bodu zlomu dosáhnout při oteplení jen o málo vyšším než 1,5 °C. Doba, která je potřebná k roztátí, může být v rozsahu desítek či stovek let, ale změny kryosféry mají celoplanetární dopady – zvyšování hladin oceánů, změny albeda a uvolnění metanu do atmosféry. Tyto změny následně přispívají k dalšímu oteplení.

#### 01 ZÁMRZ SEVERNÍHO LEDOVÉHO OCEÁNU

Rozsah zámrazu Severního ledového oceánu rychle klesá – objem letního ledu v posledních letech klesl přibližně na třetinu typického objemu v 80. letech. Tání mořského ledu odкрývá vodní hladinu, která více pohlcuje sluneční záření, což vede k dalšímu zesílení oteplení.

Oteplení o 2 °C či více povede k tomu, že severní pól bude v létě bez ledu, zatímco při oteplení do 1,5 °C je pravděpodobné, že i v létě zůstane zámraz alespoň částečně zachován.

#### 02 GRÓNSKÝ LEDOVCOVÝ ŠTÍT

Grónský ledovcový štít pokrývá 80 % Grónska – má průměrnou mocnost 2000 m a rozlohu 1,7 milionu km<sup>2</sup>. Jeho úplné roztátí by trvalo několik století a způsobilo celkový nárůst hladin oceánů o 7 m.

Zvýšení teploty 1,5 až 2 °C pravděpodobně nastartuje **nevratné tání** Grónského ledovcového štítu, které může vést ke **zvýšení hladiny oceánů až o 2 m** během příštích dvou století.

#### 05 ZÁPADOANTARKTICKÝ LEDOVCOVÝ ŠTÍT

Západoantarktický ledovcový štít má celkový objem 2,2 milionů km<sup>3</sup>. Není dobře fixován pevninou a hrozí jeho „**sklouznutí do moře**“ (Marine ice sheet instability). Kolaps Západoantarktického ledovcového štítu by vedl k rychlému zvýšení hladiny oceánů až o 5 m.

Zvýšení teploty o 1,5 až 2 °C pravděpodobně nastartuje **nevratné tání** Západoantarktického ledovcového štítu.

#### 03 PERMAFROST

Permafrost je dlouhodobě zamrzlá půda, pokrývá velké oblasti Sibíře a Severní Ameriky a jeho tání uvolní do atmosféry velké množství metanu (skleníkový plyn), což **dále urychlí globální oteplování**.

Oteplení o 2 °C povede k roztátí 28–53 % světového permafrostu. Oteplení o 2 až 3 °C může vést ke kolapsu permafrostu. Roční emise metanu v důsledku tání permafrostu se v závislosti na rychlosti tání odhadují na 4–16 Gt CO<sub>2</sub>eq, což odpovídá 10–30 % ročních emisí lidstva.

#### 04 HORSKÉ LEDOVCE

Horské ledovce zásobují vodou mnoho velkých řek a ve většině horských oblastí rychle tají.

Další zvyšování teploty a ústup ledovců povede k **nedostatku vody k zavlažování** ve velkých oblastech Ameriky a střední a jižní Asie.

Hodnoty oteplení jsou uváděny vzhledem k předindustriální době. Současná hodnota oteplení je přibližně 1 °C.

hlavní zdroj dat: Zpráva IPCC