



Havajské ostrovy jsou vrcholy obrovských sopek, které byly vytvořeny erupcemi lávy během milionů let. Ostrovů, které ční nad hladinu moře, je mnohem méně v porovnání s řetězcem vulkánů skrytých pod hladinou. Těch skutečně velkých je více než 80. Pokud bychom sopku, pojmenovanou Mauna Kea (4207 m n. m.) měřili ode dna oceánu, přesáhla by výšku 10 km a předčila by tak Mount Everest.

Když si Havaj prohlédneme na mapě Tichého oceánu, na první pohled si všimneme něčeho zvláštního. Ta řada ostrovů a podmořských hor je až podivně pravidelná. Pro člověka není možné, aby se dostal několik desítek kilometrů pod dno oceánu, a záhadě tak přišel na kloub. Přesto však vědci přišli se zajímavým a logickým vysvětlením. Než však předložili uspokojivé odpovědi, museli si položit správné otázky. Pojďme to udělat jako oni. Pro lepší představu je nutné mít k dispozici mapu litosférických desek, Tichého oceánu nebo přímo Havajských ostrovů.

Rozdělte třídu do čtyř skupin. Každá z nich nastuduje jeden ze čtyř textů a výběrem vhodného slovesa dokončí ke každému textu zásadní otázku. Na otázku si následně připraví odpověď.

TEXT 1

Máš rád(a) vajíčko natvrdo? Napadlo tě někdy, že v mnohém připomíná naši Zemi? Skořápka představuje pevný obal Země, litosféru. Tu ve skutečnosti tvoří zemská kůra spolu se svrchní částí zemského pláště. Litosféra však není celistvý obal. Vypadá spíše jako popraskaná skořápka. Praskliny mohou představovat hranice mezi litosférickými deskami. Litosféra je totiž tvořena deskami (mocnými obvykle od několika desítek po 200 km). Pokud nezačneme vajíčko oloupávat, s prasklinami se nic nestane. Oproti skořápce se však na rozhraních skutečných litosférických desek dějí velké věci. Protože se desky pohybují (několik cm za rok) po rozžhavených horninách zemského pláště, na svých okrajích do sebe narážejí (vznikají pohoří), podsouvají se (vznikají hlubokomořské příkopy), nebo dokonce vznikají a rostou (ve středooceánských hřbetech). V blízkosti rozhraní litosférických desek se nachází většina činných sopek světa. Pokud si na mapě litosférických desek najdete ty největší z Havajských ostrovů, zjistíte, že se nacházejí téměř uprostřed jedné z nich - tichomořské. Téměř 4 000 kilometrů od nejbližšího okraje litosférické desky!

V čem se umístění havajských sopek od většiny sopek

_____ ?

TEXT 3

Na jihovýchodním okraji souostroví se nachází největší ostrov - Hawai'i - s nejvyššími sopkami - Mauna Loa, Mauna Kea a v současné době velice aktivní sopkou Kilauea. Více než 2 600 km severozápadním směrem končí Havajské ostrovy atolem (korálovým ostrovem) Kure, nicméně řetězec ostrůvků a především podmořských hor pokračuje dál. Největší z Havajských ostrovů, Hawaii, je v řetězci ostrovů zároveň tím posledním. Je to náhoda? Samotný ostrov vznikl vlastně růstem a propojením několika původně podmořských sopek, z nichž Mauna Kea je dnes nejvyšší. Vědci se domnívají, že právě pod tímto ostrovem se ukrývá původce celého řetězce, zdroj magmatu, který "živí" jeho činné sopky. Řetězec Havajských ostrovů je vlastně polopřímka severozápadního směru začínající právě ostrovem Hawaii. V hlubinách pod ním se, podle vědecké teorie, nachází "hot spot" - horká skvrna. Tato teorie se také opírá o stáří lávy na jednotlivých ostrovech. Zatímco láva na posledním z velkých havajských ostrovů Kauai je přes 5 mil let stará, na ostrově Hawaii má pouze 0,5 milionu let. Pokud bychom ostrovy připodobnili ke stárí aut a tvrdili bychom, že čím novější auto, tím lépe fungující, o Havaji by se dalo říci toto: čím blíže k jihovýchodu, tím je ostrov mladší a sopečně aktivnější.

Jak _____ „mládí“ ostrova Hawaii
a jeho krajní poloha v rámci celého souostroví?

