

Hladina moře v plastovém kelímku

Osm způsobů, jak změnit hladinu vody (a zároveň globální hladinu moře) v plastovém kelímku

Hladina vody v plastovém kelímku

Položte na stůl průhledný plastový kelímek s vodou a požádejte žáky, aby vymysleli co nejvíce způsobů, jak změnit hladinu vody v kelímku (zvýšit či snížit), aniž byste vodu jakkoli horní částí odebírali.



Změna hladiny vody v kelímku (foto: Roman Veselsky).

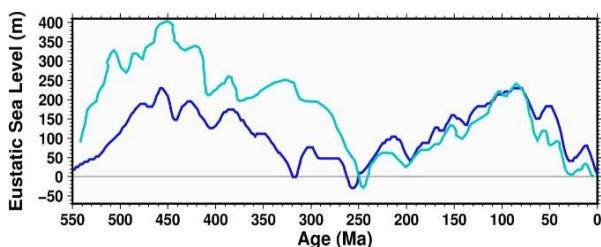
Možnosti jsou:

1. přidat led nebo vodu;
2. ohřívat vodu (možná ještě nevědí, že ohřívání vody mírně zvětší její objem);
3. udělat v kelímku díru, aby prosakovala;
4. zatlačit základnu nahoru;
5. deformovat strany (možno kombinovat bod 4 a 5 při „deformaci šálku“);
6. přidat objekty do kelímku;
7. naklonit kelímek (hladina vody bude na jedné straně výš);
8. změnit gravitaci (s tím žáci obvykle nepřijdou).

Žáci většinou navrhnou alespoň čtyři z těchto myšlenek. Kromě zahřívání a změny gravitace je lze snadno demonstrovat.

Hladina moře na Zemi

Tento graf ukazuje, jak se globální hladina moří měnila v posledních 550 milionech let. Ale čím je to způsobeno?



Dva vědecké odhady změny globální hladiny moří v posledních 550 milionech let. (Clinton Conrad).

Všech osm výše uvedených způsobů změny hladiny vody v kelímku také ovlivňuje hladinu moře na Zemi. (Vyloučili jsme myšlenku odstraňování vody z horní části kelímku (např. naléváním nebo odpařováním), protože voda se ze Země neodstraňuje.)

Přidejte led nebo vodu: Tání kontinentálních ledových příkrovů nebo ledovců přidává do oceánu vodu a zvyšuje globální hladinu moří, jak je znázorněno v materiálu Earthlearningidea *Melting ice and sea level change 2 – ice caps*. K tomuto jevu dochází i dnes, v období globálního oteplování. Odhaduje se, že tento jev má 50% podíl na současném vzestupu hladiny moří.

1. Ohřejte vodu: Ohříváním mořské vody se zvětšuje objem světového oceánu. Odhaduje se, že expanze oceánů v současnosti také přispívá přibližně 50 % k současnému vzestupu hladiny moří.

2. Udělejte do kelímku díru, aby vytékala: Jak jsou desky subdukovány, nesou s sebou vodu, hlavně v hydratovaných minerálech (minerály obsahující vodu), čímž dochází k úbytku vody z oceánů. Část této vody stoupá do nadložní desky a nakonec dosáhne povrchu, ale část zůstává v plášti miliony nebo miliardy let, dokud není nakonec odplyněna vulkány. Jeden výpočet ukazuje, že globální hladina moří klesá o 5 m každých 10 milionů let, když oceány „prosakují“ do pláště.

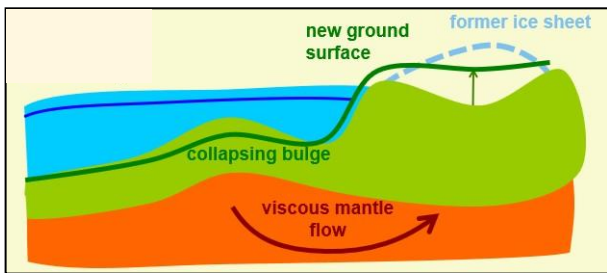
3. Zatlačte do základny: Rychlosti šíření divergentních okrajů se v průběhu geologického času měnily. Při vyšší rychlosti jsou oceánské hřbety vyšší a širší a zvyšují globální hladinu moře.

4. Deformujte strany: Při srážce kontinentů je kontinentální hmota vytlačena vzhůru do horských pásem, čímž se rozšiřují oceánské pánve (neboli „vytahují strany poháru“). Odhaduje se, že kolize Indie s Asií způsobila celosvětový pokles hladiny moří o 25 metrů.

