

Věra Pokorná, Lukáš Rokos, Jan Flašar

# Pojďme se učit geologii zábavně



Věra Pokorná

Lukáš Rokos

Jan Flašar

**Pojďme se učit geologii zábavně**

České Budějovice 2021



## **Pojďme se učit geologii zábavně**

Odborné recenze: doc. RNDr. Lubomír Svoboda, Ph.D.  
Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D.

Grafický návrh obálky: Mgr. Karel Řepa, Ph.D.

Sazba: Mgr. Lukáš Rokos, Ph.D.

Vydalo nakladatelství: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,  
Pedagogická fakulta

Počet stran: 176 (a 114 stran příloh)

Výhrada práv:

Všechna práva vyhrazena. Reprodukce a rozšiřování díla nebo jeho částí jakýmkoliv způsobem jsou bez písemného souhlasu nakladatele zakázány, s výjimkou případů zákonem výslovně povolených.

© Věra Pokorná, Lukáš Rokos, Jan Flašar, 2021

© Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2021

ISBN 978-80-7394-912-9

1. vydání



## SLOVO ÚVODEM

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

příručka, kterou právě čtete, vznikla za účelem poskytnutí metodické opory učitelům přírodopisu na 2. stupni základní školy. Naším hlavním cílem je podat geologická témata atraktivním a srozumitelným způsobem. Zároveň není příručka koncipována jako klasická učebnice, ve které se nejdříve probírají minerály, horniny, jejich fyzikální a chemické vlastnosti či endogenní a exogenní pochody, ale učivo je prezentováno komplexně v souvislostech. K tomuto pojetí je přizpůsobena celá struktura příručky, v níž budete se žáky postupovat po jednotlivých geologických obdobích a učivo propojovat s učivem z botaniky, zoologie, ale i s poznatky dalších vyučovacích předmětů, například se zeměpisem, chemií, českým jazykem či matematikou.

Příručka pojímá učivo geologie jako projekt na celý školní rok, v němž se žáci seznamují s učivem prostřednictvím jednotlivých geologických období. Na následujících stranách je vždy připraven teoretický základ pro učitele a náměty, jak žákům učivo předat či jak jim pomoci při realizaci praktických činností. Zároveň příručka obsahuje didaktické materiály pro žáky (např. pracovní listy, medailony významných osobností, návody na provedení pokusů, přehledové tabulky či určovací klíče). Žáci si stručný přehled informací mohou zaznamenávat na papír A<sub>1</sub>, který je následně ve třídě umístěn na stěnu. Tímto způsobem je zpracováno každé geologické období a vzniká ve třídě dlouhodobý projekt. Informace na jednotlivých plakátech mohou být doplněny o obrázky, které přinese učitel, žáci si je samostatně nakreslí nebo najdou při práci s různými informačními zdroji.

V tomto pojetí by příručka měla učitelům pomoci k snadné a efektivní přípravě na vyučovací hodiny zaměřené na učivo geologie.

*autoři publikace*

## ANOTACE

Příručka slouží jako metodická opora pro učitele přírodopisu na 2. stupni základní školy. Jejím cílem je podat geologická témata atraktivním a srozumitelným způsobem. Příručka není koncipována jako klasická učebnice, ve které se nejdříve probírají minerály, horniny, jejich fyzikální a chemické vlastnosti, endogenní a exogenní pochody apod. Zde se budeme snažit geologickou tematiku podat v souvislostech a neodděleně, čemuž odpovídá i struktura celé příručky. Postupovat budeme po jednotlivých geologických obdobích a geologické poznatky budou propojovány s poznatky z botaniky či zoologie, ale také s obsahem dalších vzdělávacích předmětů, například s chemií, zeměpisem, matematikou nebo českým jazykem.

Výuka s využitím této příručky má charakter celoročního projektu, v němž se žáci postupně seznamují s jednotlivými geologickými obdobími. Učitel žáky v jednotlivých hodinách vede, předává jim prezentované poznatky a pomáhá při realizaci pokusů či dílčích aktivit. Žáci si ve skupinách stručný přehled osvojených znalostí i dovedností zaznamenávají na papír formátu A1, který si následně vylepí ve třídě na stěnu. Tímto způsobem je zpracováno každé geologické období a ve třídě je možné celý průběh projektu sledovat. Text na jednotlivých plakátech může být doplněn o obrázky, které přinese učitel, či sami žáci nakreslí nebo vytisknou. Zde v příručce jsou uvedeny všechny souvislosti v teoretickém základu pro učitele, následují případné doprovodné materiály jako obrázky, doplňující úkoly, pracovní listy, medailonky významných osobností, zadání pokusů či přehledové tabulky. Cílem je pomoci učitelům k snadné a efektivní přípravě na vyučovací hodiny zaměřené na učivo geologie.

Záměrně přinášíme formou rozšiřujících odkazů více informací, vizuálních prostředků a námětů na doplňující materiály, které může učitel využít k motivaci žáků a k ukázání, že geologie není nezajímavou oblastí výuky přírodopisu.

## ANOTATION

The handbook is intended to be a methodological support for biology teachers at the lower secondary level. Its aim is to present geological topics in an attractive and comprehensible way. The handbook is not designed as a classic textbook, in which minerals, rocks, their physical and chemical properties, endogenous and exogenous processes, etc. are discussed firstly. We will proceed through individual geological periods, and geological knowledge will be linked to knowledge from botany or zoology, but also to the content of other subjects, such as chemistry, geography, mathematics, or the Czech language.

Teaching with the use of this handbook has the character of a school-year-long project, in which pupils gradually become acquainted with individual geological periods. The teacher guides the pupils in individual lessons, passes on the knowledge presented to them, and helps with the implementation of experiments or partial activities. The pupils record a brief overview of the knowledge acquired in the groups and prepare an A1 paper, which they then put on the wall in the classroom. In this way, each geological period is processed, and it is possible to monitor the entire course of the project in the classroom. The text on the individual posters can be supplemented with pictures brought by the teacher or the pupils themselves to draw or print. Here in the handbook are given all the contexts in the theoretical basis for teachers, followed by accompanying materials such as pictures, supplementary tasks, worksheets, medallions of important personalities, experimental assignments, or overview tables. The aim is prepare help teachers to easily and effectively prepare for geology lessons.

We intentionally bring more information, visual aids, and ideas for supplementary materials in the form of expanding links, which the teacher can use to motivate students and show that geology is not an inanimate area of science teaching.



## PODĚKOVÁNÍ

V tomto místě bychom rádi poděkovali Nakladatelství Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích za možnost vydání této příručky.

Dále bychom chtěli poděkovat PhDr. Mileně Noskové, Ph.D. za jazykovou korekturu textu příručky a recenzentům doc. RNDr. Lubomíru Svobodovi, Ph.D. a Mgr. Simoně Dvořáčkové, Ph.D. za ochotu zpracovat recenzní posudek, pečlivou kontrolu a zaslané připomínky, které byly pro nás velmi podnětné.

Poděkování patří také Simoně Lovětínské, která pro účely této příručky vytvořila vybrané ilustrace, a Mgr. Davidu Šefčíkovi, který poskytl k užití některé ze svých fotografií.



# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	<b>5</b>
Úvodní hodina	5
<b>2. VESMÍR</b>	<b>16</b>
Historie vesmíru	17
Naše Galaxie a Sluneční soustava	17
Otáčení Země a Měsíce	21
<b>3. VZNIK A VÝVOJ ŽIVOTA NA ZEMI</b>	<b>26</b>
Počátek života	27
<b>4. ÉRY VÝVOJE ZEMĚ</b>	<b>29</b>
<b>5. ARCHAIKUM</b>	<b>30</b>
<b>6. PROTEROZOIKUM</b>	<b>37</b>
<b>7. PALEOZOIKUM</b>	<b>44</b>
Typy půd	48
<b>8. MESOZOIKUM</b>	<b>54</b>
<b>9. TERCÍÉR</b>	<b>60</b>
Vnitřní geologické jevy	61
Zemětřesení	61
Desková tektonika	64
Sopečná činnost	68
<b>10. KVARTÉR</b>	<b>77</b>
Vývoj člověka	80
Vnější geologické jevy	86
Zvětrávání	86
Působení zemské tíže	87
Činnost vody	87
Činnost větru	91
Činnost organismů	91
<u>Obsah</u>	1

<b>11. GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY</b>	<b>92</b>
Petrologie	93
Vyvřelé (magmatické) horniny	93
Usazené (sedimentární) horniny	99
Přeměněné (metamorfované) horniny	108
Mineralogie	111
Vlastnosti nerostů	113
Třídění nerostů podle chemického složení	116
<b>12. LOŽISKA A JEJICH VZNIK</b>	<b>133</b>
<b>13. KLIMATICKÉ ZMĚNY Z DNEŠNÍHO POHLEDU</b>	<b>142</b>
<b>14. EKOLOGIE</b>	<b>147</b>
Ekologické faktory	147
Biologická rozmanitost	152
Ochrana přírody	153
<b>11. SLOVO ZÁVĚREM</b>	<b>158</b>
<b>12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY</b>	<b>160</b>
<b>13. PŘÍLOHY</b>	<b>177</b>
Příloha 1: Aktivity a praktické úkoly	178
Aktivita 1: Vytvořte si svou vlastní zkamenělinu.	179
Aktivita 2: Časová osa vývoje Země	181
Aktivita 3: Staňte se na chvíli astronomem	183
Aktivita 4: Zkus si sestavit model zatmění Slunce a Měsíce	185
Aktivita 5: Porovnejte zastoupení plynů v atmosféře	187
Aktivita 6: Koloběh vody a rozložení vody na Zemi	189
Aktivita 7: Poznejte více příběh Joachima Barranda	191
Aktivita 8: Poznejte půdy ve vašem okolí	192
Aktivita 9: Zjistěte, jak to bylo s Pangeou	194
Aktivita 10: Jak přišli dinosauři ke svým jménům?	195
Aktivita 11: Dinosauři na filmovém plátně.	197
Aktivita 12: Země se třese!	198
Aktivita 13: Sendvičová tektonika	203
Aktivita 14: Pronikněte do tajů vulkanické činnosti	206
Aktivita 15: Lovci mamutů	211
Aktivita 16: Jak vznikají krápníky?	213
Aktivita 17: Vznik uhlí	215
Aktivita 18: Vytvoření ložiska	216
Aktivita 19: Horninový cyklus	217
Aktivita 20: Vytvořte si vlastní krystal	219
Aktivita 21: Určení tvrdosti a barvy vrypu	220

Aktivita 22: Určení předložených nerostů	221
Aktivita 23: Staňte se na chvíli geologem	222
Aktivita 24: Jurský park	223
Aktivita 25: Nerostné suroviny	224
Aktivita 26: Od stromu k papíru	226
<b>Příloha 2: Pracovní listy k aktivitám a praktickým úkolům</b>	<b>228</b>
Pracovní list: Vytvořte si svou vlastní zkamenělinu.	229
Pracovní list: Časová osa vývoje Země	231
Pracovní list: Staň se na chvíli astronomem	234
Pracovní list: Koloběh vody a rozložení vody na Zemi	236
Pracovní list: Poznejte více příběh Joachima Barranda	238
Pracovní list: Zjistěte, jak to bylo s Pangeou	240
Pracovní list: Jak přišli dinosauři ke svým jménům?	241
Pracovní list: Země se třese!	243
Pracovní list: Sendvičová tektonika	245
Pracovní list: Pronikněte do tajů vulkanické činnosti	249
Pracovní list: Lovci mamutů	254
Pracovní list: Jak vznikají krápníky?	258
Pracovní list: Vznik uhlí	260
Pracovní list: Vytvoření ložiska	263
Pracovní list: Horninotvorný cyklus	265
Pracovní list: Vytvořte si vlastní krystal	267
Pracovní list: Určení tvrdosti a barvy vrypu	269
Pracovní list: Určení předložených nerostů	270
Pracovní list: Jurský park	271
Pracovní list: Nerostné suroviny	272
<b>Příloha 3: Odpovědi na otázky</b>	<b>274</b>
Odpovědi na otázky ke kapitole 1: Úvodní hodina	274
Odpovědi na otázky ke kapitole 2: Vesmír	274
Odpovědi na otázky ke kapitole 3: Vznik a vývoj života na Zemi	275
Odpovědi na otázky ke kapitole 4: Éry vývoje země	275
Odpovědi na otázky ke kapitole 5: Archaikum	275
Odpovědi na otázky ke kapitole 6: Proterozoikum	275
Odpovědi na otázky ke kapitole 7: Paleozoikum	276
Odpovědi na otázky ke kapitole 8: Mesozoikum	276
Odpovědi na otázky ke kapitole 9: Terciér	276
Odpovědi na otázky ke kapitole 10: Kvartér	277
Odpovědi na otázky ke kapitole 11: Geologický vývoj území České republiky	277
Odpovědi na otázky ke kapitole 12: Ložiska a jejich vznik	278
Odpovědi na otázky ke kapitole 13: Klimatické změny z dnešního pohledu	278
Odpovědi na otázky ke kapitole 14: Ekologie	279
<b>Příloha 4: Tabulky a doplňující materiály</b>	<b>280</b>
Přehled vybraných nalezišť hornin na území České republiky.	281
Přehled vybraných nalezišť minerálů na území České republiky	283
Výroba skla	285
Nákres pravděpodobné hloubky Hranické propasti a Macochy	287
Lokality výskytu energetických nerostných surovin na území České republiky a jejich možného využití	288
Lokality výskytu nerudných surovin na území České republiky a jejich možného využití	289
Lokality výskytu rudných surovin na území České republiky a jejich možného využití	290
Klíče k určování	291

## VYSVĚTLIVKY



**Aktivita / Praktický úkol**



**Otázka k zamyšlení**



**Rozšiřující materiál**



**Tip pro učitele**

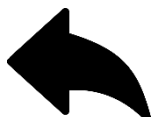


**Zajímavost**



**Materiál ke stažení**

(odkaz na webové stránky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích)



**Zpět**

(návrat na kapitolu v hlavním textu příručky)

**Poznámka:** Podtržená slova jsou aktivními odkazy, které směřují k vysvětlení daného pojmu či k dalším souvisejícím informacím. S výjimkou symbolu žárovky a siluety učitele budete po kliknutí na ikony představené výše přesměrováni na jiné místo v příručce (popř. do externího uložště). Při kliknutí na symbol žárovky budete přesměrováni do části příručky, v níž naleznete řešení dané otázky.



# 1. ÚVOD

Jaké oblasti lidského poznání se geologie věnuje? Jak bychom definovali předměty jejího zájmu? Proč jsou geologické poznatky pro společnost důležité? Tyto otázky mohou představovat vhodný úvod do problematiky učiva geologie. Geologie je učiteli často označována za tzv. kritické místo kurikula přírodopisu, resp. biologie. To znamená, že se jedná o místo v učivu, které je pro žáky problematické. Nicméně bylo zjištěno, že se jedná o problematické místo i pro učitele (Rokos, Pokorná & Petr, 2021).

...

## ÚVODNÍ HODINA

Pojďme si na začátek jednoduše říct, co je to geologie. Geologie je věda o planetě Zemi, složená z řeckého slova *gé* („Země“) a *logos* („vědění“).



Jak bychom tedy nazývali osoby, které se geologií zabývají?  
Co konkrétně může geologie studovat a zkoumat?

Na základě Vašich odpovědí jsme si sestavili stručnou charakteristiku geologie jako vědního oboru. Stále však nevíme, jakými způsoby ke zkoumání složení a stavy Země dochází. Vzpomenete si na učivo zeměpisu, kde jste se učili, jak hluboko je uloženo zemské jádro?

Od středu Země nás dělí 6 380 km masy hornin, takže naprostá většina hmoty zemského tělesa je pro naše běžné snažení nedosažitelná. Pomocí nejhlubších dolů jsou lidé schopni získávat nerostné suroviny asi ze čtyř kilometrů pod povrchem a maximální vrty nepřesahují 12 km, což představuje obecně uváděný limit hloubky dosažitelný současnou technikou.

Doplňme si následující tabulku, kde si uvědomíme několik základních údajů o Zemi. Naše výpočty si zjednodušíme a budeme uvažovat, že tvar Země odpovídá kouli, což však ale není ve skutečnosti pravda.

Země – identifikační karta	
Poloměr:	
Průměr:	
Povrch:	
Objem:	

- ❖ Nejhlubší doly sahají do hloubky \_\_\_\_\_ metrů, což představuje \_\_\_\_\_ % z poloměru Země.
- ❖ Nejhlubší vrty sahají do hloubky \_\_\_\_\_ metrů, což představuje \_\_\_\_\_ % z poloměru Země.

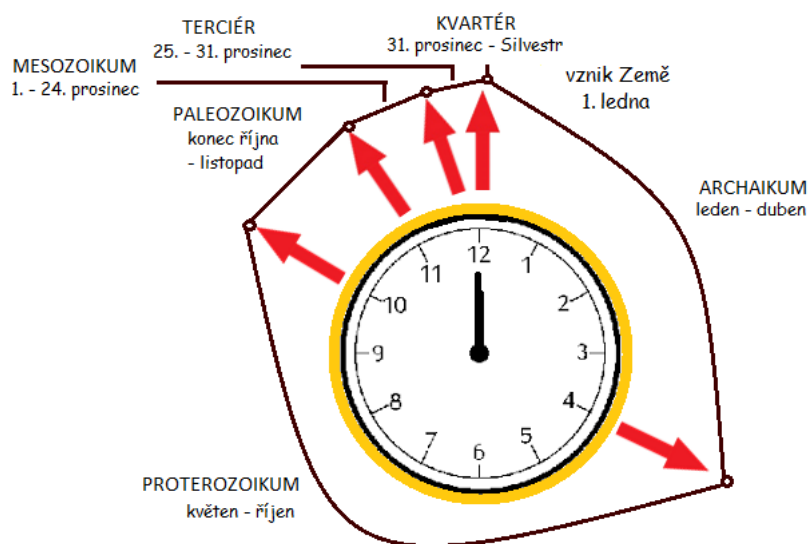


Dokážete najít, kde se nejhlubší vrt nachází? V jaké je zemi?  
K čemu většinou doly a vrty slouží?

Pokud se chceme dozvědět více o nitru Země, ocitáme se v pozici blech, které žijí na povrchu Maxipsa Fíka a rády by se dozvěděly, co je uvnitř. Co mohou dělat? Tak určitě mohou prochodit přímo celý povrch srsti a zmapovat ho, popřípadě na několika místech se prokousat kousíček pod kůži, ale jinak už jim zbývají pouze metody nepřímé. Metodami nepřímými mohou měřit záření vycházející z nitra zvířete a fyzikální pole, která ho obklopují. Další možností je vyvolat výbuch na hřbetě a měřit chvění kůže na břiše, mohou prozkoumat i „fíkotřesení“ vznikající pohybem hmot v útrobách.

Jestliže geologové využijí, stejně jako blechy, nepřímé metody, tak se mohou dozvědět spoustu zajímavých informací. Ale pozor, je nutné si uvědomit, že nejde přímo o realitu, ale o pouhé modely, jak by vnitřní stavba Země mohla vypadat!

Na výše uvedené identifikační kartě chybí jeden zásadní údaj, kterým je věk. Země je stará cca 4 600 miliony let, dinosauři vyhynuli před 66 miliony let, první naši lidští předkové se objevili před 2,5 milionem let. To jsou neuvěřitelně dlouhé časové úseky, s kterými se geologové také musí potýkat. Jak si lze představit milion let? Jistě, rozumíme číslům na časové ose a dokážeme je porovnávat, ale chybí nám jakýkoliv vnitřní prožitek. Je nějaké řešení? Jednou z možností, jak si představit geologický čas, je jeho přirovnání ke kalendářnímu roku – měsíc, týden, den – to bychom si už představili asi lépe. Pro lepší znázornění můžeme využít ciferník hodin (Obr. 1.1).

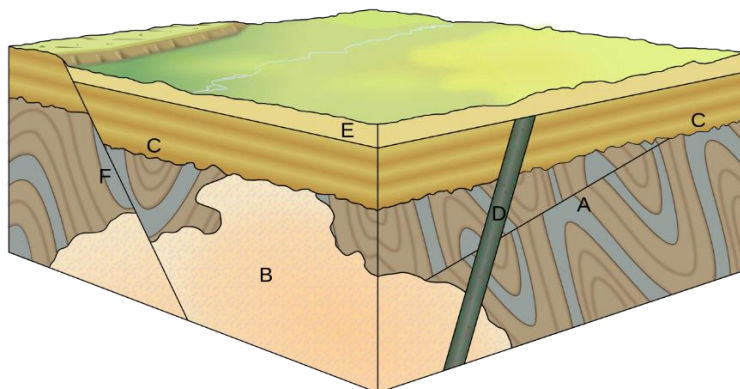


Obrázek 1.1. Časová osa vývoje Země

Ciferník hodin na obrázku 1 odpovídá počtu měsíců kalendářního roku. Vznik Země připadá na 1. ledna. Období archaika a proterozoika byla opravdu dlouhá, zabírají nám skoro celý kalendářní rok. Paleozoikum trvalo v našem přirovnání pouze jeden kalendářní měsíc, to je na ciferníku pět minut. Mesozoikum pouze čtyři minuty a terciér poslední minutu (v kalendáři by odpovídal sedmi dnům). A máme tu současnost, kvartér trvající pouze zlomek dne 31. prosince. Představme si ho třeba jako finální část oslavy Silvestra.

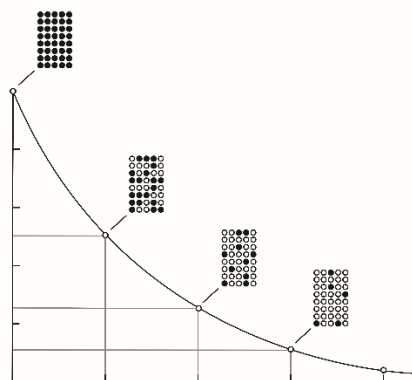
Přibližnou časovou osu jsme si sestavili a obsahovala spoustu cizích slov, ale nebojte, všechny si je postupně představíme a vysvětlíme. A ano, čtete správně, sestavili jsme si pouze „přibližnou“ časovou osu. Nemůžeme s určitostí říci, zda dané geologické období trvalo 300 milionů nebo 305 milionů let. Lze odhadnout pouze zhruba jejich délku pomocí metod určování stáří – takzvaného **relativního a absolutního datování**.

**Relativní časovou škálu** už byli schopni geologové sestavit v 19. století. Jedná se o horninový záznam, který mapuje relativní stáří fosilií, se kterými se za chvíli seznámíme. Tímto způsobem můžeme odhadnout, jak se vyvíjely skupiny druhů přítomných v jednotlivých vrstvách. Bohužel jednotlivé série hornin nám nic neříkají o absolutním stáří. Zjednodušeně si můžeme přirovnat tuto skutečnost k tapetám na stěně ve starém domě, který měl hodně majitelů. Ze stěny můžeme postupně odlupovat vrstvy tapet po jednotlivých majitelích. Víme, jak jdou jednotlivé vrstvy po sobě, ale už to nic nevyovídá o tom, jak dlouho tam každý majitel bydlel.



**Obrázek 1.2.** Relativní datování: Geologické řezy mohou být používány k určení relativního stáří vrstev či geologických útvarů podle toho v jaké poloze jsou horninové vrstvy vůči sobě (mladší sedimenty vždy nad staršími; mladší těleso protíná vždy starší těleso). Na obrázku vznikala horninová tělesa v tomto pořadí: A – zvrásněné podloží; B – intruze magmatické horniny; C – vrstva sedimentárních hornin; D – vulkanická žíla; E – mladší sedimenty překrývající horninová tělesa A, B, C a D; F – zlom.

Právě proto se v geologii využívá **datování absolutní**, které nahrazuje relativní pojmy jako „brzy“, „pozdě“, „dříve“, „poté“. Princip absolutního datování na základě radioaktivního rozpadu prvků byl objeven na počátku 20. století, ale až po druhé světové válce byly vyvinuty dostatečně přesné přístroje pro měření obsahu izotopů těžkých prvků v minerálech a horninách (tzv. hmotnostní spektrometry). Principem je, že za daný čas (tzv. poločas rozpadu) se vždy polovina jader mateřského izotopu přemění na izotop dceřiný (Obr. 1.3). Díky tomu došlo k podložení relativního časového členění geologické historie Země absolutními daty.



**Obrázek 1.3.** Absolutní datování pomocí rozpadů mateřského izotopu prvku na izotop dceřiný.

Během předchozích dvou století se tedy podařilo sestavit časovou osu Země na základě absolutního a relativního datování hornin. Jednotlivá datování jsme si už rozebrali, ale pojďme se kousek vrátit k důležitému ukazateli relativního stáří, k již zmíněným **fosiliím**.



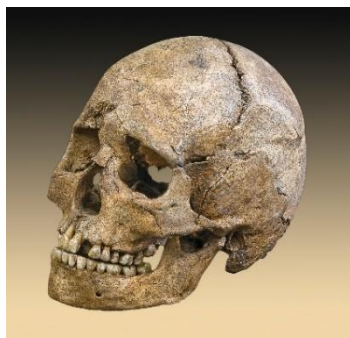
Zkuste svými slovy popsat, co je to fosilie.  
Jakými způsoby mohou fosilie vznikat?

**Fosilie** se objevují v jednotlivých vrstvách, podle toho, ve kterém období jednotlivé organismy žily a následně vyhynuly. Na základě toho a s pomocí absolutního datování můžeme jako puzzle skládat geologickou minulost naší planety.

Nejbohatšími zdroji fosilií jsou usazené horniny. Písek a bahno se řekami přenáší do moří a jezer, kde se částice usazují na dně. Hromadí se a částice starších vrstev se stlačují do podoby pevné horniny – písek do pískovce a bláto do jílovité břidlice. Jakmile se vodní a suchozemské organismy dostanou do moří, usadí se jejich těla spolu s horninami. Jen jejich malá část se ale zachová ve formě zkamenělin. Usazování není nepřetržitým procesem, ale probíhá v různých intervalech, čímž vznikají jednotlivé vrstvy. Organické části mrtvého organismu, pohřbeného v sedimentu, se obvykle rychle rozkládají. Nicméně, odolné látky, bohaté na minerály, např. krunýře mnoha bezobratlých živočichů a kosti a zuby obratlovců, se mohou zachovávat jako zkameněliny (Obr. 1.4 a 1.5). Rostlina či živočich se může změnit i v kámen (Obr. 1.6). Některé fosilie si zachovávají i organický materiál, jsou velmi vzácné, v jiných případech se zachovávají pouze otisky (Obr. 1.7 a 1.8).



**Obrázek 1.4.** Zub pravěkého žraloka *Megalodona*



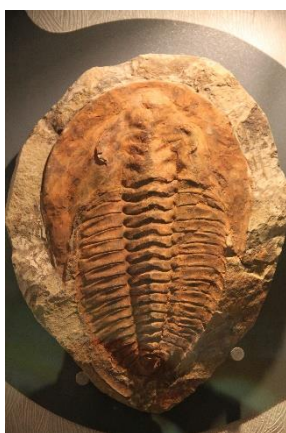
**Obrázek 1.5.** Lebka člověka



**Obrázek 1.6.** Zkamenělina pravěkého skořicovníku



Už jste někdy viděli následující zkameněliny? Ačkoliv je každá naprosto jiná, mají jednu věc společnou. Objevily se ve filmech. Vzpomenete si, ve kterých filmech to bylo? (Napovíme, že v jednom případě se jednalo o starší český film režírovaný Karlem Zemanem, ve druhém případě o film Stevena Spielberga.)



**Obrázek 1.7.** Zkamenělina trilobita



**Obrázek 1.8.** Jantar s konzervovaným zástupcem hmyzu, konkrétně chrostíkem

Fosiliemi mohou být i zvířecí doupata nebo stopy. Existují dokonce případy, kdy daný organismus umřel v takovém prostředí, kde jeho mrtvola nebyla rozložena, takže bylo zachováno celé tělo, včetně měkkých tkání. Zmíníme-li organismy, možná vás napadne otázka, jaké organismy to byly? Díky zkamenělinám můžeme zjistit, jak přibližně vypadali původní živočichové a rostliny (Obr. 1.9). A nejen to, získáváme tak informace, v jakém období žili.





**Obrázek 1.9.** Zachovalá kompletní kostra dinosaura (Dinosaur National Monument, Colorado, USA)



**Co kdybychom si takovou zkamenělinu sami vyrobili?**

**Aktivita 1: Vytvořte si svou vlastní zkamenělinu.**

Vraťme se ale k pojmu **geologie**. Řekli jsme si, že je to věda o planetě Zemi. Dost často můžeme od žáků i učitelů slyšet, že geologie je nudná, proč se má na základní škole učit nějaká „šutrologie“ a jaký to má význam? Začneme pojmem „šutrologie“, stejně bychom mohli říci „kamenologie“, „lithologie“ (z lat. lithos), ale copak se jedná pouze o kameny? Ne, geologie je nauka o Zemi, což znamená, že se nebudeme bavit pouze o minerálech a horninách, ale také o živočiších, rostlinách, půdě, vzduchu, vodě atd. Je důležité si uvědomit, že živá i neživá příroda jsou úzce provázané.

Řeknete, dobře, geologie není pouze o kamenech, ale stejně tam chybí akce, nic se výrazně nehýbe a nemění, je to zkrátka neživá příroda. S tím opět nelze souhlasit. Je pravda, že uplynula dlouhá doba v řádech milionů let, než se kontinenty dostaly do dnešní podoby. Není to stejné, jako když dáte psovi aport, a on vám během pár vteřin donese míček zpět. Tyto pohyby trvají dlouho, ale v geologii narazíme i na pohyby, které mohou být velmi intenzivní a rychlé. Příkladem mohou být různé přírodní katastrofy, např. sesuvy půdy, zemětřesení či výbuchy sopky, při kterých může dojít k výrazné změně také během několika vteřin.

Teď se dostáváme k tomu nejdůležitějšímu: Jaký je význam geologie a jejích poznatků?

Geologie poskytuje nejen informace o vzniku a vývoji Země, ale i velmi praktické poznatky: kde nalézt ložisko ropy, kde se nacházejí zásobníky podzemních vod (Obr. 1.10), kam umístit základy velké budovy, aby vydrželo podloží a budova se nesesunula apod.



**Obrázek 1.10.** Podzemní voda – krasové jezero

Geologie má tedy nezměrný význam v praktickém životě více než si myslíme. Díky „šutrům“, jak byste je pravděpodobně označili, můžete chodit po Zemi, horniny tvoří prašné cesty, ale i asfalt vznikl z přírodních zdrojů.

**Asfalt** (Obr. 1.11) vznikl z ropy, jejímž základem byla odumřelá těla mořských mikroorganismů a drobných živočichů před mnoha miliony let. Geodiverzita, kterou si můžeme vysvětlit jako rozmanitost horninového podloží a tvaru reliéfu, je základem pro **biodiverzitu** neboli biologickou rozmanitost žijících organismů.

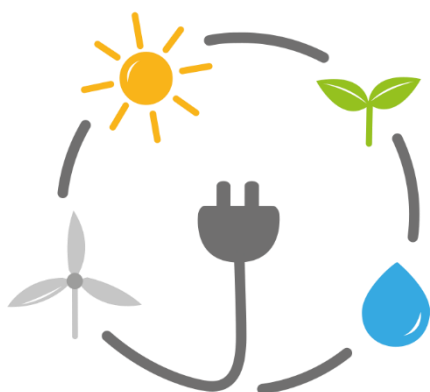


Obrázek 1.11. Asfalt

Už v minulosti civilizací hrály obrovskou roli **suroviny**, jejichž hojnost mohla zvrátit i významné bitvy a ovlivnit tak historické události. Osady byly stavěny v blízkosti zdrojů hojných na určité suroviny, jako třeba na **sůl**, **zlato**, stavební kámen apod. V dnešní době kvůli dobré technice dochází k intenzivním těžbám a čerpání nejrůznějších zdrojů. Problémem začíná být skutečnost, že některé nejsou nevyčerpatelné a pomalu dochází. Díky moderním technologiím se snažíme přírodní zdroje jako **uhlí** nahrazovat **jinými zdroji** (Obr. 1.12), které by měly stejný účinek.



Jaké alternativní zdroje pro získávání energie znáte?



Obrázek 1.12. Logo **obnovitelné energie**

Možností je také zkusit využívat jiné přírodní zdroje, které dosud stály bez povšimnutí. Po letech intenzivních těžeb a čerpání zdrojů se nejen u nás, ale i po celém světě vyskytují oblasti postižené těžbou, výrazně narušená krajina a tím i biodiverzita, tím přicházíme i o mnohé unikátní rostlinné a živočišné organismy. Proto bychom se měli snažit naši krajinu co nejvíce chránit a mít pochopení nejen pro živou přírodu, ale i pro neživou. Díky geodiverzitě se i na našem území nacházejí horské hřebeny, skalky, meandry a další zajímavé geologické útvary. Zkuste si při lyžování, cyklistice nebo pěší turistice vzpomenout na to, co se dozvíte v této příručce, a obdivovat krásu neživé přírody.



Znáte nějaká česká města, jejichž název je odvozen od toho, že se nacházela u lokalit, kde probíhala těžba?



Jeden slavný český autor pronesl následující citát: „*Kdo nemá pochopení pro kámen, neví mnoho o kráse světa.*“ Zkuste dohledat, kdo byl tímto autorem. Jaká díla napsal?

A opět se dostáváme k již dříve zmíněné časové ose vývoje naší Země. Přirovnání k ciferníku hodin (viz Obr. 1.1) nám pomůže k lepší představě trvání jednotlivých geologických období. Není nutné se učit nazpaměť časové údaje, postačí, když budeme přibližně vědět, jak dlouho na našem ciferníku dané období trvalo. Tabulka 1.1 nám ukazuje časovou osu doplněnou i o dataci geologických období a vybrané živočichy a rostliny charakteristické pro dané období.



**Dokument na Wikimedia Commons: Vývoj Země.**

(délka: 9:03, Česko-bavorský geopark)




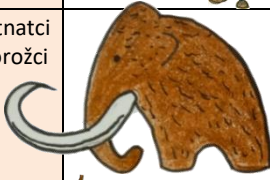
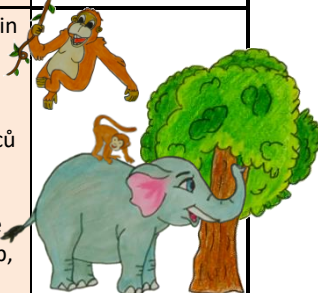




**Obrázek 1.13.** Snímek Země pořízen při letu Apollo 17 na Měsíc (1972)



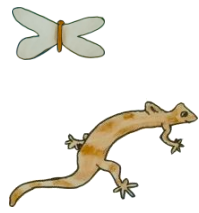
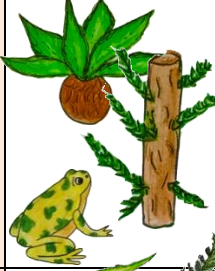
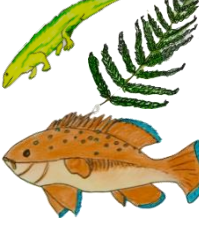


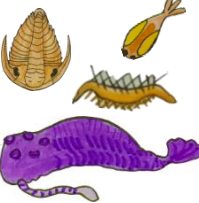


**Aktivita 2: Časová osa vývoje Země.**



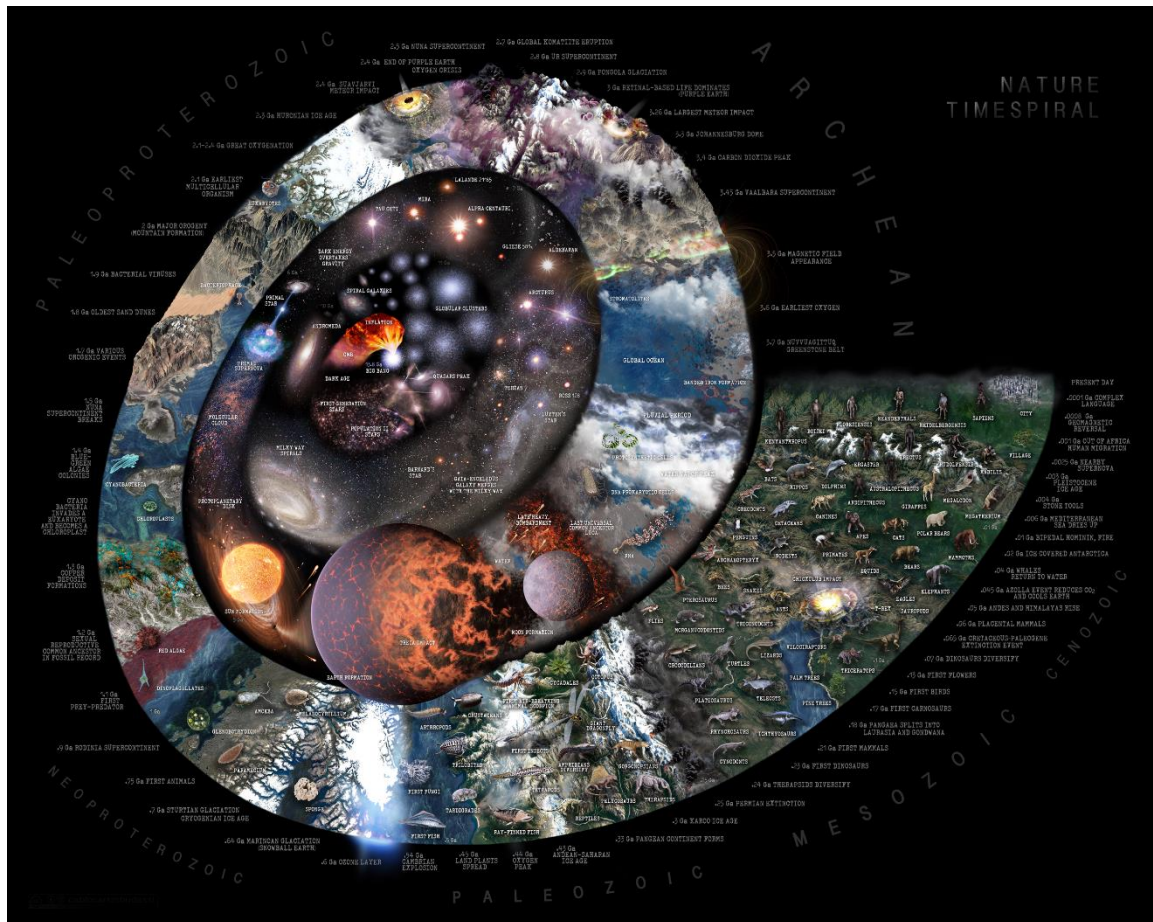
Tabulka 1.1. Časová osa (upraveno z Campbell, 2006; Švecová & Matějka, 2017)

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové
kvartér (kenozoikum, čtvrtohory)	holocén	0,01	oteplení po posledním zalednění	dokončen vývoj člověka do současné podoby 
	pleistocén	2,6	střídání dob ledových a meziledových • vznik dnešního reliéfu	srstnatí chobotnatci (mamut), nosorožci • rozvoj hominidů 
terciér (kenozoikum, třetihory)	neogén	24	pozvolné ochlazení • vznik hnědouhelných pánví	vznik mnoha skupin primátů, včetně lidoopů • rozvoj chobotnatců a koňovitých • opadavé listnaté stromy (bříza, dub, buk, javor, ...) 
	paleogén	65	alpínské vrásnění (probíhá dodnes) • mapa světa se začíná podobat dnešnímu vzhledu	větší rozšíření savců, ptáků, opylujícího hmyzu • dominance krytosemenných rostlin 
mesozoikum (druhohory)	křída	140	teplé a vlhké klima • uprostřed křídý největší záplava v dějinách • alpínské vrásnění • dopad velkého meteoritu	objevují se kvetoucí rostliny (krytosemenné) • rozvoj ptáků • na konci vymření dinosaurů a dalších druhů 
	jura	200	počátek postupného rozpadu Pangey na dnešní kontinenty	1. praptáci a rozvoj dinosaurů • rozvoj krytosemenných rostlin (a souběžně hmyzu) 
	trias	250	celkové velké oteplení a vysušení klimatu • vznik mohutných vrstev vápenců a dolomitů	dominance nahosemenných rostlin • 1. krytosemenné rostliny • rozšíření dinosaurů, první savci 



<b>paleozoikum</b> (prvohory)	<b>perm</b>	<b>298</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superkontinent Pangea</li> <li>• pokračující zalednění z karbonu</li> <li>• zarovnání variského horstva</li> <li>• vysušování klimatu, vznik obřích pouští</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• savcoví plazi, rozšířený okřídlený hmyz, vymírání trilobitů</li> <li>• nejrozsáhlejší vymírání v historii života Země</li> </ul>	
	<b>karbon</b>	<b>354</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superkontinent Pangea</li> <li>• postupné ochlazení a opakované rozsáhlé zalednění</li> <li>• variské (hercynské) vrásnění</li> <li>• černé uhlí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cykasy, plavuně, přesličky, kapradiny</li> <li>• 1. jehličnany</li> <li>• vznik plazů, dominantní obojživelníci</li> </ul>	
	<b>devon</b>	<b>415</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teplé a suché klima</li> <li>• vyvrásnění variského horstva, počátek utváření Českého masivu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostnaté ryby</li> <li>• 1. obojživelníci a hmyz</li> </ul>	
	<b>silur</b>	<b>440</b>	celosvětové oteplení	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozmanitost bezčelistnatých ryb, 1. čelistnaté ryby, měkkýši</li> <li>• 1. cévnaté rostliny</li> </ul>	
	<b>ordovik</b>	<b>490</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teplé klima, na konci ordoviku rychlé ochlazení a rozsáhlé zalednění</li> <li>• kaledonské vrásnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hojné mořské řasy</li> <li>• osídlení země rostlinami a členovci</li> </ul>	
	<b>kambrium</b>	<b>545</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi teplé klima</li> <li>• doznívá kadomské vrásnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kambrická exploze (vznik většiny moderních kmenů živočichů)</li> <li>• trilobiti, vznik schránek, koráli</li> </ul>	
<b>proterozoikum</b> (starohory)		<b>2 500</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velké zalednění</li> <li>• kadomské vrásnění</li> <li>• kyslík v atmosféře</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• měkkí bezobratlí živočichové</li> <li>• různé řasy</li> </ul>	
<b>archaikum</b> (prahory)		<b>4 000</b>	tvorba vrstev Země	nejranější stopy života, stromatolity	
<b>hadaikum</b> (předgeologické období)		<b>4 600</b>	odhadovaná doba vzniku Země		

V následujících částech příručky se budeme věnovat geologickým obdobím tak, jak šly za sebou. Zmíníme i události v naší historii, které významně ovlivnily naši Zemi, nejčastěji to budou horotvorné pochody, přírodní katastrofy nebo klimatické změny. Nastíníme i vývoj organismů na Zemi od počátku až do současnosti. Po posledním období, kvartéru (čtvrtohorách), neopomeneme poznamenat i nerostné bohatství Země, které je velmi důležité pro lidskou činnost, podíváme se i na samotný vývoj člověka a jeho vliv na planetu Zemi.



Obrázek 1.14. Grafické ztvárnění časové osy vývoje Země

Možná jste si všimli, že v naší příručce bylo použito pro poslední geologické období více názvů, zejména *cizích*. Terciér, či kenozoikum jsou dnes jediné oficiálně uznávané názvy, neboť došlo k stratigrafickým úpravám. Starší názvy (čtvrtohory, třetihory, druhohory, prvohory, starohory, prahory), které jste pravděpodobně už někde slyšeli, jsou názvy zastaralé, dnes už neužívané. Tato označení se stále objevují v učebnicích základní školy, kde jsou hluboce zakořeněná. Navíc svým kořenem „hory“ signalizují horotvornou činnost, která však nebyla vždy nutně přítomna, tudíž se snažíme tyto názvy vypustit a postupně si zvykat na nová označení.



