

Vzdělávací obor:

Přírodopis

Očekávaný výsledek učení:

CAP-PRI-005-ZV9-016

Vysvětlí vztah mezi pohyby litosférických desek a vznikem a přeměnou hornin na základě studia informačních zdrojů a modelů.

Popis úrovně Splněno

- Vysvětlí na konkrétních příkladech a s použitím modelu, jak desková tektonika ovlivňuje vznik jednotlivých typů hornin.
- Demonstruje na modelu změny rozložení kontinentů v geologické minulosti.

Když se hýbe Země, vznikají horniny

Autorka materiálu: Jitka Kopecká

Anotace

Výuková úloha seznamuje žáky se základními procesy deskové tektoniky, vývojem kontinentů a vztahem deskové tektoniky k horninovému cyklu. Žáci prostřednictvím fyzického modelování a digitální simulace (např. pomocí aplikace Tectonic Explorer nebo interaktivních map) rekonstruují geologickou minulost Země a zkoumají souvislosti mezi pohybem litosférických desek a vznikem různých typů hornin. Úloha podporuje analytické myšlení a využití digitálních nástrojů při řešení komplexních problémů.

Zadání pro žáky

Žáci budou pracovat ve dvojici. Pro práci použijte pracovní list v elektronické podobě:

1. Digitální simulace pohybu tektonických desek: Nejprve se společně podíváme na názorné zobrazení pohybu kontinentů v geologické minulosti. Pozorně sledujte video (<https://www.youtube.com/watch?v=ucxtiuN4ZmQ>). Pomocí animace, kterou sledujete, zodpovězte otázky v úkolu 1 pracovního listu.

2. Nyní budete pracovat s on-line nástrojem „Tectonics Explorer“ (<https://tectonic-explorer.concord.org/>). Pomocí něho ve dvojici modelujte pohyb kontinentů, vznik oceánů a horských pásem:

znázorněte změny v rozložení pevnin, které souvisejí s hlavními událostmi, jež jsme viděli na videu – (1) rozpad Pangey, (2) rozpad Laurasie a Gondwany; znázorněte vznik Himalájí a utváření Atlantského oceánu.

3. Desková tektonika a horninový cyklus – viz pracovní list: Pracujte ve dvojici a použijte odborný text „Když se hýbe Země, jaké vznikají horniny? Pomocí nástroje Tectonic Explorer jste si připomněli různé typy pohybů litosférických desek a jejich význam pro rozložení kontinentů na Zemi. Nyní si pozorně přečti text s názvem „Když se hýbe Země, jaké vznikají horniny?“ Z textu je patrné, že pohyb litosférických desek má vliv nejen na rozmístění kontinentů na naší planetě, ale také na vznik různých typů hornin, ze kterých je horninový obal naší planety – litosféra – tvořen. Po přečtení textu pracujte s tabulkou (viz pracovní list). Na základě informací zjištěných v textu „Když

se hýbe Země, jaké vznikají horniny?“ ke každému jevu deskové tektoniky připojte proces z horninového cyklu, který s ním souvisí, a příklad konkrétní horniny. Doplněte příklad oblasti, ve které se daný tektonický jev nachází. Následně zodpovězte tři otázky, které jsou pod tabulkou. Některé odpovědi najdete přímo v textu, na některé budete muset usuzovat na základě dostupných informací, které vám text a tabulka nabízejí (viz nápověda u otázky 1).

Vazba na klíčové kompetence

Název KK Složka KK Kód OVU	Znění OVU	Vzdělávací strategie
KK digitální Digitální vývoj a inovace KDI-VIN-000-ZV9-001	<i>Využívá digitální technologie, aby sobě či ostatním usnadnil či zjednodušil pracovní postupy a z kvalitnil výsledky práce.</i>	- vedu žáky k samostatnému využívání digitálních technologií v konkrétních výukových situacích - vybírám do výuky aktivity, ve kterých mají žáci příležitost seznamovat se s pro ně novými digitálními technologiemi a nalézat pro sebe vhodné strategie, jak se vyrovnat s vývojem technologií a stálou potřebou rozvíjet digitální dovednosti
KK k řešení problémů Kritické hodnocení a využití vědeckého poznání KRP-VED-000-ZV9-001	<i>Analyzuje při rozhodování a řešení problémů objektivní informace a prezentované závěry vědeckého poznání.</i>	poskytuji žákům psané, mluvené či obrazové materiály, v nichž se nacházejí tvrzení (různých typů) s vědeckým obsahem, a společně s nimi vyzdvihují příznaky jeho vědeckého zázemí (konstatování stavu s využitím měření, vysvětlení přírodního principu, popis přírodního procesu, tvrzení o zákonitostech přírody, pravidelnostech v životě společností apod.)