5. Přidejte objekty do kelímku: Sedimenty a vulkanické materiály jsou neustále přidávány do oceánských pánví, což podle odhadů způsobuje nárůst globální hladiny moří o jeden metr každých milion let.

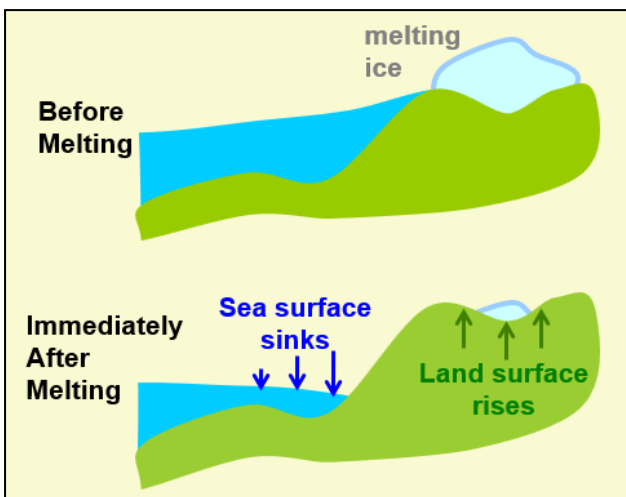
6. Nakloňte pohár: Když se na pevnině tvoří ledové příkrovy, jejich hmota tlačí pevninu dolů a pevný, ale plastický plášť pod ní teče velmi pomalu do stran, často vytváří vybouleninu v nedalekém oceánu, čímž zvedá hladinu moře. Když led taje, stane se opak, jak ukazuje diagram na další straně.

Izostatický „návrat“ po době ledové způsobí nejen pokles globální hladiny moří v důsledku kolapsu vyboulenin, ale také místní změny při zvednutí pobřeží. Podívejte se na nápady ELI o výuce isostáze, *Isostasy 2: 'bouncing back' after the ice* a *Isostasy in the kitchen 2: 'bouncing back'*.



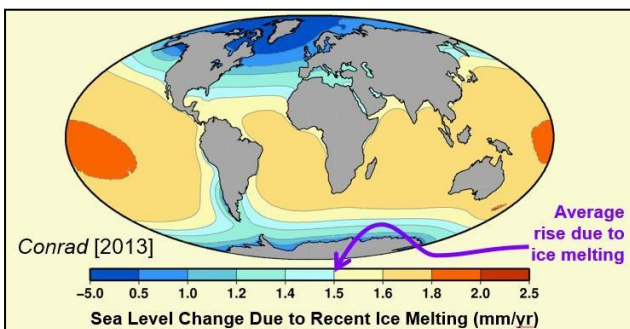
Izostatické „odrážení“ kůry po tání ledové vrstvy se souvisejícím „odrážením dolů“ podmořských výdutí. (Clinton Conrad).

7. Změňte gravitaci: Geovědci, kteří jako první objevili izostázi, to zjistili při průzkumu poblíž Himálaje. Když se pokusili umístit své přístroje do vodorovné polohy pomocí olovnice, zjistili, že olovnice byla přitahována k masivu Himálaje, který mění místní gravitaci. Diagram ukazuje vliv tohoto jevu na místní hladinu moře. Nadbytečná masa ledu přitahuje mořskou vodu a zvyšuje tak hladinu místního moře. Když led roztaje, přitažlivost zmizí a hladina moře klesá.



Horizontální „tah“ blízkých kontinentálních mas ovlivňující místní hladinu moře. (Clinton Conrad).

Tento efekt je znázorněn na mapě níže. Hladina moří klesá poblíž tajících ledovců, ale jinde stoupá.



Nerovnoměrný vzestup hladiny moře v důsledku tání ledových příkrovů - hladina moře klesá v blízkosti polárních oblastí, kde tají ledové příkrovky. (Clinton Conrad).

Hladina moře na Zemi - v různých časových horizontech

Souhrnný diagram na další stránce ukazuje změnu hladiny moře v:

A) Historickém časovém měřítku: desítky až stovky let

- „Přidejte led nebo vodu“ - z tání kontinentálních ledových příkrovů a ledovců na oteplující se Zemi.
- „Změňte gravitaci“ - změnou přitažlivosti okolních pevnin, jak země izostaticky stoupá.
- „Ohřejte vodu“ - oceány se ohřívají a rozpínají kvůli oteplení Země.