### Tip pro učitele:

Za účelem zvýšení motivace a aktivizace žáků je možné úvodní hodinu začít brainstormingem a položit žákům následující otázky:

- 1) Co vás napadne, když se řekne planeta Země?
- 2) Co vás napadne k pojmu „geologická období“?

Během první fáze aktivity je cílem vymyslet co nejvíce nápadů a asociací k danému tématu. Důležitým bodem je, že v této fázi nekritizujeme ani nijak netřídíme nápady žáků. Vše zapisujeme rovnou na tabuli. Zjednodušeně si můžeme uvést několik hlavních zásad, které je potřeba dodržet:

- 1) Žáci mohou říct cokoliv, co je v daný moment napadne.
- 2) Neposuzujeme nápad žáka, ani je nijak nekategorizujeme či necenzurujeme.
- 3) Všechny nápady zapisujeme.
- 4) Žáky se snažíme motivovat k tomu, aby vymysleli co nejvíce asociací.
- 5) Žáky nenutíme, aby se do brainstormingu zapojili – sdělení vlastních nápadů je dobrovolné.
- 6) V brainstormingu bychom měli pokračovat do doby, kdy se stále objevují nové nápady. Ve výuce je však vhodné si vymezit časový úsek, který této aktivitě chceme věnovat, a tuto dobu i žákům předem sdělit.

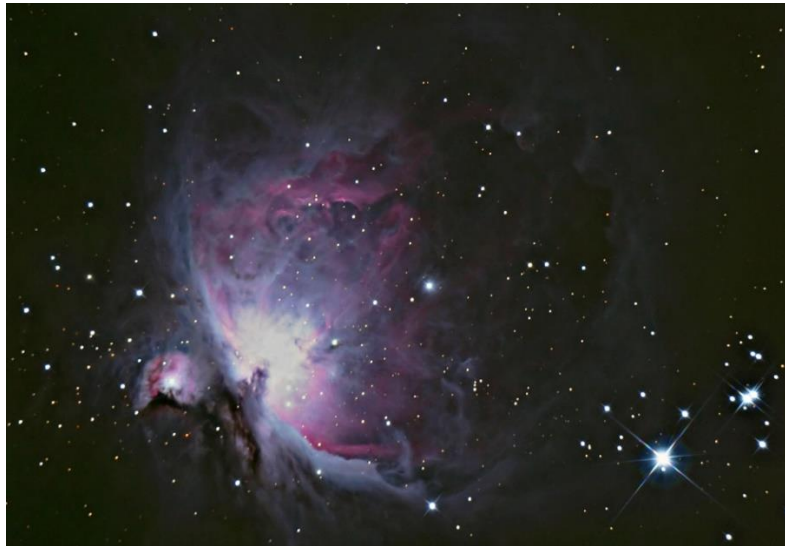
Existuje pestrá škála přístupů, jak brainstorming ve třídě realizovat: frontální, skupinový či individuální brainstorming, popřípadě další možností je brainwriting (pro více informací se lze podívat například do publikací *Tvořivé vyučování* (Lokšová & Lokša, 2003) a *Kreativita a její rozvoj* (Žák, 2004).

Nápady vzniklé při brainstormingu mohou mít formu zápisu do myšlenkové mapy, což je pro žáky často i atraktivní úkol, který jim dává prostor pro rozvoj kreativity. V našem případě může být následnou aktivitou 15 minutové kreslení na papír formátu A4 obrázků s popisky, které budou zachycovat asociace, které žáci k daným pojmům měli, včetně jejich propojení, jak který pojem souvisí s pojmem dalším. V závěru aktivity je vhodné udělat prezentaci obrázků a diskutovat o jednotlivých nápadech, popřípadě vybrat takové pojmy, kterým se chceme nadále více ve výuce věnovat (detailní návody lze opět nalézt pedagogické literatuře).



## 2. VESMÍR

Než se však dostaneme k jednotlivým geologickým obdobím, podíváme se krátce na Vesmír, na naši Galaxii a na samotnou Sluneční soustavu. Seznámit se se vznikem planety je důležité, neboť její vznik nesmírně ovlivnil její stavbu. Jste připraveni na expedici do historie naší planety? Pojdme na to!



Obrázek 2.1. Fotografie mlhoviny v souhvězdí Orion

Vesmír je „vše, co existuje“, zahrnuje veškerou látku, energii a kosmický prostor. Vědci studující vesmír jako celek se nazývají kosmologové. Ti si nejsou dosud jisti, zda je vesmír konečný nebo nekonečný, ale stále objevují nové poznatky. Například zjistili, že se vesmír rozpíná a že nemá žádné okraje. Také přišli na to, že existence vesmíru započala před 13,7 miliardami let při vesmírné explozi zvané velký třesk (v angličtině *Big Bang*; Obr. 2.2.). Ale pozor, nejednalo se o žádný ohromný výbuch. Vědci toto pracovní označování užívají pro velmi krátký časový interval (trvajících asi zlomek vteřiny), v němž vznikla hmota spolu s prostorem a časem, a začaly platit i fyzikální zákony. Od tohoto okamžiku můžeme počítat dějiny vesmíru.



Obrázek 2.2. Vizualizace Velkého třesku



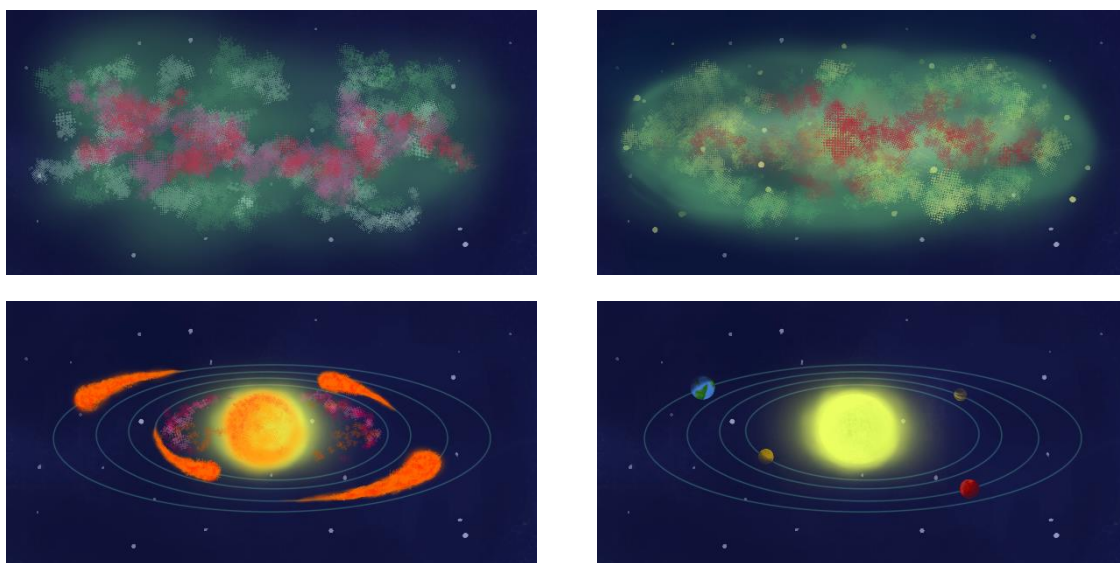
Takže sice tušíme, jak vesmír vznikl, ale zůstávají nám další zajímavé otázky:

- 1) Jaká je historie vesmíru?
- 2) A kdy vznikla Sluneční soustava a tím i naše planeta?

## HISTORIE VESMÍRU

V prvních sekundách vzniku vesmíru docházelo k rychlému rozpínání hustého a žhavého plynu (Obr. 2.3), v němž se během zlomku sekundy vytvořily základní stavební částice hmoty (elektrony, protony a neutrony). Během prvních minut byla vytvořena jádra atomů nejjednodušších prvků: vodíku, helia a lithia. Zcela ale převažoval vodík. Vesmír byl již v této době rozpínáním ochlazen přibližně na teplotu kolem 1 miliardy °C a svou hustotou se blížil dnešní vodě. Postupem času (během asi 300 let) se vesmír ochladil zhruba na deset tisíc stupňů Celsia.

Gravitační síly rostly s přibývajícím hmotou ve vesmíru. V rozpínajícím plynu (vodíku s příměsí helia) se působením gravitační síly vytvořily zahuštěné oblasti, ze kterých se později vyvinuly zárodky galaxií. Tyto zárodky se nadále díky působení gravitační síly shlukovaly a srážely, dokud nevznikly jednotlivé galaxie. Růst galaxií trval několik miliard let a ve vesmíru můžeme rozlišovat několik miliard galaxií.



Obrázek 2.3. Vznik vesmíru a naší Galaxie

## NAŠE GALAXIE A SLUNEČNÍ SOUSTAVA



Obrázek 2.4. Mléčná dráha vyfocená ze základního tábora u hory Amphu Labtsa v Nepálu

Naše Galaxie (velké „G“, protože se jedná o název naší galaxie) se podle viditelného stříbřitého pásu na obloze nazývá Mléčná dráha. Galaxie Mléčná dráha má tvar disku o průměru 100 tisíc světelných let.

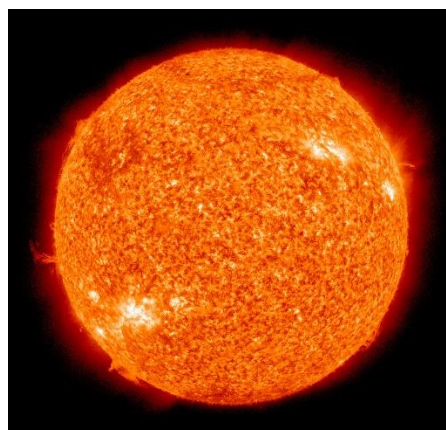
V galaxiích vznikají i hvězdy. Všechny hvězdy, které lze vidět ze Země, patří do naší Galaxie (celkem se jedná asi o 150 miliard hvězd). U vzniku hvězd se opět uplatňuje gravitační síla způsobující shlukování částic do středu útvaru.

Částice přitahované do středu mají velkou pohybovou energii, která se mění na tepelnou energii. Pokud teplota přesáhne určitou hranici, může se rozběhnout termonukleární reakce, při níž z lehčích prvků vznikají těžší a dochází k uvolnění energie. Z původního oblaku se tak vytváří hvězda. Z materiálu (ze zbytku plynů a prachu), který nebyl spotřebován na vytvoření hvězdy, se kolem hvězd může vytvořit diskovitý útvar, ze kterého později vzniknou planety a jejich měsíce.

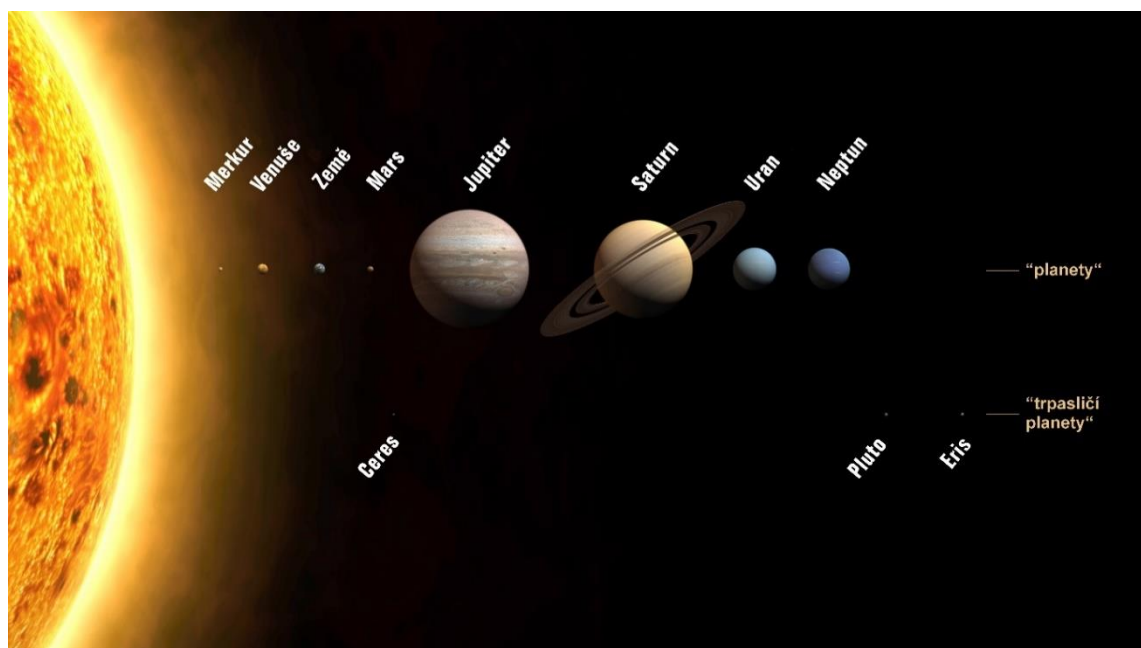


Znáte jména některých hvězd? Uveďte příklady.  
Jak se nazývají jednotlivé planety Sluneční soustavy?

Jednou z hvězd je i **Slunce** (Obr. 2.5), vzdálené od středu Galaxie 30 tisíc světelných let. Slunce je centrální hvězdou Sluneční soustavy a dalo této soustavě i svůj název. Sluneční soustava vznikla z mračna prachových částic, které se působením vlastní přitažlivosti nejen smršťovalo, zahřívalo, ale i otáčelo tak dlouho, až získalo diskovitý tvar a v jeho středu se vytvořilo slunce – centrální hvězda. Částičky ve vnější části disku se pomocí gravitační síly shlukovaly do větších útvarů, až dospěly do podoby velkých balvanů. Dalším postupným srážením vznikly dnešní planety a jejich měsíce. Díky studiu meteoritů a pozemských hornin se určuje stáří Sluneční soustavy a planety Země cca na 4,6 miliardy let.



Obrázek 2.5. Slunce



Obrázek 2.6. Sluneční soustava



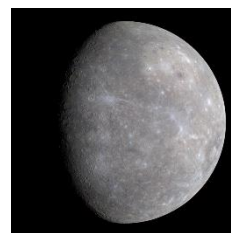
**[Video na YouTube: Paxi a Sluneční soustava.](#)**  
(délka: 5:18, Evropská vesmírná agentura – ESA)



**Sluneční soustava** (Obr. 2.6) se skládá nejen ze Slunce a naší planety Země, ale obsahuje i další planety jako Merkur, Venuše, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun.

Planety Merkur, Venuše, Země a Mars patří mezi kamenné planety zemského typu. Kamenné planety jsou nejbližší Slunci, jsou poměrně malé. Většina jejich nitra se skládá z hornin (plášť) a z jádra bohatého na železo. Najdeme mezi nimi však zásadní rozdíly. **Merkur** (Obr. 2.7) má zcela bezvýznamnou atmosféru a na jeho povrchu můžeme pozorovat velké rozdíly teplot. **Venuše** (Obr. 2.8) je obklopena ovzduším zejména z oxidu uhličitého, který na její povrch působí výjimečně velkým tlakem a tím je opět na jejím povrchu vysoká teplota. **Země** (Obr. 2.9) je jediná planeta s atmosférou bohatou na kyslík, s vodou na povrchu a rozsahem teplot, které zaručují, že většina vody se vyskytuje v kapalném skupenství. Právě voda v kapalném skupenství je zásadním faktorem k rozvoji života na dané planetě. **Mars** (Obr. 2.10) je chladný, má řídkou atmosféru a voda tam existuje jako led blízko pólů a může být v kapalném skupenství hluboko pod povrchem.

Tato čtveřice planet je oddělena pásem planetek od plynných velkých planet – **Jupiteru** (Obr. 2.11), **Saturnu** (Obr. 2.12), **Uranu** (Obr. 2.13) a **Neptunu** (Obr. 2.14). Jde o čtyři planety, které jsou vzdáleny od Slunce a často označovány jako „plynní obři“. Mají malá kamenná jádra a většinu jejich nitra tvoří tekutý vodík a helium, zatímco Uran s Neptunem obsahují i značné množství pevného vodíku (tzv. kovový vodík) a sloučenin jako voda, amoniak a metan. Díky plynné atmosféře jsou plynní obři zbarveni do zelenavé až modravé barvy. Za drahou Neptunu se rozkládá rozsáhlá oblast malých ledových těles, kde se nachází i Pluto a řada kometárních těles.



Obrázek 2.7. Merkur



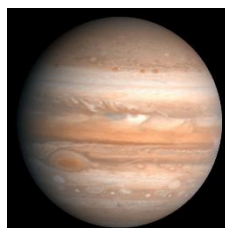
Obrázek 2.8. Venuše



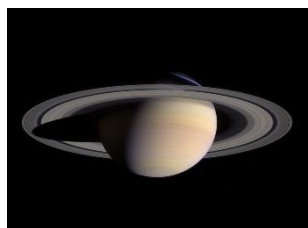
Obrázek 2.9. Země



Obrázek 2.10. Mars



Obrázek 2.11. Jupiter



Obrázek 2.12. Saturn



Obrázek 2.13. Uran



Obrázek 2.14. Neptun



Možná se setkáte ve starších knihách nebo i učebnicích s tím, že je mezi planety sluneční soustavy zařazován i Pluto. Nicméně jeho zařazení bylo diskutabilní již od konce 70. let minulého století a od roku 2006 již není do výčtu planet sluneční soustavy počítán.



**Video na YouTube: Paxi a exoplanety.**  
(délka: 4:10, Evropská vesmírná agentura – ESA)



Obrázek 2.15. Měsíc

Měsíc je přirozenou družicí Země a je to nejbližší kosmické těleso, které můžeme pozorovat. Jedna strana Měsíce je stále přivrácena k Zemi, zatímco druhou stranu z větší části nelze vidět.

Odvrácená strana Měsíce se někdy označuje také jako „temná strana“, ale tento název nesouvisí s tím, že by na ní nedopadalo světlo. Důvodem pro toto pojmenování byl fakt, že kosmické lodě měly na odvrácené straně přerušené spojení se Zemí.

Na Zemi se můžeme v různých muzeích setkat se vzorky měsíčních kamenů, které byly přivezeny celkem ze šesti misí s lidskou posádkou. Americký prezident Nixon následně přivezené vzorky rozdělil a daroval všem státům světa.

Pokud se podíváte na povrch měsíce dalekohledem, ale i pouhým okem, tak můžete vidět tmavší oblasti, které se nazývají měsíční moře. Jejich původ pravděpodobně spočívá v dopadu velkých kosmických těles a vyplnění těchto oblastí lávou. Více jich nalezneme na přivrácené straně Měsíce. Pojmenování „moře“ tyto oblasti získaly v 17. a 18. století, kdy si lidé při pozorování mysleli, že tmavé oblasti jsou vyplněny kapalnou vodou. Název daných oblastí vždy tvoří dvouslovný název, například Moře klidu, Oceán bouří nebo Moře oblaků.



Obrázek 2.16. Moře klidu



**Video na YouTube: Paxi prozkoumává Měsíc.**  
(délka: 5:46, Evropská vesmírná agentura – ESA)



Bylo 20. července 1969, kdy se zraky většiny lidí upínali k obloze. Právě tento den přistálo na měsíci Apollo 11 a tři astronauti, Neil Armstrong, Edwin Aldrin a Michael Collins, se stali prvními lidmi, kteří stanuli na povrchu Měsíce.



Obrázek 2.17. Posádka Apollo 11



Obrázek 2.18. Logo Apollo 11



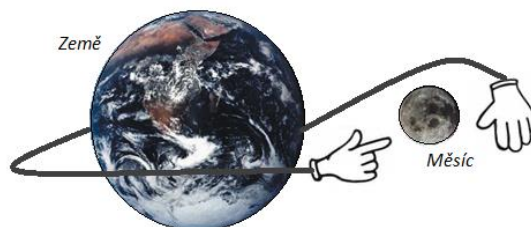
O dobývání vesmíru existuje několik zajímavých filmů, například První muž (2018), Apollo 13 (1995) či dokumentární série Challenger: Poslední let (2020), ale i spousta dalších. Viděli jste nějaký film či dokument, který zachycoval lety do vesmíru?



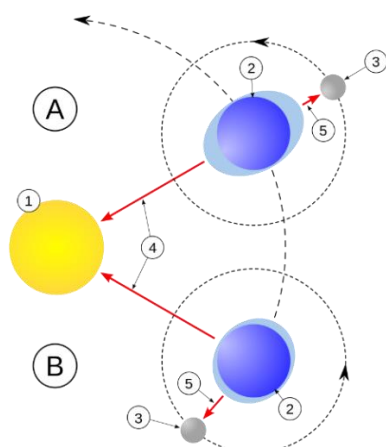
## OTÁČENÍ ZEMĚ A MĚSÍCE

**Naše planeta Země se otáčí kolem své osy a kolem Země se otáčí Měsíc. Proč však Měsíc od Země neodletí nebo do Země nenarazí?**

Měsíc je držen u Země díky přitažlivé síle a díky odstředivé síle je držen na oběžné dráze v bezpečné vzdálenosti od Země (Obr. 2.19). Měsíc nejvýrazněji ovlivňuje planetu Zemi působením fyzikálních sil. To se projevuje především jako příliv a odliv (Obr. 2.20). Střídání přílivu i odlivu má vliv na život v pobřežních oblastech, především tam, kde je rozdíl mezi přílivem a odlivem velký.



**Obrázek 2.19.** Měsíc – přitažlivá a odstředivá síla

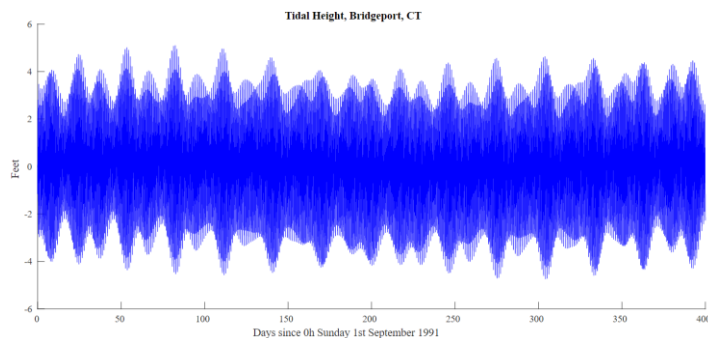


Situace A: Slunce, Země a Měsíc jsou v řadě, což se projevuje jako takzvané skočné dmutí

Situace B: Slunce, Země a Měsíc svírají pravý úhel a nastává takzvané hluché dmutí

**Obrázek 2.20.** Slapové jevy. 1 – Slunce, 2 – Země, 3 – Měsíc, 4 – přitažlivá síla Slunce, 5 – přitažlivá síla Měsíce

Bez znalosti přesné výšky hladiny moře v určitém čase se neobejdou například rybáři nebo pracovníci v lodní dopravě. Proto se v přímořských zemích zveřejňují informace o výšce přílivu v určitém místě a čase (Obr. 2.21). Časy a výšku přílivu a odlivu je možno vypočítat poměrně přesně na řadu let dopředu. Výšku přílivu však kromě slapových jevů ovlivňuje i atmosférický tlak: čím je nižší, tím voda výše vystoupá. Při seběhnutí nepříznivých událostí může být příliv tak vysoký, že zaplaví pobřežní oblasti nebo ulice v sousedství mořského břehu. V některých oblastech se setkáte i se značkou varující na vysoký příliv, který vám může uvěznit na pláži (Obr. 2.22).



**Obrázek 2.21.** Ukázka záznamu vývoje výšky přílivu a odlivu ve městě Bridgeport (Connecticut, USA) v průběhu 400 dní



**Obrázek 2.22.** Značka varující před vysokým přílivem



Pokud si zvětšíte Obr. 2.21, zjistíte, že výška přílivu a odlivu je ve stopách. Tato jednotka je v USA běžně používána. Jakým způsobem by měl kapitán lodi z Evropy přepočítat jednotlivé hodnoty, aby byla výška přílivu a odlivu v centimetrech?



Na světě existuje mnoho míst, kde je příliv velmi velký (Obr. 2.23). Například britský Londýn je proti velkému přílivu, který postupuje i po řece Temži, chráněn velikými mechanickými vraty (Obr. 2.24 a 2.25).



Obrázek 2.23. Lokality na světě, v nichž je příliv větší než 4 metry



Obrázek 2.24. a 2.25. Protipovodňová opatření na řece Temži v Londýně

### Proč se Země otáčí kolem své osy?

Otáčení Země kolem své osy (Obr. 2.26) má za následek střídání dne a noci, protože se mění její osvětlená a neosvětlená část. Jeden oběh Země kolem osy trvá přibližně 24 hodin, což pro nás představuje jeden den.

A co je příčinou střídání čtyř ročních období? Země se neotáčí jen kolem své osy, ale obíhá i kolem Slunce po dráze tvaru elipsy (Obr. 2.27). Země oběhne kolem Slunce vždy cca za 365 dní (jeden kalendářní rok). Roční doby se střídají proto, že rotační osa Země míří při oběhu stále stejným směrem a je odkloněna o 23,5 °C od kolmice na rovinu zemské dráhy. Proto je o letním slunovratu v červnu severní polokoule nakloněna ke Slunci a severní polární oblast je osvětlena celý den, zatímco jižní polární oblast má trvalou polární noc. O zimním slunovratu je situace obrácená. O těchto slunovratech má vždy jedna z polokoulí v létě delší den a v zimě kratší.



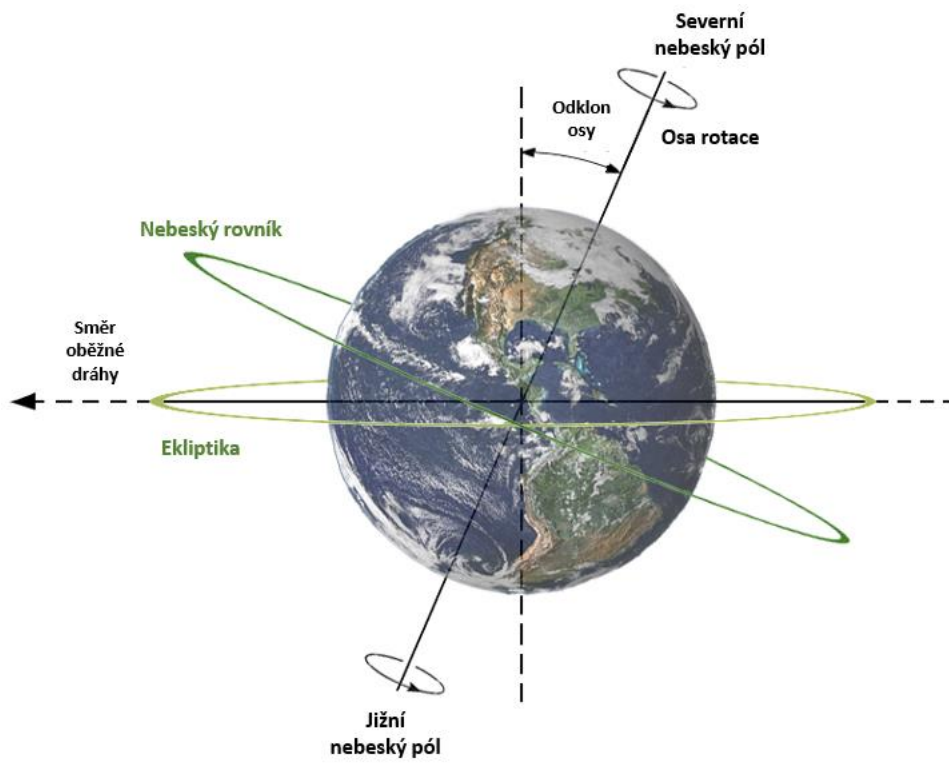
**Video na YouTube: Paxi – Střídání dne a noci a ročních období.**

(délka: 3:52, Evropská vesmírná agentura – ESA)

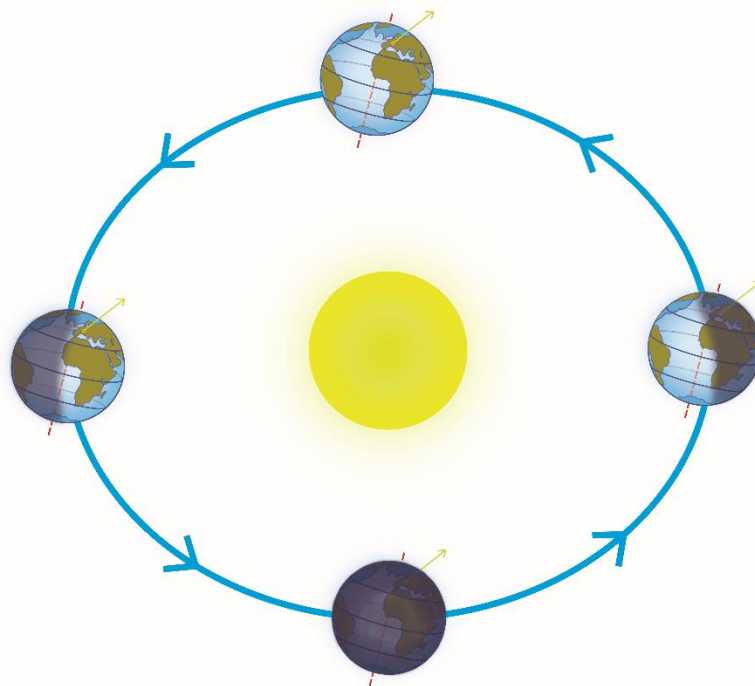


Víte, na který den vychází zimní a letní slunovrat? Jsou tato data vždy stejná nebo se mohou v kalendáři i pohybovat?

Druhým pojmem, který se často užívá, je „rovnodennost“. Jaké rovnodennosti znáte? Vysvětlete, čím jsou tyto dny charakteristické.



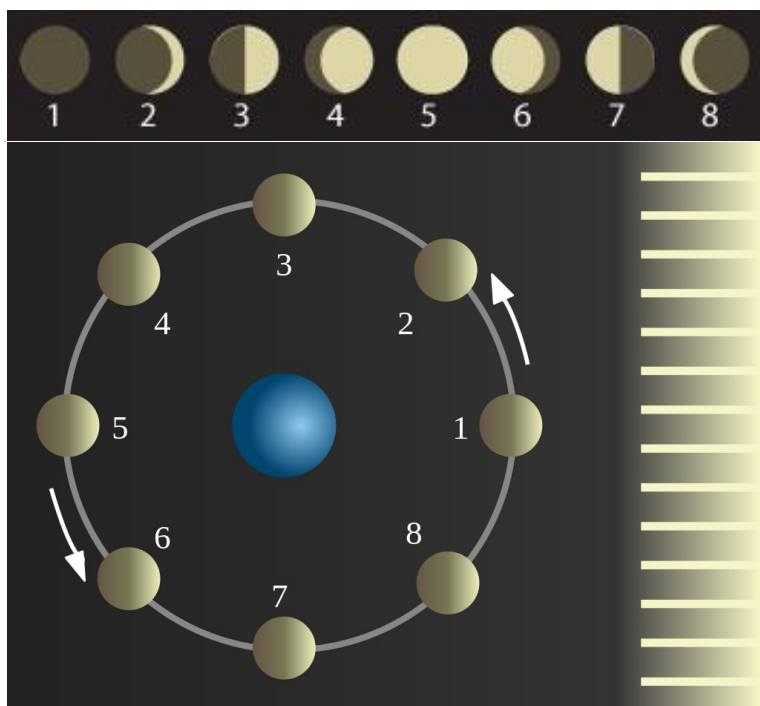
**Obrázek 2.26.** Rotace Země kolem své osy



**Obrázek 2.27.** Oběh Země kolem Slunce

### Jak se projevuje oběh Měsíce?

Určitě všichni známe rozlišování jednotlivých fází Měsíce (Obr. 2.27) – běžně říkáme, že měsíc „couvá“, „dorůstá“ nebo je v úplňku. Co je však podstatou toho, že nevidíme Měsíc pořád stejně? Při úplňku vidíme celý kotouč Měsíce, naopak při novu ho nevidíme vůbec. V době první a třetí čtvrti vidíme jen část Měsíce. Ze Země však pozorujeme stále stejnou stranu Měsíce. Jde o stranu, která je přivrácena k Zemi. Tato skutečnost je způsobena tím, že oběžná doba Měsíce kolem Země je stejně dlouhá jako doba jeho otočení kolem osy.



Obrázek 2.28. Fáze Měsíce: 1 – nov, 3 – první čtvrt, 5 – úplněk, 7 – poslední čtvrt



### Aktivita 3: Staňte se na chvíli astronomem.

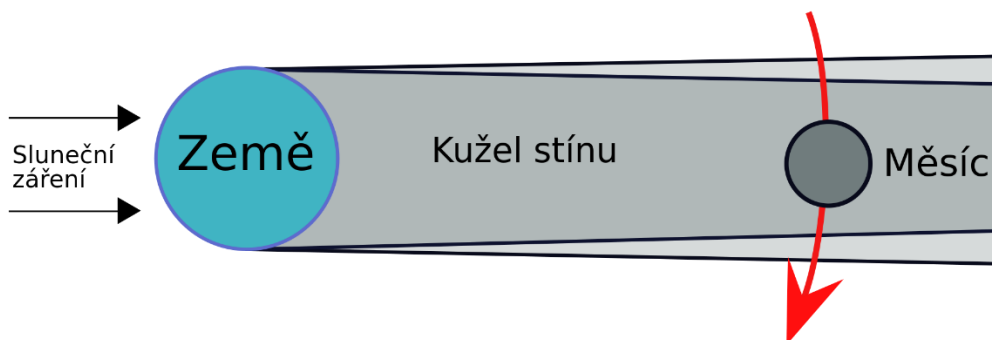
#### Kdy nastává zatmění Slunce a kdy zatmění Měsíce?

K zatmění Slunce dojde, když se kotouč Měsíce nasune před Slunce (Obr. 2.28). Na místech planety, které jsou ve stínu Měsíce, můžeme pozorovat polostín (částečné zatmění), či plný stín (úplné zatmění). Když se Měsíc dostane do stínu Země, můžeme pozorovat zatmění Měsíce (Obr. 2.29). Pokud je celý Měsíc ve stínu, pozorujeme úplné zatmění nebo se Měsíc může nacházet v částečném zatmění.



Obrázek 2.29. Vývoj zatmění Slunce (26. prosince 2019)





Obrázek 2.30. Zatmění Měsíce

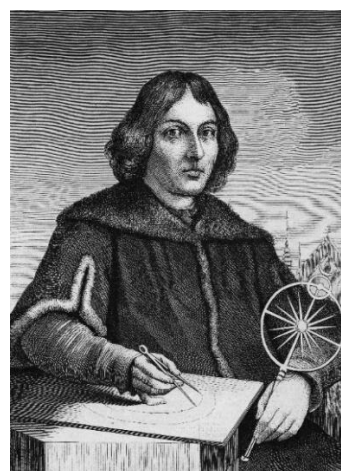


„Studium věd přináší pravdu, neuvěřitelnou potěchu myslí.“ To je jeden z citátů Mikuláše Koperníka (Obr. 2.30), vědce, který přišel s teorií o tom, že středem naší soustavy je Slunce.

### MIKULÁŠ KOPERNÍK

- ❖ 14. – 16. století
- ❖ polský astronom, duchovní, lékař
- ❖ tvůrce heliocentrické (sluncestředné) teorie vesmíru

„Mikuláš Koperník je známý jako autor prvních podrobných argumentů, že Země a ostatní planety obíhají kolem Slunce a že se Země otáčí kolem své osy. Tato představa odporovala dosud převládajícímu názoru, že Země nehybně spočívá ve středu vesmíru. Koperníkova heliocentrická teorie vesmíru byla publikována krátce před jeho smrtí a uplynula staletí, dokud nebyla obecně přijata.



Obrázek 2.31. Mikuláš Koperník



### Aktivita 4: Zkus si sestavit model zatmění Slunce a Měsíce.



### Tip pro učitele:

Současné poznání vesmíru, ale i vývoj letů do vesmíru nabízejí velmi vhodný prostor pro zadávání referátů, které si mohou žáci samostatně nachystat. Níže nabízíme několik klíčových slov či oblastí, na které by referáty mohly být zaměřeny:

- ❖ současné projekty
  - NASA, SpaceX, Virgin Galactic, Blue Origin
- ❖ historie letů do vesmíru
- ❖ vesmírné programy
- ❖ významné osobnosti v astronautice
- ❖ raketoplány a jejich mise
- ❖ ...



Obrázek 2.32. Logo NASA

### 3. VZNIK A VÝVOJ ŽIVOTA NA ZEMI

Stáří naší Země ve Sluneční soustavě vědci odhadují na 4,6 miliardy let. Během jejího vzniku byla teplota planety vysoká, postupně se ale povrch planety ochlazoval. Když jeho teplota na konci hadaika klesla pod 100 °C, tak se objevila voda v kapalném stavu. Ta patří mezi nejdůležitější podmínky vzniku života na Zemi.

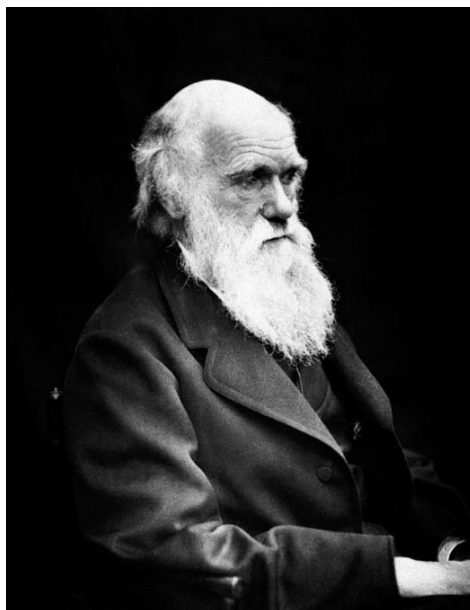


Již od dávných dob se člověk pokoušel vysvětlit nejen svou existenci, ale i výskyt ostatních živých organismů na Zemi. Už dříve vznikaly různé teorie na vývoj života na Zemi. Moderní teorii evoluce zpracoval přírodovědec Charles Darwin.

#### CHARLES DARWIN

- ❖ 19. století
- ❖ anglický přírodovědec
- ❖ zpracoval moderní teorii evoluce
- ❖ kniha O vzniku druhů přírodním výběrem

„Během cesty na lodi kolem světa si všiml příbuznosti a rozdílů mezi organismy. Právě tam pochopil, že mezi druhy existuje soupeřivost v získávání podmínek pro život. V této konkurenci vyhráli ti jedinci, kteří se dokázali svému prostředí nejlépe přizpůsobit a kteří mají dány geneticky nejlepší vlohy pro život v tomto změněném prostředí. Právě tímto dlouhodobým přírodním výběrem tak podle Charlese Darwina dochází i ke vzniku nových druhů. U příbuzných druhů žijících v různém prostředí vznikají v průběhu vývoje, který trvá miliony let, viditelné rozdíly, například ve stavbě těla.“



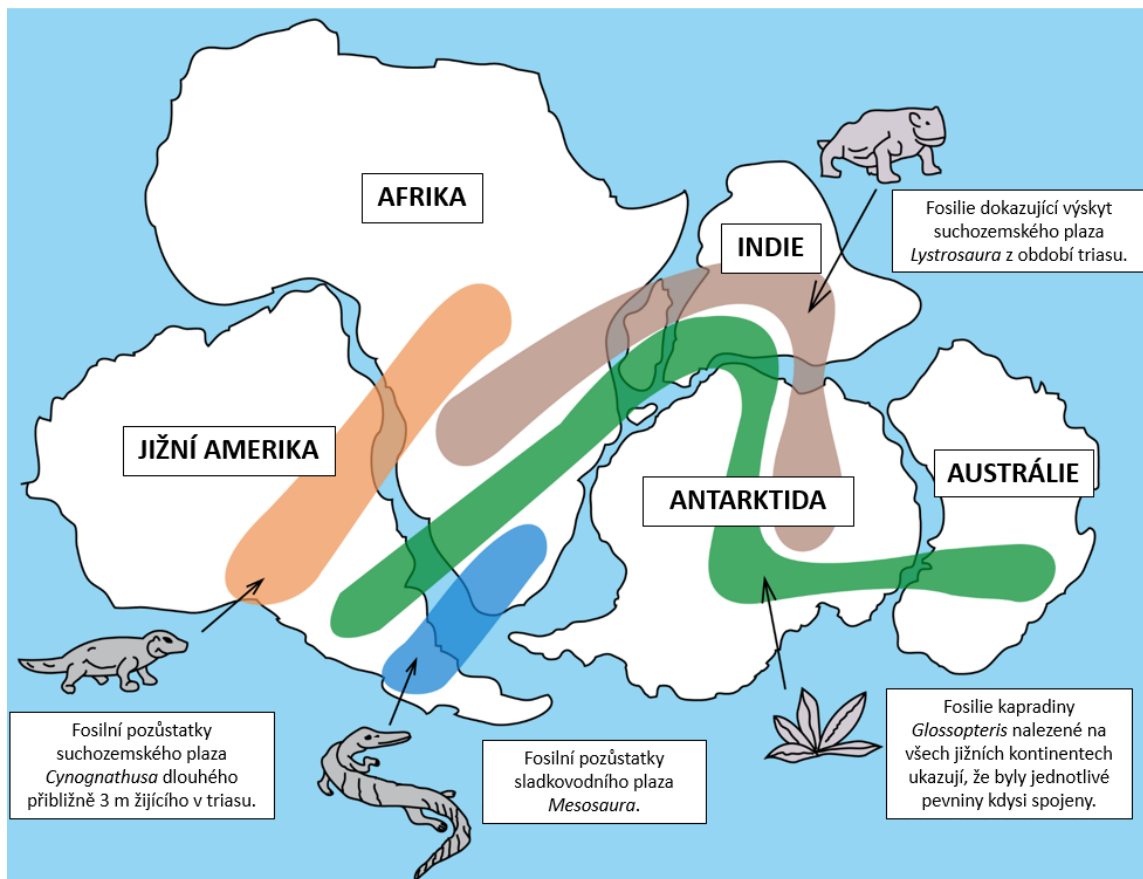
Obrázek 3.1. Charles Darwin



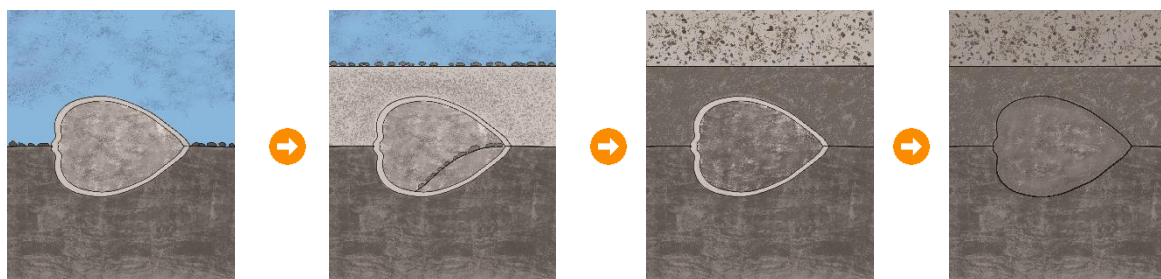
Existuje mnoho hypotéz o počátku života a Darwinova je pouze jedna z nich. Znáte nějaké další teorie o vzniku života na Zemi?

Velkým přínosem pro vědecké bádání jsou poznatky z geologie a paleontologie, o kterých jsme se již zmiňovali. Paleontologie zkoumá zkameněliny živočichů a rostlin, jejich stáří a vývojovou příbuznost. Geologie, přesněji historická, podává informace o stáří jednotlivých horninových vrstev. Geologické vrstvy obsahují shodné zkameněliny stejného stáří (Obr. 3.2). Neustále působící eroze nám toto zkamenělé bohatství postupně odtajní a můžeme se o minulém životě dozvědět více.

Vznik zkameněliny a ukládání jednotlivých vrstev probíhá v několika po sobě jdoucích krocích (Obr. 3.3): A) uložení živočicha nebo jeho schránky na dno moře (organický materiál v těle živočicha se rozloží); B) postupem času se uloží další vrstva sedimentů na původní vrstvě, schránka je zakryta a do schránky proniká materiál ze dna; C) schránka je zcela vyplněna materiálem ze dna; D) schránka je bohatá na minerály, takže vydrží a nerozloží se – dochází navíc k její přestavbě minerály rozpuštěnými ve vodě (vytvoření odlitku).