Metodický komentář pro učitele

Výuka směřuje k hlubšímu porozumění vztahům mezi deskovou tektonikou a vývojem Země, včetně propojení se vznikem a přeměnou hornin, klimatickými změnami a vývojem života. Žáci rozvíjejí schopnost pracovat s digitálními technologiemi, vyhledávat a interpretovat vědecké informace, analyzovat geologická rizika a chápat systémové vazby v přírodních vědách.

Výuková aktivita je rozdělena do několika navazujících fází, které žákům umožňují pochopit základní principy deskové tektoniky, propojit je s vývojem Země a života na ní a současně rozvíjet digitální a analytické dovednosti. Žáci pracují ve dvojici s přiloženým pracovním listem:

(1) V úvodní motivační části učitel nejprve žákům promítne krátké **video České geologické služby**, které názorně ukazuje pohyb kontinentů v geologické minulosti. Už před samotným sledováním učiva žáky upozorní, že v pracovním listu mají úlohu 1. **Pohyb kontinentů – zjednodušený model pohybu kontinentů České geologické služby (video)**. Žáci si před samotným sledováním videa přečtou jednotlivé otázky a poté na ně hledají odpovědi ve videu.

(2) Na tuto motivační část navazuje práce ve dvojicích s digitálním nástrojem **Tectonics Explorer (úloha 2. Modelování v Tectonics Explorer pracovního listu)**, ve kterém simulují rozpad Pangey, Laurasie a Gondwany a sledují vznik oceánů či pohoří. Každou fázi modelování dokumentují (snímkem obrazovky), doplňují názvy nových kontinentů a vkládají do pracovního listu. Učitel průběžně poskytuje podporu –

technickou i obsahovou – a zároveň klade otázky směřující k hlubšímu porozumění pozorovaným jevům.

(3) Na tuto část navazujeme propojením předchozích poznatků o deskové tektonice a dále je propojujeme s **horninovým cyklem**, jakožto dalším klíčovým geologickým fenoménem. Cílem je, aby si žáci uvědomili **provázanost jednotlivých geologických procesů** a zároveň si osvojili **vědecký podložený pohled na vznik a přeměnu hornin**.

Žáci pracují s odborně podloženým textem („**Když se hýbe Země, jaké vznikají horniny?**“), který vychází z aktuálních vědeckých studií (důležité jsou uvedené citační zdroje, což by mělo žáky naučit vnímat rozdíl mezi názorem, domněnkou či nepodloženým tvrzením a relevantními vědeckými informacemi). Tento text je určen nejen k utváření nových poznatků, ale také k rozvoji **kompetencí v oblasti práce s vědeckou informací a její interpretace**. Vede žáky k uvědomění si, že vědecké poznání je výsledkem promyšleného výzkumu, argumentace a komunikace, nikoli pouze souhrnem faktů.

Průběh aktivity – žáci pracují ve dvojicích:

1. Žáci si text přečtou ve dvojicích a následně společně shrnou klíčové informace do přehledné tabulky v pracovním listu. Ta slouží jako nástroj pro strukturaci a organizaci informací.
2. Tři otázky k hlubšímu porozumění:
Po zpracování tabulky odpovídají žáci na tři otevřené otázky.
Tyto otázky nevedou k jednoduchému dohledání konkrétní informace v textu, ale vyžadují analýzu, syntézu a vyvozování závěrů. Žáci musí jednotlivé informace propojit, formulovat vlastní porozumění a svou odpověď argumentačně podložit.
3. Důraz na způsob myšlení:
Cílem není jen „správná odpověď“, ale proces tvorby odpovědi – jak žáci uvažovali, jak vybírali relevantní informace a jak svůj závěr odůvodnili. Podporujeme tím rozvoj kritického a vědeckého myšlení.

Během samostatné práce žáků učitel žáky průběžně povzbuzuje, aby své odpovědi nejen zapisovali, ale i verbálně sdíleli a obhajovali nejprve ve dvojici a posléze před třídou. Sledujte, jak žáci pracují s textem – zda dokážou odlišit hlavní a vedlejší informace (např. informace o vzniku sedimentárních hornin bezprostředně s procesy deskové tektoniky nesouvisí, ale v textu se objevuje), zda formulují hypotézy, propojují data s předchozími znalostmi. Na závěr je vhodné navázat diskusi, v níž se porovnají různé postupy uvažování a vysvětlení. Podpořte tím rozvoj schopnosti komunikovat o vědeckých tématech a zhodnotit různé úhly pohledu.