TEXT 2

Havajské ostrovy jsou seřazeny do nápadně přesné linie, jeden za druhým, od jihovýchodu k severozápadu. Toto přímkové uspořádání slouží jako důkaz, že se Tichomořská litosférická deska nepřetržitě posouvá severozápadním směrem nad hlubinným nehybným tělesem, kterému geologové říkají „hot spot“ (horká skvrna). Tato „horká skvrna“ natavuje litosféru takovým způsobem, že přes oslabené zóny proniká k povrchu magma, jež nakonec vyvěrá na dně oceánu a buduje sopky. Tichomořskou desku si tak můžeme představit jako velkou medovou plástev, kterou držíme a pomalu posouváme nad zapálenou svíci. Teplo svíce pláště v určitém místě na určitý čas nataví, ale s pokračujícím posouváním pláště toto poškozené místo po čase opět zchladne a utuhne. Severozápadní směr pohybu desky je dán tím, že vzniká v oceánském hřbetu ve východní až jihovýchodní části Tichého oceánu a zaniká v hlubokomořských příkopech na severu a západě oceánu, kde se podsouvá pod sousední desky (např. Filipínskou, Euroasijskou).

Proč jsou Havajské ostrovy _____
do liniového (přímkového) tvaru?

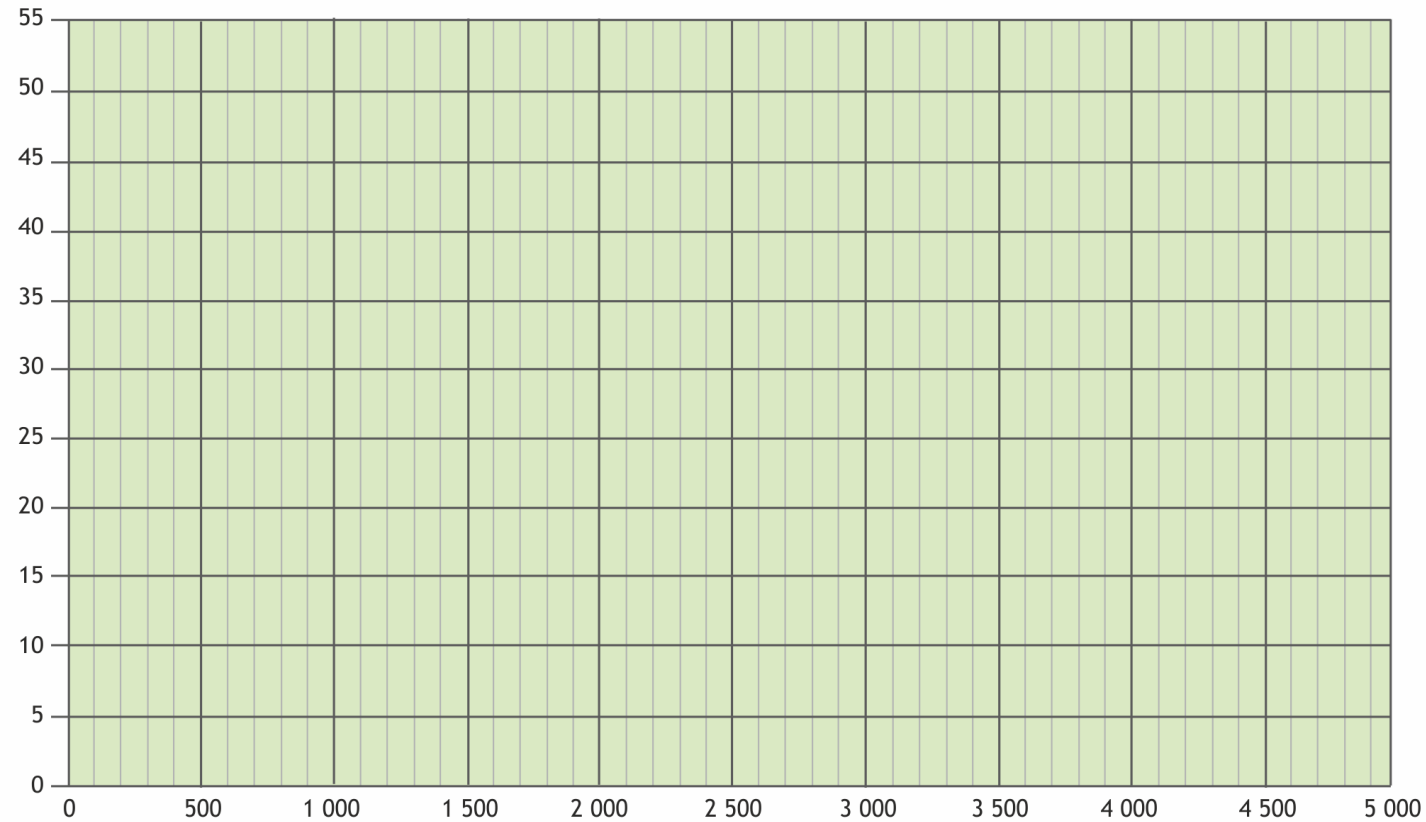
TEXT 4

Po miliony let vzniku, existence a zániku jednotlivých Havajských ostrovů se střetávají protichůdné síly: síly tvůrčí i ničivé. Kvůli vnitřní energii země nejprve na oceánském dně roste podmořská sopka, která může dosáhnout mořské hladiny. Vzniká nový ostrov. Ve stejnou chvíli však na rodící se ostrov začnou působit síly vnější: mořský příboj, vítr, déšť či tekoucí voda. Pomalu, po tisíce let, tyto síly opět ostrov rozrušují. Tyto vnější procesy se souhrnně nazývají zvětřování. Vývoj ostrovů můžeme sledovat v přímém procesu. Jen 20 kilometrů jihovýchodně od posledního z havajských ostrovů - Hawaii - roste podmořská sopka, která v budoucnosti může vyrůst v nový, nejmladší havajský ostrov. Tímto způsobem před mnoha miliony let rostla například i dnes dávno vyhaslá sopka Nihoa ležící 800 km na severozápad. Ta byla tehdy nejmladším a posledním ostrovem. Dnes z ní zbylo jen kilometrové skalisko čnějící jen zhruba 250 metrů nad oceán. Mnoho z vyhaslých sopek dále na severozápad zvětřalo v podmořské hory, které již hladiny ani nedosahují.

Jaké protichůdné síly _____
na vzniku a zániku havajských ostrovů?