**Obrázek 3.2.** Výskyt stejně starých zkamenělin na různých kontinentech je jedním z důkazů dávného spojení kontinentů. Jediná obří pevnina se dalším geologickým vývojem rozpadla na dnešní kontinenty, na nichž daleko od sebe nalézáme zkameněliny stejných živočichů a rostlin.



**Obrázek 3.3.** Vznik zkameněliny a ukládání jednotlivých vrstev

## POČÁTEK ŽIVOTA

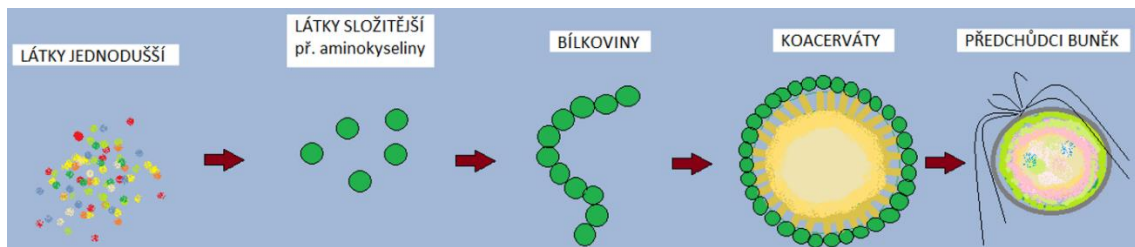
Život započal pravděpodobně před 4 miliardami let v proceánu na počátku archaika, kterému předcházelo **hadaikum** (Obr. 3.4), takzvané **předgeologické období**.

Jako předgeologické ho označujeme proto, že se z této doby nedochovaly žádné horniny, neboť Země byla ještě příliš horká a horniny byly znovu roztaveny.



**Obrázek 3.4.** Možná podoba hadaika

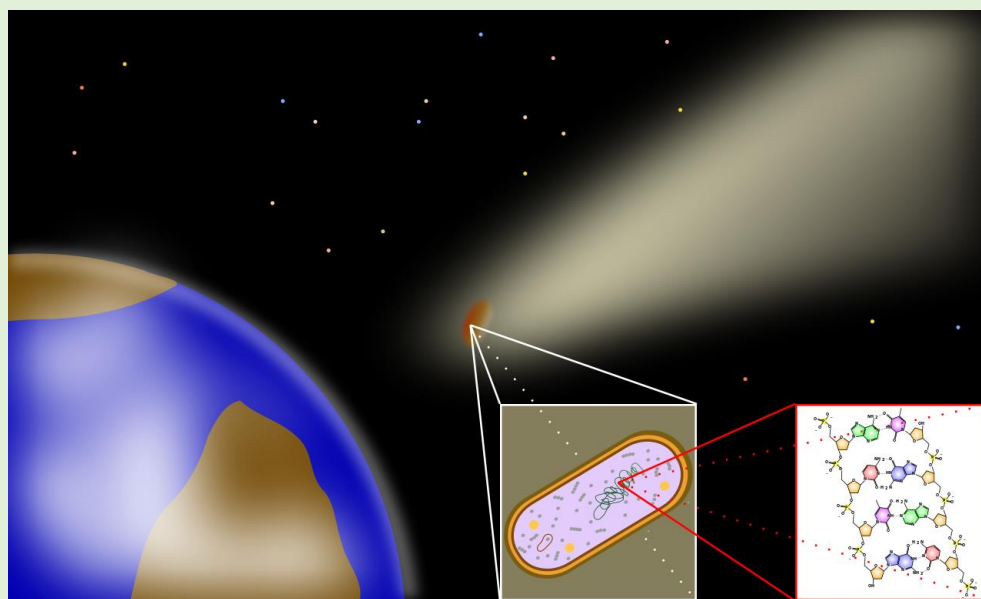
Vzniku prvních živých soustav předcházela dlouhotrvající chemický vývoj (Obr. 3.5), který začal vznikem složitějších látek (např. aminokyselin) z látek jednodušších (oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, metanu, amoniaku, kyanovodíku, vodní páry a vody). Z aminokyselin vznikly během dalšího chemického vývoje bílkoviny, které tvoří základní složku života. V poslední části chemického vývoje vytvořily bílkoviny shluky, které označujeme jako koacerváty. Tyto koacerváty se postupně dále vyvíjely ve složitější útvary, které můžeme pokládat za předchůdce buněk. Měly schopnost se dělit (množit se) a předávat informace o své stavbě prostřednictvím nukleových kyselin. Lze je označit za nejjednodušší organismy, které však ještě neměly typické buněčné jádro.



**Obrázek 3.5.** Chemický vývoj jako předstupeň vzniku prvních živých soustav



Víte, že také existuje teorie, podle které byl život na Zemi přinesen kometami nebo meteority (tzv. panspermia)? Bylo by to podle Vás možné?



**Obrázek 3.6.** Panspermická teorie



## 4. ÉRY VÝVOJE ZEMĚ

Geologové rozdělili vývoj Země do jednotlivých ér, útvarů a ty dále ještě na epochy. My se budeme zabývat pouze érami a útvary. Jednotlivé éry i jejich části jsou charakteristické určitými horninami, horotvornými pochody a také určitým stupněm vývoje života.



Obrázek 4.1. Vizualizace ér vývoje Země




Pojmenování jednotlivých útvarů často vychází z názvů míst, kde se hojně nacházejí horniny odpovídajícího stáří. Kde se nachází Perm, Jura, Devon nebo Cambria?



Obrázek 4.2. Menhiry z neolitické doby – Cumbria

## 5. ARCHAIKUM

Tabulka 5.1. Archaikum a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové
archaikum (prahory)		4 000	tvorba vrstev Země	nejranější stopy života, stromatolity 

**Archaikum**, geologické období před 4 000 miliony let, se geologickými procesy značně liší od pozdějších období. Po vytvoření prvotní stavby Země shlukováním pevných kosmických částic i plynů kolem gravitačních center nastala postupná diferenciacie zemské hmoty do obalů rozdílné hustoty. Vzniklo jádro s větší hustotou, než je v plášti, a vznikla prvotní zemská kůra. Stáří těchto procesů se odhaduje na dobu před 4,6 miliardami let na základě zkoumání meteoritů, které patrně datují vznik planet Sluneční soustavy, a dále i podle dat získaných z měsíčních hornin. Podle návaznosti pochodů, které prodělal povrch Měsíce, lze předpokládat, že cca před 4 miliardami let ustalo bombardování povrchu Země kosmickými částicemi a mohly vzniknout horniny, které se nám do teď dochovaly.

V tomto období se vytvářela nejen zemská kůra a atmosféra, ale i hydrosféra, čímž vznikly prvotní oceány, v nichž se usazovaly horniny (Obr. 5.1). Zejména na počátku tohoto období vnější obaly Země byly stále velmi horké a vyznačovaly se přetavováním hornin. Atmosféra měla nedostatek volného kyslíku a naopak přebytek amoniaku, metanu a vodíku. Proto nedocházelo k oxidacím a na povrchu byly stabilní prvky i sloučeniny. Nedocházelo ani ke zvětrávacím procesům.



Obrázek 5.1. Možná podoba archaika



Obrázek 5.2. Greenstone belts v Africe (řeka Orangi, Národní park Serengeti, Tanzanie)

Nejstarší archaické horniny nalezené na zemském povrchu (granitoidy, ortoruly a takzvané „greenstone belts“ – v češtině někdy označované jako zelenokamové pásy) dokládají existenci kontinentů a moří. Tyto horniny byly nalezeny v Grónsku, jižní Africe a západní Austrálii (Obr. 5.2). Podle radiometrického datování mohou patřit do období před 3,8 – 4,0 miliardami let. Podle datování jiných vědců je jejich stáří snad ještě větší (přibližně 4,4 miliardy let).

Vznik života na Zemi, jak jsme již dříve zmínili, započal cca před 3,8 mld. let. Předpokládáme, že v této době atmosféra neobsahovala téměř žádný kyslík, ale zase nedocházelo k bombardování povrchu, v tom případě některé organismy mohly mít šanci na život. Zbytky prvních zachovaných jednobuněčných organismů bez buněčných jader (Prokaryota) se uvádějí z jihu Afriky, stáří kolem 3,5 mld. let.



Z konce archaika jsou uváděny i první nálezy stromatolitů (Obr. 5.3 a 5.4), tj. až několik metrů velké vápencové útvary vytvořené zvápenatěním obrovských kolonií sinic. Stáří stromatolitů se někde udává 3,5 mld. let, mnozí autoři ale považují za skutečné stromatolity až útvary vzniklé z mladších vrstev (3,2 mld. let). Stromatolity nalezené u nás v okolí Blovic v západních Čechách nejsou tvořeny vápencem, nýbrž křemitou hmotou – chalcedonem.



Obrázek 5.3. Stromatolity – Žraločí zátoka (Austrálie)



Obrázek 5.4. Stromatolity (Gatineau, provincie Québec, Kanada)



Obrázek 5.5. Zirkon

Na území České republiky se žádné dochované archaické celky hornin nalézt nepodařilo. Archaického stáří ale mohou být některé minerály odolné vůči vnějšímu vlivu, např. zirkony, které se po mnoha transportech staly součástí hornin mladších.

Sem by mohly patřit i např. zirkony z některých proterozoických horninových vrstev středních a západních Čech. Na obrázku 5.5 je přibližně 2 centimetry velký zirkon nalezený v Čeljabinské oblasti (Rusko).

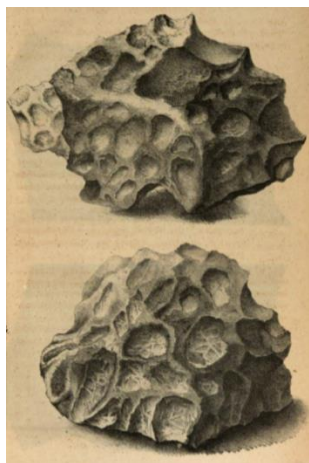


Zirkony se často používají jako doplněk šperků a může být někdy zaměněn s diamantem. Zirkon je ale křehčí a měkčí než diamant, takže je jeho povrch postupně narušován. Postupně na rozdíl od diamantu ztrácí svůj lesk.



Ranný život existoval pravděpodobně za přítomnosti malého množství kyslíku, či zcela bez něj. Na jakých místech bychom dnes mohli najít organismy, které ke svému životu také nepotřebují kyslík? Co nám tato místa mohou napovědět?

Na našem území byly však nalezeny hmoty, jejichž stáří se datuje až do počátku naší sluneční soustavy. Jedná se o železné a kamenné meteority (Obr. 5.6), jejichž stáří se podle radiometrických dat pohybuje kolem 4,5 mld. let, i když jejich pád se udál v historické nebo současné době.



**Obrázek 5.6.** Významné meteority z našeho území (vlevo kresba většího železného, tzv. Broumovského meteoritu, který dopadl v roce 1847, vpravo menší kamenný Stonařovský meteorit o váze 6 kg, který dopadl v roce 1808 a je uložen v Přírodovědném muzeu ve Vídni)



Jedním z meteoritů, které dopadly na Zemi v poslední době, je i Čeljabinský meteorit (Obr. 5.7 a 5.8), který dopadl do jezera blízko města Čeljabinsk v Rusku dne 15. února 2013. Meteorit se podařilo vyzvednout a je uložen v muzeu ve zmíněném městě.



**Obrázek 5.7. a 5.8.** Čeljabinský meteorit



**Video na YouTube: Okamžiky před a po dopadu Čeljabinského meteoritu.** (délka: 10:11, sestřih z průmyslových a palubních kamer)

V období archaika se tedy uvnitř planety Země vytvořily tři sféry: jádro, plášť a téměř i kůra, ale dosud se neprojevila desková tektonika). Nejtěžší látky, zejména kovové prvky – železo a nikl, klesly do středu. Naopak nejllehčí pevné látky, jako jsou některé křemičitany, se nahromadily ve vnější části planety. Výsledkem je sloupcovitá stavba Země připomínající jablko se slupkou, dužinou a jádrem (viz Obr. 5.9). Geologové tyto *slupky* označují jako vrstvy. Poznání nitra je ale velmi obtížné. I nejhlubší doly s těžbou nerostů a geologické vrty pronikly pouze do nejsvrchnější části Země do hloubky cca 12 km.



**Obrázek 5.9.** Stavba Země





Nejhlubším vrtem na světě je v Rusku Kolský superhluboký vrt (Obr. 5.10 a 5.11), který se dostal až do hloubky 12,261 m a je zapsán i v Guinnessově knize rekordů. Tento vrt nebyl prováděn za účelem těžby, ale kvůli geologickému průzkumu. Díky němu došlo cca k 12 000 nových objevů v geologii.

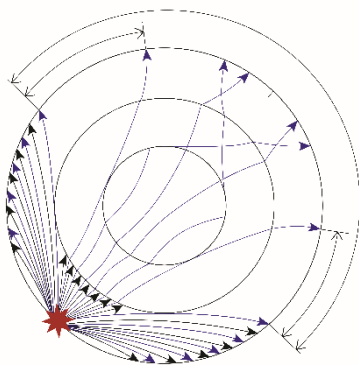


Obrázek 5.10. Kolská vrtá věž

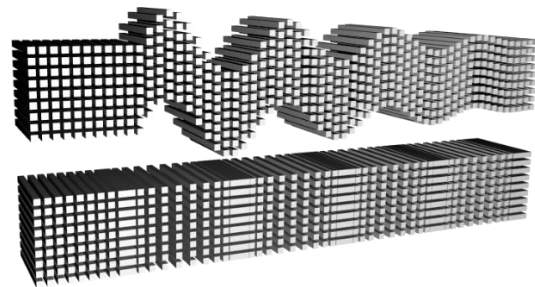


Obrázek 5.11. Poloostrov Kola v Rusku

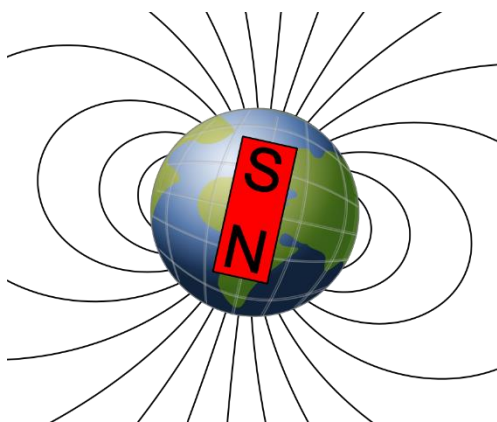
Ale jak můžeme tedy sestavovat model vnitřní stavby Země? Třeba díky šíření seismických vln (Obr. 5.12 a 5.13) prostředím uvnitř Země, u kterých můžeme sledovat změnu rychlosti na rozhraní různě hustých hmot. Příčné vlny neprocházejí zemským jádrem, což slouží jako důkaz, že vnější jádro planety je kapalné. Spouštěčem seismických vln může být zemětřesení, na které se však zaměříme až v dalších kapitolách.



Obrázek 5.12. Průchod podélných seismických vln Zemí, které sice zemským jádrem procházejí, ale výrazně se zpomalují.



Obrázek 5.13. Příčné a podélné vlnění. Jednotlivé částice hmoty kmitají kolmo, respektive podélně se směrem šíření zemětřesné vlny.

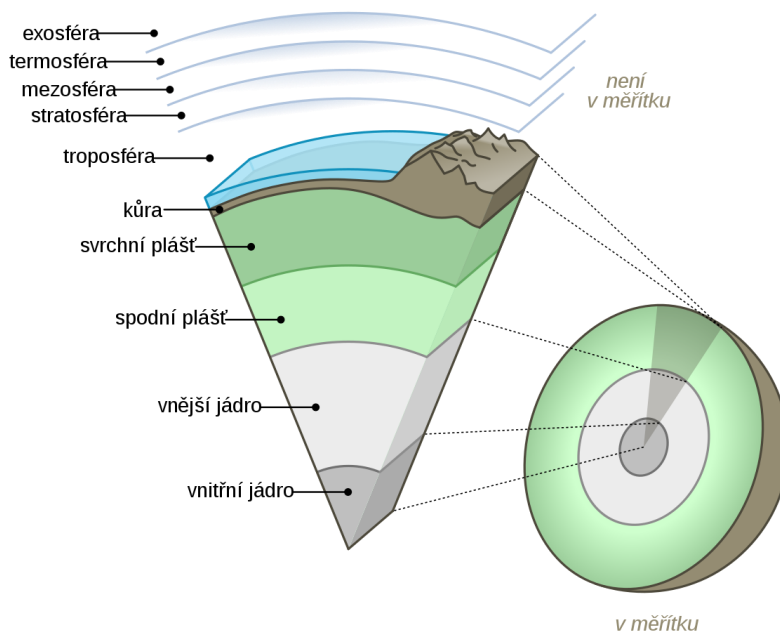


Obrázek 5.14. Magnetické pole Země. Severní pól magnetického pole Země je fyzikálně pólem jižním (S), tedy přitahuje mj. severní pól stříelky kompasu

**Zemské jádro** není a nikdy nebude přístupné přímému zkoumání, nepřímý důkaz podobně jako seismické vlny poskytují také železné meteority. Jádro tvoří přibližně 1/3 hmotnosti Země. Někdy je také nazýváno jako NiFe, podle čeho? Většina odborníků se domnívá, že zemské jádro je kovové, tvořené slitinami železa (chemická značka: Fe) a niklu (chemická značka: Ni) s příměsí dalších prvků (hlavně křemíku a síry). Skládá se z vnitřní a z vnější části. Podle způsobu šíření seismických vln jádrem je pravděpodobné, že vnější část jádra je tekutá (roztavená) – tomu odpovídá také charakter magnetického pole Země. Proudění totiž v kapalném jádře, které je dobře elektricky vodivé, udržuje magnetické pole Země (Obr. 5.14).

Magnetické pole Země má prstencovitý tvar a je nakloněno vzhledem k ose otáčení planety, takže poloha magnetických pólů se značně liší od polohy pólů geografických. Silné magnetické pole je důsledkem pohybu roztaveného železa vnějšího jádra kolem pevného vnitřního jádra (na principu dynamo). Je proměnlivé v prostoru i čase. Navíc průměrně každých cca 250 000 let dochází k jeho přepólování, tj. severní a jižní magnetický pól si během krátké doby „vymění místo“. Magnetické „pruhy“ v čedičích oceánského dna, kde se díky orientaci magnetických minerálů „zakonzervovala“ předchozí polarita magnetického pole Země, jsou jedním z důkazů na podporu teorie deskové tektoniky. Zároveň má magnetické pole velký význam pro existenci a rozvoj života na Zemi, protože chrání povrch naší planety před elektricky nabitými částicemi slunečního záření.

Vnitřní část jádra je pevná. Zemské jádro zaujímá nehlubší nitro Země (od hloubky 2 900 km po střed Země v hloubce 6 378 km). Teplota zde přesahuje 5 000 °C. **Zemský plášť** na rozdíl od kovového jádra má křemičitanové složení (křemičitany hořčíku a železa olivínového složení). Tvoří přibližně 2/3 hmoty Země (Obr. 5.15).



**Obrázek 5.15.** Stavba zemského tělesa

Spodní část pláště opět není a nikdy nebude přístupná přímému zkoumání. Díky působení velkého tlaku jsou zde, ve spodním plášti, horniny změněny na jinou strukturu, kompaktnější, proto má větší hustotu než svrchní plášť. Vzorky hornin svrchního pláště ale překvapivě k dispozici máme, i když plášť není nikde na zemském povrchu přímo odkryt. Vzorky nám poskytují tekutá čedičová magmata (na ty se podíváme spolu se sopečnou činností v terciéru), která vznikají tavením svrchní části pláště, poté pronikají k zemskému povrchu a vynášejí s sebou úlomky plášťových hornin, které v nich nalzáme v podobě xenolitů – cizorodých uzavřenin (Obr. 5.16 a 5.17). Díky těmto magmatickým výtahům můžeme horniny svrchního pláště studovat přímo, nejen na dálku z jejich fyzikálních projevů, jako je tomu u hlubších částí zemského tělesa. Xenolity lze vidět uvězněné v kamenu na patnících ve městě a dost často i v dlažbě na nádražích.



**Obrázek 5.16.** Xenolit (Ontario, Kanada)



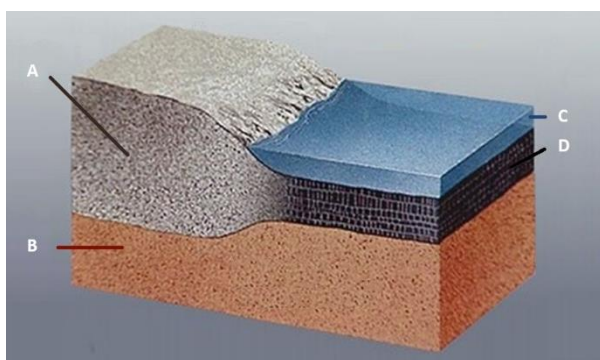
**Obrázek 5.17.** Xenolit (Yellowstone, USA)



Zemský plášť zasahuje pod zemskou kůrou do hloubky 2 900 km (Obr. 5.18). Nejsvrchnější část pláště spolu se zemskou kůrou (do průměrné hloubky 150 km) tvoří horninový („kamenný“) obal Země – litosféru. Ta je pevná, křehká a lehká vrstva rozlámaná na velké pláty zvané litosférické desky. Litosféra je velmi citlivá na otřesy. Moderní seismografické přístroje dokážou zaznamenat dupání slonů na 30 km, kteří tak svolávají své družky, nebo i zaznamenat dopady meteoritů. V přímém podloží litosféry se nachází astenosféra, vrstva natavených (a tedy plastických) hornin, na níž litosférické desky díky své nižší hustotě „plavou“. Natavení astenosféry je způsobeno příhodnou kombinací teploty a tlaku. Nad astenosférou není k rozsáhlejšímu tavení dost horko, pod ní jsou zase horniny udržovány v pevném stavu vysokým tlakem nadloží. Mechanismus posouvání litosférických desek na plastické astenosféře vysvětluje teorie deskové tektoniky, ke které se však vrátíme trochu později.

Poslední pevnou vrstvou zemského tělesa je **zemská kůra** (Obr. 5.18), slupka poměrně lehkých a chladných hornin mocná průměrně 40 km pod kontinenty a 10 km pod oceány – kdyby se Země zmenšila na velikost jablka, odpovídala by jeho slupka nejtlustším částem zemské kůry.

Oceánská kůra je tvořena tmavou horninou, čedičem. Tlustší pevninská kůra v nížinách dosahuje hloubky 25 km, zatímco v místech pod pohořími může dosahovat mocnosti 60 km (pod Himalájemi dokonce až 80 km).

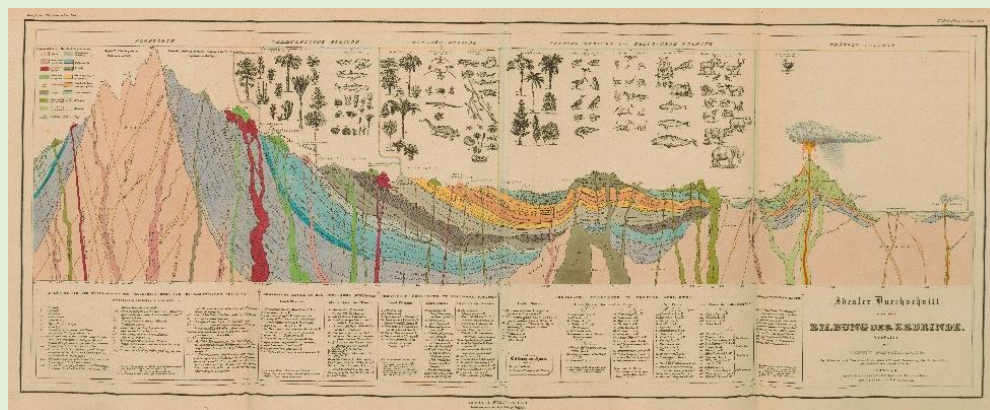


**Obrázek 5.18.** Zemská kůra (A – kontinentální kůra, B – astenosféra, C – moře, D – oceánská kůra)

Složení pevninské kůry je složitější. Spodní část je tvořena rovněž čedičovou vrstvou, kterou však překrývají horniny složením připomínající žulu, tzv. žulová vrstva. Ta někde vystupuje přímo k povrchu (u nás např. v Krkonoších a na Šumavě), jinde ji překrývá vrstva usazených hornin. V důsledku rozrůznění zemského tělesa je kůra oproti celkovému složení Země ochuzená o těžké prvky (soustředěné zejména v plášti a hlavně v jádře) a naopak obohacená o křemík, hliník, draslík, sodík, vápník apod. V porovnání se zemským jádrem a pláštěm planety je její hmotnost nepatrná. Pro nás však má kůra zásadní význam proto, že na jejím povrchu žijeme, jíme plodiny vypěstované na půdách vzniklých jejím rozkladem a čerpáme z ní všechny nerostné suroviny nutné pro rozvoj a udržení civilizace.



Podívejte se na kresbu (Obr. 5.19) zachycující příčný řez zemskou kůrou, kterou vytvořil v roce 1850 Alexander von Humboldt, německý přírodovědec a spoluzakladatel geografie.



**Obrázek 5.19.** Příčný řez zemskou kůrou na kresbě od Alexandra von Humboldta

Oceánská kůra tedy vytváří oceány a kontinentální kůra buduje kontinenty, šelfy a kontinentální svahy. Kontinentální kůra, jak již víme, je tvořena pestřejším společenstvem vyvřelých, usazených a přeměněných hornin. Minerály hojné v zemské kůře jsou živce (tvoří 50 – 60 % jejího objemu), křemen (15 %), slídy, olivíny, dále oxidy železa (magnetit, hematit) a uhličitany (kalcit). Na horniny a minerály se podíváme později.



#### Tip pro učitele:

Stavbu Země lze připodobnit k již zmíněnému jablku nebo i k slepičímu vejci (Obr. 5.20 a 5.21). Vejce lze použít jako vhodnou demonstrační pomůcku. Neuvaříte ho úplně natvrdo, poté jej rozříznete a s žáky můžete diskutovat o mocnosti jednotlivých vrstev uvnitř Země – skořápka odpovídá tenké litosféře, velké množství bílku plášti, a menší množství žloutku jádru. Žloutek bude po neúplném uvaření zároveň reprezentovat tekutost jádra.



Obrázek 5.21. a 5.22. Připodobnění Země k vejci

Vlastnosti jednotlivých vrstev lze také ověřit porovnáním syrového a uvařeného vejce. Když roztočíme uvařené vejce, bude se dlouho točit, protože je tvořeno pevnou hmotou. Syrové vajíčko se však po roztočení ihned skácí, protože je uvnitř tekuté a tření žloutku proti bílku ruší rotační energii. Něco podobného se děje i uvnitř Země. Tekuté a poloplastické vnitřní části rotují pomaleji než vnější pevná litosféra. Různé vrstvy Země tak třou o sebe navzájem. Výsledkem tohoto tření je magnetické pole Země.


#### Klíčové otázky:

- ❖ Jak jsou mocné jednotlivé vrstvy Země?
- ❖ Proč se syrové vejce netočí?
- ❖ Co je to magnetické pole Země?



## 6. PROTEROZOIKUM

Tabulka 6.I. Proterozoikum a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové
proterozoikum (starohory)		2 500	<ul style="list-style-type: none"> <li>velké zalednění</li> <li>• kadomské vrásnění</li> <li>• kyslík v atmosféře</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>měkkí bezobratlí živočichové</li> <li>• různé řasy</li> </ul> 

Již v druhé části archaika začala platit teorie deskové tektoniky, tj. mechanismus pohybu litosférických desek a jejich vzájemné podsouvání a nasouvání. V proterozoiku pokračuje chladnutí zemského povrchu, procesy tavení a přeměny hornin přecházejí do větších hloubek. V atmosféře stoupá podíl volného kyslíku, který vzniká biologickou cestou, a to rozštěpením vody při fotosyntéze. Kyslík, který byl produkován prvními sinicemi, se ve vodě rozpouštěl tak dlouho, dokud nebyla okolní moře a jezera zcela nasycena kyslíkem.



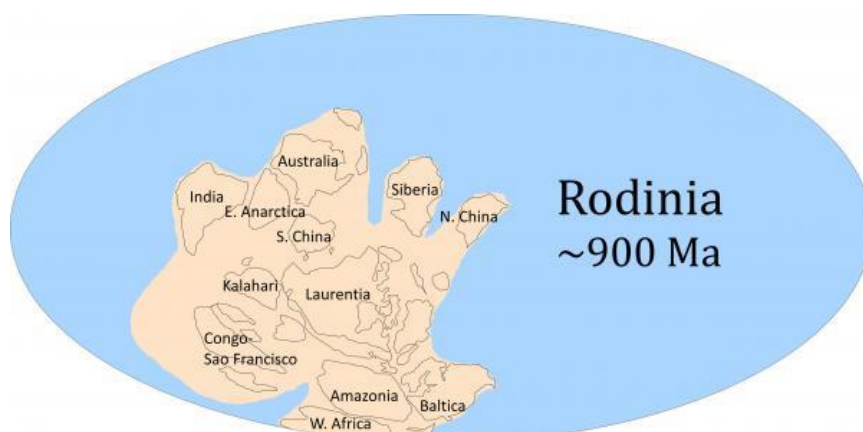
Obrázek 6.1. Páskovaná železná ruda (Austrálie)

Poté reagoval kyslík s rozpuštěným železem a vznikaly sraženiny oxidů železa. Přesycením vodních ploch se kyslíkem mohla naplnit i atmosféra, ve které jeho vyšší podíl umožnil oxidické zvětvávání zemského povrchu (svědectvím jsou tzv. páskované železné rudy známé například z území Ukrajiny (Krivoj Rog), kde tvoří významná ložiska (Obr. 6.1).

Rovněž v této době klesala kyselost mořské vody, tudíž se více usazovaly vápence, zvláště dolomity, a v suchém klimatu se usazovaly i evapority (například sádrovec či kamenná sůl).

Již ve spodním proterozoiku lze nalézt stopy kontinentálního zalednění, hlavní období zalednění bylo však až ve svrchním proterozoiku, kdy lze prokázat i několik dob ledových.

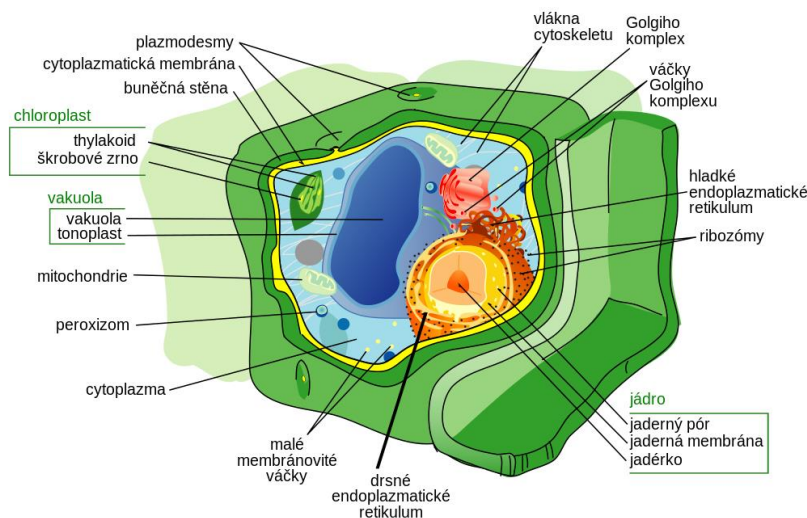
Během proterozoika proběhly v různých oblastech četné horotvorné pochody, které postupně vedly k formování štítů (př. baltský, sibiřský, kanadský, antarktický, indický, australský, brazilský, africký apod.) Každý z těchto štítů má složitou stavbu a skládá se z několika jednotek, které vznikaly postupně při různých horotvorných procesech. Předpokládá se, že jednotlivé štíty byly přiblíženy k sobě a tvořily mohutný kontinent zvaný Rodinia (Protopangea; Obr. 6.2). Tento kontinent se postupně rozpadal.



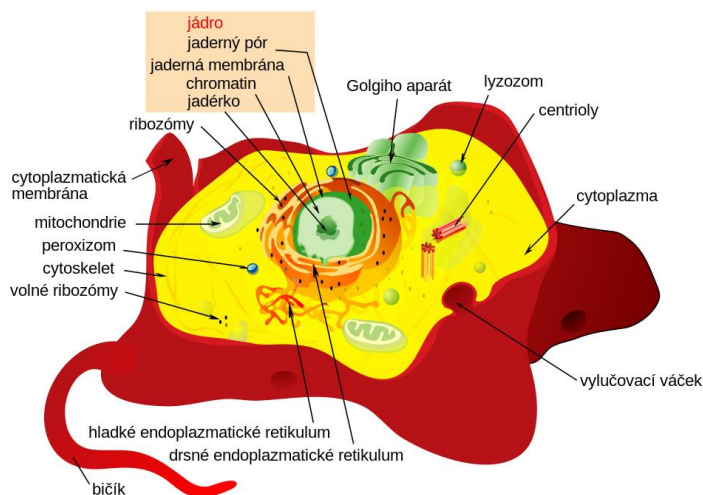
Obrázek 6.2. Rodinia

Proterozoikum spolu s vrchním archaikem jsou pro tvorbu kontinentální kůry velmi významné, neboť podle odhadů v té době vzniklo snad až 90 % zemské kůry. Z horotvorných procesů zde má význam kadomské vrásnění, které mělo v období proterozoika zásadní vliv na utváření superkontinentu Gondwany, jehož kadomsky postiženému okraji patřily i celky proterozoických hornin zachovaných na našem území. Z období proterozoika známe již velké množství usazených hornin. Díky nim můžeme pochopit důležité děje ze dvou hledisek. Jednak z jejich minerálního složení lze poznat změny ve složení atmosféry, za druhé obsahují četnější a lépe zachované již zmíněné zkameněliny dokládající dřívější projevy života.

Atmosféra s obsahem kyslíku zcela změnila podmínky života na Zemi a umožnila vznik organismů „poháněných“ jinými chemickými reakcemi než dříve. Proterozoikum je obdobím rozvoje mikroorganismů. Kolonie bakterií vytvářely na svém povrchu karbonátové povlaky, čímž vznikaly, podobně jako v archaiku, struktury označované jako stromatolity. Z proterozoika pokračoval vývoj jednobuněčných organismů, zejména řas, které vytvářely i složitější tvary. Je však pravděpodobné, že mikroorganismy kolonizovaly i souše a podílely se na procesech zvětvování již před dvěma miliardami let. První organismy s odděleným jádrem (eukaryotní) známe už z mladšího proterozoika a z nich se odlišily buňky rostlinné (Obr. 6.3), živočišné (Obr. 6.4) a možná i další, nám dosud neznámé.



**Obrázek 6.3.** Eukaryotní rostlinná buňka



**Obrázek 6.4.** Eukaryotní živočišná buňka





S rostlinnou a živočišnou buňkou jste se již setkali. Dokázali byste říci, v čem se jednotlivé buňky liší? Pokud si nejste příliš jisti, tak můžete jako nápovědu využít obrázky s nákresem jejich stavby.

Zkameněliny mnohobuněčných organismů známe teprve ze svrchního proterozoika, z období po velkém zalednění. Jejich společenstvo bylo poprvé popsáno z jihovýchodní Austrálie a podle lokality Ediacara označeno jako ediacarská fauna (Obr. 6.5). Tyto organismy měly pevné schránky (rohovité) a jejich těla se zachovala pouze jako otisky v mořských sedimentech. Většina vědců se domnívá, že jde o první zástupce kmenů, které se teprve později rozvinuly (láčkovci, kroužkovci, členovci apod.).



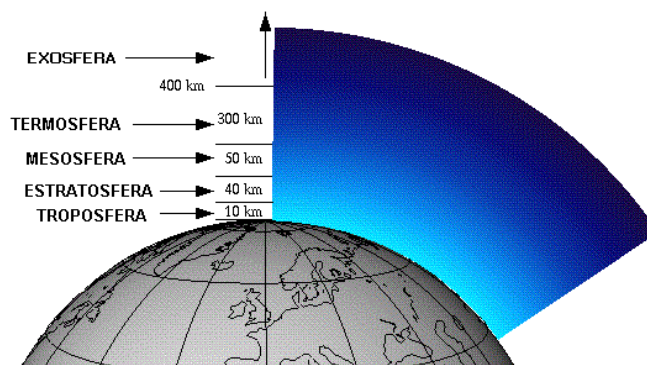
Obrázek 6.5. Ediacarská fauna

Z dosud žijících kmenů byly ve svrchním proterozoiku zjištěny mořské houby (Obr. 6.6 a 6.7). Tento rozmach živočištva nastal díky vyšší koncentraci kyslíku v atmosféře, která dosahovala několika desítek procent současného stavu. Živočiškové ediacarského typu nebo jejich ojedinělí zástupci jsou dnes známí z Kanady, Sibiře nebo Číny. U nás nebyli zatím nalezeni, což může být způsobeno nepříznivým klimatickým podmínkám, které na našem území panovaly, zejména velmi chladné počasí.



Obrázek 6.6. a 6.7. Zástupci mořských hub

Atmosféra tedy vzdušný obal Země, který má velký vliv na utváření života. Sahá do výšky několika stovek kilometrů nad zemský povrch a můžeme v ní rozlišit jednotlivé vrstvy (Obr. 6.8).



Obrázek 6.8. Jednotlivé vrstvy atmosféry a jejich mocnost



Dokážete říci, jaké je složení vzduchu, včetně přibližného procentuálního zastoupení jeho hlavních složek?



Obrázek 6.9. Svrchní vrstvy atmosféry

Vzduch obsahuje plyny (Obr. 6.9) – kyslík, dusík, oxid uhličitý, dále i vodní páru a další součásti.

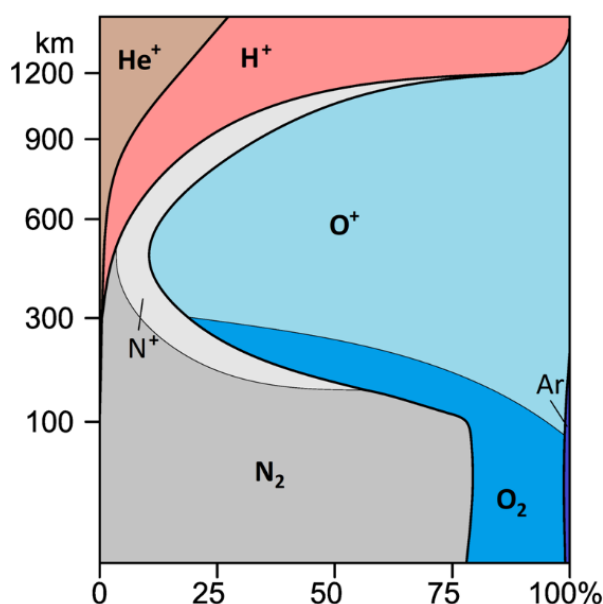
A jak atmosféra vznikla? Plyny uvolňované ze zemského nitra vytvořily prvotní atmosféru z oxidu uhličitého, dusíku, vodní páry, metanu a amoniaku, z kondenzující vodní páry časem vznikly první řeky, jezera a oceány. Atmosféra se proměňovala (viz text výše). Postupně v atmosféře přibývalo kyslíku a planeta se díky tomu stala obyvatelnou.



#### Aktivita 5: Porovnej zastoupení plynů v atmosféře.



Podívejte se na následující graf (Obr. 6.10) a zkuste vyvodit a vysvětlit, co tento graf vypovídá o složení atmosféry.

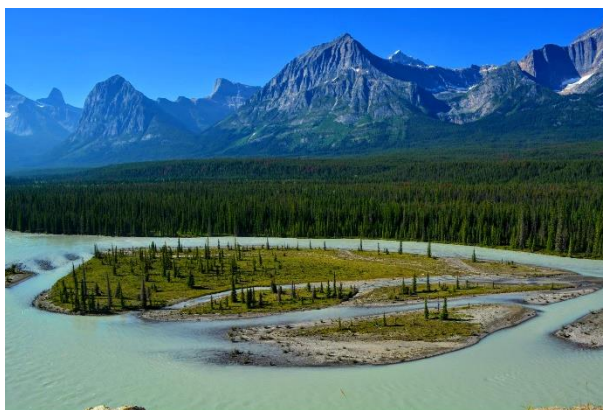


Obrázek 6.10. Složení atmosféry

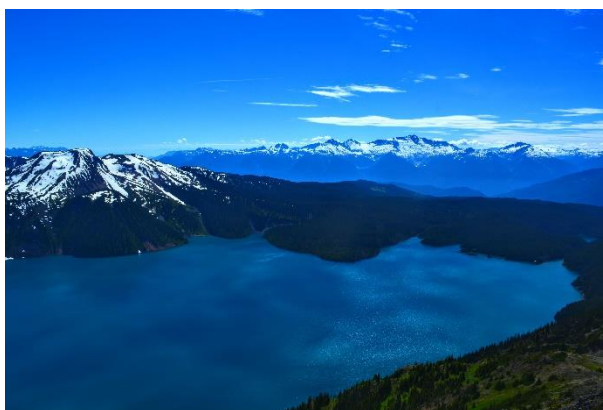
Podobně jako atmosféra je i voda důležitou, možná i důležitější, složkou při tvorbě a vývoji života. Jak se ocitla voda na Zemi? Spekuluje se, že dopadající komety a podobná ledová tělesa přinesla na Zemi většinu vody. Poté, co velké bombardování zemského povrchu na prahu archaika ustalo, začal zemský povrch chladnout. Došlo k vytvoření prvotní atmosféry i vody. Život vznikl, jak už víme, před 4 mld. let v oceánech a ty jsou dosud nenahraditelným prostředím pro život mořských rostlin a živočichů. Oceány obsahují mnoho vody, jsou velmi rozlehlé a hluboké. Nejčastěji dosahují hloubky kolem 4 km (nejhlubší místa až 11 km).



Části oceánů označujeme jako moře. Na pevnině můžeme nalézt vodu v různých podobách a skupenstvích. Kapalná se vyskytuje nejen na povrchu, například v řekách (Obr. 6.11) a jezerech (Obr. 6.12), ale i pod povrchem jako půdní voda a podzemní voda. V pevném skupenství, ve formě ledovců (Obr. 6.13), je shromážděno nejvíce vody na pevnině. Voda se vyskytuje i v plynném skupenství v podobě vodní páry, která je složkou vzduchu. Vodní pára se v oblacích sráží a mění se na pevné nebo kapalné skupenství. Poté padá na povrch v podobě sněhu nebo deště. Tento jev se nazývá srážky, které jsou zdrojem vody pro rostliny a živočichy na pevnině. Můžeme to připodobnit ke květině v květináči, kterou máte určitě doma nebo ve třídě. Pokojová rostlina nemůže přijímat srážky z venku, proto ji zaléváte. Voda se nejprve vsákne do zeminy v květináči jako voda do mycí houby a přebytečná voda odteče do misky. Rostlina nejprve využívá vodu v zemině, až po vyčerpání sáhne do zásob v misce. Podobné je to i v přírodě, kde přebývající voda, která se už do zeminy a propustných hornin „nevejde“, se hromadí jako podzemní voda na vrstvě nepropustných hornin. Zemská kůra se tedy podobá obří mycí houbě nasáknuté pomalu proudící vodou, kterou si horniny neustále vyměňují s atmosférou a povrchovými vodními toky a nádržemi. Při průchodu horninovým prostředím se voda pročišťuje od nečistot a zároveň mineralizuje rozpuštěnými nerostnými látkami. Někdy se může stát, že se voda např. při přívalových deštích nestíhá vsakovat.