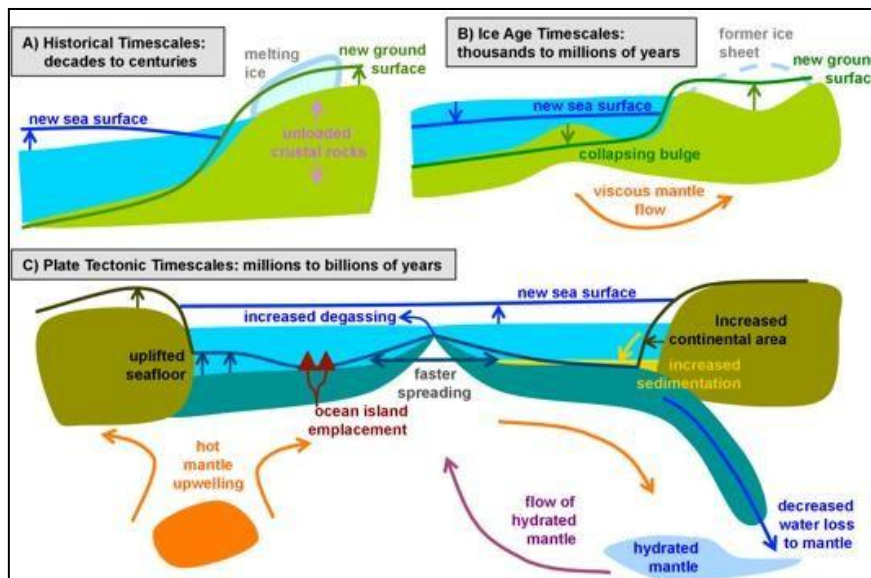
B) Časovém měřítku dob ledových: tisíce až miliony let

- „Naklonit pohár“ - izostatické změny, které mění hladinu moře i pevniny.

C) Deskově-tektonickém časovém měřítku: miliony až miliardy let

- „Zatlačte do základny“ - zvedající se oceánské hřbety během zvýšeného divergentního pohybu desk způsobuje stoupající hladinu moře.
- „Deformujte strany“ jejich vytažením - kolize na okrajích sbíhajících se kontinentálních desk rozšiřujících oceánské pánve způsobí pokles hladiny moře.
- „Přidejte objekty do kelímku“ - změny sedimentace a vulkanity; vyšší vrstvy materiálu způsobují zvýšení hladiny moří.
- „Udělejte do kelímku díru, aby prosakovala“ - ztráta vody v podložních deskách způsobující pokles hladiny moře.

Důsledkem všech těchto efektů fungujících společně je změna globální hladiny oceánu zobrazené v grafu výše a změny místní hladiny moře na pobřeží po celém světě.



Souhrn změn hladiny moře. (Clinton Conrad).

Shrnutí

Název: Hladina moře v plastovém kelímku

Podtitul: Osm způsobů, jak změnit hladinu vody (a zároveň globální hladinu moře) v plastovém kelímku

Téma: Pomocí diskuse ve třídě o tom, jak lze změnit hladinu vody v plastovém kelímku, se naučíte procesy změny hladiny moře na Zemi.

Věkové rozpětí žáků: 14 let výše

Čas potřebný k dokončení aktivity: 45 minut

Výsledky učení žáků:

Žák umí:

- vysvětlit, jak lze změnit hladinu vody v plastovém kelímku;
- vysvětlit, jak analogie s plastovým kelímkem souvisí s procesy měnícími hladinu moře na Zemi.

Kontext:

Hladina moře se může měnit globálně (když se tomu říká **eustatická** změna) nebo lokálně vzestupem nebo klesáním pevniny.

Relativní časová měřítko zahrnutých procesů jsou:

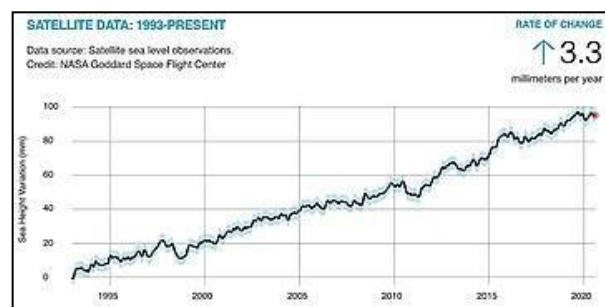
Roky ↑ Miliardy let	Změňte gravitaci
	Ohřejte vodu
	Nakloňte pohár
	Přidejte vodu nebo led
	Deformujte strany
	Přidejte objekty do kelímku
	Zatlačte na základnu
	Udělejte díru

Pro informaci, voda expanduje asi o 4 %, když se zahřeje z pokojové teploty do varu.