Třídu nyní rozdělte na skupiny po čtyřech tak, aby v nich byli zástupci z každé z předešlých skupin. Společně si vysvětlí odpovědi na čtyři otázky z minulého úkolu.

Nyní, když známe charakter havajských ostrovů, můžeme spočítat, jak rychle či pomalu život takového ostrova probíhá. Jinými slovy, můžeme se zaměřit na rychlost pohybu Tichomořské litosférické desky.



Za posledních 200 let byla na havajském souostroví zaznamenána aktivní vulkanická činnost pouze na posledním z ostrovů, na ostrově Havaj, a podmořské sopce Loihi. Pokud znáte filmy, které ukazují tekoucí lávu na Havaji, pak nejspíše půjde o sopku Kilauea, která chrlí lávu nepřetržitě už od roku 1983. Pokud chrlí lávu i dnes, stáří této lávy je nula. V tabulce jsou také dříve aktivní sopky, jejich vzdálenost od Kilauey a změřené stáří lávy, kterou v minulosti chrlily. Vaším úkolem je vynést údaje z tabulky do připraveného grafu. Pro lepší přehled začněte poslední sopkou Ojin.

	vzdálenost od Kilauey (km)	stáří vyvřelin (mil let)
Kilauea	0	0
Mauna Kea	54	0,375
Kohala	100	0,43
Haleakala	182	0,75
West Maui	221	1,32
West Molokai	280	1,9
Koolau	339	2,6
Waianae	374	3,7
Kauai	519	5,1
Nihoa	780	7,2
Necker	1058	10,3
Brooks Bank	1256	13
Northampton Bank	1841	26,6
Colohan	3128	38,6
Daikakuji	3493	42,4
Yuryaku	3520	43,4
Southern Koko	3758	48,1
Ojin	4102	55,2

- Narýsujte pomocí vnesených bodů přímku. Podle vašich předchozích znalostí již můžete tušit, že sklon přímky symbolizuje rychlost Tichomořské litosférické desky.
- Na linii zvolte dva body s dostatečným rozestupem od sebe, jeden (bod 1) v dolní a druhý (bod 2) v horní části linie. Doplňte data z grafu do rovnice:

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\text{let}}{\text{km}} = \frac{\text{let}}{\text{km}}$$
- Výsledek z úkolu 5 můžeme otočit a využít ke konečnému výpočtu rychlosti pohybu. Doplňte a vypočítejte.

$$\frac{1 \text{ km}}{\text{let}} = \frac{100\,000 \text{ cm}}{\text{let}} = \frac{\text{cm}}{1 \text{ rok}}$$
- Zapište svůj výsledek celou větou.
- Na závěr tématu si ve skupinách připravte scénku o vzniku a zániku Havajských ostrovů. Povolené pomůcky: židle, telefon, vaše tělo a další jedna dle vašich dohodnutých pravidel. Scénka by se měla odehrát v limitu 1 až 2 minut.