Obrázek 6.11. Bow River (Alberta, Kanada)



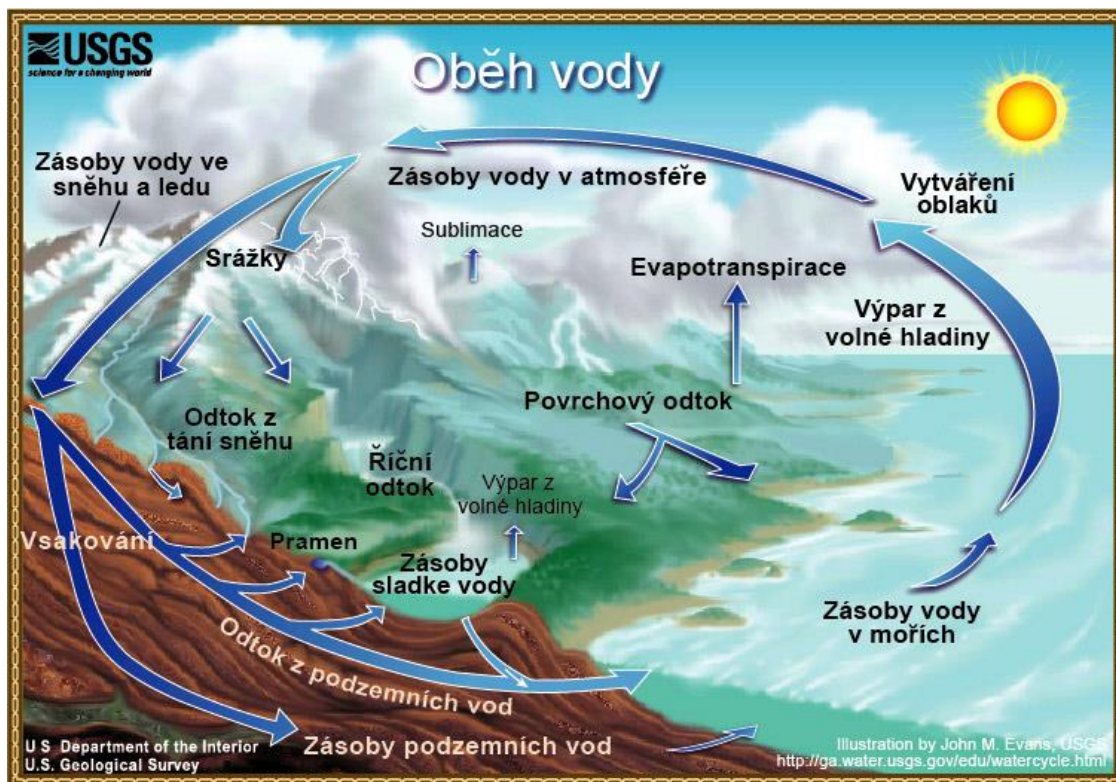
Obrázek 6.12. Garibaldi Lake (British Columbia, Kanada)



Obrázek 6.13. Aletschský ledovec (Švýcarsko)

Poté tedy odtéká po povrchu do řek a jezer a při tom rozrušuje a mění povrch krajiny. Podzemní voda se dostává nahoru prameny, jiným případem jsou tzv. artézské prameny, které vznikají, když je voda uzavřena mezi dvě prohnuté vrstvy nepropustných hornin, což vede k natlakování artézské vody. V případě navrtání nadložní nepropustné vrstvy voda samovolně vytéká nebo dokonce stříká na povrch.

Každá rostlina i živočich potřebují pravidelný příjem vody (i když některé malé množství – např. kaktusy, které mají různé modifikace k udržení vody). Z organismů se část vody vypařuje do vzduchu. Vždyť to znáte sami, když se v létě potíte. Nejvíce vody se vypařuje přímo z povrchu – z misky květináče, z jezer, z řek, a zejména z oceánů. Voda na Zemi je v neustálém oběhu, kterému říkáme oběh vody (Obr. 6.14). Nejdůležitější součástí oběhu na Zemi jsou srážky a vypařování. Voda se pohybuje podobně jako ve vašem květináči.



Obrázek 6.14. Koloběh vody



### Aktivita 6: Koloběh vody a rozložení vody na Zemi.

Voda je nejen nezbytnou podmínkou existence všech známých forem života (lidské tělo je tvořeno ze 70 % vodou), ale i základní surovinou veškeré zemědělské a průmyslové výroby, takže množství spotřeby vody je obrovské, když k tomu připočteme i spotřebu vody v domácnostech. Žízeň po vodě stoupá se zvětšující se populací. Odhaduje se, že za poslední století se spotřeba vody zvýšila šestinásobně a že roku 2050 bude nedostatkem kvalitní vody trpět až 7 miliard osob, pokud se nezavedou určitá opatření. Vodní zdroje jsou na Zemi rozmístěny velmi nepravidelně a už dnes mají velký význam, do budoucna se očekávají i mezinárodní spory o vodu.

Při pohledu z vesmíru se může zdát Země díky modři oceánů jako vodní planeta. Z celkového množství vody je v hydrosféře více než 98 % vázáno v oceánech a ledu. Člověku dostupná sladká voda tvoří jen nepatrnou část hydrosféry (cca 0,015 %), kdy mezi hlavní zdroje patří vodní toky a podzemní zásoby.



Je podle Vás více vody ve všech jezerech a řekách na světě, nebo pod zemským povrchem? Tipněte si, kde a kolikrát je více vody, a najděte správnou odpověď!



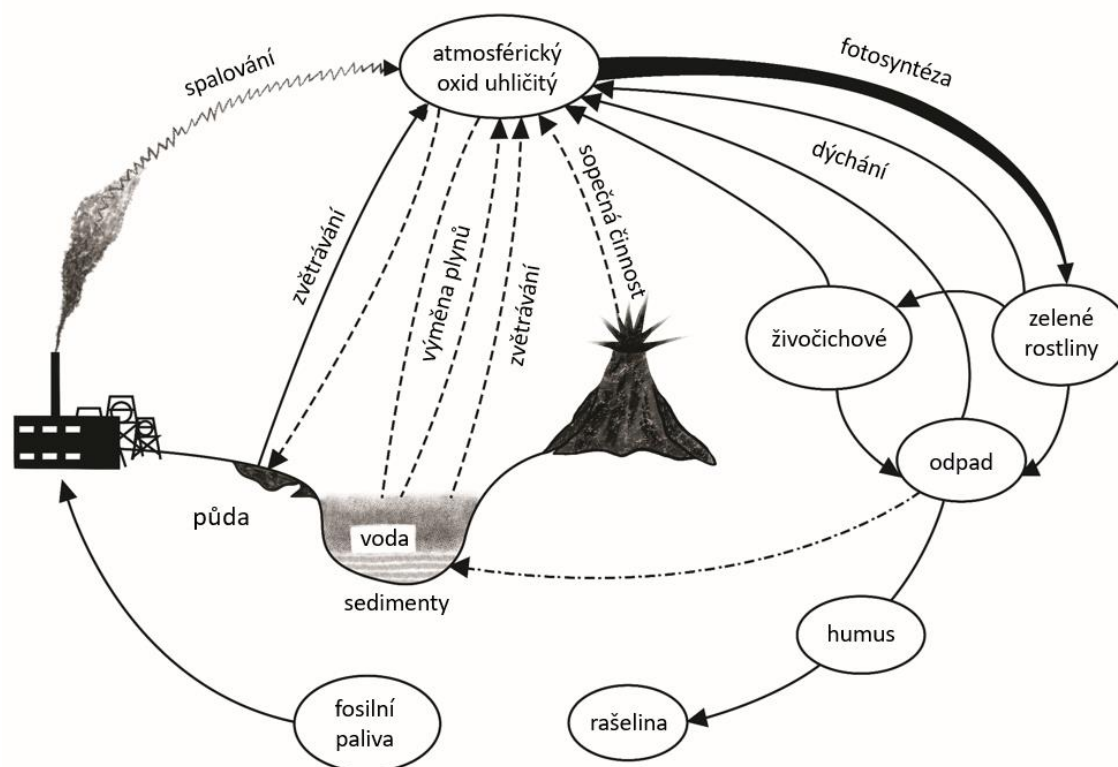
**Video na YouTube: Paxi a koloběh vody.**  
(délka: 4:07, Evropská vesmírná agentura – ESA)



**Video na YouTube: NEZkreslená věda: Voda.**  
(délka:11:31, NEZkreslená věda)



Všechny uhynulé rostliny a živočichové se dostávají do půdy, kde jsou pomocí organismů zvaných rozkladači rozloženy. Je tedy patrné, že mezi neživou a živou přírodou probíhá koloběh látek a tok energie. Můžeme to vidět nejen na koloběhu uhlíku (Obr. 6.15). Pletiva rostlin a tkáně živočichů obsahují minerální látky, které se po jejich smrti vracejí do prostředí (část se jich už uvolňuje i během života, např. při buněčném dýchání). Živočichové sežerou rostliny, po uhynutí jsou rozloženy a látky jdou do půdy. Uhlík se uvolňuje i při zvětrávání půdy a hornin. Vliv na oběh uhlíku má i spalování fosilních paliv.



**Obrázek 6.15.** Koloběh uhlíku v přírodě

Důležitý je také koloběh fosforu. V lidském těle se fosfor nachází v zubech a v kostech, dále také v buněčných membránách, nukleových kyselinách a ve sloučenině ATP (= adenosintrifosfát, který se účastní přenosu energie). Fosfor se z odumřelých těl uvolňuje do vody, putuje až do moře. V moři se stává součástí usazenin, které jsou poté zpevněny, vyvrátněny a zvětrávají. Fosfor je v rozpustné formě přijímán rostlinami a rostliny požívají živočichové. A máme tu opět uhynulé živočichy.

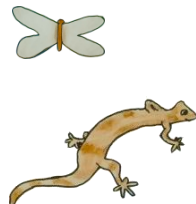
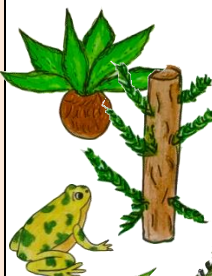
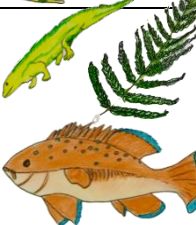


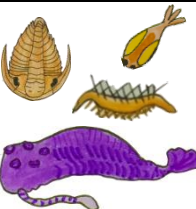
Dalším koloběhem je koloběh síry. Síra je součástí mnoha hornin, vodstva i atmosféry. Z oceánů se dostává do hornin např. jako pyrit nebo sádrovec. Kvůli sopečné činnosti se dostává do atmosféry, podobně i spalováním uhlí a ropy jako oxid siřičitý. Ten se z atmosféry vrací na zem, kde reaguje se součástkami hornin a půd.



Zkuste popřemýšlet nad tím, jaký vliv má koloběh uhlíku a síry (resp. výskyt oxidu uhličitého a oxidu siřičitého) na klima na Zemi?

## 7. PALEOZOIKUM

Tabulka 7.I. Paleozoikum a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové	
paleozoikum (prvohory)	perm	298	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superkontinent Pangea</li> <li>• pokračující zalednění z karbonu</li> <li>• zarovnání variského horstva</li> <li>• vysušování klimatu, vznik obřích pouští</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• savcovití plazi, rozšířený okřídlený hmyz, vymírání trilobitů</li> <li>• nejrozsáhlejší vymírání v historii života Země</li> </ul>	
	karbon	354	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superkontinent Pangea</li> <li>• postupné ochlazení a opakované rozsáhlé zalednění</li> <li>• variské (hercynské) vrásnění</li> <li>• černé uhlí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cykasy, plavuně, přesličky, kapradiny</li> <li>• 1. jehličnany</li> <li>• vznik plazů, dominantní obojživelníci</li> </ul>	
	devon	415	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teplé a suché klima</li> <li>• vyvrásnění variského horstva, počátek utváření Českého masivu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostnaté ryby</li> <li>• 1. obojživelníci a hmyz</li> </ul>	
	silur	440	<ul style="list-style-type: none"> <li>• celosvětové oteplení</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozmanitost bezčelistnatých ryb, 1. čelistnaté ryby, měkkýši</li> <li>• 1. cévnaté rostliny</li> </ul>	
	ordovik	490	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teplé klima, na konci ordoviku rychlé ochlazení a rozsáhlé zalednění</li> <li>• kaledonské vrásnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hojné mořské řasy</li> <li>• osídlení země rostlinami a členovci</li> </ul>	
	kambrium	545	<ul style="list-style-type: none"> <li>• velmi teplé klima</li> <li>• doznívá kadomské vrásnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kambrická exploze (vznik většiny moderních kmenů živočichů)</li> <li>• trilobiti, vznik schránek, koráli</li> </ul>	



Paleozoikum trvalo cca 300 milionů let, lze jej rozdělit na starší (kambrium, ordovik, silur a devon) a mladší paleozoikum (karbon a perm). Paleozoické usazeniny a vyvěřeliny jsou zachované v nepřeměněné podobě na mnoha místech světa. Usazeniny jsou často zpevněné a zvrásněné, zpravidla obsahují zkameněliny. Jedná se o nejrůznější typy hornin. Například v oblastech s teplým klimatem se často usazovaly vápence, naopak v chladnějších oblastech pískovce a jílové břidlice. V močálech mladšího paleozoika vzniklo černé uhlí.



Obrázek 7.1. Černé uhlí

Uhlí (Obr. 7.1) patří mezi fosilní paliva a vzniklo složitou přeměnou odumřelé rostlinné i živočišné hmoty za nepřístupu vzduchu. Dále působil i tlak nadloží. Je v něm, podobně jako v ostatních fosilních palivech (ropa, zemní plyn), v podstatě uskladněná energie slunečních paprsků, díky nimž rostla vegetace dávných rašelinišť a bažin.

Uvádí se, že k vytvoření metrové sloje (vrstvy) černého uhlí se musela nahromadit až třicetimetrová vrstva rašeliny a přesliček. Sloje černého uhlí mají paleozoické nebo mesozoické stáří (sloje na českém území jsou z paleozoika, z karbonu), hnědé uhlí je většinou mesozoické (křídové) nebo terciární (u nás terciární).

Jak je z předchozího odstavce zjevné, tak můžeme rozlišovat různé typy uhlí, které se výrazně liší úrovní prouhelnění, výhřevností, ale také svým stářím (Tab. 7.II).

Tabulka 7.II. Typy uhlí a jejich využití (upraveno z Chvátal, 2014)

		Typ uhlí	Použití
Zvyšující se stáří	↑	antracit	energetika
Zvyšující se prouhelnění		černé uhlí	energetika, chemická surovina
Zvyšující se výhřevnost		hnědé uhlí	energetika, chemická surovina
		lignit (rašelina)	energetika zemědělství, zahradnictví, lázeňství, filtrace



Věděli byste, zda se na našem území těží všechny typy uhlí prezentované v tabulce výše? Znáte případně nějaké lokality, kde taková těžba probíhá?

Těžba a dobývání uhlí může probíhat různým způsobem, hlubinným nebo povrchovým. Vždy je však tento proces spojen s velkými zásahy do krajinného rázu (Obr. 7.2). Po ukončení těžby by měla nastoupit takzvaná rekultivace, to je snaha zahladit tyto zásahy do krajiny. V Podkrušnohoří je jedním ze způsobů rekultivace zatopení těžebních jam a vytvoření umělých jezer (Obr. 7.3).



Obrázek 7.2. Těžba hnědého uhlí (Sokolovsko)



Obrázek 7.3. Rekultivace krajiny po těžbě

K oblastem významným pro studium paleozoických hornin patří část Českého masivu zvaná Barrandien (leží zhruba mezi Prahou a Plzní, Obr. 7.4). Tato oblast je pojmenována po francouzském paleontologovi Joachim Barrandovi, který ji probádal a dlouho se věnoval jejímu paleontologickému výzkumu. Můžeme zde nalézt zachované nepřerušované vrstvy velké části paleozoika s velkým množstvím zkamenělin. Joachim Barrande zajistil Českému krasu světovou slávu.



Obrázek 7.4. Oblast Barrandienu

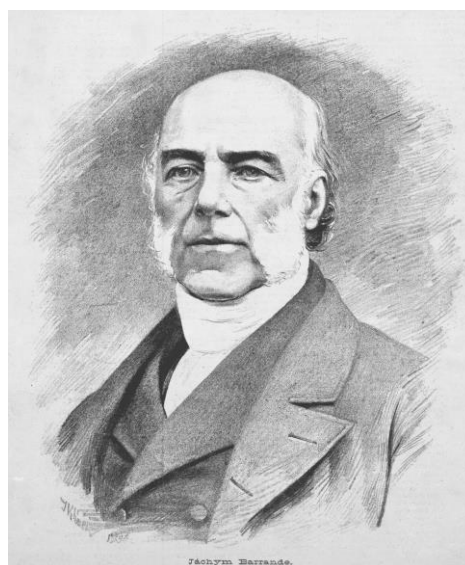


Joachim Barrande (Obr. 7.5.) měl k Čechám velmi vřelý vztah, naučil se dokonce i česky, což se projevovalo i v názvech některých z nově pojmenovávaných druhů.

### JOACHIM BARRANDE

- ❖ 18. – 19. století
- ❖ francouzský inženýr a paleontolog
- ❖ celosvětově známý vědec díky svému průzkumu geologických zkamenělin z období paleozoika ve středních Čechách
- ❖ pojmenována podle něj oblast (Barrandien) a čtvrť v Praze (Barrandov)

Matka Jana Nerudy pracovala u Joachima Barranda jako služebná, takže se tito dva významní muži dobře seznámili. Vypráví se, že Barrande četl i některé z Nerudových prvních děl. Zároveň se ho ale snažil přivést k zajímavější činnosti: „Víte, básně psát, to není nic pro váš národ. Třeba Vám budou kamarádi přijíjet, ale chcete-li svému národu opravdu prospět, zanechte veršů a věnujte se vědě.“



Obrázek 7.5. Joachim Barrande



### Aktivita 7: Poznej více příběh Joachima Barranda.

Paleozoikum je význačné obrovským rozvojem vyšších rostlin a bezobratlých živočichů, později i ryb a obojživelníků. Rozvíjely se celé ekosystémy a postupně byla osidlována nová prostředí, což je důvodem, proč je toto období někdy nazýváno jako **kambrická exploze života**. Lze říci, že od tohoto období se život ve své rostlinné i živočišné linii rozvíjel obecně od jednodušších ke složitějším organismům, ale pestrost z hlediska kmenů organismů zůstala již téměř beze změn.

Počátkem paleozoika se vyskytovala složitější společenstva mnohobuněčných organismů pouze na dně mělkých moří, v jiných prostředích byly velmi jednoduché ekosystémy, nebo život zcela chyběl. Koncem paleozoika byly již bohatě osídleny i oceánské vody, usazeniny na dně moří, jezera, řeky a souše. Vytvořil se půdní pokryv, což mělo obrovský význam pro rozmanitost života na souši.

Nejsvrchnější částí povrchu je **půda** (vytvářející **pedosféru**), což je složitá směs anorganické a organické hmoty, v níž se protínají živá a neživá složka přírody. Půda obsahuje minerály, horniny, organickou hmotu, vodu, a vzduch. Půdy mají velký význam pro suchozemské organismy, protože jsou růstovým prostředím rostlin, které jsou zase potravou živočichů. Půda je velmi cenná. Dříve se myslelo, že největším nerostným bohatstvím každého státu jsou ložiska ropy a zlata. Dnes ale víme, že tím nejcennějším je půda, voda a vzduch, protože ty při správném zacházení můžeme využívat věčně, na rozdíl od ložisek, které se přece jenom jednou vyčerpají. Navíc by se mohlo zdát, že na vzrůstu hospodářského úspěchu států jako jsou USA či země západní Evropy, měly vliv moderní technologie. Ale ne, úspěch získaly na základě rozvinutého zemědělství. Ale proč? Zemědělství vyrábělo nejen levné potraviny, ale také díky němu byl uvolněn dostatek pracovních sil pro rozvíjející se průmysl.

Půdy se vytváří na různém horninovém podkladu a v různých klimatických podmínkách. Vznikají díky zvětrávání různě odolných minerálů a hornin, které tvoří litosféru. Tvorba půdy je dlouhodobý proces (1 cm půdy se tvoří přibližně 50 – 200 let). Typický půdní profil se skládá ze tří horizontů, které se směrem dolů označují písmeny A, B, C (Obr. 7.6). Horizonty se vytvářejí při vzniku půdy. Čím je půda vyzrálejší, tím jsou horizonty četnější a lépe vyvinuté. Horizonty se vytváří najednou a vytváří tak půdní profil (Obr. 7.7). Půda je výsledkem působení pěti půdotvorných činitelů:

### 1) Matečná hornina (= substrát)

Pískovce obsahující více méně jen křemen špatně zvětrávají a vytváří jen tenké půdy. Oproti tomu sopečné horniny zvětrávají velmi dobře a vytváří při něm velké množství jílových minerálů a látek potřebných pro růst vegetace.

### 2) Utváření terénu

V údolích řek dochází k hromadění materiálů a vznikají mocné, úrodné půdy. Naproti tomu na svazích dochází následkem splachů ke vzniku málo mocných půdních horizontů. Roli hraje také orientace svahů ke světovým stranám, kdy je ovlivňována teplota půdy a také výpar vody. Jižní svahy bývají teplejší a dochází zde k většímu výparu vody, tím jsou svahy sušší a půdotvorný proces probíhá pomaleji.

### 3) Život

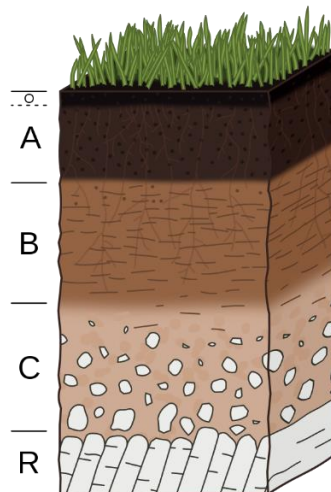
Půda obsahuje mikroorganismy, které vstupují do mnoha reakcí – vážou vzdušný dusík, uvolňují oxid uhličitý, zpracovávají fosforečnany či vytvářejí slizovité látky tmelící částičky půdy a zabraňující tak erozi.

### 4) Klima

Úrodnost půdy ovlivňuje teplota, množství srážek a poměr srážek a výparů. Neúrodnější jsou půdy středního klimatického pásma. Půdy na území České republiky jsou velmi kvalitní. Patří do pásu, který sahá od Německa přes střední Evropu až do Ruska a Číny. Naopak v tropech je intenzita zvětrávání velmi vysoká a tvoří se mocné, obvykle rudé půdy, které ale obsahují málo humusu. Vliv mají i monzunové deště, které vymývají velké množství látek potřebných pro růst. Tropické půdy jsou proto velmi rychle vyčerpávány, neboť chemické reakce probíhají při vyšší teplotě rychleji.

### 5) Čas

Mladé půdy jsou málo výživné, starší půdy mají oproti tomu výraznější půdní horizonty.



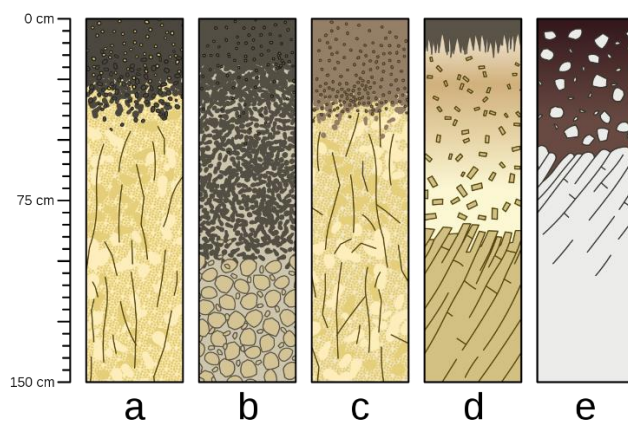
**Obrázek 7.6.** Půdní horizonty:  
O – organická hmota;  
A – humusový horizont; B – spodní anorganický horizont; C – podložní hornina; R – matečná hornina



## TYPY PŮD

Půdy můžeme dělit podle obsahu jílových minerálů (půdy písčité, hlinité, jílovité), což je vlastnost důležitá pro zemědělství. Další způsob je podle barvy a složení (Obr. 7.7):

- ❖ **Černozem** je velmi úrodná půda vyskytující se hlavně v nížinách. Černou barvu způsobuje humus, který je směsí organických látek vzniklých rozkladem odumřelých těl organismů. Časté jsou pro stepi (ruské stepi, severoamerické prémie a jihoamerické pampy). Jsou velmi vyzrálé a dobře propustné.
- ❖ **Hnědé půdy** patří mezi nejrozšířenější typ na našem území. Jedná se o středně těžké půdy, které při dostatečném hnojení poskytují dobrou úrodu.
- ❖ **Podzoly** jsou méně úrodné půdy. Obvykle se jedná o kyselé půdy vyšších poloh a chudých matečných hornin. Vznikly pod jehličnatými, zejména smrkovými lesy. V půdním profilu se uvolňuje železo a hliník, které se usazují v jeho spodní části, a probíhá podzolizace.
- ❖ **Ostatní půdy**. Například sopečný popel vyvržen při erupci vulkánu je bohatý na minerální látky, dobře váže fosfor využitelný rostlinami a zdržuje vodu. Má tedy v půdě řadu dobře zemědělsky využitelných vlastností, ale tyto půdy jsou náchylnější k erozi.



**Obrázek 7.7.** Schémata půdních profilů vybraných půdních typů: a – černozem, b – kambizem, c – hnědozem, d – podzol, e – rendzina

Procesy ohrožující půdu a způsoby péče o půdu:

- 1) **Plošná eroze** je skrytou a pozvolnou erozí. Působí při deštích, kdy je odnášena svrchní část půdy (Obr. 7.8). Jednou z možností nápravy, aby nedošlo k vymývání, je zavést menší pole oddělená mezemi, další je orat po vrstevnicích, a ne po svahu dolů. Řešením může být také nesetí plodin jako kukuřice a brambory, které díky svému řádkování erozi pomáhají.
- 2) **Hlubková eroze** vede ke vzniku stružek a její náprava je obdobná jako u plošné eroze.
- 3) **Znečištění a kyselé deště** mají velký vliv. Půdy jsou znečišťovány zejména nadměrným užitím syntetických hnojiv proti škůdcům (pesticidy). U málo mocných půd způsobují velké nebezpečí kyselé deště, které jednak vyluhovávají a vymývají živiny potřebné pro růst plodin, a jednak rozkládají jílové minerály za vzniku hydroxidů hliníku, které oslabují například stromy. Právě poškození lesních půd kyselými dešti je jednou z příčin lesních kalamit.



**Obrázek 7.8.** Eroze podpořená nesprávnou orbou



- 4) **Vliv těžké techniky** (traktory a další zemědělské stroje) udusávají půdu a tím snižují její pórovitost. Půda poté pojme menší množství vody a hnojiv. Nápravou může být samozřejmě užití méně těžké techniky nebo si i částečně poradí i příroda sama. Během velkých mrazů dochází k růstu ledových krystalků v půdě, a tak k jejímu prokypření.
- 5) **Nová výstavba** ubírá půdu, která by sloužila k produkci potravin a energetických surovin.

Člověk tedy zasahuje do půdotvorného procesu významným způsobem, například orbou, hnojením, kácením stromů, osevními postupy, stavbou apod. Na ochranu půd existují tzv. pachtovní smlouvy. Jejich náplní je vést vlastníky k zodpovědnému hospodaření s půdou jako těžko obnovitelným přírodním zdrojem. Nejprve se posoudí výchozí stav a následně případné změny vlastností půdy při jejím pronájmu (propachtování) soukromým osobám i zemědělským družstvům. V případě nedodržení požadavků a poškození půdy jsou stanoveny pokuty.



### **Aktivita 8: Poznejte půdy ve vašem okolí.**



Jak nazýváme soubor organismů žijících v půdě? Dokážete vyjmenovat některé organismy, které žijí v půdě? Jakým způsobem tyto organismy půdu ovlivňují?

Již na počátku paleozoika (v kambriu) se objevili zástupci všech hlavních živočišných kmenů – mořské houby, koráli, žahavci, ramenonožci, měkkýši, členovci (např. trilobiti, štíři) či ostnokožci. Hojně byly například lilijice, živočichové žijící přisedlí na dně, kteří byli podobní rostlinným květům – Obr. 7.9 a 7.10). Byl zaznamenán výskyt i nejstarších strunatců.

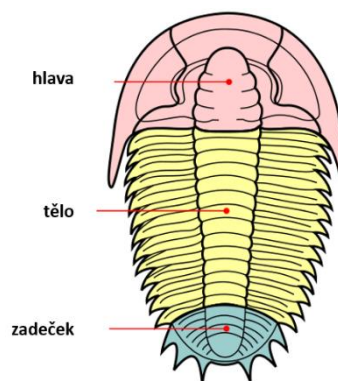


**Obrázek 7.9.** Lilijice (fossilie)



**Obrázek 7.10.** Současně žijící lilijice

Rozšíření jednotlivých skupin ale trvalo většinou velmi dlouho. Kambriu dominují trilobiti. Trilobiti byli (vymřeli v permu) členovci žijící při dně, v pozdější části paleozoika byli hlubokovodní. Spíše se pohybovali kráčením (měli dvouvětevné nohy se žábami) než plaváním. Tělo se skládalo z hlavy a ze třech podélných laloků, které byly děleny na hrud' a zadeček (Obr. 7.11). Od stavby těla je odvozen i jejich název – z latinského *tres* = tři a *lobus* = lalok. Dorůstali velikosti od 1 milimetru až po 90 centimetrů. Některé druhy měly oči, jiné byly slepé. Před nepřitelem se stáčeli do klubíčka. Jejich nepřáteli dost často byli hlavonožci nebo dravé ryby. Celkově bylo dodnes popsáno více než 17 000 druhů trilobitů (Obr. 7.12).



**Obrázek 7.11.** Stavba těla trilobita

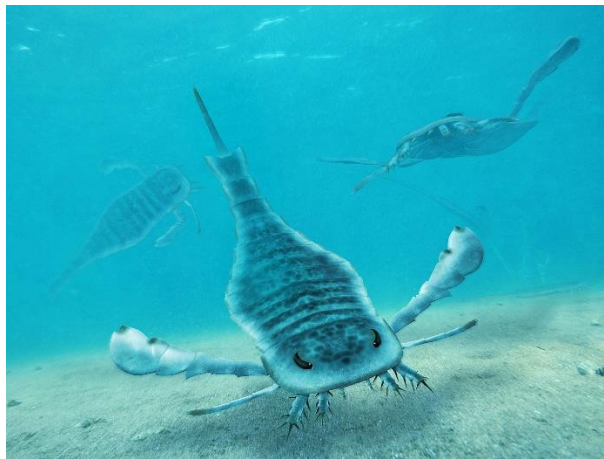


**Obrázek 7.12.** Fosilie trilobita



**Obrázek 7.13.** Loděnka hlubinná

Od ordoviku do konce paleozoika byli velmi hojní loděnkovití hlavonožci (Obr. 7.13), vzdáleně podobní dnešním sépiím, s kuželovitými nebo stočenými schránkami. Hojně byly mořské řasy a země byla osídlena rostlinami. Již od siluru se v ekosystémech (Obr. 7.14) objevovali bezčelistnaté ryby, první čelistnaté ryby, graptoliti, měkkýši a časně cévnaté rostliny. Od devonu byly hojně kostnaté ryby, poté i první obojživelníci a hmyz.

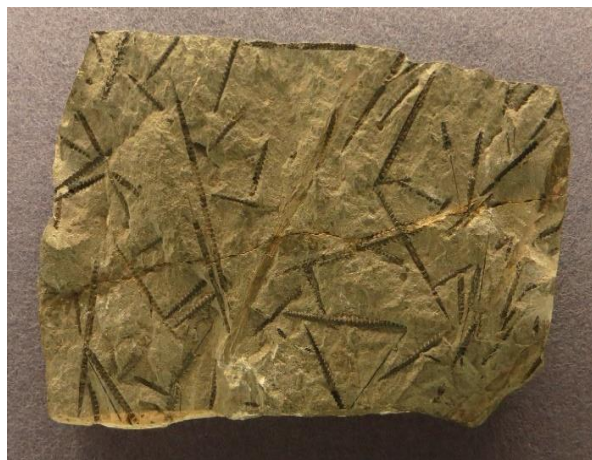


**Obrázek 7.14.** Možný vzhled dna silurského moře

Graptoliti jsou řazeni mezi polostrunatce a vytvářeli drobné keříčkovité kolonie volně plovoucí při hladině moře (Obr. 7.15 a 7.16). Představují již vymřelou skupinu organismů, ale jejich význam spočívá zejména v tom, že je lze často využívat k datování nalezených vzorků.



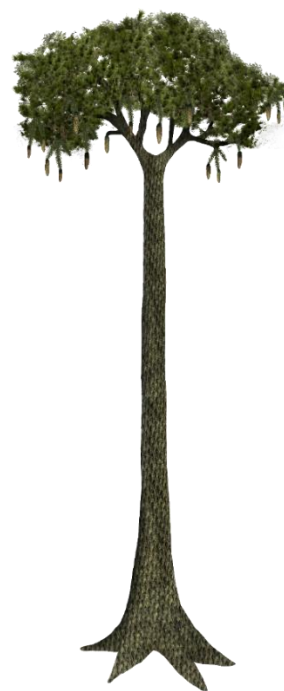
**Obrázek 7.15.** Fosilie graptolitů (Hamilton, Ontario, Kanada)



**Obrázek 7.16.** Fosilie graptolitů z oblasti Barrandienu (snímek z muzea ve Frankfurtu nad Mohanem)



Karbon je typický výskytem prvních jehličnanů, cykasy, stromovitými plavuněmi (Obr. 7.17 a 7.18), přesličkami a kapradinami. Teplé a vlhké klima a zvýšený obsah oxidu uhličitého, způsobený sopečnou činností, umožnil těmto rostlinám rozvoj. V důsledku teplého klimatu a tím způsobenému nedostatku vody se koncem paleozoika někteří živočichové přizpůsobili životu v sušších oblastech. Na základě toho dochází ke změnám ve stavbě těla i ve způsobu života. Vyvíjí se první plazi, jejich úplný přechod na souš je významným pokrokem ve vývoji organismů. Tomuto období dominují obojživelníci.



Obrázek 7.17. a 7.18. Plavuň rodu *Lepidodendron*

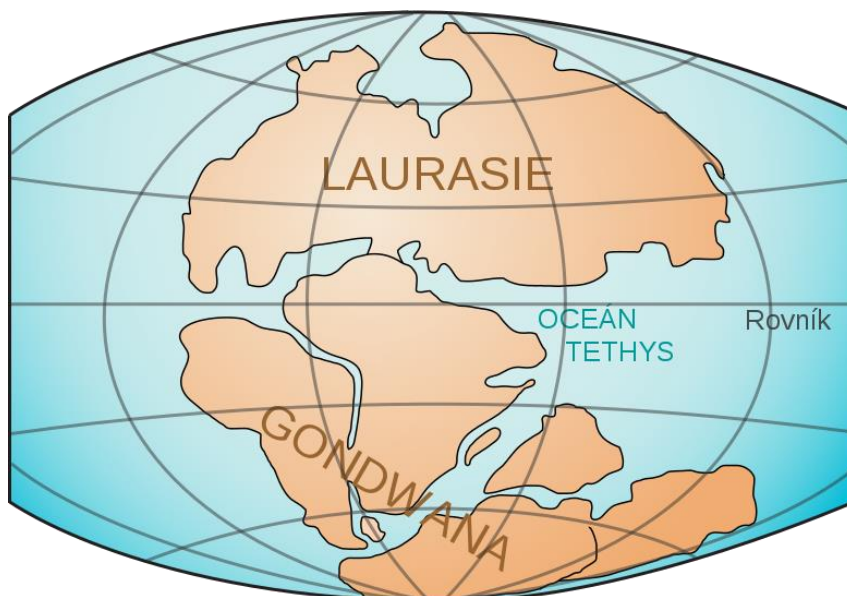
V permu se rozšiřují savcovití plazi a okřídlený hmyz (Obr. 7.19). Nastává nejrozsáhlejší vymírání v historii života Země, vymírá velké množství skupin živočichů (s nimi i trilobiti).

Toto nebylo jediné hromadné vymírání, další větší bylo uprostřed paleozoika. Kromě těchto velkých známe i vymírání drobnější, jejichž příčinou dost často byly změny podnebí posunem kontinentů a vyvrátněním horstev, dále např. i zdvihy a poklesy mořské hladiny nebo srážky Země s velkými meteority. Paleozoikum bylo celkově provázáno výkyvy teplot a chemického složení atmosféry. Teplá období byla charakteristická velkým rozmachem korálových útesů (tvořeny nejen těly korálů, ale i mikroorganismy, řasami a živočišnými houbami). Oproti tomu chladné výkyvy jsou doloženy pozůstatky zalednění.



Obrázek 7.19. Zkamenělina obří vážky s rozpětím křídel 68 cm

Vývoj organismů a jejich šíření na Zemi byly ovlivněny i změnami poloh světadílů. V paleozoiku tvořily dnešní bloky (Jižní Amerika, Afrika, Arábie, Přední Indie, Austrálie a Antarktida) jediný obrovský světadíl nazývaný Gondwana (Obr. 7.20). Tento světadíl ležel téměř v oblasti jižního pólu a převládalo zde chladné klima. Teplejší klima bylo v ostatních blocích poblíž rovníku. Gondwana se během paleozoika posouvala směrem na sever a její srážka s jinými pevninami zapříčinila vrátnění (variské), při kterém vzniklo jádro dnešního Českého masivu, (tj. jednotka, která tvoří převážnou část našeho území). Jeho neúplný základ vznikl nejspíše už na konci proterozoika.



**Obrázek 7.20.** Podoba světadílu Gondwana v období triasu (přibližně před 200 miliony let)

Variské vrásnění (Obr. 7.21) se odehrávalo hlavně od středního devonu do svrchního karbonu. Výsledkem byl, již zmíněný, Český masiv, který tyto horotvorné pochody stmelily v celek. Ten byl po variském vrásnění pevným blokem, na němž se mladší horotvorné procesy (alpinské vrásnění) projevují spíše jen vertikálními pohyby a vznikem zlomů. Variské procesy, zejména na jiných místech, byly provázány nejen pohyby, ale i deformacemi velkých horninových celků, metamorfózou, tavením a lámáním horninových mas. Dále se projevovала i vulkanická činnost a současně působila eroze, a tak docházelo k obnažování dřívě v hloubce skrytých těles.



**Obrázek 7.21.** Rozmístění útvarů ovlivněných variským vrásněním



Která pohoří na území České republiky, v Evropě a na světě jsou vytvořena variským vrásněním a která alpským vrásněním? V čem se liší jejich reliéf a proč?



Došlo k zásadní změně naší Země. Podstatná část dříve vzniklých proterozoických hornin byla zasažena buď metamorfózou, nebo byla erozí snesena, takže se z nich dochovaly jen neúplné zbytky. Proto je téměř nemožná rekonstrukce předvariských sedimentačních prostorů. Na konci paleozoika (karbon, před 250 miliony lety) na základě srážek a spojování existoval jediný světadíl – superkontinent Pangea (Obr. 7.22). Všude kolem se rozprostíral hluboký oceán. S názorem, že dnešní kontinenty byly kdysi spojeny v jediný superkontinent, přišel Alfred Wegener. Nazval ho Pangea, neboli Všezemě. Wegener jako první přišel s názorem pohybu kontinentů a s deskovou tektonikou. Podložil to dokladem stejných hornin a zkamenělin na srovnatelných místech pobřeží Jižní Ameriky a Afriky (Obr. 3.3). Slabinou jeho hypotézy bylo nedostatečné vysvětlení mechanismu pohybu kontinentů.

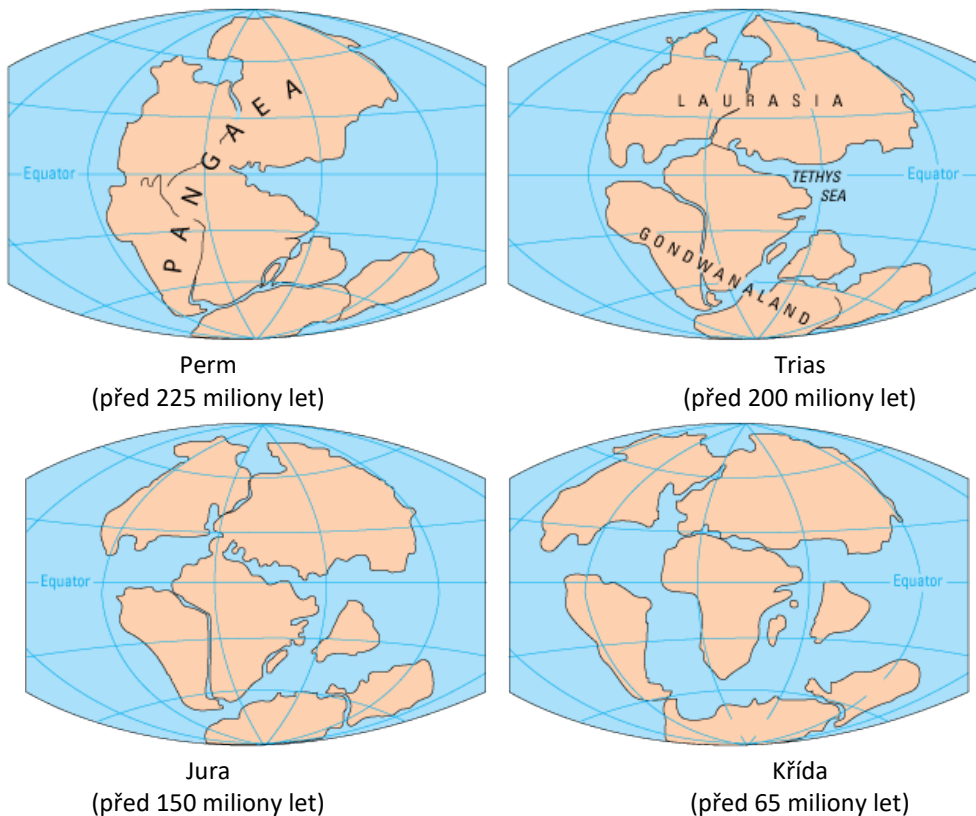


Obrázek 7.22. Pangea

Časem se ale ukázalo, že jeho myšlenka byla správná. V současné době máme k dispozici řadu důkazů, že se desky skutečně posouvají. Pangea se začala rozpadat v mesozoiku (Obr. 7.23).




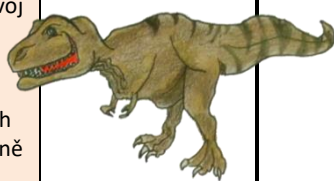

**Aktivita 9: Zjistěte, jak to bylo s Pangeou.**



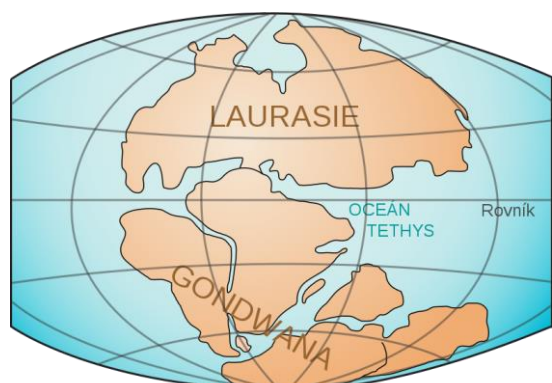
Obrázek 7.23. Postupný rozpad Pangey

## 8. MESOZOIKUM

Tabulka 8.I. Mezozoikum a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové
mesozoikum (druhoohory)	křída	140	teplé a vlhké klima <ul style="list-style-type: none"> <li>• uprostřed křídy největší záplava v dějinách</li> <li>• alpinské vrásnění</li> <li>• dopad velkého meteoritu</li> </ul>	objevují se kvetoucí rostliny (krytosemenné) <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozvoj ptáků</li> <li>• na konci vymření dinosaurů a dalších druhů</li> </ul> 
	jura	200	počátek postupného rozpadu Pangey na dnešní kontinenty	1. praptáci a rozvoj dinosaurů <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozvoj krytosemenných rostlin (a souběžně hmyzu)</li> </ul> 
	trias	250	celkové velké oteplení a vysušení klimatu <ul style="list-style-type: none"> <li>• vznik mohutných vrstev vápenců a dolomitů</li> </ul>	dominance nahosemenných rostlin <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. krytosemenné rostliny</li> <li>• rozšíření dinosaurů, první savci</li> </ul> 

Mesozoikum se dělí na tři útvary – trias, juru a křídu. Celé mesozoikum trvalo cca 185 milionů let. Mesozoikum začíná po největším hromadném vymírání na konci paleozoika. Vyhnula více než polovina čeledí a asi 90 % druhů. Za příčinu tohoto vymírání jsou nejčastěji uváděny změny podnebí a teploty, které vyvolalo spojení kontinentů v jediný celek – Pangeu. Během mesozoika se tento jednodlitý zemský superkontinent rozpadal. Desky světadílů se od sebe oddalovaly, nedocházelo k jejich srážkám a nevznikala ani tak velká pohoří. Naopak se vytvářely nové oceány.