Pomůcky

- video České geologické služby: <https://www.youtube.com/watch?v=ucxtiuN4ZmQ>
- on-line nástroj Tectonic Explorer: <https://tectonic-explorer.concord.org/>
- pracovní list (viz dále)

Popis ověřování

Při ověřování učitel sleduje :

- **Zda žáci porozuměli základním geologickým procesům**, jako je pohyb litosférických desek, vznik pohoří, oceánů a rozpad superkontinentů, a dokážou je správně popsat.
- **Jak žáci pracují s digitálními nástroji a daty** – zda a na jaké úrovni zvládnou ovládat simulaci v Tectonics Explorer, vyhledávat, systematizovat a interpretovat údaje zjištěné z odborného textu.
- **Jak kvalitně zpracovali pracovní list** – zda jsou odpovědi věcné, srozumitelné, přehledné, využívají správné pojmy a ukazují schopnost formulovat vlastní závěry.

Co konkrétně hodnotit v pracovním listu:

- **Porozumění geologickým procesům** – správné popisy pohybů litosférických desek, vzniku pohoří, oceánů, záznam rozpadů superkontinentů.
- **Propojování souvislostí** – schopnost vysvětlit vztahy mezi procesem deskové tektoniky, oblastí, v níž se daný jev vyskytuje, a konkrétním příkladem horninového cyklu (proces, typ horniny).
- Jasnost a srozumitelnost záznamů – přehlednost odpovědí, správné používání pojmů, věcná a logická argumentace.

Učitel žáky vede k tomu, aby:

- propojovali znalosti o stavbě Země s projevy deskové tektoniky (např. pohyb kontinentů, vznik pohoří, oceánů, zemětřesení),
- pracovali s vědeckými modely a digitálními nástroji (např. Tectonics Explorer),
- formulovali závěry na základě pozorování a dostupných informací,
- rozvíjeli systémové a analytické myšlení, schopnost klást otázky a hledat příčiny přírodních jevů,
- rozvíjeli digitální a přírodovědnou gramotnost prostřednictvím práce s interaktivními nástroji,
- spolupracovali ve dvojicích, diskutovali a sdíleli svá zjištění s ostatními,
- reflektovali, co nového se dozvěděli a jaké otázky je nad tématem napadají.

Zdroje

Pracovní list: Pohyb litosférických desek a jejich vliv na horninový cyklus (dostupný on-line)

Pohyb kontinentů – zjednodušený model pohybu kontinentů České geologické služby (video)

Na základě sledování videa zodpovězte následující otázky:

- Jak se nazývá veliký superkontinent, který předcházel současnému uspořádání kontinentů?*
- Jak dlouho přibližně trval jeho rozpad až do současné podoby rozložení kontinentů na Zemi?*
- Popište, z čeho vznikly a na co se dále rozpadly tyto kontinenty (pracujte také s mapami geologického vývoje rozložení kontinentů – viz druhá strana školní geologické mapy ČR):*

	Vznikl:	Rozpadl se na:
Pangea	Spojením Laurasie a Gondwany	Laurasie a Gondwana
Laurasie		
Gondwana		

--	--	--

2. Modelování v Tectonics Explorer

Nyní budete ve dvojici pracovat s on-line nástrojem **Tectonics Explorer**. V něm můžete simulovat pohyb litosférických desek.

- a) *Znázorni pomocí nástroje Tectonics Explorer události popisované v úkolu 1c).*
b) *Každý vytvořený model zkopíruj a vlož do tabulky níže. Doplň názvy nově vzniklých kontinentů:*

Rozpad Pangey	Laurasie – vznik	Gondwana – vznik
	Laurasie – rozpad	Gondwana – rozpad

3. Horninový cyklus a desková tektonika

Nejprve si přečtete následující text a přemýšlejte o tom, jak a proč při různých pohybech litosférických desek vznikají různé typy hornin.

Když se hýbe Země, jaké vznikají horniny?

Povrch Země tvoří pevný obal zvaný **litosféra**, který je rozdělen na několik velkých částí – **litosférické desky**. Tyto desky nejsou nehybné – velmi pomalu se pohybují po plastickém podkladu, tzv. **astenoféře**, která se nachází ve svrchním plášti Země. **Desková tektonika** je vědecký pojem pro tyto pohyby, které mají zásadní vliv na vznik pohoří, sopek i zemětřesení. Zároveň tyto pohyby ovlivňují **horninový cyklus** – přirozený geologický proces, při němž nově horniny vznikají a již vzniklé se proměňují: z **magmatických hornin** mohou zvětváváním a usazováním vzniknout **usazené horniny**, ty se mohou v hlubších vrstvách Země za vysokého tlaku a teploty změnit na **metamorfované horniny**, a některé horniny se mohou znovu roztavit na **magma**. To se pak ochlazuje a vznikají nové magmatické horniny. Horninový cyklus tak není jednoduchý kruh, ale síť

různých cest změn a přeměn hornin, která úzce souvisí s tím, co se děje s litosférickými deskami.