Navazující aktivity:

Zkuste přidat led, označit novou hladinu vody fixem a diskutovat o výsledcích, když led taje, jako v materiálu Earthlearningidea *Melting ice and sea level change 2 - ice caps*.

Zeptejte se třídy, který z osmi procesů, které mohou měnit hladinu moře, působí změnu, kterou vidíte v níže uvedeném grafu (získáno ze satelitních dat):



Změna hladiny moře v mm za rok od roku 1993 do roku 2020 na základě satelitních údajů. (NASA - ve veřejné doméně).

Graf ukazuje globální změnu hladiny moře (nikoli místní); dva přispívající procesy jsou zahřívání oceánské vody a tání kontinentálního ledu.

Základní principy:

- Tání kontinentálních ledovců způsobuje vzestup hladiny moří (zatímco tání mořského ledu hladinu moře nemění).
- Zahřívání oceánské vody způsobuje zvyšování hladiny moří.
- Při podsouvání litosférických desek se z oceánu ztrácí voda obsažená v horninách, čímž se snižuje hladina moře; tento proces může trvat i miliardy let, než se voda vrátí na povrch.
- Při rychlé divergenci jsou oceánské hřbety objemnější a zvyšují tak hladinu moře.
- Kontinentální srážky vytvářejí horská pásma, rozšiřují oceány a snižují hladinu moří.
- Sedimentací a sopečnou činností stoupá

- hladina moří.
- Ledové příkrovy mají boční gravitační přitažlivost na vody oceánu. Po jejich roztátí se tato přitažlivost sníží a okolní hladina moře klesá; naopak hladina moří jinde na Zemi stoupá.
- Všechny tyto procesy fungující společně jsou zodpovědné za změny hladiny světového oceánu v posledních více než 550 milionech let.

Rozvoj myšlení:

Rozvíjení nápadů, jak změnit hladinu vody v plastovém kelímku, je konstrukční aktivita; aplikace na změnu hladiny moře na Zemi je tzv. dovednost překonávání mezer (*bridging skill*).

Kognitivní konflikt může být způsoben porovnáváním rychlostí daných procesů.

Seznam zdrojů:

- průhledný plastový kelímek s vodou
- (volitelně) zdroj ledu a fix

Užitečné odkazy:

Vidět: <https://science.nasa.gov/resource/rising-tides-understanding-sea-level-rise/> a <https://climatekids.nasa.gov/sea-level/>

Hledejte „net-zero“ na webových stránkách Earthlearningidea a najdete další Earthlearningideas související se změnou klimatu.

Zdroj: Clinton Conrad, University of Oslo, Norsko.

©**Tým Earthlearningidea.** Tým Earthlearningidea se snaží pravidelně, s minimálními náklady a s minimálními zdroji vytvářet výukové materiály pro učitele a učitele věd o Zemi prostřednictvím školské geografie a přírodních věd, s online diskusí o každém nápadu s cílem vytvořit globální síť podpory. „Earthlearningidea“ má málo finančních prostředků a vzniká převážně dobrovolným úsilím.

Autorská práva se neaplikují na původní materiál obsažený v této aktivitě, pokud je využit v laboratoři nebo učebně. Materiály s autorskými právy obsažené v tomto dokumentu od jiných vydavatelů náležejí jim. Jakákoli organizace, která chce použít tento materiál, by měla kontaktovat tým Earthlearningidea.

Bylo vynaloženo veškeré úsilí k vyhledání a kontaktování držitelů autorských práv k materiálům zahrnutým do této činnosti, abychom získali jejich svolení. Pokud se však domníváte, že dochází k porušení vašich autorských práv, kontaktujte nás: uvítáme jakékoli informace, které nám pomohou aktualizovat naše záznamy.

Pokud máte nějaké potíže s čitelností těchto dokumentů, kontaktujte prosím tým Earthlearningidea pro další pomoc.

Z anglického originálu přeložil Roman Veselský, jazykovou korekci provedla Michaela Kondýsková. V případě připomínek či dotazů nás neváhejte kontaktovat na roman@veselsky.info.