Obrázek 8.1. Moře Tethys

Až koncem křídy se začaly přibližovat bloky Afriky a Eurasie a začaly uzavírat rozlehlé moře nazývané Tethys (Obr. 8.1). U některých kontinentů však došlo ke srážce a došlo k alpskému vrásnění (Obr. 8.2 a 8.3), které pak pokračovalo v terciéru, a jeho dozvuky jsou patrné dodnes. Z usazenin z moře Tethys vznikly Alpy, Karpaty, Kavkaz a horstva Blízkého Východu. Moře Tethys se rozprostíralo v rovníkové oblasti a bylo neobyčejně příznivé pro rozvoj drobných živočichů. Z nich se vytvořila největší ložiska ropy na světě (hlavně na Blízkém Východě).

Procesy alpského vrásnění se v Českém masivu projevovaly během mesozoika hlavně jen pomalými zdvihy a poklesy.



**Obrázek 8.2.** Himaláje (Nepál) – Mount Everest  
(8 848 m.n.m.)



**Obrázek 8.3.** Siera Nevada (Španělsko) – Mulhacén  
(3 479 m.n.m.)

Ohromná rozloha kontinentů na počátku mesozoika (před rozpadem Pangey) byla příhodná pro rozvoj velkých býložravců. Této možnosti využili i plazi. Využívali příznivého teplého podnebí i možnosti šířit se bez překážek po dosud jednolitěm prakontinentu, tudíž mesozoikum bývá často nazýváno věkem plazů, zejména z důvodu jejich rozmanitosti a velké početnosti. Někteří zástupci dosáhli mimořádných tělesných rozměrů. Příkladem jsou někteří dinosauři s hmotností až 100 tun. Objevili se už v triasu, v počátečním období mesozoika, avšak nejdříve se jednalo o drobné tvory velikosti současné kočky či psa. Ohromných rozměrů dosahovali až v období jury a křídly.

Dinosauři byli býložravci i dravci. Druhy s výraznými pancíři byly často mrchožravé. Existovaly i druhy schopné aktivního letu, například pterosauři (Obr. 8.4), kteří jsou však spíše než mezi dinosaury řazeni do samostatné sesterské vývojové skupiny. Ichtyosauři a plesiosauři byli přizpůsobeni životu ve vodním prostředí. *Ichtyosaurus* (Obr. 8.5) měl hydrodynamický tvar těla a obýval moře a oceány. Podobně jako *Ichtyosaurus* měl i *Plesiosaurus* (Obr. 8.6) končetiny přeměněny v ploutve a jeho charakteristickým znakem byl dlouhý krk.

Vzhled dinosaurů byl velmi mnohotvárný, někteří chodili po dvou, jiní po čtyřech. Někteří měli drápy, jiní kopyta, jedni tlamu plnou hrozných zubů, druzí byli bezzubí, a někteří se dokonce pyšnili kachními nebo papouščími zobáky. Dinosauři se stavbou těla odlišovali od všech ostatních plazů, a navíc byli teplokrevní. Proč mohli být tak velcí?



**Obrázek 8.4.** Pterosaurus



**Obrázek 8.5.** Ichtyosaurus



**Obrázek 8.6.** Plesiosaurus



Odpověď lze nalézt ve stavbě kostry (viz Obr. 8.7), která byla vzhledem k velké hmotnosti stavěna velmi účelně. Dlouhý krk a duté obratle byly významné. Mohutným vazem zakotveným na bázi obratlů byla hmota těla dokonale zpevněna a hmotnost rozložena jako třeba u mostní konstrukce. Mohutné sloupovité nohy pak nesly 2/3 celkové konstrukce (nikdy u stop nebyly nalezeny otisky ocasu).

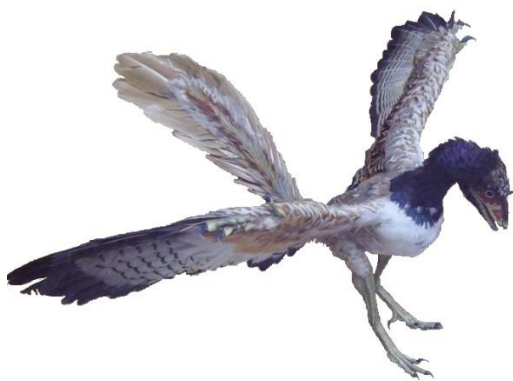


**Obrázek 8.7.** Kostra Tyrannosaurus Rex  
(The Field Museum, Chicago, USA)

Neopomenutelným faktorem, který ovlivňoval velikost, byl i dostatek potravy, jak pro predátory, tak pro býložravce. U vodních dinosaurů byl výhodný pobyt ve vodě, která mohutné tělo nadnášela.

Přímé důkazy o výskytu dinosaurů na území současné České republiky dlouho nebyly. Až koncem 90. let 20. století byla nalezena stopa dinosaura v triasových pískovcích v lomu u Červeného Kostelce. Ve vývoji plazů se podle moderní představy velké množství novinek objevilo už na konci paleozoika, ale v důsledku velkého vymírání většina živočichů vymřela. Na začátku mesozoika se z jedné z plazích skupin objevili savci. Jiná skupina dala vzniknout již zmíněným dinosaurům, pterosaurům, ichtyosaurům, plesiosaurům a jejich příbuzným – krokodýlům. Z dinosaurů se vyvinuli ptáci, takže dinosauři vlastně nevymřeli bez potomků.

Savci se vyvinuli tedy z plazů na počátku mesozoika, ale jednalo se o drobné druhy, obvykle noční živočichy. Až rostlinstvo svrchní křídly jim vytvořilo příznivé podmínky. Nadále sice nemohli ovlivňovat tolik ekosystémy jako plazi, ale byli schopni převzít jejich roli v tom případě, že by plazy postihla nějaká katastrofa. A ta koncem mesozoika skutečně nastala.



**Obrázek 8.8.** *Archaeopteryx*

Další skupinou, jejíž počátek sahá do mesozoika, jsou ptáci. Podle dnešních poznatků se jejich vývojová linie oddělila zhruba uprostřed mesozoika od jedné skupiny dinosaurů. Ptáci jsou tedy přímými potomky dinosaurů. Nejznámějším praptákem je *Archaeopteryx* (Obr. 8.8). Byl převážně býložravý, ale podle stavby zubů a ostrých drápů se usuzuje, že se mohl živit i jinými živočichy. Velkými křídly mohl například srážet hmyz.

Tohoto zástupce ovšem nepokládáme za přímého předka ptáků, ale za člena slepé vývojové větve.

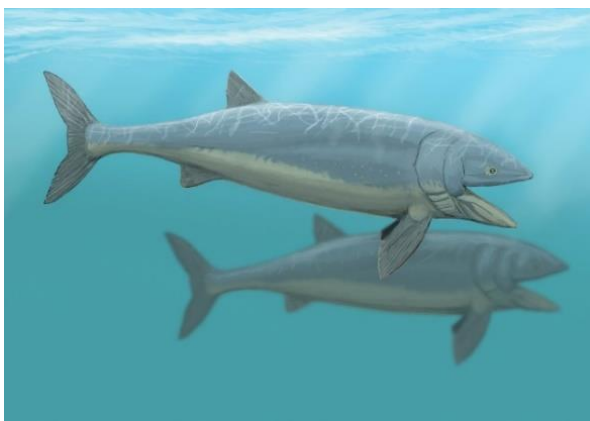


V České republice mnoho pozůstatků po dinosaurech nenalezneme, protože v době (pozdního) mesozoika byla velká část našeho území pod mořskou hladinou. Na druhou stranu zde v této době vznikaly mohutné vrstvy pískovců, ve kterých jsou nyní vytvořena známá skalní města (viz obrázky 9.74 a 9.222).



Významný byl v mesozoiku také vývoj ryb. Postupně převládly tzv. kostnaté ryby (Obr. 8.9), mezi které patří i většina ryb dnešních. Jejich evoluční výhodou oproti předchůdcům je zejména vylepšená stavba čelisti umožňující účinnější lov.

V mořských ekosystémech se během mesozoika změnila jak společenstva mořského dna, tak i volně plovoucí živočichové. Útesy tvořili koráli, lilijice, houby a později obří mlži.

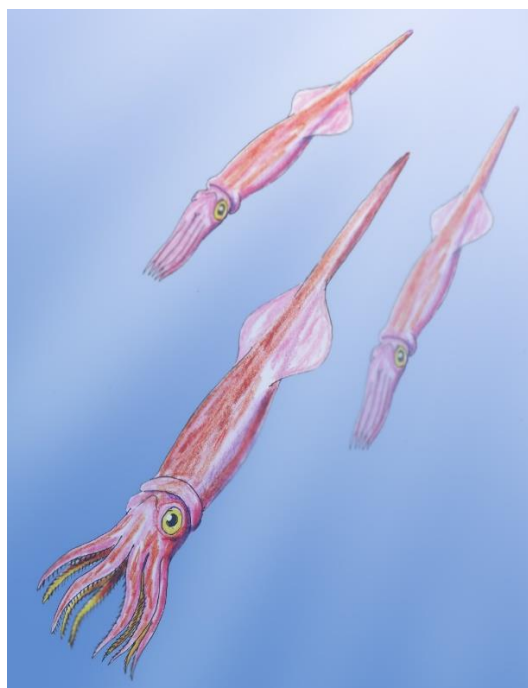


Obrázek 8.9. Ryby z období mesozoika

Mezi pohyblivými obyvateli mořského dna byli významní krabi a draví plži. Tito draví živočichové přispěli k ústupu ramenonožců a ke změně způsobu života řady mlžů či ostnokožců. Z volně plovoucích bezobratlých byli velmi hojní amoniti a belemniti (Obr. 8.10, 8.11). Obě tyto skupiny patří do třídy hlavonožců. Amoniti koncem mesozoika vymřeli, belemniti zanikli v terciéru. V období křídy zaznamenal významný rozvoj také plankton. Tyto miniaturní organismy budovaly své skelety buď z uhličitanu vápenatého, nebo z oxidu křemičitého.



Obrázek 8.10. Amoniti



Obrázek 8.11. Belemniti

V rostlinstvu mesozoika převládaly nahosemenné rostliny (Obr. 8.12). Časté byly stromové formy jehličnanů a cykasů. V období svrchní křídy nastal rychlý rozvoj kvetoucích rostlin. Byl mimo jiné výsledkem společného vývoje s opylujícím hmyzem. Tím byli zpočátku brouci, ale nové možnosti přinesl rozvoj blanokřídlých, mezi které patří dnešní opylovači, a to zejména včely. Krytosemenné rostliny začaly měnit tvář krajiny (např. skořicovníky, fíkovníky, duby a javory). Uplatnily se jako podrost v jehličnatých lesích. Tím vytvořily nové podmínky pro rozvoj drobných živočichů, mimo jiné savců. V mesozoiku docházelo také k počátečním adaptacím rostlinných těl na různé podmínky. Uvedme např. kaktusy, pouštní rostliny. Kaktusy si postupně vytvořily štít, aby odrážely případné útoky býložravců, či se bránily ztrátám vody.



Některé organismy přetrvaly od mesozoika v takřka nezměněné podobě a díky tomu je někdy nazýváme „živoucími fosiliemi“. Znáte nějaké takové organismy? Pokud si nezpomenete na konkrétní jména, tak se zkuste podívat na internet.



**Obrázek 8.12.** Příroda v době mezozoika

Proti býložravcům je chrání především ostny, které mají význam i v zamezení ztráty vody. Ostny zachycují vzduch poblíž kaktusu a vytvářejí vlhkou vrstvu na jeho povrchu, která snižuje odpařování a transpiraci. Dále ostny vytvářejí určitý stín, který snižuje teplotu povrchu kaktusu a také snižuje ztrátu vody. Proti ztrátám vody mají i listy upravené, zahuštěné a šťavnaté. Vodu kaktusy zadržují zejména ve stoncích, voda tvoří až 90 % jejich těla. Další adaptací je i upravená fotosyntéza, či rozvětvenější kořeny, aby mohly přijímat více vody. Některé rostliny proti býložravcům vylučují obranné látky.

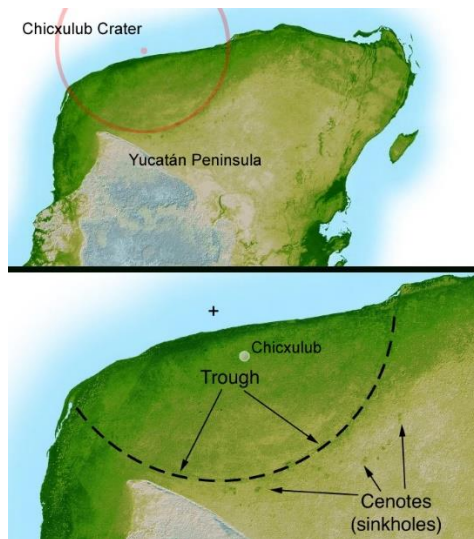
Mesozoikum bylo ukončeno katastrofickou událostí, během které vymřeli všichni dinosauři a mnoho dalších skupin včetně některých mořských bezobratlých a mikroskopického rostlinného planktonu. Nejčastěji je toto vymírání spojováno se srážkou Země s planetkou (Obr. 8.13). Na místě dopadu (impaktu) vznikl kráter, který byl pozdější erozí postupně zahrazen (podobné krátery lze vidět na Měsíci, kde jejich zahrazení dochází mnohem pomaleji).



**Obrázek 8.13.** Dopad tělesa na Zemi

Pokud dopadne velké kosmické těleso na Zemi (viz Obr. 64), tak to má katastrofické následky. Jedná-li se o těleso o průměru kolem 10 km, dojde k vyvržení obrovského množství prachu do atmosféry, k zemětřesení a k vlnám tsunami zaplavujícím pobřežní oblasti. Prach v atmosféře brání dopadu slunečních paprsků na zem a snižuje teplotu na několik desítek °C po dobu několika měsíců i let. Kvůli tomu neprosívají rostliny, živočichové nemají potravu a dojde k vymírání.

Podobný průběh je předpokládán na období konce mezozoika, kdy došlo k vymření dinosaurů i jiných živočichů. Za svědectví této katastrofy se považuje sedimenty vyplněný kráter Chicxulub ve Střední Americe (Yucatán), který má průměr cca 200 km a podle výpočtů mohl vzniknout dopadem tělesa o průměru 9 km (Obr. 8.14). Po dopadu se prach dostal do atmosféry a poté spadl z obrovského mraku částic v atmosféře na zem, kde obohatil vrstvu sedimentů, přesněji tenkou vrstvu jílu o vzácný prvek iridium. Iridium je vzácným prvkem na Zemi, avšak častou přísadou v meteoritech a jiných mimozemských úlomcích, čas od času dopadajících na Zem. Vrstva jílu s iridiem slouží tedy jako doklad střetu naší Země s planetkou.



**Obrázek 8.14.** Chicxulubský kráter, jeho pozůstatky jsou dnes již obtížně rozpoznatelné



### Aktivita 10: Jak přišli dinosauři ke svým jménům?



### Aktivita 11: Dinosauři na filmovém plátně.



### Vyzkoušejte, jak by vypadal dopad meteoritu, kdybyste byli 5, 10 a 1 000 km od místa srážky.

Můžete vyzkoušet zadávat různé parametry. Přežijete tuto událost?



Meteor Crater (Obr. 8.15 a 8.16) se nachází v Arizoně v USA. Předpokládá se, že vznikl v pleistocénu dopadem meteoritu o velikosti zhruba 50 metrů a váze okolo 300 tisíc tun. Jen pro představu, již zmiňovaný dopad tělesa, které vytvořilo kráter Chicxulub, však uvolnil 700 milionkrát větší energii.

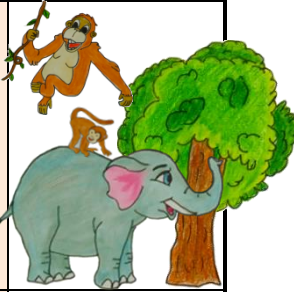



Obrázek 8.15. a 8.16. Meteor Crater (Arizona, USA)



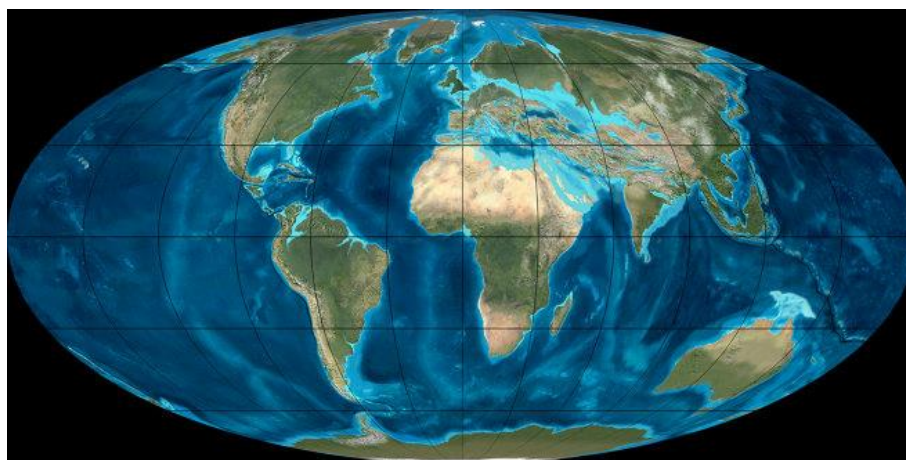
## 9. TERCIÉR

Tabulka 9.1. Terciér a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové
terciér (kenozoikum, třetihory)	neogén	24	pozvolné ochlazení <ul style="list-style-type: none"> <li>vznik hnědouhelných pánví</li> </ul>	vznik mnoha skupin primátů, včetně lidoopů <ul style="list-style-type: none"> <li>rozvoj chobotnatců a koňovitých</li> <li>opadavé listnaté stromy (bříza, dub, buk, javor, ...)</li> </ul> 
	paleogén	65	alpské vrásnění (probíhá dodnes) <ul style="list-style-type: none"> <li>mapa světa se začíná podobat dnešnímu vzhledu</li> </ul>	větší rozšíření savců, ptáků, opylujícího hmyzu <ul style="list-style-type: none"> <li>dominance krytosemenných rostlin</li> </ul> 

Terciér bývá nazýván jako období savců, kteří v této době dosáhli velkého rozvoje. Toto období začalo cca před 65 mil. lety a skončilo před cca 2,5 mil. lety, tedy relativně nedávno. Terciér lze rozdělit na starší paleogén a mladší neogén.

Během terciéru můžeme pozorovat velké změny v uspořádání pevnin a oceánů. Dále pokračovalo oddělování světadílů. Na jižní polokouli došlo k osamotnění Antarktidy a Austrálie. Austrálie nastoupila rychlou cestu k severu do teplých klimatických pásem. Tento proces oddělení měl vliv i na Antarktidu, kdy došlo k chladnému proudění kolem ní, a tím došlo k jejímu zalednění (v paleogénu). Naopak se spojila Indie s Eurasií. Plocha moří se zmenšila a část mořského dna z mezozoika se stala souší. Kontinenty na konci terciéru měly už dnešní podobu a polohu (Obr. 9.1). Pokračovalo alpské vrásnění, kdy díky srážkám litosférických desek došlo k vyvrásnění dnešních vysokých pohoří (např. Andy, Alpy či Karpaty). Kolizemi litosférických desek byla spuštěna i sopečná činnost, která na mnoha místech světa přetrvává dodnes a dala vzniknout vulkanickým pohořím. Na našem území docházelo v důsledku alpského vrásnění k intenzivní tektonické a vulkanické činnosti, tedy vnitřním geologickým jevům, jejichž stopy můžeme pozorovat dodnes. Proto se těmto jevům budeme věnovat v kapitole o terciéru.



Obrázek 9.1. Rozložení kontinentů v paleogénu (cca před 33 miliony let)



## VNITŘNÍ GEOLOGICKÉ JEVY

Děje způsobené vnitřní energií Země se projevují ve všech zemských sférách včetně jejího povrchu. Jejich hlavním znakem je teplo a pohyb hmot. Část vnitřní energie si Země uložila v počátečním období svého vývoje (přibližně před 4,7 miliardami let), kdy docházelo ke shlukování kosmických částic. Důležitým zdrojem energie je však neustále přeskupování hmot mezi zemskými sférami a rozpad radioaktivních prvků. Máme i vnější geologické děje způsobené zejména sluneční energií a zemskou přitažlivostí. Co to znamená? To, že Země není zcela klidné těleso, na jejím povrchu i v nitru probíhají neustále různé změny a děje.

Teplota s přibývajícím hloubkou stoupá. Teplota 30 °C na 1 km hloubky je průměrným vzrůstem teploty ve svrchní části zemské kůry, v nitru Země dochází ke zpomalení růstu teploty. Vnitřní geologické děje mají za následek vznik vyvřelých a přeměněných hornin, pohyb litosférických desek, vznik pohoří, zdvih či pokles pevniny apod. Většina vnitřních geologických dějů probíhá v dlouhých časových obdobích bez možnosti přímého pozorování. Výjimku však tvoří krátkodobé procesy – sopečná činnost a zemětřesení mající často katastrofální důsledky. Ty naopak patří k nejzřetelnějším projevům vnitřní energie na zemském povrchu.

## ZEMĚTŘESENÍ

Významným vnitřním geologickým projevem je zemětřesení. Dochází při něm k otřesům zemské kůry, z nichž některé mají katastrofální následky (Obr. 9.2). Zemětřesení je nejčastěji vyvoláno pohybem litosférických desek a látkovými změnami v zemské kůře a plášti. Menší rozsah mají otřesy způsobené sopečnou činností. Někdy dokonce zemětřesení sopečnou činnost spustí.

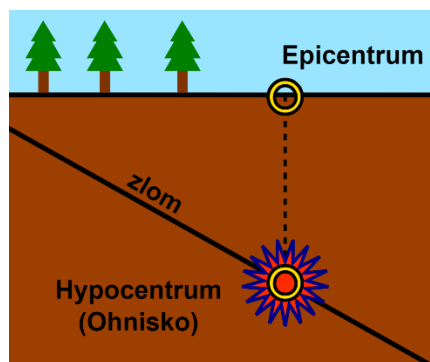


**Obrázek 9.2.** Následky zemětřesení: Silně poničený prezidentský palác ve městě Port-au-Prince na Haiti po zemětřesení 12. ledna 2010

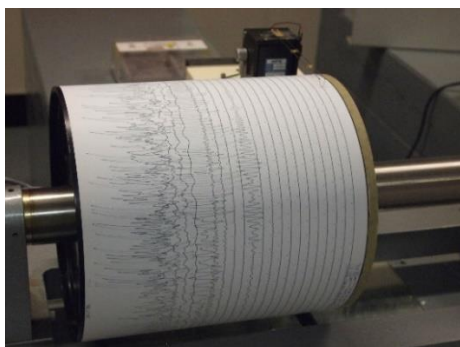


**Došlo dnes na světě k nějakému zemětřesení? Navštivte stránky Geofyzikálního ústavu Akademie věd České republiky.** Dokážete najít aktuální měření ze seismické stanice v České republice, která je nejbližší vašemu bydlišti? Došlo k nějakému zemětřesení?

Místo, kde zemětřesení vzniká, se nazývá ohnisko čili hypocentrum (Obr. 9.3). Obvykle bývá v hloubce 30 – 60 km, výjimečně v hloubce několik set km. Z hypocentra se záchvěvy – zemětřesné (seismické) vlny – šíří zemským tělesem. Místo na povrchu Země přímo nad hypocentrem se nazývá epicentrum, v jehož blízkosti jsou účinky zemětřesení nejsilnější. Pojem epicentrum se začal používat i v souvislosti s dalšími mimořádnými událostmi, například při výbuchu jaderné bomby (ve vojenské terminologii se ale toto místo častěji označuje jako tzv. *ground zero*).



Obrázek 9.3. Epicentrum a hypocentrum



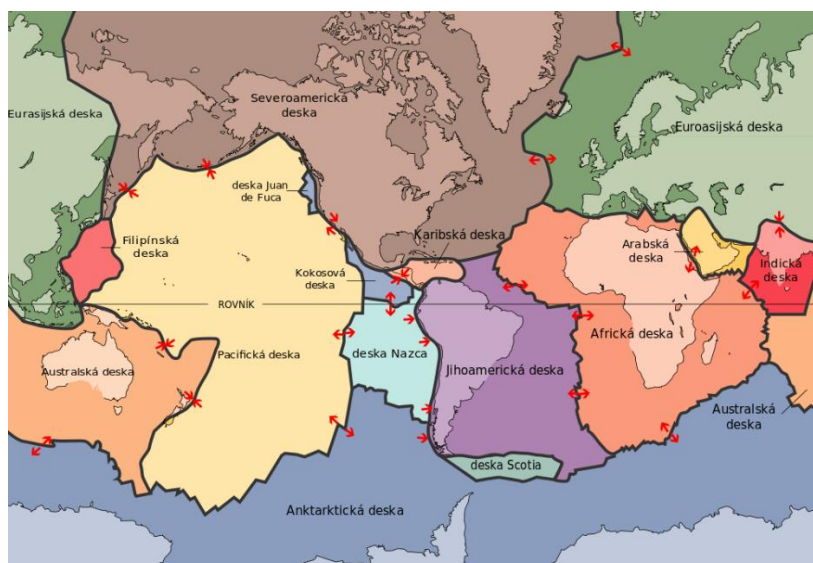
Obrázek 9.4. Ukázka záznamu ze seismografu

Přístroj, který zaznamenává zemětřesení a měří jeho intenzitu, se označuje jako seismograf (Obr. 9.4). Síť seismických stanic je rozmístěna po celém světě. K přesnému lokalizování hypocentra, a tedy i epicentra, jsou potřeba údaje minimálně ze tří seismografů. Výzkum a vyhodnocení šíření seismických vln je jedním z úkolů geofyziků. Ačkoliv se technika vědeckého poznání stále vyvíjí, tak přesné předpovídání zemětřesení je stále nesnadné a bohužel i málo spolehlivé.

K měření intenzity zemětřesení se nejčastěji používá Richterova stupnice (v rozsahu 0–9 stupňů, Tab. X.II). Nejčastější a nejsilnější zemětřesní jsou v neklidných oblastech zemské kůry, a to zejména na rozhraní litosférických desek (Obr. 9.5), např. při pobřeží Tichého oceánu (východní Asie, západní pobřeží Ameriky – zlom San Andreas – Obr. 9.6), v oblastech při Středozemním moři (jižní Evropa, severní Afrika).



Obrázek 9.6. Zlom San Andresa (Kalifornie, USA)



Obrázek 9.5. Tektonické desky



Česká republika leží mimo hlavní zemětřesné oblasti, neboť ji tvoří především souvislý blok Českého masivu. Drobné otřesy se však občas objevují v pohraničních oblastech, kde doznívá alpské vrásnění, například v Podkrušnohoří a v Podkrkonoší. Historicky významné je pouze komárenské zemětřesení v roce 1763, které mělo sílu 8 – 9 RichtEROVY stupnice.

**Tabulka 9.II.** RichtEROVA stupnice pro určení síly zemětřesení

Stupeň	Definice	Projev
1 až 2	neznatelné, měřitelné pouze přístroji	téměř nepoznatelné, poznají pouze citliví lidé
3	znatelné, ale bez způsobených škod	lustry se třesou, dá se to přirovnat k projíždění těžkého nákladního auta
4	slabé, otřásají se menší předměty	drčení oken, cinkot příborů a nádobí
5	mírné poškození budov v okolí epicentra	lze rozpoznat v krajině, praskání oken
6	vážnější škody na nekvalitně postavených budovách	vrávorání při chůzi, padají předměty, rozbíjí se nádoby
7	vážné škody na budovách (i mimo epicentrum)	jen těžko lze stát, trhliny ve zdech
8	vážné škody ve vzdálenosti stovek km	padají komíny, poškození budov, pohybující se těžký nábytek
9	ničivé působení na vzdálenost tisíců km	vážné poškození domů, trhliny v půdě

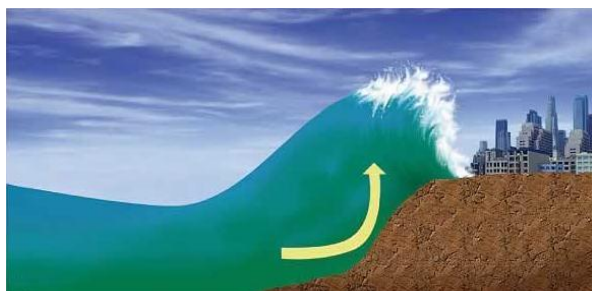
Největších hodnot RichtEROVY stupnice (přes 9 stupňů) dosáhla například zemětřesení v Chile (1960) a dále v Indonésii (2004) nebo v Japonsku (2011) – poslední dvě jmenovaná způsobila také vznik masivních vln tsunami.

Zemětřesení může být způsobeno také člověkem, který ho může vyvolat např. při důlní činnosti, jaderných výbuších nebo provozu těžkých strojů.



**Obrázek 9.7.** Zemětřesení na Haiti (2010)

Jak již bylo zmíněno výše, tak v pobřežních oblastech hrozí i riziko příbojových vln (tsunami) vyvolaných zemětřesením na dně moře (Obr. 9.8). Příkladem je devastující vlna v Lisabonu (1755), v Indickém oceánu (2004) nebo v japonské Fukušimě (2011). Název tsunami vznikl spojením japonských slov *tsu* (přístav) a *nami* (vlna). Tyto vlny se pohybují rychlostí několika set kilometrů za hodinu a na pobřeží dosahují výšky i více než 10 m. V ohrožených oblastech se snaží předcházet ničivým následkům zemětřesení zejména používáním vhodných stavebních metod i materiálů a propracovaným evakuačním systémem (Obr. 9.9).



**Obrázek 9.8.** Tsunami se zvedne do výšky až v mělkých pobřežních vodách



**Obrázek 9.9.** Označení evakuační cesty pro případ tsunami (Washington, USA)





**Video na YouTube: Příchod pěti největších vln tsunami zachycených kamerou. (délka 10:02, různé autentické záběry z celého světa)**

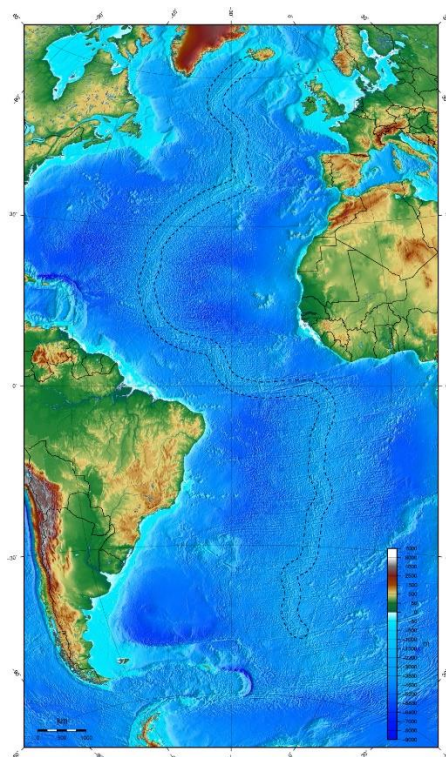


**Aktivita 12: Země se třese!**

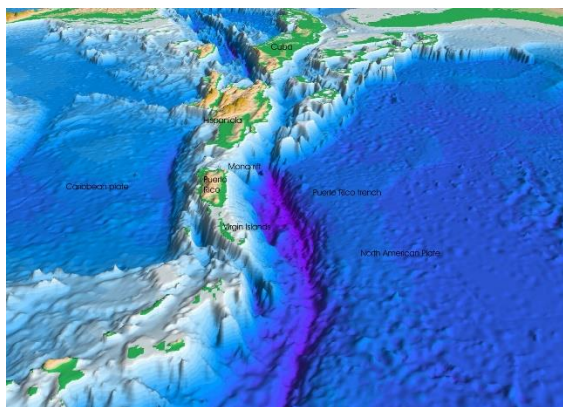
## DESKOVÁ TEKTONIKA

Někdy jsme se již zmínili o litosférických deskách (Obr. 9.5 výše). Jak souvisí s litosférou (viz stavba Země)? Litosféra totiž není souvislá, skládá se z různých velikých pevných desek, které navzájem mění polohu. Jejich pohyb je usnadněn díky plastické vrstvě astenosféře. Tyto pevné litosférické desky jsou vzájemně odděleny hlubokými zlomy, hlubokomořskými příkopy a pásemnými pohořími (vysoká a protáhlá horstva).

Hluboké zlomy ohraničují litosférické desky především na dně oceánů, kde jsou součástí středooceánských hřbetů. Nejznámější je Středoatlantský hřbet, procházející podélně dnem Atlantského oceánu (Obr. 9.10). Dokladem stálého výstupu roztavené hmoty v oblasti Středoatlantského hřbetu jsou činné podmořské sopky a sopečné ostrovy (např. Island). Podél hlubokých zlomů stoupá ze zemského pláště roztavená horninová (především čedičová) hmota, která se pod povrchem nebo na dně oceánu ochlazuje a tuhne. Jejím hromaděním vzniká nová zemská kůra a dochází k odtlačování sousedních desek a k jejich pohybu. Stáří oceánské kůry proto vzrůstá od středooceánských hřbetů směrem k pevninám.

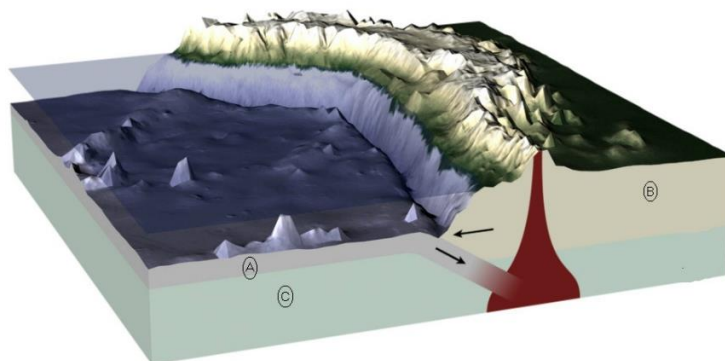


**Obrázek 9.10.** Středoatlantský hřbet



**Obrázek 9.11.** Portorický příkop v Atlantském oceánu dosahuje hloubky až 8 600 m

Oceánská kůra je mnohem mladší než pevninská kůra. Litosférické desky, které jsou tvořeny pouze oceánskou kůrou, se nazývají oceánské. Naopak desky nesoucí pevniny označujeme jako pevninské. Místem střetu dvou litosférických desek jsou především hlubokomořské příkopy a pásemná pohoří. Jde o místa s častým zemětřesením a sopečnou činností. Hlubokomořské příkopy (Obr. 9.11) jsou prohlubně na dně oceánu, kde dochází k podsouvání jedné oceánské desky pod druhou (Obr. 9.12). Tento proces zajišťuje zanikání zemské kůry, neboť jinak by se neustálým přirůstáním obvod planety neustále zvětšoval. Tento proces provází sopečná činnost, o čemž svědčí přítomnost sopečných ostrovů poblíž některých hlubokomořských příkopů.



**Obrázek 9.12.** Vznik hlubokomořského příkopu: A – oceánská kůra, B – pevninská kůra, C – zemský plášť



Nejhlubším známým podmořským příkopem je Mariánský příkop v západní části Tichého oceánu. Nejhlubší bod, zvaný Challenger, se nachází v hloubce 11 034 m. Ačkoliv je v tomto místě absolutní tma a teplota vody okolo bodu mrazu, žije v tomto prostředí poměrně mnoho organismů.

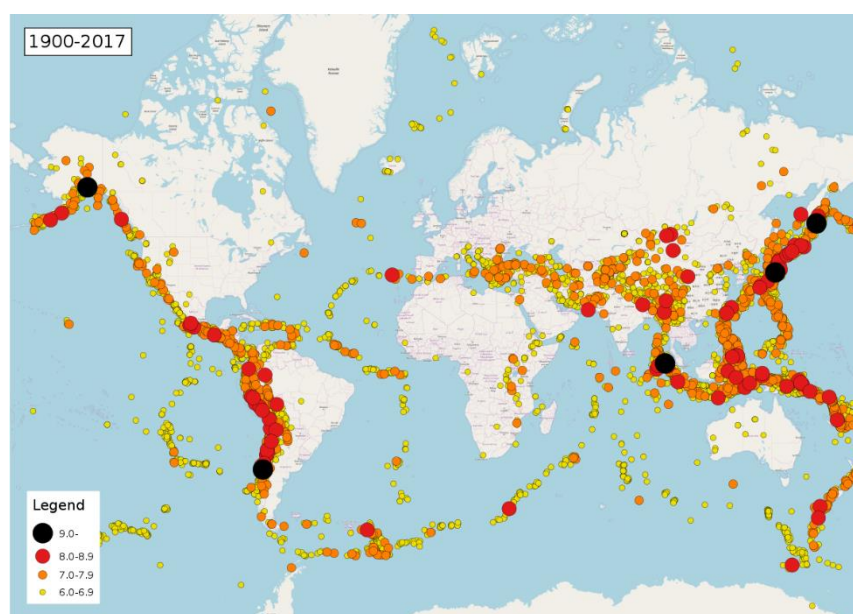


**Obrázek 9.13.** Alpy – pásemné pohoří

Při střetu dvou pevninských litosférických desek se zemská kůra deformuje, dochází ke vzniku vrás a vytváří se pásemná pohoří. Výsledkem takových sil je např. pohoří Himaláje, které vzniklo střetem asijské a indické desky. Podobně vznikly Alpy (Obr. 9.13), Karpaty a Pyreneje. Také západní pobřeží Jižní Ameriky s Peruánsko-chilským příkopem a horským pásmem And bylo zformováno střetem dvou litosférických desek, v tomto případě podsouváním oceánské desky pod pevninskou.



Zvětšete si mapu na obrázku 9.14 zachycující rozmístění ohnisek zemětřesení. Kde se tato ohniska vyskytují vzhledem k hranicím litosférických desek (viz Obr. 9.5)? Jaká pohoří naleznete u takových lokalit?

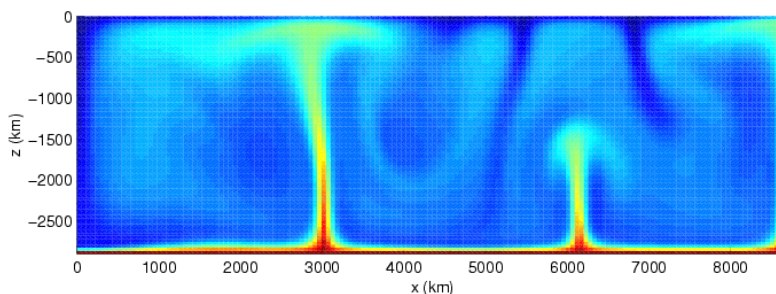


**Obrázek 9.14.** Rozmístění zemětřesných oblastí a zemětřesení o různé intenzitě



Pevninské desky dříve tvořily velký kontinent zvaný Pangea. Ta se během mesozoika postupně rozdělila na jednotlivé světadíly a jejich části. Co bylo a je příčinou pohybu kontinentů? Nejprve se musíme podívat až k jádru Země, které je velmi horké. Pokud si představíme, že vaříme vodu na čaj, všimněme si, že voda pomalu proudí ode dna nádoby k hladině a tam dojde k ochlazení, ztěžkne a opět klesá dolů. Podobný proces funguje i za horkého dne v ovzduší.

Když se vzduch na povrchu země ohřeje, proudí vzhůru, zde se ochladí a z vodní páry se vytvoří mrak, z kterého padá studený déšť. Tomu říkáme konvekční (přemísťované) proudění (Obr. 9.15).



**Obrázek 9.15.** Konvekční proudění v zemské plášti

A tento jev lze pozorovat i v zemské plášti. Teplé masy hornin proudí k povrchu, ochlazují se a opět klesají směrem k jádru. Při tomto velmi pomalém pohybu unášejí litosférické desky, podobně jako říční proud unáší ledové kry. Říční proud nám představuje poloplastická vrstva (takzvaná astenoféra) a ledové kry pak pevná litosféra.

Jak probíhá tedy mechanismus pohybu litosférických desek? Uprostřed oceánu se nachází velká trhлина (rift) v zemské kůře, ze které vytéká láva. Ta se ochlazuje a tuhne. Z trhliny však vytéká stále další láva, která se zde hromadí do výšky v podobě středooceánského hřbetu, čímž dochází k odtlačování již ztuhlé zemské oceánské kůry. Toto přirůstání oceánské kůry je hlavní příčinou pohybu litosférických desek po astenosféře, které s sebou unášejí oceány i kontinenty. Rychlost pohybu litosférických desek dosahuje několika centimetrů za rok, proto se jeho výsledek projevuje až za dlouhé časové období. Mezi hlavní důkazy pohybu litosférických desek patří podobnost protilehlých částí světadílů (např. východní výběžek Jižní Ameriky a Guinejský záliv v Africe), magnetická orientace minerálů v horninách (může být odlišná od orientace vůči současnému magnetickému pólu Země) a nálezy zkamenělin stejných rostlin a živočichů na pevninách nyní od sebe vzdálených.

Zemská kůra nezůstává neporušena, ale dochází k jejím deformacím působením tlakových a tahových sil. Nejjednodušší poruchy jsou vrásy a zlomy, při složitějších tektonických poruchách (horotvorných pochodech) se tvoří celá pohoří.

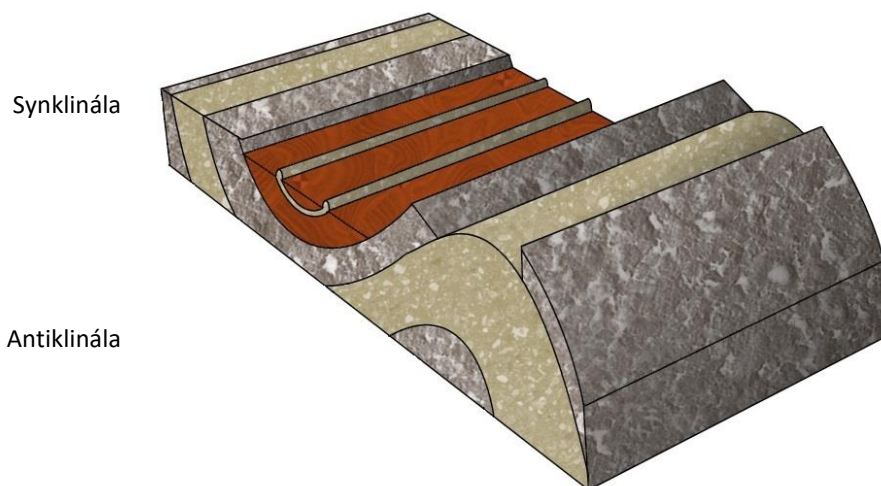
Vrásy (Obr. 9.16) jsou jednoduše plasticky zprohýbané vrstvy hornin vzniklé dlouhodobým působením bočního tlaku při kterém se hornina neporušuje, jen deformuje. Tvoří je část vyklenutá – antiklinála (sedlo) a dolů prohnutá – synklinála (koryto), vzájemně spojené ramenem (Obr. 9.17).