Jedním z nejvýznamnějších pohybů desek je **subdukce**, při které se **oceánská litosférická deska podsouvá pod pevninskou**. Oceánská kůra je tvořena hlavně **bazaltem**, což je tmavá výlevná magmatická hornina, která vzniká rychlým ochlazením lávy na mořském dně. Jak se oceánská deska dostává do větších hloubek, zvyšuje se na ni tlak a teplota. Za těchto podmínek dochází k **metamorfóze hornin** (např. bazalt se může přeměnit na **amfibolit**, **zelené břidlice** nebo **eklogit**) a také k **částečnému tavení**, při kterém vzniká **magma**. Toto magma stoupá vzhůru a může způsobit **sopečnou činnost**. Po vyvření na povrch a ztuhnutí vznikají **sopečné (vulkanické) horniny**, jako jsou **andezit** nebo **ryolit**. Typickým příkladem této činnosti je **pohoří Andy** v Jižní Americe, kde se podsouvá deska Nazca pod jihoamerickou desku.

Dalším typem pohybu je **kolize dvou pevninských desek**. Při tomto střetu dochází ke **zvrásnění, nasouvání a stlačování hornin**, často až do hlubších částí zemské kůry. Tam jsou horniny vystaveny vysokému tlaku a teplotě, což vede k jejich **přeměně – metamorfóze**. Například z **jílovce** může vzniknout **svory**, z **pískovce** může vzniknout **kvarcit** a z **žuly rula**. Na rozdíl od subdukčních oblastí zde obvykle nevzniká magma, ale vytvářejí se vysoká **vrásněná pohoří**, jako například **Himaláje**, které vznikly srážkou Indické a Euroasijské desky. Vyvrásněná pohoří jsou potom vystavena dlouhotrvajícímu zvětrávání (erozi), které vede k postupnému hromadění zvětralého materiálu z původní horniny. Zvětralý materiál je často unášen vodou (řeky) či větrem. Jejich přenos a následné ukládání vede ke vzniku **usazených – sedimentárních hornin** (jíl, prach, písek, štěrk).

Třetí důležitý typ pohybu se nazývá **divergence**, tedy **vzdalování dvou litosférických desek**. To se typicky děje na **středoocéánských hřbetech**, kde vznikají trhliny a praskliny. Do těchto míst stoupá magma z pláště, které na mořském dně rychle chladne a vytváří **novou oceánskou kůru**, složenou převážně z **čediče (bazaltu)**. Tento proces můžeme pozorovat například ve středním Atlantiku – v oblasti zvané **Středoatlantský hřbet**.

Pohyb litosférických desek tedy způsobuje, že se horniny neustále mění – vznikají nové, jiné se přetvářejí a některé zanikají. **Desková tektonika** a **horninový cyklus** jsou propojené a dohromady tvoří systém, který ovlivňuje podobu naší planety už miliardy let.

Použité zdroje:

Marshak, S. (2018). *Earth: Portrait of a Planet*. W. W. Norton & Company.

Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. (2017). *Earth: An Introduction to Physical Geology*. Pearson.

Nyní pracujte s tabulkou níže. Na základě informací zjištěných v textu *Když se hýbe „Země, jaké vznikají horniny?“* ke každému jevu deskové tektoniky připojte proces z horninového cyklu, který s ním souvisí, a příklad konkrétní horniny. Doplňte příklad oblasti, ve které se daný tektonický jev nachází:

Jev deskové tektoniky	Související proces v horninovém cyklu (např. magmatismus, přeměna hornin, vznik pohoří, sopečná činnost)	Typické horniny, které vznikají – příklad:	Místo/oblast na Zemi, kde se jev vyskytuje (příklad):
Subdukce (podsouvání oceánské desky pod pevninskou desku)			
Kolize (přibližování a			

následný střet pevninských desek)			
Divergence (vzdalování dvou pevninských desek a rozšiřování oceánského dna)			

S pomocí textu a tabulky výše zodpovězte následující otázky. U každé odpovědi uveďte, o jaké vědecké podklady (konkrétní informace v textu, tabulce) jste se opírali a své odpovědi věcně argumentujte (vysvětlete, proč je vaše odpověď právě taková, jaká je):

- 1) Jaký je rozdíl mezi horninami, které vznikají při subdukci a při divergenci? Proč jsou jiné?
(*nápověda: podmínky – hloubka, teplota, tlak, přítomnost vody...*)
- 2) Proč nevzniká při kolizi dvou pevninských desek magma a sopky, ale přesto tam vznikají nové horniny?
- 3) Představte si, že byste navrhovali velkou geologickou vědeckou výpravu. Do které z uvedených oblastí byste jeli a proč? Co by tam bylo možné pozorovat z hlediska deskové tektoniky a hornin (jevy, proces horninového cyklu, typické horniny)? Zde si můžeš pomoci i vyhledáváním na internetu.