**Obrázek 9.16.** Ukázka vrásy v přírodě (Agios Pavlos, Řecko)

Přetržením středního ramena vznikne vrásový přesmyk. Velikost vrás je různá, od zlomků cm po desítky metrů. Vhodnou ukázkou na území České republiky umožňuje například Barrandova skála v Praze.



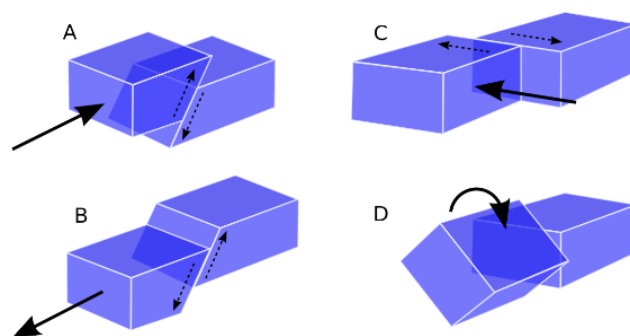


**Obrázek 9.17.** Schéma vrásy a jejích částí



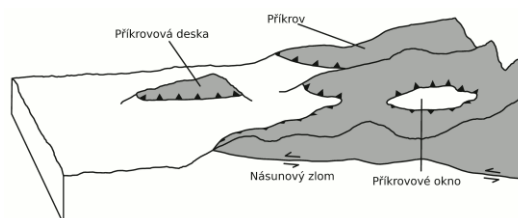
### **Aktivita 13: Sendvičová tektonika.**

Zlomy vznikají porušením souvislého horninového bloku (Obr. 9.18), jedná se tedy o tzv. křehké deformace. Podél těchto poruch dochází tlakovými nebo tahovými silami k pohybu horninových ker. Posunem kry podél poruchy směrem dolů vznikne pokles, při poklesnutí střední kry vznikne příkopová propadlina. Při přesouvání jedné kry přes druhou se tvoří kerný přesmyk. Zdvihem střední kry může vzniknout kerné pohoří – takto vznikly např. některé části našich pohraničních pohoří (Krkonoš, Krušných a Orlických hor).

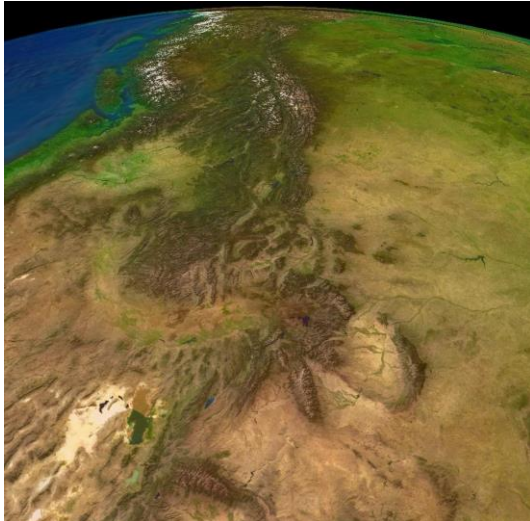


**Obrázek 9.18.** Druhy zlomů: A – přesmyk, B – pokles, C – horizontální posun, D – otočení

Většina pohoří však vznikla složitějšími pochody v zemské kůře, a to vrásněním. Vrásnění totiž nemusí tvořit pouze drobné a jednoduché vrásy, ale může poškodit i obrovské horninové masy. Výrazný a dlouhodobý boční tlak vede k porušení těchto horninových bloků a k jejich přesouvání na vzdálenost i několika km. Těmto složitým přesmykům říkáme příkrovy (Obr. 9.19). Pohoří jimi tvořená se označují jako příkrovová (např. Alpy, Karpaty).



**Obrázek 9.19.** Příkrov



**Obrázek 9.20.** Pásemné pohoří – Skalnaté hory na území USA a Kanady

Pohoří protáhlá v celá pásma (s délkou několika desítek až set km) se nazývají pásemná pohoří – Andy, Kordillery, Himaláje (Obr. 9.20).

Příkrovová pohoří jsou tvořena převážně usazenými horninami, proto se předpokládá to, že procesu vrásnění předcházelo dlouhé období ukládání usazenin na dně mořské pánve. Následným bočním tlakem, vyvolaným střetem dvou litosférických desek, došlo ke zvrásnění hornin do pohoří. Tento proces doprovázel výstup magmatu poruchami v zemské kůře, tedy vznikly hlubinné a výlevné (povrchové) vyvěřelé horniny, doprovázené přeměnou hornin.

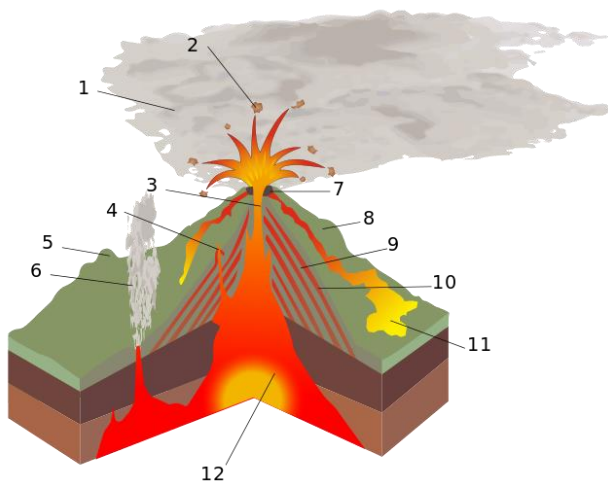
Mezi důležitá vrásnění ve vývoji Země patří kaledonské vrásnění (ve starším paleozoiku), variské (hercynské) – v mladším paleozoiku a alpínské vrásnění (od mesozoika trvá dodnes, postihuje Afriku, Asii a Evropu – vznik nejvýznamnějších pohoří těchto kontinentů – Alpy, Karpaty, Kavkaz, Zagros, Pamír, Karakoram, Himaláje – Obr. 9.21). Proces vrásnění je často spojen se zemětřasnou a sopečnou činností, kterou můžeme pozorovat i dnes podél zmíněných pohoří.



**Obrázek 9.21.** Alpy – Grossglockner (3 798 m.n.n)

## SOPEČNÁ ČINNOST

Sopečná činnost je tvořena výbuchem sopek neboli vulkánů. Mezinárodním termínem pro sopku je *vulkán*, název vycházející z mytické báje, podle níž byl Vulkán bohem podzemního ohně a sídlil na ostrůvku Vulcano v Tyrhénském moři. Sopečná činnost souvisí se vznikem a pohybem magmatu. Místem vzniku magmatu je magmatický krb (Obr. 9.22), který je nejčastěji ve spodní části litosféry. S kráterem ho spojuje sopečný komín nazývaný sopouch či jícen.



**Obrázek 9.22.** Stavba činné sopky

### Popisky:

- 1 – oblak sopečného popela
- 2 – sopečná bomba
- 3 – hlavní komín
- 4 – sekundární kužel
- 5 – neaktivní sopka
- 6 – fumarol
- 7 – kráter
- 8 – sopečný kužel
- 9 – vrstva popela
- 10 – ztuhlá vrstva lávy
- 11 – lávový proud
- 12 – magmatický krb

Magma stoupá vzhůru působením tlakových sil plynů a par i v důsledku toho, že roztavená hornina má menší hustotu než hornina okolní. Chladnutím magma tuhne a vytváří vyvřelé horniny. Magma vytékající na zemský povrch se nazývá láva. Bochníkovité drobnější útvary na dně oceánů se nazývají polštářová láva, která vznikla při styku žhavé lávy s vodou (Obr. 9.23).



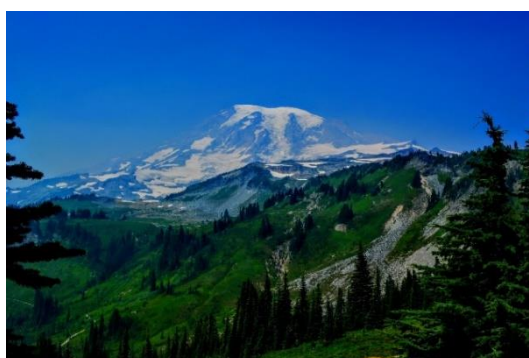
Obrázek 9.23. Polštářová láva (Galapágy)

Výraznou sopečnou činností vznikla sopečná pohoří s charakteristickým reliéfem krajiny (Obr. 9.24). Jednotlivé sopky mají obvykle tvar kuželů nebo kup (Obr. 9.25). Záleží na obsahu látek v magmatu. Vyléváním tekutější lávy se tvoří štítovitá nebo deskovitá tělesa – lávové příkrovy nebo protáhlé lávové proudy. Vylévání lávy bývá provázeno sopečnými výbuchy s vyvrhováním žhavého mračna sypkého materiálu – popela, prachu a sopečných pum. Jeho hromaděním, popřípadě zpevněním se tvoří hornina tuf. Hromaděním sypkého materiálu – strusek – se tvoří struskové kužely.



Obrázek 9.24. Mount Baker – 3 288 m.n.m. (Washington, USA)

Sopky, ve kterých se střídají výbuchy s výlevy lávy, jsou sopky smíšené, popřípadě je označujeme ještě termínem **stratovulkány** (Obr. 9.26).



Obrázek 9.25. Mount Rainier – 4 027 m.n.m. (Washington, USA)

Většina činných sopek se vyskytuje v aktivních oblastech zemské kůry, například na rozhraní dvou litosférických desek a v některých horských oblastech.

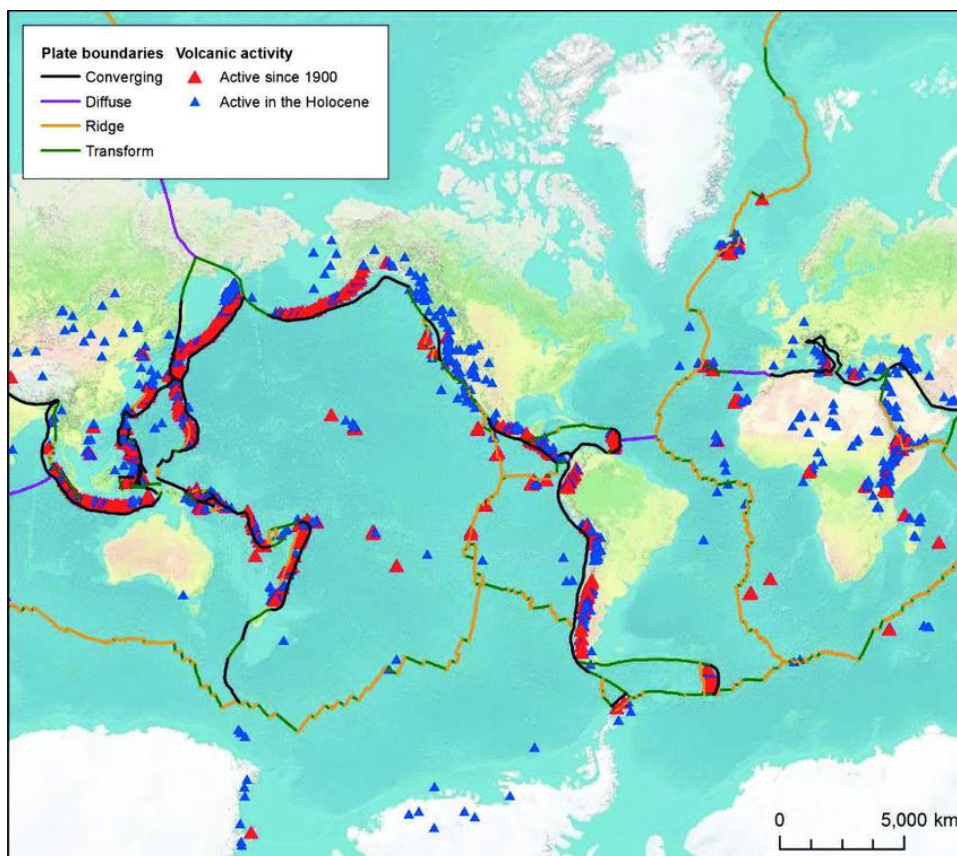


Příkladem vyhaslých stratovulkánů na území České republiky jsou Doupovské hory nebo Vinařická hůrka u Kladna.



Většina nejznámějších sopek světa jsou právě stratovulkány: Cotopaxi (Ekvádor), Etna (Itálie), Fuji (Japonsko), Mount Erebus (Antarktida), Mount St. Helens (USA), Pico de Teide (Španělsko – Kanárské ostrovy), Stromboli (Itálie), Vesuv (Itálie) a další.





**Obrázek 9.26.** Mapa aktivních sopek a jednotlivých rozhraní litosférických desek (viz Obr. 9.5) (Vysvětlivky: červený trojúhelník – aktivní od roku 1900, modrý trojúhelník – aktivní v průběhu posledních 10 000 let; hnědá barva – divergentní rozhraní, černá barva – konvergentní rozhraní, zelená barva – transformní rozhraní)



Prohlédněte si mapu na obrázku 9.26 a odhadněte, kde se nachází nejbližší aktivní stratovulkán. V jaké zemi se nachází? Může nějakým způsobem jeho případná erupce ovlivnit i Českou republiku?

Nejbližší činné sopky jsou v italském Středomoří, např. Vesuv nad Neapolským zálivem, Etna na Sicílii a Stromboli na Liparských ostrovech. Mezi významné sopečné oblasti patří také ostrov Island v severní části Středoatlantského hřbetu, ostrovy a poloostrovy ve východní a jihovýchodní Asii (Kamčatka, Kurily, Japonsko, Filipíny a Indonésie), Střední Amerika (Obr. 9.27) a východní Afrika. Ještě více činných sopek je na ostrovech (Obr. 9.28), ale i na dně oceánů.



**Obrázek 9.27.** Erupce sopky Fuego (Guatemala)



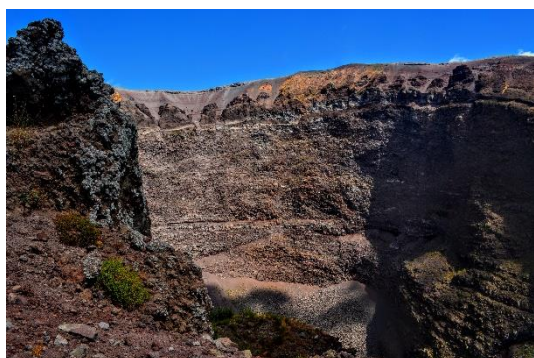
**Obrázek 9.28.** Proud lávy na Havaji (USA)

Tepelná energie vyvolaná sopečnou činností (geotermální energie) se v některých oblastech, např. na Novém Zélandu, Islandu, Kamčatce, v Itálii, využívá k výrobě elektřiny (Obrázek 9.29), k vytápění staveb, skleníků apod. Půdy, které vznikají na sopečných horninách, patří v důsledku vysokého obsahu nerostných živin k nejurodnějším.



**Obrázek 9.29.** Geotermální elektrárna na Islandu

Nejnámější sopečnou katastrofou v historii je zničení Pompejí a Herculanea po výbuchu Vesuvu v roce 79 našeho letopočtu (Obr. 9.30 a 9.31). Dalším významným výbuchem je výbuch sopky Tambora v Indonésii v roce 1815, který si vyžádal téměř 100 000 lidských obětí.



**Obrázek 9.30.** Vesuv (Itálie)



**Obrázek 9.31.** Pompeje (Itálie)

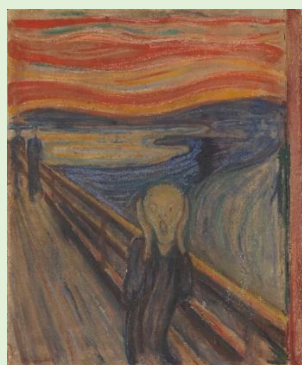


**Obrázek 9.32.** Sopečný kužel sopky Anak Krakatoa (nyní již neexistuje, vyfoceno v lednu 2016)

Katastrofální následky měl výbuch indonéského sopečného ostrova Krakatoa (Obr. 9.32) v roce 1883, při němž zemřelo přes 35 000 obyvatel na sousedních ostrovech. Výbuch sopky doprovázely druhotné jevy – pyroklastické proudy a obrovská přílivová vlna tsunami (až 40 metrů vysoká). Zmíněné sopečné výbuchy a jejich druhotné jevy mají katastrofální následky, proto se výzkumu sopek a jejich činnosti věnují vulkanologové a snaží se předpovědět, kdy nastane sopečná aktivita, aby se lidi mohli na tuto situaci včas připravit.



Výbuch sopky Krakatoa se stal velmi známou událostí. Podle některých teorií ovlivnila tato erupce i norského malíře Edvarda Muncha a jeho známý obraz „Výkřik“ (Obr. 9.33) z roku 1893.



**Obrázek 9.33.** Výkřik (Edvard Munch)

„Šel jsem po cestě se dvěma přáteli – slunce zapadalo za horu nad městem a fjordem – pocítil jsem nápor smutku – nebe se náhle změnilo v krvavou červeň. Zastavil jsem se, opřel o zábradlí, smrtelně unaven – přátelé se po mně ohlédli a pokračovali dál – díval jsem se na plápolající mraky nad fjordem, byly jak krev a meč, a město – modročerný fjord a město – mí přátelé šli dál a já tam stál a trásl se strachy – cítil jsem jakoby velký, nekonečný výkřik šel tou nekonečnou přírodou.“



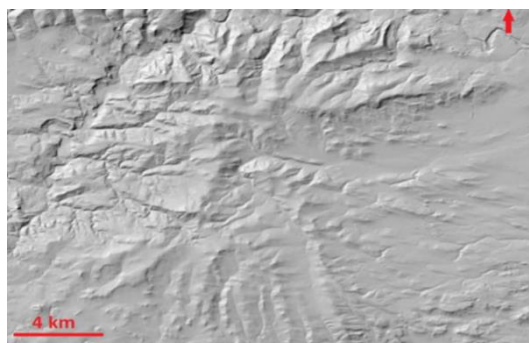


Osud sopky Krakatoa a událostí spojené s její erupcí inspirovaly i spisovatele, včetně českých autorů, nebo režiséry a muzikanty. Dokážete nalézt jména těchto autorů a umělců, včetně názvů konkrétních děl?

Také na území České republiky byly v geologické minulosti činné sopky. Výsledkem terciérní sopečné činnosti jsou např. Doupovské hory, České středohoří a některé části Nízkého Jeseníku. Terciérní sopky vymezuje Oherský rift (Obr. 9.34). Některé sopky v Čechách byly činné ještě v kvartéru, před necelým 1 milionem let (např. Komorní či Železná hůrka u Chebu). Nečinné sopky u nás však dost často podléhají erozi a jejich původní tvary lze odhadovat pouze podle stále aktivních sopek ve světě. Jako příklad lze uvést nečinný stratovulkán Doupovské hory (Obr. 9.35), u kterého nelze pozorovat zachovalý kužel, neboť vulkán je již zvětralý.



Obrázek 9.34. České středohoří



Obrázek 9.35. Doupovské hory – LIDAR

Mezi jevy doprovázející sopečnou činnost patří vývěry horkých a minerálních vod, jež se rovněž vážou na sopečné oblasti nebo hluboké zlomy v zemské kůře a nazývají se vřídla (Obr. 9.36). K ohřívání a obohacování vody o minerální látky dochází ve větší hloubce a jejich léčebných účinků se využívá v lázních. Nejznámějším příkladem u nás je vřídlo v Karlových Varech s teplotou vody až 73 °C. Vřídla, z nichž tryská horká voda v pravidelných intervalech, se nazývají gejzíry.

Jedním z nejznámějších gejzírů na světě je Old Faithful (Obr. 9.37) v Yellowstone National Parku ve státě Wyoming (USA). Tento gejzír chrlí vodu do výšky mezi 30 až 60 metry přibližně každou hodinu a půl. Doba výtrysku i perioda jeho opakování se může lišit.



Obrázek 9.37. Gejzír Old Faithful, Yellowstone, Wyoming (USA)



Obrázek 9.36. Vřídlo, Karlovy Vary

Yellowstonský národní park je nejstarším národním parkem na světě. Byl vyhlášen již v roce 1872. Nachází se v něm obří sopečná kaldera tvořící základ supervulkánu (Obr. 9.38). Rozměry kaldery jsou 55 x 72 kilometrů.

Dalším z projevů jsou výrony horkých plynů a par (s teplotou 100–1000 °C). Obsahují především sirovodík, oxid uhličitý, oxid siřičitý a vodní páru. Chladnější výrony oxidu uhličitého patří mezi takzvané posopečné jevy a na území České republiky se s nimi setkáme pouze výjimečně, například v národní přírodní rezervaci Soos u Chebu (Obr. 9.39) a ve Zbrašovských aragonitových jeskyních v Teplicích nad Bečvou.





**Obrázek 9.38.** Supervulkán pod Yellowstonským národním parkem (Wyoming, USA)



**Obrázek 9.39.** Soos – mofety (výrony suchého oxidu uhličitého)



Exploze supervulkánu nacházejícího se pod povrchem Yellowstonského národního parku se stala námětem pro fiktivní dokument s názvem *Supervulkán*, v němž se režisér pokusil zachytit situaci před výbuchem, ale i možný vzhled světa po ní.

Sopečná činnost však poskytuje i nebezpečí pro člověka. Mohou je ohrozit padající sopečné pumy, tlaková vlna výbuchu nebo velmi nebezpečný pyroklastický proud – žhavé mračno dusivých plynů, popela a úlomků hornin, které se valí ze svahu obrovskou rychlostí a smetou vše, co stojí v cestě. Podobnou rychlostí tečou po svazích lávové proudy (bazického složení). Za pyroklastickými proudy dost často následují laviny sopečného materiálu a bahna – tzv. bahnotoky, které vznikají nejen z materiálu ze sopky, ale i ze samotného svahu. Kvůli horkému materiálu valícímu se ze svahu dochází totiž k tání ledu a sněhu ve vrcholových částech sopky, což dopomůže tvorbě bahna. Připomeňme např. výbuch Mount St. Helens v roce 1980 (Obr. 9.40, 9.42), který doprovázel výrazný lahar (bahnotok, Obr. 9.41) ničící vše okolo, stromy, zvěř atd. Lavina tvořená bahnem a kamení se do údolí řítila rychlostí přesahující 75 m/s a dostala se do vzdálenosti až 25 km od sopky. Velké erupce jsou doprovázeny dost často i velkými zemětřeseními. V blízkosti činných sopek i přesto žijí miliony lidí.



**Obrázek 9.40.** Erupce Mount St. Helens



**Obrázek 9.41.** Lahar při erupci Mount St. Helens



**Obrázek 9.42.** Současná podoba Mount. St. Helens



Často se setkáme s českým překladem „hora svaté Heleny“, který je však zavádějící a velmi nepřesný. Horu pojmenovat v roce 1792 průzkumník britského Královského námořnictva George Vancouver po soudobém diplomatovi, A. Fitzherbertovi, který jako první nesl titul *baron St. Helens*.



#### **Aktivita 14: Pronikněte do tajů vulkanické činnosti.**

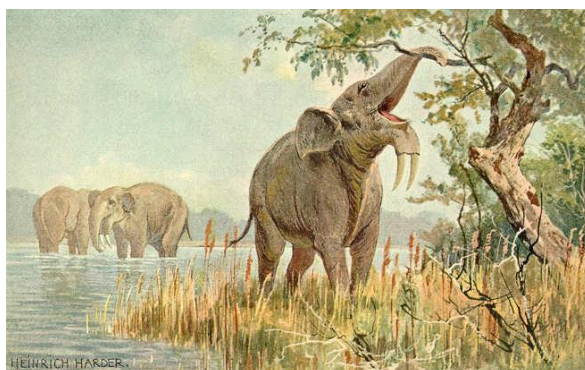


**Video na YouTube: Mount St. Helens, 18. května 1980.** (v anglickém jazyce)  
(délka 6:28, Mount St. Helens State Park)

Výrazné změny lze ale pozorovat v prostředí suchozemském. Hromadné vymírání na konci mezozoika způsobilo vyhynutí mnoha skupin živočichů, hlavně dinosaurů. To dalo prostor pro vývoj jiných skupin, zejména savců. Jejich vývoj byl ovlivněn především změnami podnebí a rozmístěním kontinentů. Vlivem těchto změn se měnil převažující typ vegetace i možnosti stěhování nových vývojových skupin z jednoho světadílu na druhý.

Na začátku terciéru byly téměř všechny kontinenty pokryty pralesní vegetací, které se dařilo v podnebí teplém s rovnoměrně rozloženými srážkami. V hustých pralesích se hojně objevovaly drobnější typy savců. Podnebí bylo tak teplé, že husté lesy rostly i na pólech. Stromy byly uzpůsobeny střídání polárního dne a noci a měly velké listy po dobu polární noci opadající. Později se však klima změnilo, podnebí bylo ještě teplejší, ale ubylo srážek a některé pralesy prořídly a tím se mohli rozvíjet větší savci.

Mezi nimi byli nejen předchůdci dnešních skupin (např. primáti či kopytníci), tak i formy dnes vymřelé (Obr. 9.43). Přibližně od středu terciéru se klima začalo pomalu ochlazovat a stalo se sušším. Jako jednu z příčin můžeme jmenovat vznik velkých pohoří, neboť na vrcholcích hor docházelo k ochlazení vzduchu a za hřbety se tvořily srážkové stíny. Na Zemi se objevil zcela nový typ vegetace, stepi a savany. V tomto prostředí se mohla dobře rozvíjet většina dnešních savců – koňovitých, chobotnatců, antilop, šelem apod.



**Obrázek 9.43.** Vymřelý chobotnatec (*Deinotherium*) žijící v oblasti střední Evropy

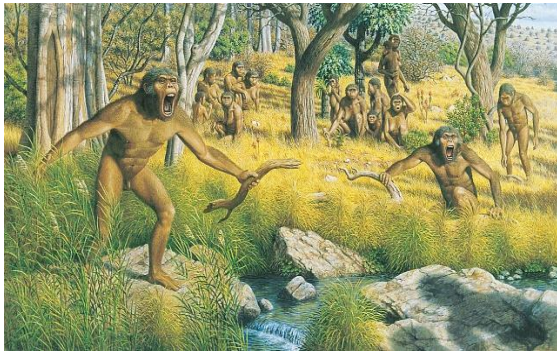


**Obrázek 9.44.** Šavlozubý tygr

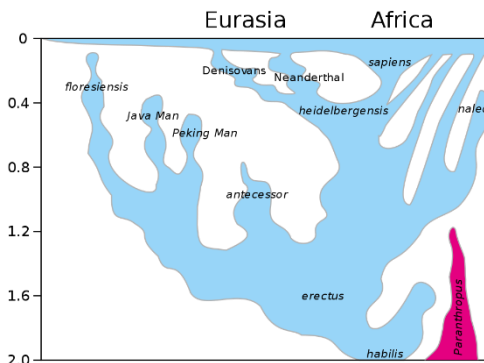
Obávaným predátorem v terciérní krajině byl šavlozubý tygr (Obr. 9.44), jehož velké horní špičáky dlouhé 14 cm byly účinným nástrojem k lovu kopytníků. Jejich použití k lovu vyžadovalo maximální rozevření čelistí až do pravého úhlu. Postupně se však pro zvíře staly nebezpečnými, neboť při lovu hrozilo jejich zaseknutí v kořisti a tím i uhynutí šavlozubého tygra. Dorůstající zuby se mu staly osudnými a koncem terciéru tento živočich vymřel.



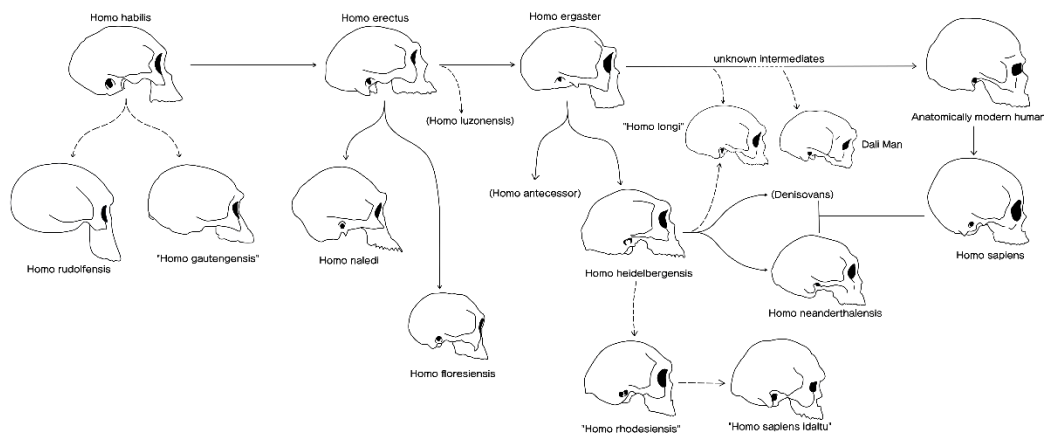
Moderní primáti, zástupci čeledi Hominidae (lidoopovití), jsou známi od konce terciéru. Z rodů lze jmenovat rod *Dryopithecus* (lidoop na stromech žijící, podobný dnešním šimpanzům) a rod *Ramapithecus* z Asie, Afriky a Evropy (člověku bližší, menší postavy, žil v prostředí savan, vymřel na konci terciéru). Za předka člověka je považován až zástupce rodu *Australopithecus* (Obr. 9.45), který obýval Afriku koncem terciéru. Od *Australopithecus* se patrně vydělil rod *Homo* – člověk (Obr. 9.46 a 9.47). Jeho nejstaršími zástupci byli *Homo rudolphensis* a *Homo habilis*, kteří obývali jezernaté oblasti východní Afriky asi před 2,3 – 1,6 mil. lety. Vyráběli kamenné nástroje a lze mezi nimi hledat i předka druhu *Homo erectus*, který se počátkem kvartéru rozšířil z Afriky do Euroasie a byl nejstarším lidským obyvatelem i na našem území.



Obrázek 9.45. *Australopithecus*

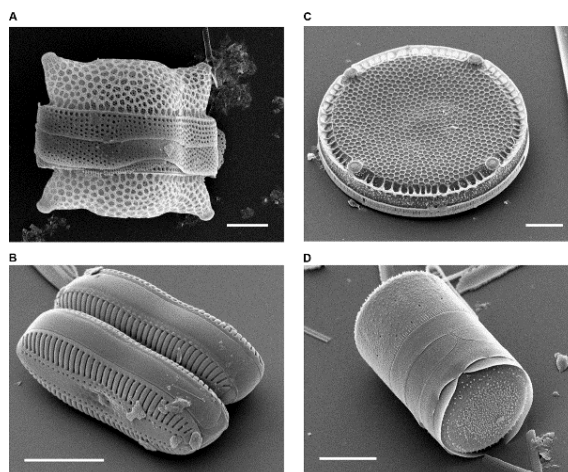


Obrázek 9.46. Strom vývoje člověka (období 2 milionů let)



Obrázek 9.47. Vývoj lebky člověka (obrázek se po kliknutí zvětší)

V mořských ekosystémech nedošlo v terciéru k výrazným změnám. Většinou převažovaly ty organismy, které se vyskytují i v dnešních mořích – kostnaté ryby, plži, mlži, koráli a řasy. Pokračoval rozvoj řas z minulých období – zvláště vápnitého nanoplanktonu, rozsivek (Obr. 9.49) a horninotvorných ruduch.



Obrázek 9.48. Různé druhy rozsivek pod elektronovým mikroskopem





Křemelina (odborně označovaná jako diatomit) je hornina, kterou téměř z poloviny tvoří schránky rozsivek. V minulosti se používal například při výrobě dynamitu. Nyní se užívá k výrobě filtrů či různých izolací.

Těží se například v Borovanech u Českých Budějovic (Obr. 9.235).



Obrázek 9.49. Těžba křemeliny

Během terciéru se rozšířili i ptáci, například dravý pták *Phorusrhacos* (Obr. 9.48). Dominovaly krytosemenné rostliny a postupně se objevovaly rody známé ze současnosti. V tropických a subtropických oblastech rostly např. palmy, fíkusy a magnolie, v mírném pásmu vrby, topoly, břízy, olše, duby, jilmy či javory. Významné byly také jehličnany – smrky, borovice, sekvoje. Jejich chůdovité kořeny jim umožňovaly růst v močálech.

Dřeviny poté zapadaly do bahna a postupem času za zvýšeného tlaku a bez přístupu vzduchu došlo k jejich prouhelňování, které umožnilo vznik hnědého uhlí.

Spolu s rostlinami se vyvíjel i hmyz, kdy se rozšířilo opylování rostlin, a to podnítilo další vývoj rostlin i hmyzu samotného, který se stal nejpočetnější skupinou živočichů.




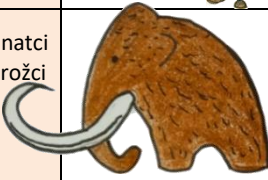
Obrázek 9.50. *Phorusrhacos*



V terciéru se postupně kontinenty posouvaly do poloh, v nichž je známe nyní. Víte, který kontinent svým posunem do dnešní polohy zapříčinil největší změnu klimatu, konkrétně velmi výrazné ochlazení?

## 10. KVARTÉR

Tabulka 10.1. Kvartér a jeho charakteristika

Éra	Útvar	Před mil. lety	Významné geologické události	Rostliny a živočichové	
kvartér (kenozoikum, čtvrtohory)	holocén	0,01	oteplení po posledním zalednění	dokončen vývoj člověka do současné podoby	
	pleistocén	2,6	střídání dob ledových a meziledových • vznik dnešního reliéfu	srstnatí chobotnatci (mamut), nosorožci • rozvoj hominidů	

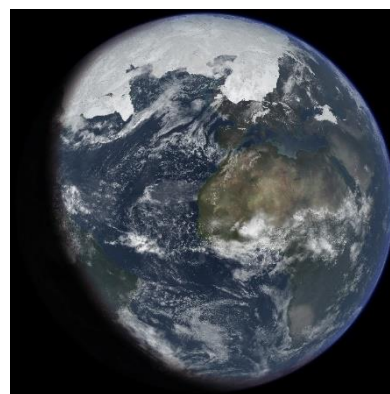
Kvartér je v porovnání s předchozími obdobími krátkým časovým úsekem, začal teprve před cca 2,5 miliony lety a trvá dosud. Charakteristickým pro toto období je střídání ledových (chladnějších) a meziledových (teplejších) dob. Starší období kvartéru nazýváme pleistocén a mladší, současné období, označujeme holocén. Kvartér je obdobím vývoje člověka.



Obrázek 10.1. Grónský ledovec

Už během terciéru docházelo k postupnému ochlazování. Zhruba před 30 miliony lety bylo podnebí v Antarktidě již tak chladné, že sníh už nestačil roztát během letního období a začal se zde tvořit pevninský ledovec. Od jeho povrchu se odrážela velká část slunečního záření zpět do vesmíru, což vedlo k dalšímu ochlazování Země. Počátkem kvartéru se začal tvořit ledovec i na severní polokouli, ve Skandinávii a v Severní Americe. Jeho část, grónský ledovcový štít (Obr. 10.1), existuje dodnes.

Co ovlivňuje střídání dob ledových a meziledových? Tento jev bývá nejčastěji vysvětlován periodickými změnami oslunění Země. Určit přesný počet dob ledových není jednoduché (většinou se udává 10 ledových dob za poslední jeden milion let). Teplá období mezi jednotlivými ledovými dobami byla srovnatelná se současným podnebí, některá byla dokonce teplejší než současnost. Proto lze nalézt např. v jeskyních Českého a Moravského krasu kosti lvů a hyen (avšak nejsou to stejné druhy, které známe z dnešní Afriky). V dobách ledových sahal pevninský ledovec až do střední Evropy a na několika místech dosáhl dokonce severního okraje území dnešní České republiky (Obr. 10.2).



Obrázek 10.2. Rozsah zalednění v dobách ledových

To bylo příčinou, že byl v dobách ledových vynořen například Beringův průliv mezi Asií a Severní Amerikou. Tento „most“ umožnil stěhování lidí i živočichů na americký kontinent. Díky němu došlo k přechodu lidí z Asie do Ameriky, což dokazuje i vzhled zástupců mongoloidní rasy, do níž patří původní obyvatelé většiny Asie i Ameriky.





Pevnina v oblasti současného Beringova průlivu se označovala jako Beringie. Touto cestou se rozšířili například koně z Ameriky do Eurasie. Opačným směrem se dostali první lidé, což dokázal i český vědec Aleš Hrdlička. Setkáme se i s novými teoriemi, podle nichž Amerika mohla být osídlena přes severní Atlantik nebo přes Polynésii.

Podnebí srovnatelné s klimatem ledových dob (kombinaci chladu a sucha) dnes nalezneme například ve středoasijských stepích nebo na Sibiři. Toto podnebí je typické pro tundry a stepi, které obývali např. mamuti, srstnatí nosorožci, polární lišky a sobi (Obr. 10.3).



**Obrázek 10.3.** Pravděpodobný vzhled krajiny území současného severního Španělska v době ledové

Mamuti (Obr. 10.4) byli býložravci, jejichž potrava se skládala především z trávy, větví a borky stromů. Dokázali spořádat až 180 kg potravy denně. V drsném období zimy si vystačili i se zmrzlou půdou, která jim dodala potřebné minerální látky. Těto potravě, tvrdé a těžko zpracovatelné, byl přizpůsoben i chrup, zejména stoličky (obrušovaly se a několikrát za život se obměnily). Kostí mamutů byly nalezeny i na mnoha místech v Čechách a na Moravě (Dolní Věstonice).



**Obrázek 10.4.** Srovnání mamuta srstnatého (vlevo) a mastodonta (vpravo)



#### **Aktivita 15: Lovci mamutů.**





Na Sibiři se podařilo nalézt velmi dochované mamuty, kteří byli zamrzlí v ledu a měli dokonce zachovalé měkké části těla. Lyuba, mládě mamuta srstnatého, byla nalezena v roce 2007 a jedná se o nejvíce zachovalého zástupce mamuta.



**Obrázek 10.5.** Lyuba, jednoměsíční mládě mamuta

V kvartéru hojně rostly mechy, lišejníky a zástupci severských rostlin charakteristických pro oblast tundry, například vrba bylinná či ostružiník moruška (Obr. 10.6). Ze zástupců květeny meziledové doby lze uvést například katran tatarský (Obrázek 10.7), kavyl vláskový, hlaváček jarní nebo dub pýřitý.



**Obrázek 10.6.** Ostružiník moruška



**Obrázek 10.7.** Katran tatarský

Střídání dob ledových s meziledovými v kvartéru ovlivnilo pestrost rostlinstva a živočišstva na našem území. V České republice je původních např. jen 30 druhů stromů, zatímco ve stejných zeměpisných šířkách na Dálném východě nebo v USA je to několikrát tolik. V ledových dobách ustupovaly jednotlivé vegetační pásy (tundra, jehličnaté lesy, smíšené lesy) směrem k jihu a v teplejších obdobích se zase stěhovaly zpět. V prostoru Českého masivu ale stěhování teplomilných druhů bránily Alpy. Některé druhy dokázaly v meziledových dobách tuto překážku překonat, jiné však nikoliv a na našem území vyhynuly.

Kvartérní usazeniny najdeme např. v říčních terasách, které se tvořily v ledových dobách. Oproti tomu v dobách meziledových se řeky zařezávaly do svých vlastních usazenin (i do staršího podkladu). Podobné terasy najdeme i u moře, protože jeho hladina vlivem narůstání a ubývání ledu kolísala. Významným typem kvartérních usazenin jsou i ledovcové morény tvořené materiálem, který byl buď uzavřen v ledu, a po jeho roztání z něj vypadl, nebo ho ledovec hrnul před sebou podobně jako buldozer.



Obrázek 10.8. Spráše

Hojnými usazeninami ledových dob jsou spraše (Obr. 10.8), což jsou vrstvy jemného prachu vzniklého navátím větrem. V glaciích mohly tyto vrstvy snadno vznikat, protože zemský povrch nebyl tolik pokryt vegetací a jemný prach (např. z říčních teras nebo morén) byl snadno odnášen větrem. Během kvartéru se vyvinuly i současné půdní profily. Díky studiu ledovcových vrstviček v ledových štítech Antarktidy a Grónska získáváme informace o vývoji podnebí od dávné minulosti až do současnosti.

Dalším významným místem výskytu usazenin jsou dna většiny současných moří a oceánů, jelikož jsou dosud pokryta nezpevněnými kvartéreními usazeninami.

Poslední období kvartéru a jeho studium není otázkou jen geologie, ale i antropologie. Antropologie se zabývá studiem vývoje lidského druhu a jeho civilizace. Studium dávných lidských aktivit se zabývá archeologie. Velmi důležité je i studium klimatických změn v kvartéru pomocí paleoklimatologie, protože díky tomu můžeme předpovídat budoucí klimatické změny (například příčiny globálního oteplování a příchod další doby ledové).

## VÝVOJ ČLOVĚKA

Na přelomu mesozoika a terciéru došlo kvůli dopadu velkého meteoritu k vymření většiny suchozemských zvířat, zejména dinosaurů. V průběhu terciéru jejich místo zaujali savci, kteří se rychle rozšířili na všechny kontinenty a rozdělili se do několika navzájem si málo podobných skupin, jako jsou šelmy, chobotnatci nebo kopytníci. Jedna jejich větev byla později nazvána primáty (= „první, nejpřednější“ mezi ostatními savci). Mezi primáty řadíme zejména opice, člověka a jejich předchůdce.

Primáty vznikli v teplých oblastech (v tropických a subtropických). Měli dobře vyvinutý zrak, což umožňovalo prostorové vidění. Dobře se vyvíjel i mozek, který musel být schopen analyzovat mnoho podnětů (sběr potravy v korunách stromů i na zemi, chování ostatních živočichů atd.). Jejich mláďata dospívala pomaleji než u ostatních savců, a tím se prodloužila doba učení. Primáty jsou od počátku společenskými tvory, neboť většina současných opic dodnes žije ve složitě uspořádaných skupinách, kde existuje určitá hierarchie. Postupně se vyvinula i lidská řeč, které předcházely různé posunky a skřeky. Když se lidský předchůdce vzpřímil a začal chodit po dvou, tak si uvolnil ruce, které začal využívat k rozmanitým činnostem (nošení mláďat, sbírání potravy, vytvářet nástroje).

Vývoj člověka začal *Australopithecem* (Obr. 10.9), který žil cca před 2 – 3 miliony let především v Africe. Po něm následoval *Homo habilis* (Obr. 10.10), označovaný také jako „zručný člověk“, jenž měl už větší mozek a byl schopen vytvářet nástroje. Člověka zručného nahradil *Homo erectus* (Obr. 10.11), „člověk vzpřímený“, který je přímým předchůdcem člověka. Nálezy člověka vzpřímeného pocházejí kromě Afriky i z Jávy a z Číny (stáří okolo 1 milionu let).

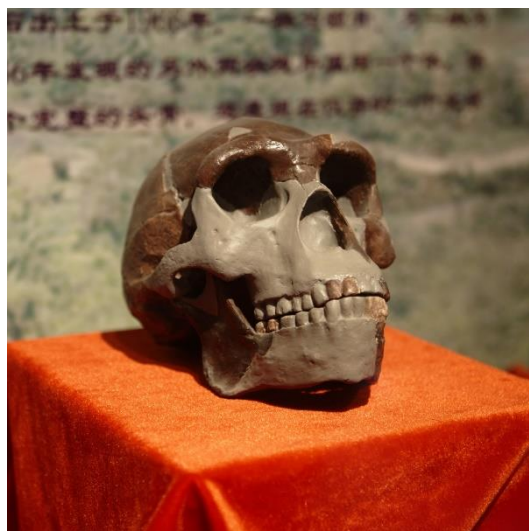


Obrázek 10.9. Ostatky Lucy, 3,2 mil. let starého jedince *Australopithec*



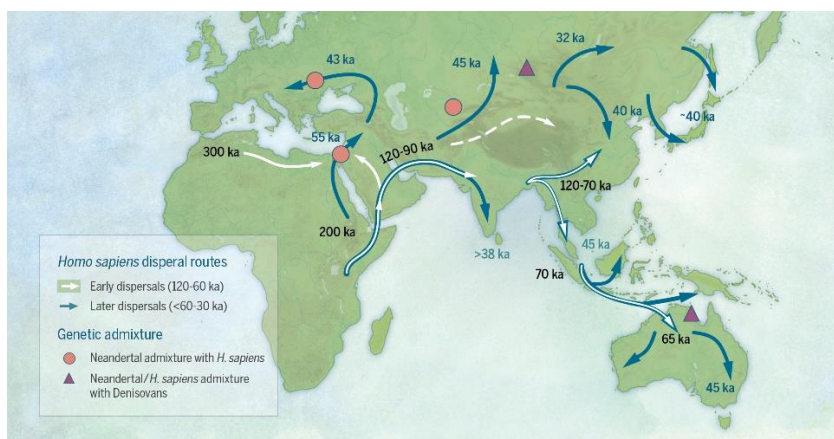


Obrázek 10.10. *Homo habilis*



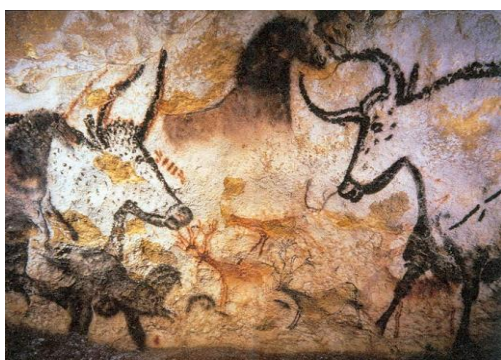
Obrázek 10.11. *Homo erectus* (rekonstrukce lebky)

Člověk moudrý se postupně rozšířil do Eurasie, ale i do Austrálie (Obr. 10.12). Původ člověka moderního typu, *Homo sapiens sapiens*, sahá do doby před 150 tisíci lety. Byl již velmi úspěšný v lovu, což bylo dáno zejména schopností vyrábět rozmanité nástroje nejen z pazourku, ale i z kostí, parohů, klů a ze dřeva. Dokázal ovládat oheň a přibytky stavěl z kostí a kůží ulovených zvířat nebo větví.



Obrázek 10.12. Rozšíření člověka moudrého po kontinentech

Lovecké rituály pravděpodobně doprovázely různé hliněné figurky zvířat. K vrcholům umění patří nástěnné malby a rytiny – nejznámější je vyzdobená jeskyně Lascaux ve Francii (Obr. 10.13 a 10.14). Počátky náboženství poodhalují různé sošky lidských postav.



Obrázek 10.13. Malby v jeskyni Lascaux (Francie)



Obrázek 10.14. Malby v jeskyni Lascaux (Francie)





V dokonalém stavu se dochovala například známá Věstonická venuše (Obr. 10.15), která je z pálené hlíny. Jedná se nejstarší známou keramickou sošku na světě. Její stáří je odhadováno do rozmezí 29 000 – 25 000 let před naším letopočtem.

Dolní Věstonice jsou také místem nálezů nejstarší keramiky světa. V lokalitě byly nalezeny i další sošky, ale jejich pravost je často zpochybňována.



**Obrázek 10.15.**  
Věstonická venuše

Člověk, ale i většina živých organismů, se přizpůsoboval svému okolí a zároveň své okolí měnil. Ve starší době kamenné (paleolitu, stáří 2 mil. let – 12 tisíc let před současností – „BP“) žilo na Zemi jen pár set tisíc lovců a sběračů, jejichž vliv na krajinu byl zanedbatelný. Ve střední době kamenné (mezolitu, stáří 10 – 6 tisíc let BP) už docházelo k drobným změnám, kdy v této době žijící lovci vypalovali lesy. Tím se šířily travní plochy a s nimi velká lovná zvěř (bizoni, jeleni), která by jinak v lese nenašla dostatek potravy.



**Obrázek 10.16.** Skara Brae (Skotsko)  
– pozůstatek neolitického osídlení

Teprve až mladá doba kamenná (neolit – Obr. 10.16, stáří 8 – 6 tisíc let BP) znamená první obrovský zásah do krajiny. První zemědělci rozšiřovali mýtiny, které původně byly udržované divokou zvěří, a následně i vypalovali lesy. Nechráněná půda byla vodou odnášena do řek, které se tím stávaly širší a mělké. V pozdní době kamenné (eneolitu, stáří 6 – 4 tisíce let BP) člověk začal využívat divoké předky koní a krav k orbě, čímž došlo k větší produkci potravin a začal se zvyšovat i počet lidí. Podél řek vznikla první města. Došlo také k budování rozsáhlých zavlažovacích kanálů.

Následná doba bronzová a železná (stáří 3,5 – 2 tisíce let BP) přinesla velký rozvoj pastevectví, který způsobil rozsáhlé odlesnění ve Středomoří. V závěru tohoto období byla půda silnými dešti odnášena do moře, což způsobilo, že mnoho tehdejších přístavů bylo dokonce zaneseno pūdou. Velký rozvoj zemědělství nastal v době starověkého Egypta, což dokazují i malby, na nichž je zobrazen výmlat obilí, sklizeň za použití srpů nebo kácení stromů a orba (Obr. 10.17). Na obrázku 10.18. je znázorněna takzvaná Arabská zemědělská revoluce, která začala v Al-Andalus (tehdejší islámská část dnešního Španělska). Jednalo se o klíčový zlom v transformaci krajiny a využívání zlepšených technik pro obdělávání půdy, ale také šíření nových plodin.



**Obrázek 10.17.** Kresby se zemědělskou tematikou (starověký Egypt)



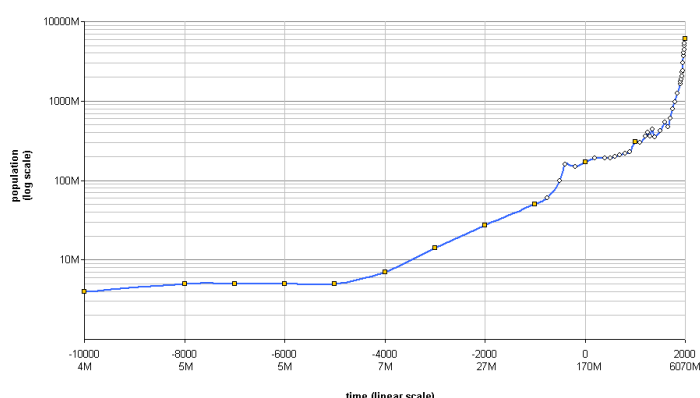
**Obrázek 10.18.** Arabská zemědělská revoluce na území dnešního Španělska

Středověk přinesl obohacování krajiny – vytvořena mozaika polí, pastvin a lesů. Rozsáhlá těžba kovů je typická pro raný novověk (počátek 16. století). Sklárny a železárny spalující obrovské množství dřeva. Krajina se měnila do současné podoby, ale města byla dosud velmi malá. Průmyslová revoluce (Obr. 10.19) a moderní doba přinesly rozšíření měst za původní hradby a vznik rozsáhlých továren a celých průmyslových oblastí. Tím dochází k velkému zásahu do krajinného rázu, zvětšuje se množství odpadů, zhoršuje se kvalita vody a ovzduší.



**Obrázek 10.19.** Horník v době průmyslové revoluce

V již zmíněné době kamenné žilo nanejvýš několik stovek tisíc lidí. V dalším vývoji se jejich počet sice znásobil, ale různé přírodní katastrofy, hladomory a jiné nemoci způsobily jejich pokles. V současnosti (data z července 2020) žije na planetě Zemi 7,7 miliardy lidí. Počet lidí se zvyšuje zejména díky lepším životním podmínkám a rozvinuté lékařské péči. Třeba v Číně během posledního staletí vzrostl počet obyvatel na trojnásobek (z 500 milionů na 1 500 milionů), který se užívá s velkými potížemi. Další problémem je skutečnost, že čínská města často stojí na písčitéch horninách a čerpají vodu z hlubokých vrtů pod městem. Tím se zmenšuje objem podložních hornin a města klesají většinou až o 30 cm za rok (v případě Číny i o podstatně více). Odhaduje se, že v roce 2050 bude žít až 10 miliard lidí (Obr. 10.20), což s sebou přinese závažné problémy – nedostatek vody, surovin, znečištění ovzduší a jiné globální problémy.



**Obrázek 10.20.** Vývoj lidské populace za posledních 12 tisíc let

Voda je základem pro život a každý živý organismus ji má ve svém těle a potřebuje ji k životu. Voda je sice pro organismy prospěšná, ale zároveň i nebezpečná. Jelikož se podnebí vlivem klimatických změn mění, tak nastávají období povodní a následně období sucha. Další hrozbou je uvolňování anorganických a organických látek do vody (Obr. 10.21). Za znečištění je však opět zodpovědná zejména lidská činnost, například užívání umělých hnojiv, průmyslové i městské odpady, ale i samotné srážky obsahující stopové množství arsenu, kadmia či rtuti.



**Obrázek 10.21.** Rio Tinto (Španělsko) – voda přirozeně zbarvená železem

Mezi organické látky řadíme například nebezpečné jedovaté chemikálie (PCB = polychlorované uhlovodíky), které způsobují rakovinu a další nemoci. Kromě toho se i znečištěnou vodou mohou šířit zárodky různých nemocí či bakterie. Dalším nebezpečím spojeným s organickými látkami jsou ropné havárie a šířící se ropné skvrny.



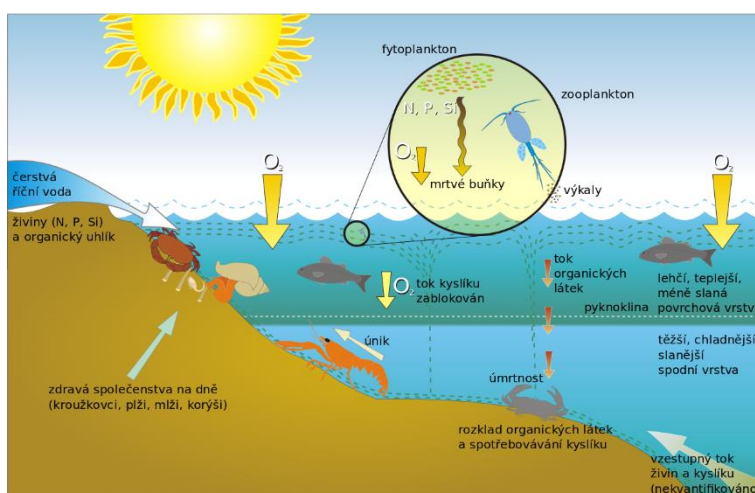
22. dubna 2010 došlo na následky předchozího výbuchu k potopení ropné plošiny Deepwater Horizon (Obr. 10.22). Vrt však zůstal otevřen a do moře z něj nadále unikala ropa, což vedlo k největšímu zamoření pobřežních vod v historii Spojených států.

Touto událostí byl inspirován film *Deepwater Horizon: Moře v plamenech*, který v roce 2016 režíroval Peter Berg. V hlavních rolích se představil Mark Wahlberg, Kurt Russell nebo John Malkovich.



Obrázek 10.22. Havárie plošiny Deepwater Horizon

Mezi zvláštní případ znečištění patří eutrofizace (Obr. 10.23), která vzniká v rybnících, do kterých jsou splavovány dusičnany z okolních polí. Rybník se následně pokryje zelenými řasami, které však rychle spotřebují kyslík rozpuštěný ve vodě, čímž začne voda v rybníce páchnout a budou v něm žít pouze některé mikroorganismy.

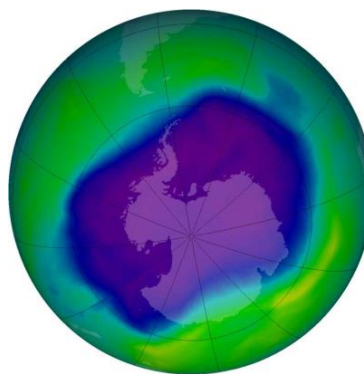


Obrázek 10.23. Eutrofizace vod



S množstvím zvyšujícího se obyvatelstva roste i znečištění vzduchu. Obáváme se velkých klimatických změn. Člověk kromě plynů zesilujících skleníkový efekt a vedoucích k zeslabení ozonové vrstvy, tzv. ozonové díře (Obr. 10.24), uvolňuje do ovzduší i další látky.

Mezi nejvíc škodlivé patří aerosoly a prach, které vznikají při řadě lidských činností. Další látkou je azbest, což je přírodní křemičitan, jenž se vyskytuje v podobě vláken, která byla dříve využívána jako stavební materiál (např. oplocení či izolace). Uvolňuje se do ovzduší a v prostředí špatně větraných místností může po vdechování způsobit rakovinu. Látkami způsobující různé alergie jsou ultrajemné uhlíkové částice, které vznikají hlavně při automobilovém provozu. Dále organické uhlovodíky (VOC), které jsou spjaty s chemickým průmyslem a automobilismem (Obr. 10.25). A poslední ze jmenovaných jsou oxidy dusíku, které vznikají hlavně ve spalovacích motorech a vstupují do řady chemických reakcí právě v atmosféře.

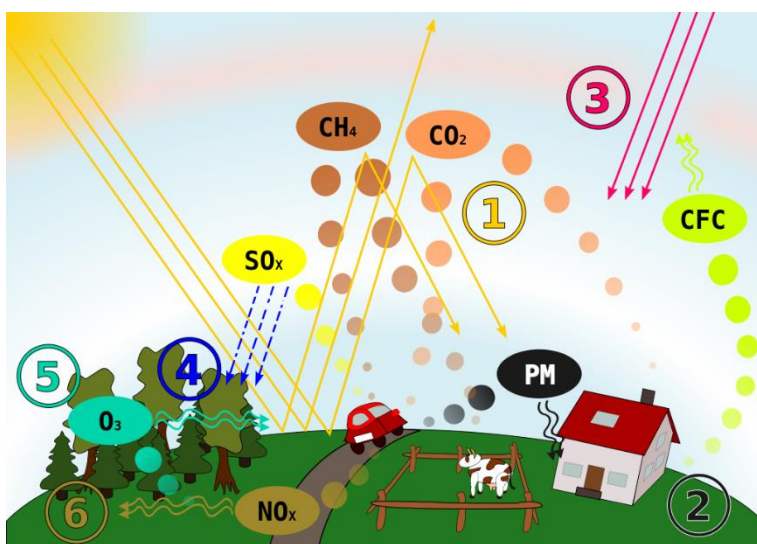


**Obrázek 10.24.** Ozónová díra nad Antarktidou



**Obrázek 10.25.** Znečištění ovzduší z průmyslu

Jak ukazuje obrázek 10.26, tak atmosféru ovlivňuje velké množství chemických látek, z nichž u většiny má člověk velký podíl na navyšování jejich koncentrací.



**Obrázek 10.26.** Látky a děje, které způsobují znečištění atmosféry

Popisky:

1. Skleníkový efekt
2. Znečištění pevnými částicemi
3. Zvýšené UV záření
4. Kyselé deště
5. Zvýšení množství přízemního ozónu
6. Znečištění způsobené oxidy dusíku



Dokázali byste s pomocí obrázku 10.16 uvést konkrétní lidské činnosti, které mohou produkovat jednotlivé látky do ovzduší? Jakým způsobem lze případně tyto emise látek snížit?



**Video na YouTube: Paxi – Skleníkový efekt.**  
(délka 5:06)

Zemský povrch, který můžeme dnes pozorovat je vytvářen **kombinací vnitřních a vnějších geologických jevů**. Poslední slovo v procesu formování zemského povrchu vždy hrají vnější geologické vlivy, které působí v současnosti a jsou tedy nejmladšími geologickými činiteli. Proto se jimi budeme zabývat v kapitole o kvartéru.

## VNĚJŠÍ GEOLOGICKÉ JEVY

Vnější geologické procesy přetváří zemský povrch. Hlavními činiteli jsou zemská tíže, voda (tekoucí, mořská, v podobě ledu a ledovců), vítr a živé organismy (včetně člověka). Lze u všech rozlišit činnost rušivou (rozrušování části zemského povrchu) a tvořivou (přenos a ukládání zvětralin). Výmolná rozrušivá činnost se nazývá eroze, která spolu s odnosem rozrušených částic hornin vede ke snižování zemského povrchu a odkrývání podložních hornin – denudaci.

### ZVĚTRÁVÁNÍ

Mechanismus zvětrávání vede k rozpadu hornin, např. následkem výrazných teplotních výkyvů v průběhu dne a noci. Setkáme se s nimi například v pouštích (Obr. 10.27), ale mrazové zvětrávání je charakteristické také pro chladnější oblasti. Jak k tomuto zvětrávání dochází? Voda pronikající do puklin nebo prolínající horninou zvětší zmrznutím svůj objem. Led pak působí jako klín na okolní části horniny a porušuje jejich soudržnost. Rušivě působí i činnost organismů, například kořeny rostlin prorůstající horninami (Obr. 10. 28) – tzv. biologické zvětrávání.



**Obrázek 10.27.** Zvětrávání činností větru – tzv. „kamenný strom“ v poušti Siloli (Bolívie)



**Obrázek 10.28.** Biologické zvětrávání – lišejník a čedič (La Palma, Kanárské ostrovy)

Někdy probíhají látkové změny nerostů a hornin a tím vzniká chemické zvětrávání (Obr. 10.29 a Obr. 10.30). Hlavními činiteli jsou voda, kyslík a oxid uhličitý. Intenzita chemického zvětrávání je větší v oblastech s teplejším a vlhčím podnebím. Proces zvětrávání dává vznik půdám, např. chemickým zvětráváním živců se tvoří kaolinit a jílové nerosty obohacující půdu o minerální látky, což slouží jako živiny pro rostliny.



**Obrázek 10.29.** Zvětrávání působení soli (Kalifornie, USA)



**Obrázek 10.30.** Srovnání nezvětralého (vlevo) a zvětralého (vpravo) vápence



## PŮSOBENÍ ZEMSKÉ TÍŽE

Zemská přitažlivost způsobuje pohyb zvětralin (Obr. 10.31), půdy a vody (včetně sněhu a ledovců) z výše položených míst zemského povrchu do nížin. Pohyb může být náhlý a jednorázový, např. řízení kamenů a bloků hornin po vydatných srážkách, při jarním tání apod. Druhou možností je pohyb pozvolný. K sesouvání dochází zejména na svazích tvořených různě pevnými horninami. Sesouvající materiál pak ničí komunikace a obydlí.



**Obrázek 10.31.** Při odlehčení žulového masivu díky erozi nadložních vrstev dochází k tzv. exfoliaci – „odlupování“

V horském prostředí je zvláště nebezpečný rychlý pohyb sněhu, tj. lavina (Obr. 10.32). Lavinové svahy nalezneme i na území České republiky, konkrétně v Krkonoších (Obr. 10.33).



**Obrázek 10.32.** Lavina u Mount Everestu (Nepál)



**Obrázek 10.33.** Úpská jáma v Krkonoších



**[Video na Wikimedia Commons: Pád laviny u střediska Chamonix ve Francii.](#)**  
(délka 0:40, Wikimedia Commons)

## ČINNOST VODY

Významná je i činnost tekoucí vody, která výrazně mění zemský povrch. Voda může mít činnost rušivou, která se projevuje především vymíláním (rozrušováním) zemského povrchu a odnosem částic půdy a hornin – vodní erozí. Voda ovšem i něco vytváří, vznikají naplaveniny, tj. vrstvy úlomkovitých usazených hornin.

Odtok vody může být plošný (ron), který vzniká zejména po vydatném dešti, nebo soustředný (v říčních korytě). Zvláště v krajině bez rostlinného pokryvu vede ron ke splachu půdy a vymílání ronových rýh.

V říčním korytě je vodní tok – potok, řeka. Jejich rušivá činnost (eroze) se projevuje zejména na horním toku, kde má řeka větší spád a vymílá koryto zejména do hloubky. Voda unáší úlomky rozrušené horniny, které se pohybem zaoblují a zmenšují na štěrky, dále na zrna písku a až na ještě menší částice. Ve středním i dolním toku řeky převládá boční eroze a dochází k vytváření meandrů (Obr. 10.34) a slepých ramen (Obr. 10.35). V meandru dochází na nárazovém břehu k erozi, na opačném břehu se naopak hromadí usazeniny. Výsledkem je posouvání meandrů ve směru toku.





**Obrázek 10.34.** Meadr Vltavy – vyhlídka Máj



**Obrázek 10.35.** Meandry (některé opuštěné) na řece Colorado (Utah, USA)

Tam, kde se zmenšuje spád řeky, snižuje se tak i unášecí síla tekoucí vody. Postupně dojde k převažování tvořivé činnosti a ukládají se naplaveniny. Říční usazeniny jsou vytříděny nejen podle velikosti, ale i podle hustoty. Nejjemnější jílovité částice a rozpuštěné nerostné látky jsou řekami odnášeny až do moře.

Postupným zvětráváním vznikly na našem území zvláštní povrchové tvary. V pískovcích jsou to především skalní města, kterým dala vznik nestejná odolnost pískovcových vrstev. Došlo k vytvoření mohutných skalních stěn a jednotlivých skalních věží oddělených úzkými a nezdědkou hlubokými soutěskami. Běžné jsou však i skalní výklenky, jamky, brány, okna a hřibovité útvary. Typická skalní města jsou u nás v Turnovské pahorkatině (Prachovské skály, Hruboskalsko – Obr. 10.36), Broumovské vrchovině (Adršpašsko-teplické skály, Broumovské stěny) nebo Děčínské vrchovině (Pravčická brána – Obr. 10.37) atd. Většina z těchto lokalit jsou chráněnými územími.



**Obrázek 10.36.** Hruboskalské skalní město (CHKO Labské pískovce)



**Obrázek 10.37.** Pravčická brána (Národní Park České Švýcarsko)

Chemickým a mechanickým působením vody vznikl ve vápencových územích typ krajiny zvaný kras. Mezi krasové útvary řadíme hlavně škrapy (Obr. 10.38), charakteristické členité ostré vápencové skalky, a závrtý, což jsou oválné sníženiny povrchu, které vznikly rozpouštěním vápenců nebo propadnutím stropu jeskyně. Vápencová krasová území jsou významným stanovištěm vzácných druhů rostlin a živočichů, tudíž jsou tyto lokality často zákonem chráněné.



**Obrázek 10.38.** Škrapy (Slovinsko)

K podzemním krasovým útvarům patří jeskyně a propasti. Jeskyně v Moravském krasu či Českém krasu se vyznačují krápníkovou výzdobou. Krápníky vznikají díky povrchové vodě, která obsahuje rozpuštěný oxid uhličitý vnikající puklinami a vrstvami do vápenců a následně je rozkládá. Vzniká roztok hydrogenuhličitanu vápenatého, z něhož se v jeskyních vylučuje nerozpustný uhličitan vápenatý v podobě již zmíněných krápníků. Krápníky mají různé tvary, od stalaktitů (vznikají vylučováním vápnité hmoty z visících kapek), stalagmitů (vyrůstají ze dna jeskyně), až po stalagnáty (vznikají spojením obou předchozích typů – Obr. 10.39).



**Obrázek 10.39.** Největší stalagnát na světě – 32 metrů (jeskyně Cueva de Nerja, Španělsko)

Svislé krasové dutiny, které ústí k povrchu, jsou propasti (Obr. 10.40). U nás je nejznámější Macocha (hloubka 138 m) v Moravském krasu. Pozoruhodným útvarem je i Hranická propast u Teplíc nad Bečvou (Obr. 10.41) s hlubokým jezírkem, jehož dna doposud nebylo dosaženo.



**Obrázek 10.40.** Propast Macocha (Moravský kras)



**Obrázek 10.41.** Hranická propast (Hranický kras)



Ačkoliv hloubka suché části Hranické propasti je 69,5 metru, tak na základě zjištění z roku 2020 by hloubka zatopené části Hranické propasti mohla dosahovat až jednoho kilometru, což z ní činí nejhlubší zatopenou sladkovodní jeskyni na světě.



**Nákres pravděpodobné hloubky Hranické propasti a Macochy.**



**Aktivita 16: Jak vznikají krápníky?**

Rušivá činnost mořské vody se projevuje zejména na pobřeží neustálým pohybem vody – přílivem, odlivem a příbojem. Dochází k rozrušování pobřežních skalních útesů, k řícení podemletých balvanů a bloků hornin. Ty se pohybem vody rozpadají a obrušují na valounky, štěrk, písek a jílové bahno. Ukládáním úlomků na pobřeží se tvoří pláž. Při odlivu, ústupem příbojových vln a pohybem mořských proudů, jsou částice hornin a nerostů přenášeny do vzdálenějších a hlubších částí moře. Přitom dochází k jejich vytřídění, kdy směrem do moře se rozměry úlomků zmenšují. Během dlouhého geologického vývoje se na dně moří tvoří až několik set metrů mocná souvrství úlomkových a jílovitých vrstev hornin.



V polárních a v horských oblastech patří k významným geologickým činitelům ledovce. Z hromadícího se sněhu se střídáním tání a mrznutí nejprve tvoří krystalický (zrnitý) firn, který se postupně vlivem tlaku nových vrstev sněhu mění v souvislou ledovou hmotu – ledovce. Horský ledovec vyplňuje kotlovitou prohlubeň – kar. Dalším pohybem ledovce může dojít k přehloubení dřívějších říčních údolí a vzniku širokých vanovitých údolí – trogů (Obr. 10.42). Ledovec s sebou unáší horninový materiál spadlý z rozrušených svahů apod.



**Obrázek 10.42.** Ledovcové údolí – trog (Národní park Glacier, Montana, USA)

Ten se hromadí před čelem ledovce, při jeho bocích nebo pod ledovcem v podobě nevytříděných nánosů – morén. K jejich částečnému vytřídění dojde až činností vody odtékající z tajícího ledovce. V místě karů a morén se tvoří ledovcová jezera (Obr. 10.43 a Obr. 10.44.).



**Obrázek 10.43.** Lake Louise (Národní park Banff, Kanada)



**Obrázek 10.44.** Moraine Lake (Národní park Banff, Kanada)

V současnosti jsou nám nejbližší horské ledovce v Alpách. Avšak stopy po činnosti ledovců – kary, vanovitá údolí – trogy, morény – nalezneme i na našem území a jsou svědectvím, že i některá naše pohoří, např. Krkonoše a Šumava, byla v geologické minulosti zaledněná.



Vyjmenuj některá ledovcová jezera v České republice. V jakých částech naší země se nachází? Věděl bys, jak se nazývají ledovcová jezera ve Vysokých Tatrách na Slovensku?



Zjistěte název ledovcových údolí v Krkonoších. Uveďte příklad.



**Obrázek 10.45.** Pevninský ledovec (provincie Nunavut, Kanada)

Plošně rozsáhlejší jsou pevninské ledovce pokrývající podstatnou část Antarktidy, Grónska a dalších území v polárních krajinách (Obr. 10.45). Před desítkami tisíc let (v tzv. ledových dobách) zasahovaly ze severu do střední Evropy. Některými mezihorskými sníženinami pronikly až na naše území (např. do Moravské brány). Ledovce tlakovou silou zarovnávaly povrch a zanechaly rozsáhlé nánosy – morény, na některých místech i přemístěné bloky horniny, tzv. bludné balvany.



## ČINNOST VĚTRU

Vítr se uplatní jako geologický činitel především v suchých oblastech (pouště, stepi), kde zemský povrch nechrání rostlinný pokryv. Z mořských, říčních i ledovcových nánosů vítr odnáší jemné částice a přemísťuje je i do značných vzdáleností. V pouštním prostředí částice unášené větrem při zemi narážejí do skal a rozrušují jejich povrch. Touto větrnou erozí se tvoří členité útvary, například převisy, dutiny, hřibovité tvary a viklany. Podobné útvary se vyskytují i v našich skalních oblastech, např. v pískovcových skalních městech. Vznikly však složitějšími procesy zvětrávání (např. kombinací s biogenní erozí) a odnosu hornin. Po zmenšení rychlosti větru dochází k ukládání částic. Nápadné jsou zejména útvary navátých písků – duny, v pouštních oblastech (Obr. 10.46). Větrou naváté uloženiiny nejjemnějších prachových částic (s větším obsahem uhličitanu vápenatého) se nazývají spraše, na kterých často vzniká úrodná půda. Naváté písky se dochovaly z dob meziledových i na našem území, např. v Polabí, v CHKO Třeboňsko (Obr. 10.47) a na jihovýchodní Moravě. Většinou jsou pokryty borovými lesy.



**Obrázek 10.46.** Písečné duny  
(Spojené arabské emiráty)



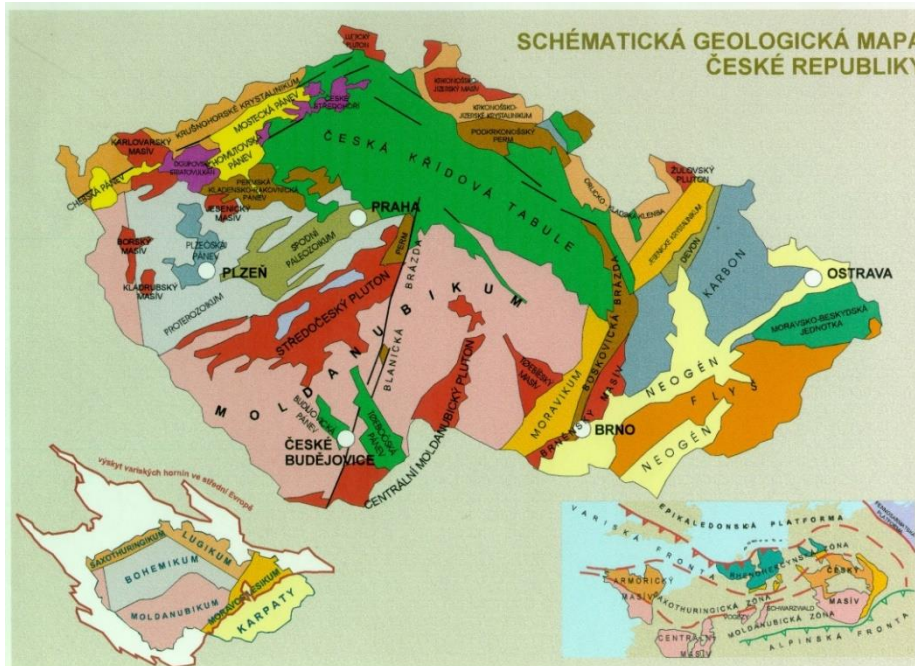
**Obrázek 10.47.** Písečný přesyp u Vlkova  
(CHKO Třeboňsko)

## ČINNOST ORGANISMŮ

Organismy (mikroorganismy, houby, rostliny, živočichové) patří k významným vnějším geologickým činitelům. Uplatňují se zejména při vzniku půd. V poslední době se jako vnější geologický činitel výrazně uplatňuje také tvořivá a rušivá činnost člověka.

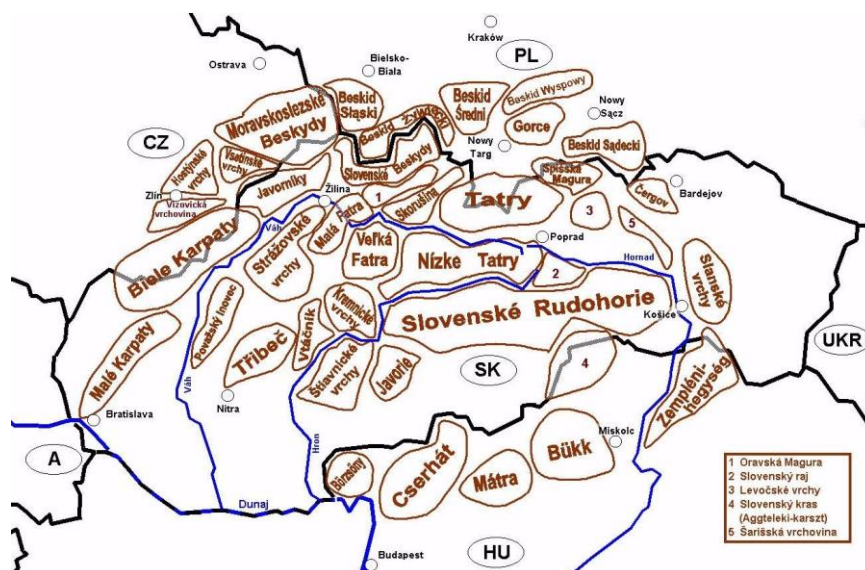
## 11. GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Geologická stavba území České republiky je velmi složitá zejména kvůli tomu, že se skládá ze dvou jednotek – z Českého masivu (Čechy a západní Morava) a ze Západních Karpat (východní Morava a území Slovenska). Hranice mezi těmito celky je zakryta terciérními usazeninami a lze ji přibližně vymezit na ose Znojmo – Brno – Vyškov – Přerov – Ostrava. Český masiv byl vyvrátněn variským vrásněním na rozhraní staršího a mladšího paleozoika (Obr. 11.1). Vzniklo ohromné pohoří, které bylo později erozí obroušeno, zarovnáno a poté překryto mladšími usazeninami. Český masiv se dělí na pět oblastí. Jmenujme např. moldanubickou, která zahrnuje z větších měst České Budějovice, dále středočeskou (Praha) či moravsko-slezskou, kam spadá Brno.



**Obrázek 11.1.** Český masiv není jedinou oblastí vzniklou při variském vrásnění. Další taková místa nalezneme v Evropě na západ od území České republiky, kde najdeme i podobné horniny.

Západní Karpaty (Obr. 11.2) prodělávaly až do terciéru samostatný vývoj a byly vzdáleny od Českého masivu. V terciéru byly na Český masiv nasunuty. Západní Karpaty jsou součástí alpsko-karpatského horstva, které se vyvrátnilo alpinským vrásněním v mesozoiku a terciéru.



**Obrázek 11.2.** Západní Karpaty a jednotlivá pohoří, které je tvoří



Gerlachovský štít (Obr. 11.3) je se svou nadmořskou výškou 2 654 m. nejvyšší horou Vysokých Tater, Slovenska a zároveň i celých Karpat. Byl také nejvyšším vrcholem Československa.



Obrázek 11.3. Gerlachovský štít



**Dokument na Wikimedia Commons: Vývoj Země a České masívu.**  
(délka: 9:03, Česko-bavorský geopark)

## PETROLOGIE

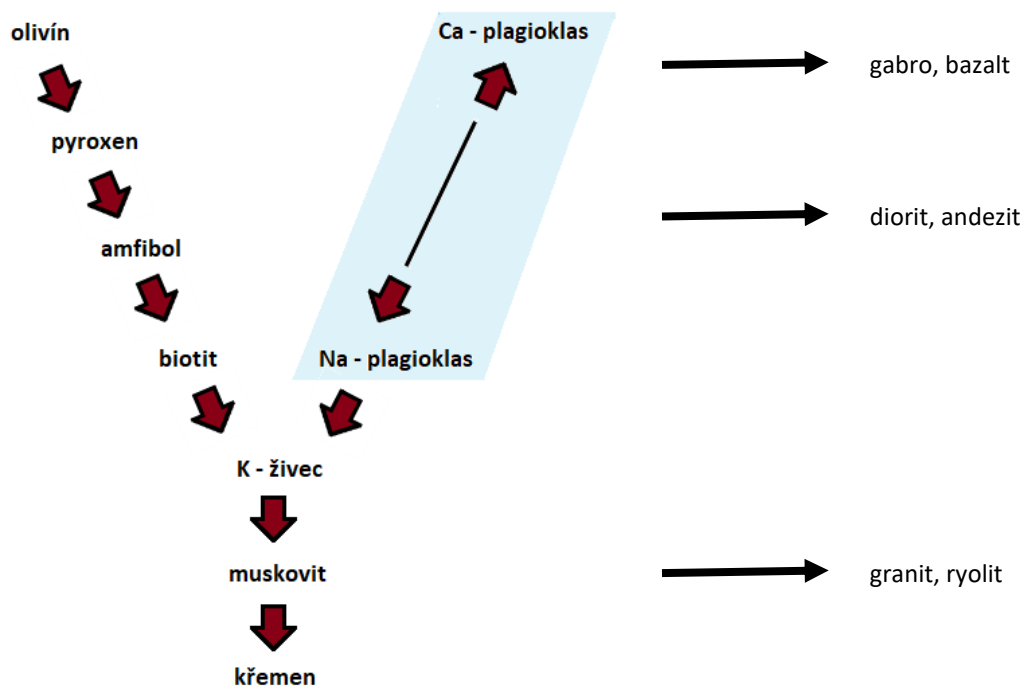
Někdy jsme zmiňovali horniny či minerály. Petrologie je věda zabývající se vznikem, složením, vlastnostmi a výskytem hornin. Horniny tvoří „kamenný“ obal Země – litosféru. Místy vystupují přímo na povrch (např. ve skalních výchozech a v umělých odkryvech), většinou je však zakrývá půda. Horniny jsou složeny z nerostů. Ty nerosty, které jsou nedílnou součástí hornin, označujeme jako horninotvorné. Patří k nim zejména živec, křemen, slídy, amfibol, augit, olivín, kalcit, granáty atd. Podle způsobu vzniku horniny je můžeme rozdělit na vyvřelé, usazené a přeměněné.

### VYVŘELÉ (MAGMATICKÉ) HORNINY

Vyvřeliny vznikají tuhnutím (krystalizací) roztavené hmoty – magmatu, proto i název magmatické. Magma, připomínající taveninu v železářské nebo sklářské huti, obsahuje především oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ) a oxid hlinitý ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), v různém poměru jsou zastoupeny i oxidy železa, hořčíku, vápníku, sodíku a draslíku. Tyto látky spolu reagují a při ochlazení magmatu krystalizují v nerosty.

Krystalizace nerostů v tuhnoucím magmatu probíhá postupně. Nejprve krystalizují tmavé nerosty (augit, amfibol, biotit) spolu se sodnovápenatými živci, později světlé nerosty (draselný živec, muskovit) a jako poslední křemen (Obr. 11.4).





**Obrázek 11.4.** Bowenovo schéma krystalizační posloupnosti

Podle místa vzniku dělíme horniny na hlubinné a povrchové (výlevné). Hlubinné vyvřeliny tvoří v zemské kůře masivy (rozsáhlá tělesa). Ty se mohou v následujících obdobích po působení eroze objevit na zemském povrchu. Výlevné vyvřeliny vznikají proniknutím magmatu (lávy) ze sopky na zemský povrch. Vzhled i složení hlubinných a výlevných hornin se výrazně liší. Hlubinné vyvřeliny jsou velkozrnné, neboť jsou uloženy ve větší hloubce a mají dost času vykrytalizovat – tuhnutí probíhá klidně i několik milionů let. Oproti tomu výlevné horniny se vylitím na povrch dostávají do kontaktu s vnějšími geologickými činiteli (vodou, sněhem, větrem) a ihned utuhnou, proto jsou jemnozrnné až celistvé.

Další skupinou jsou horniny žilné, které jsou svou strukturou přechodem mezi hlubinnými a výlevnými horninami. Nachází se ve středních hloubkách, při svém vývoji se pravděpodobně vtěsnaly do žíly, od čehož je odvozen jejich název. Do žilných hornin je řazen například pegmatit (Obr. 11.5 a 11.6), který má strukturu podobnou tlačenice, to znamená, že obsahuje jak velké krystaly minerálů, tak jemnozrnný materiál.

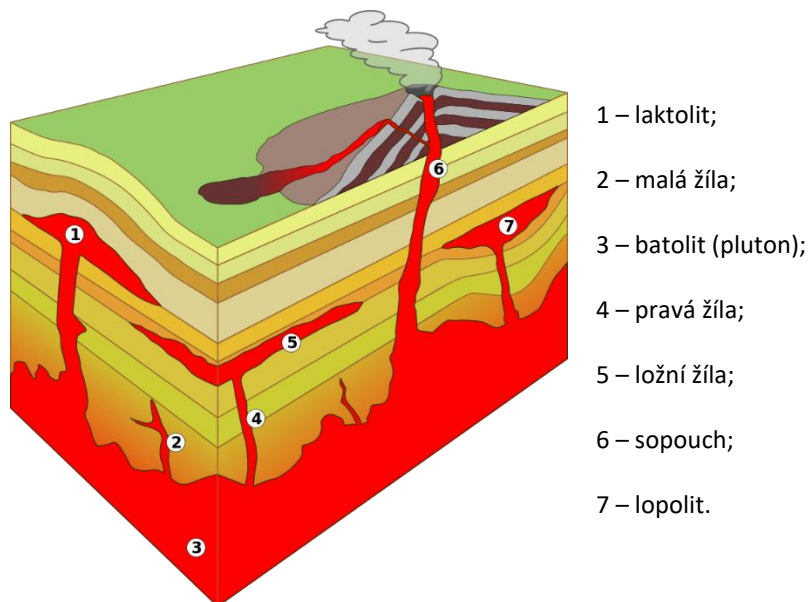


**Obrázek 11.5.** Pegmatit s krystaly modrého korundu (Rio de Janeiro, Brazílie)



**Obrázek 11.6.** Pegmatit

Horniny lze dělit i podle chemického složení magmatu (Obr. 11.7; Tab. 11.II) na kyselé (obsah  $\text{SiO}_2 > 65 \%$ ), které pocházejí z magmatu viskózního (ne tak tekutého, hustějšího) a po vylití ze sopky se nedostane tak daleko. Druhým stupněm je magma intermediální (obsah  $\text{SiO}_2$ : 52 – 65 %), poté magma bazické (obsah  $\text{SiO}_2$ : 44 – 65 %), které je velmi tekuté. Lávový proud z tohoto magmatu teče rychleji a daleko. Méně jak 44 % obsahuje už jen magma ultrabazické. Příkladem je hornina peridotit, pravděpodobně hlavní složka svrchního pláště Země.



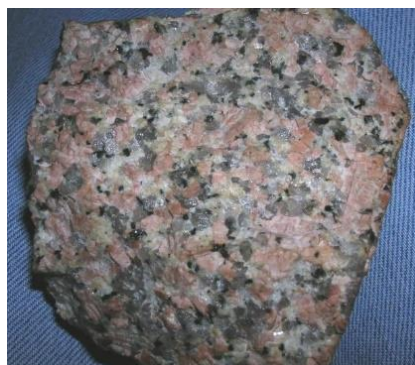
**Obrázek 11.7.** Blokdigram zachycující různé typy magmatických těles.

**Tabulka 11.II.** Rozdělení magmatických hornin podle chemického složení a zrnitosti (Teodoridis, 2016)

	Hlubinné	Žilné	Výlevné
Kyselé	granit (žula)	pegmatit	ryolit
Intermediální	granodiorit		fonolit
Bazické	diorit		andezit
	gabro		bazalt (čedič)
Ultrabazické	peridotit		

## ŽULA

- ❖ **jiný název:** granit (odvozeno od *granum* = zrno)
- ❖ **složení:** světlé minerály (křemen, živec, muskovit) i tmavé minerály (biotit)
- ❖ **výskyt:** nejrozšířenější hlubinná vyvřelina; v ČR: Český masív
- ❖ **vlastnosti:** kvádovitá odlučnost, všesměrná stavba
- ❖ **využití:** stavebnictví, obkladový a sochařský kámen, dlažební kostky, štěrk apod.
- ❖ **těžba:** Českomoravská vrchovina (u Mrákotína), Středočeská pahorkatina, Liberecko



**Obrázek 11.8.** Žula





**Obrázek 11.9.** Kvádrotvá odlučnost žuly



**Obrázek 11.10.** Žulový sloup vyrobený v Mrákotíně (Pražský hrad)



Žula tvoří i jeden z nejznámějších vrcholů Yosemitekého národního parku (Kalifornie, USA) zvaný Half Dome (Obr. 11.11 a 11.12). Žulová stěna se tyčí do výšky více než 1400 metrů nad dno údolí.



**Obrázek 11.11. a 11.12.** Half Dome, Yosemiteký národní park (USA)



Žulové útvary jsou dominantami Žlutých hor v Číně (Obr. 11.13). Svým vzhledem zaujaly spoustu umělců. Například režisér Jamese Camerona do tohoto prostředí situoval sci-fi film Avatar, který patří mezi komerčně nejúspěšnější filmy všech dob.



**Obrázek 11.13.** Žluté hory (Čína)





Úplně stejné složení jako žula má **ryolit**, který je však charakteristický jemnější strukturou, a **pegmatit**, který má pro změnu hrubší strukturu než žula. U ryolitu rozlišujeme zajímavé varianty – obsidián, takzvané sopečné sklo (Obr. 11.14), které vzniká tak, že láva nateče tenkým pramínkem do vody a utuhne, a pemzu (Obr. 11.15), která obsahuje dutinky s uvězněným sopečným plynem, což způsobuje, že často plave ve vodě.



Obrázek 11.14. Obsidián



Obrázek 11.15. Pemza (Etna, Itálie)

## ZNĚLEC

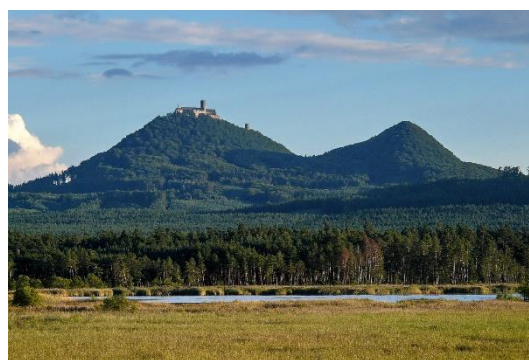
- ❖ **jiný název:** fonolit
- ❖ **složení:** obsahuje velký podíl živců
- ❖ **výskyt:** kupy v Českém středohoří (Milešovka, Bezděz)
- ❖ **vlastnosti:** světle šedá až nazelenalá barva
- ❖ **využití:** štěrk a jako surovina pro výrobu barevného skla
- ❖ **těžba:** Maršovický vrch (Liberecký kraj)



Obrázek 11.16. Znělec



Obrázek 11.17. Milešovka



Obrázek 11.18. Bezděz



**Video z Wikimedia Commons: Znělec získal svůj název podle zvuku, který vydává při nárazu (nebo i po došlapu).**

(délka: 0:09, Wikimedia Commons)

## ANDEZIT

- ❖ **název:** pojmenován podle And
- ❖ **složení:** obsahuje tmavé nerosty (méně než čedič)
- ❖ **výskyt:** mnoho světových pohoří (např. Andy); v ČR okolí Uherského Brodu
- ❖ **vlastnosti:** světle až tmavě šedá výlevná hornina
- ❖ **využití:** stavebnictví
- ❖ **ekvivalent:** hrubozrnný diorit



Obrázek 11.19. Andezit



Obrázek 11.20. Fuji (Japonsko)



Obrázek 11.21. Popocatepetl (Mexiko)

## ČEDIČ

- ❖ **jiný název:** bazalt
- ❖ **složení:** obsahuje sodnovápenaté živce a tmavé nerosty (např. augit)
- ❖ **výskyt:** sopečná pohoří, vylévá se i do moře; v ČR České středohoří, Česká tabule
- ❖ **vlastnosti:** jemnozrnný až celistvý, sloupcovitá odlučnost
- ❖ **využití:** stavebnictví; odolné dlažby nebo potrubí, plst k zateplení domů



Obrázek 11.22. Čedič



Obrázek 11.23. Panská skála



Obrázek 11.24. Panská skála  
– sloupcovitá odlučnost





Sloupcovitá odlučnost čediče vzniká při tuhnutí lávy. Bloky lávy se nesmrští celé, ale blok popuká, tudíž každý sloup tuhne a smrští se zvlášť. Ze sloupů se dělaly mořské zátarasy, protože se čedič nerozloží ani působením agresivní mořské vody. Z čediče se odlévají v současné době například dlaždice, které se velmi osvědčily, jelikož nekloužou.

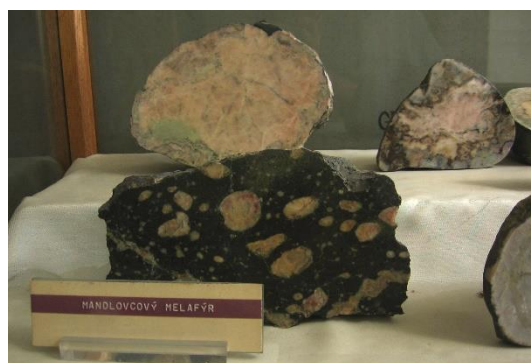
### Další zástupci



**Obrázek 11.25.** Diorit  
(hrubozrná forma andezitu)



**Obrázek 11.26.** Gabro  
(hrubozrná forma čediče)



**Obrázek 11.27.** Melafyr

### USAZENÉ (SEDIMENTÁRNÍ) HORNINY

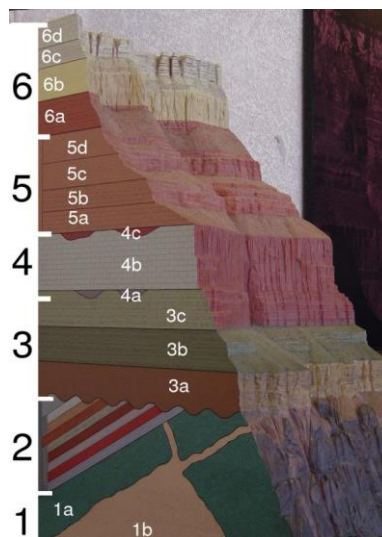
Sedimenty vznikají na zemském povrchu usazováním (sedimentací) látek na dně moří, jezer, řek i na souši. Tyto látky – zrna, úlomky – vznikají zvětráváním starších hornin, následně jsou přemísťovány zemskou přitažlivostí, větrem, vodou nebo ledovci a poté se teprve uloží. Podle způsobu vzniku se dělí na úlomkovité, chemické a organogenní. Mohou zůstat nezpevněné, nebo dojde později ke zpevnění krystalizací některých minerálů mezi ostatními nerosty, které pak fungují jako tmel.



Těleso usazených hornin se nazývá **vrstva**. Nahoře i dole ji ohraničují vrstevní plochy. Tloušťka vrstvy se označuje jako mocnost. Vrstvy se liší složením, velikostí úlomků i jinými znaky (Obr. 11.28). Soubor vrstev tvoří **souvrství** – v něm vrstva nejvíce na spodu (obsahující nejstarší horniny) tvoří podloží vrstvám svrchnějším, mladším (Obr. 11.29).



Obrázek 11.29. Souvrství – Glen Canyon (Utah, USA)



Obrázek 11.28. Ukázka několika různých vrstev – Grand Canyon (Arizona, USA)

### 1) Úlomkovité usazené horniny

Úlomkovité (klastické) usazené horniny jsou tvořené různě velkými zpevněnými či nezpevněnými úlomky hornin nebo minerálů.

#### ŠTĚRK

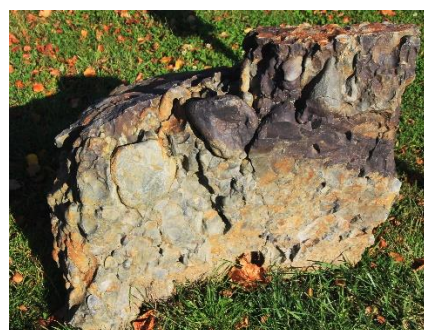
- ❖ **složení:** ostrohranné nebo zaoblené úlomky (velikost > 2 mm)
- ❖ **výskyt:** horské oblasti (např. svahové sesuvy)
- ❖ **vlastnosti:** hrubozrnná nezpevněná usazená hornina
- ❖ **využití:** stavebnictví (výroba betonu), stavba komunikací
- ❖ **těžba:** mořské pobřeží, říční naplaveniny, ledovcové oblasti
- ❖ **stmelením štěrků vzniká brekcie (s ostrohrannými úlomky) nebo slepenec (se zaoblenými úlomky)**



Obrázek 11.30. Štěrk



Obrázek 11.31. Brekcie (okolí Kutné Hory)



Obrázek 11.32. Slepenec (Modřanská rokle, Praha)



Slepenec se vyskytuje spíše v horském prostředí. Vzniká v rychlých tocích, v nichž je drobný materiál proudem odnesen. Větší materiál zůstává a slepí se právě do slepence. Brekcie je poměrně vzácnou formou.

## PÍSEK

- ❖ **jiný název:**
- ❖ **složení:** úlomky o velikosti 0,1 – 2,0 mm; často velký obsah křemene
- ❖ **výskyt:** nejrozšířenější nezápevněná hornina (mořské dno, říční koryta, podloží jezer, ...)
- ❖ **využití:** stavebnictví, sklářství, slévárenství
- ❖ **těžba:** říční nánosy, ze dna pomocí plovoucích bagrů, pískovny (např. Třeboňsko)
- ❖ zpevněním vznikají **pískovce** – vytváří velké útvary – skalní města



Obrázek 11.33. Písek (Maroko)



Obrázek 11.34. Pravčická brána  
(NP České Švýcarsko)



Obrázek 11.35. Skalní město Bastei  
(NP Saské Švýcarsko, Německo)



V přírodě lze nalézt **křemeneč**, což je pískovec stmelovaný křemenem v takové míře, že vznikne velmi odolná hornina. Pískovec nasákne křemenným roztokem a po odpaření jsou zrnka písku v pískovci křemenem zcela obalena.



Hornina jemnější než pískovec se nazývá **prachovec**. Ten se často rozpadá do destiček, takzvaných břidlic. Název „břidlice“ zavedl Jan Svatopluk Presl na základě toho, že destička měla ostré plochy jako břit.



V době stavby pyramid bylo na Cheopsovu pyramidu (Obr. 11.36) potřeba 6,5 milionů tun pískovcových kvádrů, což výrazně pozměnilo krajinu v místě těžby.



Obrázek. 11.36. Cheopsova pyramida



## JÍLY

- ❖ **složení:** více než 50 % tvoří jílová složka
- ❖ **výskyt:** po celém světě, v ČR Žatecko, Lounsko nebo Českobudějovicko či jižní Morava
- ❖ **vlastnosti:** vytváří břidličnatou strukturu
- ❖ **využití:** výroba žáruvzdorných hmot, cihlářská a keramická surovina
- ❖ zpevněnou formou je jílovec a mezi zpevněné sedimenty patří také opuka
- ❖ jíl se přimíchává ke grafitu při výrobě tužek (poměr grafitu a jílu je určující pro tvrdost tužky)



Obrázek 11.37. Jíl (Estonsko)



Obrázek 11.38. Opuka v lomu u Přední Kopaniny (Praha)



Obrázek 11.39. Rotunda z opuky (Říp)



Jíl je velmi mazlavý. Pokud se smísí s vodou, tak z něj vzniká úplné bahno. Dobře tuto skutečnost lze pozorovat i na půdách, které obsahují velkou jílovou složku – nevysychají tak snadno a voda se na nich déle drží.

## Další zástupci

### Spraše

- ❖ vznikly navátím a uložením prachových částic v suchých oblastech během poslední doby ledové
- ❖ postupem času se na nich vytvořily zemědělsky úrodné půdy – černozemě



Obrázek 11.40. Spraše

### Hlíny

- ❖ vznikají ze zvětralin a nebývají přemístěny
- ❖ obsahují drobné částice jílových nerostů, křemene i jiných nerostů a hornin
- ❖ spolu s organickými látkami jsou důležitou součástí půdy



Obrázek 11.41. Hlína



## 2) Chemické usazené horniny

Chemické (chemogenní) sedimentární horniny vznikají srážením a krystalizací minerálů rozpuštěných ve vodě. Podle chemického složení je můžeme rozdělit do několika skupin. Jako dekorační kámen se využívá **travertin**, což je uhličitánový sediment vysrážený z pramenů bohatých na vápník a oxid uhličitý. K chemickým usazeninám řadíme i solné usazeniny vzniklé odpařováním mořské vody. Voda se odpařuje v izolovaných mořských zálivech, zůstává solná vrstva. Z vápenců vznikají i horniny **dolomity**, jejichž hlavní složkou je minerál dolomit.



Obrázek 11.42. Travertin



Obrázek 11.43. Dolomity – vrchol Tre Cime (Itálie)



Specifické zabarvení Kolosea (Obr. 11.44), jedné z nejznámějších památek v Římě, je způsobeno použitím travertinu. Stavba této velkolepé budovy, která sloužila jako obří amfiteátr, byla dokončena v roce 80 našeho letopočtu.



Obrázek 11.44. Koloseum (Řím, Itálie)



Víte, že italská část Alp – Dolomity – se jmenuje právě podle horniny dolomitu, která se v této lokalitě vyskytuje častěji než v jiných částech Evropy? Horninu dolomit tvoří zejména stejnojmenný minerál, který získal svůj název po svém objeviteli, francouzském geologovi Déodat de Dolomieu.

### 3) Organické usazené horniny

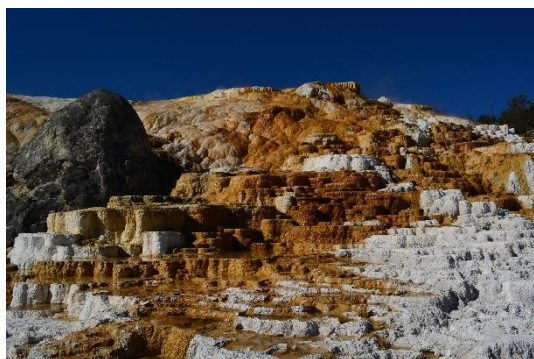
Organické (někdy označované také jako „organogenní“) usazené horniny vznikají usazováním odumřelých rostlinných nebo živočišných těl.

#### VÁPENEC

- ❖ **složení:** uhličitanové složení –  $\text{CaCO}_3$ , hlavní a jediný minerál je kalcit
- ❖ **výskyt:** nejrozšířenější organická usazená hornina, v ČR Barrandien, Český a Moravský kras
- ❖ **využití:** obkladový či dlažební kámen, výroba vápna a cementu, krmné směsi, křídý
- ❖ vzniká nahromaděním schránek mořských živočichů (měkkýši, koráli) – často se v něm objevují jako fosilie
- ❖ využívá se v cukrovarech (potřeba velmi čistého vápence)



Obrázek 11.45. Dachsteinský vápenc



Obrázek 11.46. Mammoth Hot Springs (Yellowstonský národní park, Wyoming, USA)



Obrázek 11.47. Vápenc se zachovanou folií



Vápenc má šedou barvu, která je způsobena přítomností mrtvých organismů. Pokud je vápenc rozbit, tak lze cítit ropu. Ložiska ropy jsou často v blízkosti nalezišť vápence.



Specifickým druhem vápence je **křída**, která zanechává na prstech bílou stopu. Opět je příčinou přítomnost mrtvých organismů (lze vidět drobné lastury pod mikroskopem). Pokud se s ní píše na tabuli, tak je dobře vidět i na mokré tabuli. V současné době se křída ale z ekonomických důvodů vyrábí spíše ze sádrovce – ty však na mokré tabuli nejsou téměř vidět.



Vápenc tvoří některá ikonická místa na Zemi. Příkladem mohou být známé Bílé útesy doverské (Obr. 11.48), které nalezneme v nejužším místě kanálu La Manche.



Obrázek 11.48. Bílé útesy u Doveru (Velká Británie)

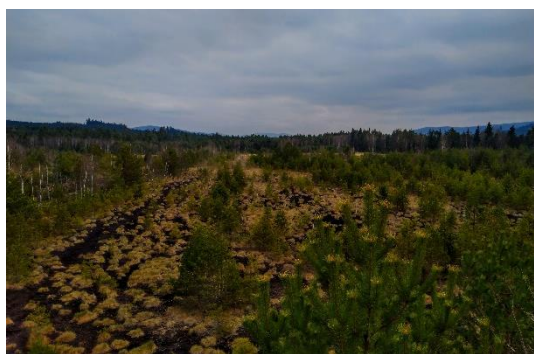


## RAŠELINA

- ❖ **výskyt:** v rovinatém terénu – v nížinách (močály, slepá ramena řek), ploché horské hřbety
- ❖ **využití:** lázeňství, zahradnictví, někde i jako palivo
- ❖ tvoří se hromaděním zbytků odumřelých rostlin (především mechu rašeliníku) za nedostatečného přístupu vzduchu
- ❖ svrchní vrstva rostlin narůstá na odumřelých zbytcích rostlin – postupně se vytvoří až několikametrové vrstvy rašeliny



Obrázek 11.49. Rašelina



Obrázek 11.50. Soumarské rašeliníště (Šumava)



Obrázek 11.51. Červené blato (Třeboňsko)

## UHLÍ

- ❖ vznik prouhelňováním (zvětšováním obsahu uhlíku) zbytků rostlinných těl, které se hromadí v močálech za nepřístupu vzduchu za současného působení tlakových sil nadložních vrstev a vyšší teploty (v hloubce zemské kůry)
- ❖ **využití:** zdroj energie a surovina pro chemický průmysl

### Černé uhlí

- ❖ **vznik:** ze zbytků stromovitých plavuní, kapradin, přesliček a nahosemenných rostlin
- ❖ **těžba:** v ČR ještě v ostravsko-karvinské pánvi (kolem Karviné)
- ❖ **využití:** energetika, chemický průmysl, výroba železa a oceli
- ❖ největší zásoby lze nalézt na území USA, Indie, Číny, Ruska, Jihoafrické republiky a Austrálie
- ❖ ještě starší a výhřevnější uhlí se nazývá **antracit**



Obrázek 11.52. Černé uhlí



**Video na YouTube: Černé zlato z pralesa.**  
(délka: 16:19, Česká geologická služba)



## Hnědé uhlí

- ❖ **vznik:** v mladších třetihorách ze zbytků jehličnatých a listnatých stromů
- ❖ **těžba:** v ČR v podkrušnohorských pánvích (zejména v okolí Mostu)
- ❖ **využití:** energetika, výroba aktivního koksu
- ❖ méně prouhelněné než černé uhlí
- ❖ nejmladší hnědé uhlí se nazývá **lignit**



Obrázek 11.53. Hnědé uhlí



Antracit se svým složením blíží čistému uhlíku. Někdy v něm lze vidět lesklé proužky (tzv. vitrity), které značí přítomnost jiné prouhelněné rostliny, než která se nachází v nelesklém zbytku.



### Aktivita 17: Vznik uhlí.



Povrchová těžba hnědého uhlí představuje razantní zásah do krajiny. Na našem území je takovým příkladem oblast Sokolovska či Mostecko. Například krajina v okolí zámku Jezeří (Obr. 11.54) byla těžbou významně poznamenána.



Obrázek 11.54. Zámek Jezeří a důl ČSA na těžbu hnědého uhlí

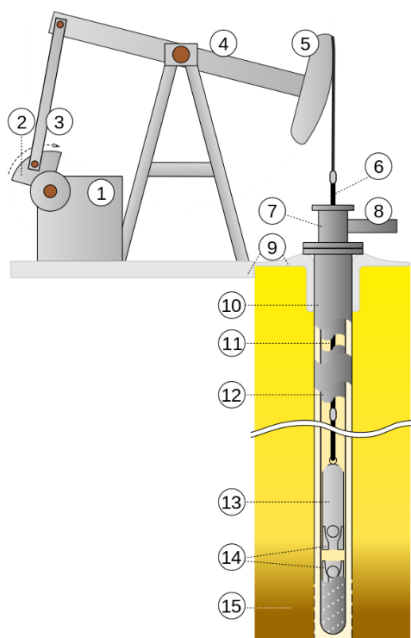
## DALŠÍ UHLOVODÍKY – ROPA, ZEMNÍ PLYN, ASFALT

❖ vznik:

vytvořily se z mikroorganismů a zbytků těl živočichů, které se ukládaly spolu s bahnem na dně moří, za nepřístupu vzduchu, působením bakterií, vlivem tlakových sil nadložních vrstev a vyšší teploty

❖ využití:

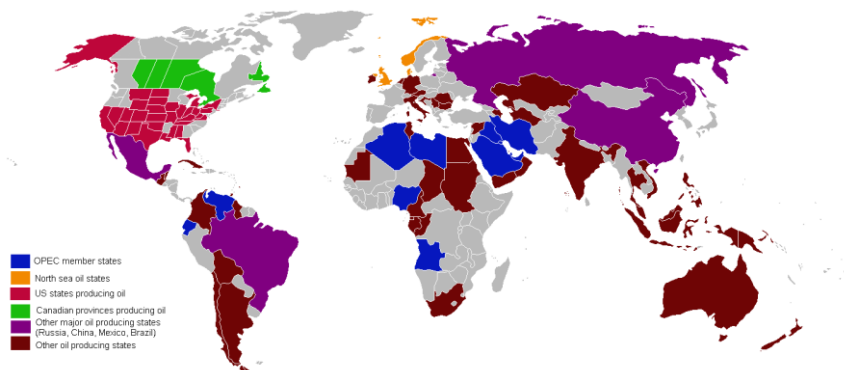
zdroj energie a surovina chemického průmyslu



### Popisky:

1. Motor
2. Protiváha - závaží
3. Ojnice
4. Hlavní rameno
5. Hlava
6. Lano
7. Ústí vrtu
8. Ropovod
9. Betonový základ
10. Vnější plášť
11. Táhlice
12. Potrubí
13. Čerpadlo
14. Ventily
15. Ropné písky

Obrázek 11.55. Schéma ropné těžební věže



Obrázek 11.56. Státy produkující ropu (po kliknutí se mapa zvětší)



### Aktivita 18: Vytvoření ložiska.



Ropa i zemní plyn se do České republiky dováží, převážně z Ruska. Na našem území se nachází malé ložisko ropy na Hodonínsku, ale jedná se o velmi kvalitní zdroj, takže se nepoužívá jako palivo, ale jako surovina pro výrobu chemických látek.



Přírodní asfalt je vázán na ložiska ropy. Z nasáklého pískovce ropou se lehké prvky dostávají vzhůru, těžké zůstávají ve spodních vrstvách, čímž vzniká přírodní asfalt. Umělý asfalt se vyrábí velmi podobným způsobem.

## PŘEMĚNĚNÉ (METAMORFOVANÉ) HORNINY

Tvoří se přeměnou (metamorfózou) dříve vzniklých hornin – vyvřelých, usazených i už přeměněných. Přeměňují se díky působení velkého tlaku způsobeného tíhou nadložních vrstev, vysokou teplotou a chemickým působením horkých vodních roztoků. K přeměně hornin dochází také v blízkosti vystupujícího žhavého magmatu.

Přeměněné horniny obsahují nerosty, které jsme poznali už u hornin magmatických (křemen, živce, slídy), a i nějaké další (granáty). Nerosty bývají většinou ve formě krystalových zrn – jejich velikost odpovídá míře přeměny (vyšší teplota a tlak znamená vznik větších zrn a naopak). Vlivem tlakových sil dochází k rovnoměrnému uspořádání nerostů uvnitř horniny – vzniká břidličnatost. Ta je typickým znakem u většiny přeměněných hornin.

Mezi typické zástupce patří **mramor**, **rula**, **svor** (Obr. 11.57), **fylit** (Obr. 11.58) a **hadec** (Obr. 11.59). U nás se podílejí na stavbě většiny horských oblastí (Krkonoš, Hrubého Jeseníku, Orlických hor, Šumavy, ...). Příkladem ruly je **ortorula** (Obr. 11.60), metamorfovaná hornina vzniklá přeměnou vyvřelých hornin, konkrétně granitu.



Obrázek 11.57. Svor



Obrázek 11.58. Fylit



Obrázek 11.59. Hadec



Obrázek 11.60. Ortorula



Jaký tlak a jaká teplota je potřeba k metamorfním procesům? Jaké hloubce pod zemským povrchem tyto podmínky odpovídají?

Pokud si nejste jisti svou odpovědí, tak zkuste řešení najít v odborné literatuře nebo na internetu.



## MRAMOR

- ❖ **složení:** různě velká zrna kalcitu (způsobují lesk)
- ❖ **výskyt:** v ČR v okolí Českého Krumlova, Chýnova, Jeseníku či Frýdlantu
- ❖ **využití:** dekorační účely, dlažební kostky, vápno, cementy, krmné směsi pro dobytek
- ❖ **těžba:** v ČR například v Jeseníku
- ❖ vytvořil se přeměnou vápence



Obrázek 11.61. Mramor



Obrázek 11.62. Parthenon (Atény, Řecko)



Obrázek 11.63. Mramorová socha Abrahama Lincolna (Washington, D.C., USA)

Přeměny hornin mohou probíhat kontaktně (pouze v nejbližším okolí, nejčastěji vliv magmatu), regionálně (postiženy jsou celé oblasti, vliv vrásnění při styku litosférických desek) nebo tzv. šoková přeměna, která souvisí s dopadem meteoritu. Teplo uvolněné při dopadu meteoritu roztaví okolní horniny až na sklo. Tavenina bývá ohromnou silou vymrštnuta do vzduchu, kde zchladne a ztuhne. Zpět na zemský povrch mohou utuhlá skla dopadnout ve značné vzdálenosti od místa dopadu meteoritu.



Obrázek 11.64. Přírodní vltavín



Obrázek 11.65. Město Nördlingen v kráteru Ries (Německo)

Hezkým příkladem jsou jihočeské vltavíny (Obr. 11.64), které však nemají původ na území současné České republiky, ale jejich pravlastí je kráter Ries u města Nördlingen v Německu (Obr. 11.65). Město bylo postaveno přímo v kráteru a právě zde je možné pozorovat obrovskou sílu, která vltavíny vymrštila až na naše území.



Zvláštní skupinou hornin jsou **meteority**, hmoty mimozemského původu, které dopadly na Zemi z meziplanetárního prostoru. Odhaduje se, že Země tímto způsobem „ztloustne“ až o statisíce tun ročně.



Dokážete vysvětlit rozdíl mezi meteorom a meteoritem?  
Znáte nějaké další meteority? Popřípadě místa, kam dopadly?

Díky početným nálezům na ledových pláních Antarktidy a v pouštích má dnes věda k dispozici desetitisíce meteoritů. Podle složení je rozlišujeme na kamenné (Obr. 11.66), kamenoželezné a železné meteority (Obr. 11.67). Název „meteorit“ použijeme až pro horninu, která dopadla na zem. Předtím při průletu atmosférou to byl „meteor“ (světelná stopa na obloze, „padající hvězda“). V meziplanetárním prostoru mluvíme o „meteoroidu“, tělese menším než planetka nebo kometa.



**Obrázek 11.66.** Chondrit  
(kamenný meteorit)



**Obrázek 11.67.** Siderit  
(železný meteorit)



#### Aktivita 19: Horninotvorný cyklus.



Video na Khanově škole: Horninový cyklus. (v anglickém jazyce s českými titulky)  
(délka 4:32, Khanova škola)



Přehled vybraných nalezišť hornin na území České republiky.



GeoWEB: obrazový katalog hornin.

## MINERALOGIE

Mineralogie se zabývá **nerosty (minerály)**, jejich vnitřní stavbou, vzhledem, fyzikálními a chemickými vlastnostmi i možnostmi jejich využití. Mineralogie využívá poznatky z chemie, geologie, fyziky a techniky (Obr. 11.68).

Nerosty neboli minerály jsou stejnorodé přírodniny. Jejich složení můžeme vyjádřit chemickou značkou nebo vzorcem. Vytvářejí horniny nebo vyplňují dutiny a pukliny v horninách. Horniny jsou přírodniny složené z jednoho nebo více druhů nerostů.

Většina nerostů vznikla při sopečné činnosti (krystalizací z původního magmatu a lávy). Minerály vznikají i usazováním (sedimentací) nebo při přeměně hornin.

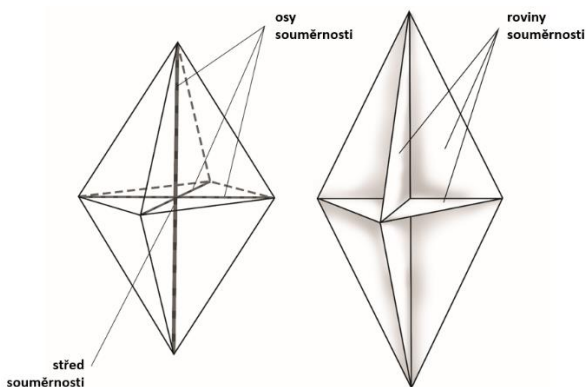


Obrázek 11.69. Krystaly kalcitu

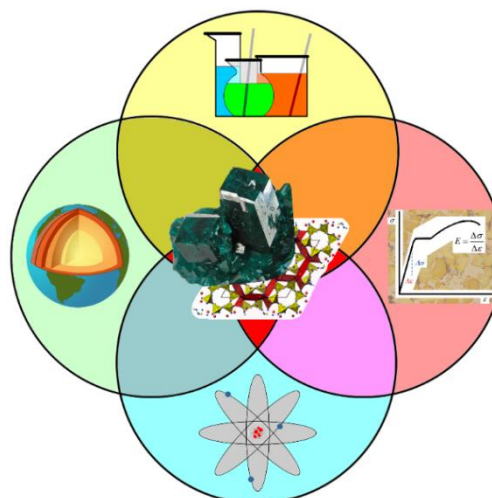
Nerosty se vyskytují v zemské kůře jako krystaly (Obr. 11.69) nebo jako beztvaré (amorfní), které nevytvářejí ani drobné krystaly.

Krystal je geometrické těleso, které je tvořeno krystalovými plochami s hranami a vrcholy. Rozlišujeme u nich prvky **souměrnosti** (Obr. 11.70), které zahrnují:

1. **Rovina souměrnosti** – myšlená plocha, kterou můžeme proložit krystalem, aby vznikly dvě shodné zrcadlové poloviny.
2. **Osa souměrnosti** – myšlená přímka, která prochází středem krystalu, a krystal tak můžeme podle ní otáčet o 360°.
3. **Střed souměrnosti** – střed krystalu.



Obrázek 11.70. Prvky souměrnosti krystalu



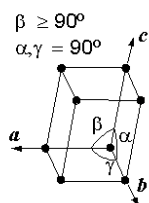
Obrázek 11.68. Oblasti zájmu mineralogie

Nerosty vznikají nezávisle na činnosti člověka a neřadíme mezi ně například uměle vyrobené drahé kameny. V současné době je popsáno téměř 5 000 minerálů a každým rokem je objeveno asi 40 nových minerálů. Nerosty, které se podobají těm zemským, byly nalezeny také na povrchu Měsíce, Marsu, Venuše a na dalších vesmírných tělesech. Na Zemi se téměř všechny minerály za běžných podmínek vyskytují v pevném skupenství. V kapalném skupenství můžeme nalézt pouze rtuť.



Podle výše zmíněných prvků souměrnosti lze krystaly rozdělit do sedmi **krystalických soustav**.

### Jednoklonná soustava



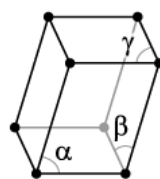
**Obrázek 11.71.**  
Jednoklonná soustava



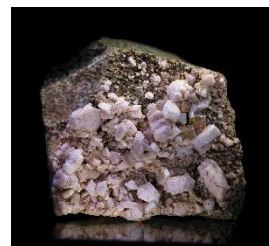
**Obrázek 11.72.**  
Biotit

### Trojklonná soustava

$\alpha, \beta, \gamma \neq 90^\circ$

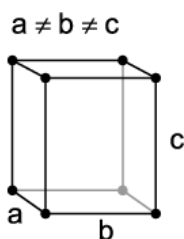


**Obrázek 11.73.**  
Trojklonná soustava)



**Obrázek 11.74.**  
Albit (živec)

### Kosočtverečná soustava

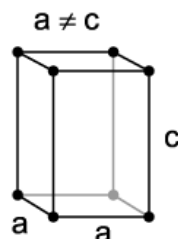


**Obrázek 11.75.**  
Kosočtverečná soustava

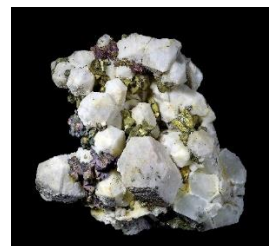


**Obrázek 11.76.**  
Síra

### Čtverečná soustava

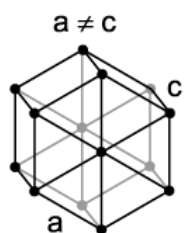


**Obrázek 11.77.**  
Čtverečná soustava



**Obrázek 11.78.**  
Chalkopyrit

### Šesterečná soustava

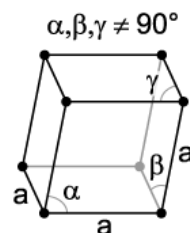


**Obrázek 11.79.**  
Šesterečná soustava



**Obrázek 11.80.**  
Grafit

### Klencová soustava

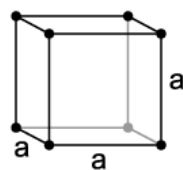


**Obrázek 11.81.**  
Klencová soustava



**Obrázek 11.82.**  
Křemen

### Krychlová soustava



**Obrázek 11.83.**  
Krychlová soustava

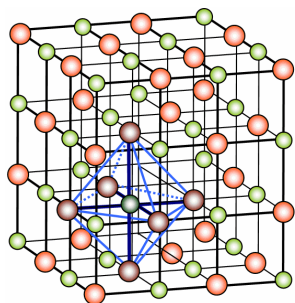


**Obrázek 11.84.**  
Halit

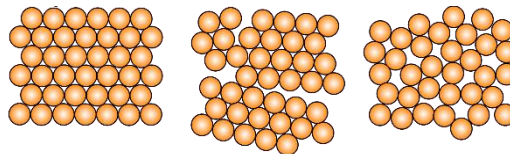


### **Aktivita 20: Vytvořte si vlastní krystal.**

Vnitřní stavba krystalů je tvořena krystalovou mřížkou (Obr. 11.85 a 11.86). Vzniká např. při ochlazení nerostné hmoty, kdy částice (atomy, ionty, molekuly) ztrácejí svou pohybovou energii a zaujímají rovnovážné polohy. Výsledkem je krystalový tvar, ale i následné různé fyzikální vlastnosti.



Obrázek 11.85. Krystalová mřížka (kuchyňská sůl)



Obrázek 11.86. Krystal, polykystal a amorfní pevná látka

## VLASTNOSTI NEROSTŮ

### 1. Fyzikální vlastnosti

#### Hustota

- ❖ jednotka:  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  nebo  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- ❖ vzorec:  $\rho = m/V$  (m – hmotnost, V – objem)

#### Tvrдость

- ❖ porovnává se s Mohsovou [mózovou] stupnicí tvrdosti (Tab. 11.III)

#### Štěpnost

- ❖ schopnost nerostů oddělovat se při mechanickém působení (nožem, kladívkem) podle rovných lesklých ploch
- ❖ výbornou štěpnost má například slída (Obr. 11.87), velmi dobrou kalcit (Obr. 11.88) a nedokonalou granát (Obr. 11.89)



Obrázek 11.87. Slída



Obrázek 11.88. Kalcit



Obrázek 11.89. Granát (pyrop)

#### Lom

- ❖ o lomu (Obr. 11.90) mluvíme v případě, když po rozbití nerostu jsou plochy nerovné









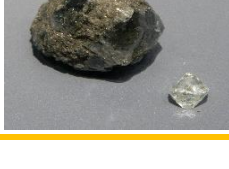
#### Pevnost a soudržnost

- ❖ schopnost nerostů odolávat tlaku



Obrázek 11.90. Lasturnatý lom u pazourku (forma křemene)

Tabulka 11.III. Mohsova stupnice tvrdosti

Tvrđost	Název	Chemický vzorec	Fotografie
1	Mastek	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	 Obr. 11.91.
2	Sůl kamenná / sádrovec	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	 Obr. 11.92.
3	Kalcit (vápenec)	$CaCO_3$	 Obr. 11.93.
4	Fluorit	$CaF_2$	 Obr. 11.94.
5	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(OH,Cl,F)$	 Obr. 11.95.
6	Ortoklas (živec)	$KAlSi_3O_8$	 Obr. 11.96.
7	Křemen	$SiO_2$	 Obr. 11.97.
8	Topaz	$Al_2SiO_4(F,OH)_2$	 Obr. 11.98.
9	Korund	$Al_2O_3$	 Obr. 11.99.
10	Diamant	C	 Obr. 11.100.



## 2. Optické vlastnosti

### Propustnost světla

- ❖ podle množství světelných paprsků, které nerost propustí, se dělí na nerosty úplně průhledné, průsvitné (poloprůhledné, spíše mléčné) a neprůsvitné

### Vryp a barva

- ❖ jako vryp se označuje barva prášku daného nerostu po jeho poškození – barva prášku nemusí odpovídat vnější barvě nerostu

## 3. Chemické vlastnosti

- ❖ vyplývají z chemického složení nerostů a ze struktury jejich krystalové mřížky
- ❖ zjišťují se rozpouštěním ve vodě nebo v kyselinách a roztocích hydroxidů, ale mohou být používána i jiná chemická činidla, popřípadě jsou vzorky taveny ve zkumavkách



### Aktivita 21: Určení tvrdosti a barvy vrypu.



Určitě jste si všimli, že u některých nerostů se vyskytuje více užívaných názvů. Autorem některých z nich je Jan Svatopluk Presl (Obr. 11.101), který vymyslel názvy jako cínovec, kazivec nebo živec, ale i chemické prvky draslík či vápník.

### JAN SVATOPLUK PRESL

- ❖ 18. – 19. století
- ❖ český vědec v době Národního obrození
- ❖ zasloužil se zejména o názvosloví rostlin a chemických prvků
- ❖ tvůrce českého názvosloví v mineralogii, například zavedl pro minerál český název „nerost“

„V rámci tvoření názvosloví v mineralogii vydal spis „Nerostopis čili Mineralogia“. Patřil k němu obrazový atlas krystalů, z nichž některé sám nakreslil. Krystal v tomto spisu označuje jako „hlať“, avšak toto označení se neujalo. Presl se chtěl za každou cenu vyhnout mezinárodním pojmům (např. diamant, smaragd, aragonit) a trval na tom, že čeština má dostatek skvělých slov, která se navíc dají ohýbat. Většina českých názvů se neudržela, i když byly podle něho výstižné. Posuďte sami, jestli se vám více líbí „blahotopek“ místo „kryolitu“. Mineralogové se však nadále dorozumívají mezinárodně uznávanými názvy.“



Obrázek 11.101. Jan Svatopluk Presl



### Aktivita 22: Určení předložených nerostů.



Minerálům, zejména drahým kamenům, se často přikládala vyšší či léčivá moc. Již od pradávna jsou některé minerály spojené se znameními zvěrokruhu. Víte, který minerál odpovídá vašemu znamení?



### Aktivita 23: Staňte se na chvíli geologem.



### Přehled vybraných nalezišť minerálů na území České republiky.



### Určovací klíče.



V současnosti (v závěru roku 2021) je známo 5 762 minerálů a stále přibývají nové.

## TŘÍDĚNÍ NEROSTŮ PODLE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ

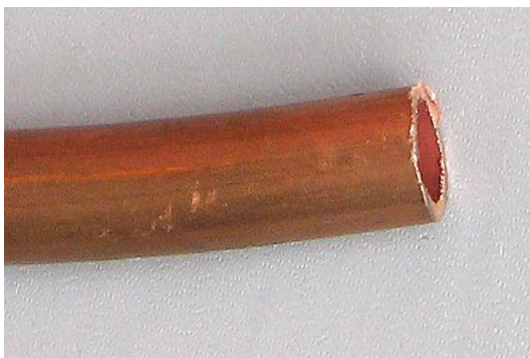
### 1. PRVKY

#### MĚĎ

- ❖ **značka:** Cu
- ❖ **barva:** kovově červená, někdy nahnědlá
- ❖ **vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- ❖ **výskyt:** v ČR: minimálně  
ve světě: Maďarsko, Velká Británie, USA
- ❖ **použití:** vodiče, elektrotechnika, slitiny
- ❖ slitiny s jakýmkoliv prvkem se označují jako **bronz** (např. měď a cín), slitina se zinkem se označuje jako **mosaz**



Obrázek 11.102. Měď



Obrázek 11.103. Měděná trubka



Obrázek 11.104. Mosazný hudební nástroj

## STŘÍBRO

- ❖ **značka:** Ag
- ❖ **barva:** kovově bílá, později černá
- ❖ **vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- ❖ **výskyt:** v ČR: Kutná Hora, Jihlava, Jáchymov  
ve světě: Norsko, Kanada
- ❖ **použití:** elektrotechnika, fotografie, šperkařství, mincovnictví
- ❖ mince ze stříbra byly raženy již ve starověkém Egyptě, ze středověku známe například Pražské groše



Obrázek 11.105. Přírodní stříbro



Obrázek 11.106. Krystal stříbra



Obrázek 11.107. Použití v mincovnictví



**Video z Wikimedia Commons: Formování krystalů stříbra na měděném povrchu v roztoku dusičnanu stříbrného.**

(délka: 0:31, Wikimedia Commons)

## ZLATO

- ❖ **značka:** Au
- ❖ **barva:** kovově žlutá, vryp žlutý
- ❖ **vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- ❖ **výskyt:** v ČR: Jílové u Prahy, Kašperské Hory  
ve světě: Kanada, Rusko (Sibiř)
- ❖ **použití:** měnový kov, šperkařství, mincovnictví, elektrotechnika, zubařina
- ❖ zlato je čisté, netěží se ve sloučeninách



Obrázek 11.108. Přírodní zlato





Obrázek 11.109. Zlaté šperky ze starověkého Řecka



Obrázek 11.110. Zlaté šperky spojené s legendou o El Doradu (Bogota, Kolumbie)



Zlato se často nachází v křemenu a je pouhým okem neviditelné. Ale i drobné množství se vyplatí těžít. Křemen se rozemele na prášek, přidá se rtuť a vznikne směs rtuti a zlata zvaná amalgam. Následně se směs zahřeje, rtuť se odpaří, zůstává a ztuhne. Dalším postupem je těžba pomocí kyanidu, která je však také velmi nešetrná k životnímu prostředí.



Zlato se často využívá na korunovační klenoty. České korunovační klenoty nejsou výjimkou. Na obrázku 11.111 je Svatováclavská koruna, královské žezlo a královské jablko, které jsou uloženy v chrámu sv. Víta v Praze.



Obrázek 11.111. České korunovační klenoty



Největší a nejtěžší zlatá cihla na světě (Obr. 11.112) váží 250 kg a nechala si jí odlít japonská společnost Mitsubishi Material Corporation. V roce 2005, kdy byla cihla odlita, měla hodnotu 3,7 milionů dolarů.

U zlatých cihel se často setkáme s jednotkou označovanou jako Troyská unce, která se užívá na mezinárodních trzích s drahými kovy, popřípadě s drahokamy. Užívá se pro ni zkratka 1 oz t a odpovídá přibližně 31,1 gramu.



Obrázek 11.112. Největší zlatá cihla na světě



O dobývání zlata pojednává například zajímavá kniha od Petra Morávka *Zlaté doteky pěti kontinentů*, v níž je popsána těžba zlata, ale obsahuje i cestopisné pasáže.

## SÍRA

- ❖ **značka:** S
- ❖ **barva:** žlutá
- ❖ **vlastnosti:** velmi křehká, různé žluté zbarvení
- ❖ **výskyt:** v ČR: například uhelné haldy u Kladna  
ve světě: Polsko, Itálie, USA, Indonésie  
chemický průmysl (výroba kyseliny sírové,  
vulkanizace kaučuku), pyrotechnika,  
textilní průmysl (bělení), potravinářství
- ❖ **použití:** pokud se zapálí, tak hoří čadivým plamenem,  
při spalování se oxiduje na štiplavý oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ )



Obrázek 11.113. Síra



Obrázek 11.114. Sírné výpary (v blízkosti fumarol)



Obrázek 11.115. Sírné doly v Indonésii



Obrázek 11.116 ukazuje jedno z posledních míst těžby síry. Sběrači síry dýchají sírné výpary a často se nedožívají více než 30 let. V současné době je preferován umělý původ síry – získávání spalováním odpadu.

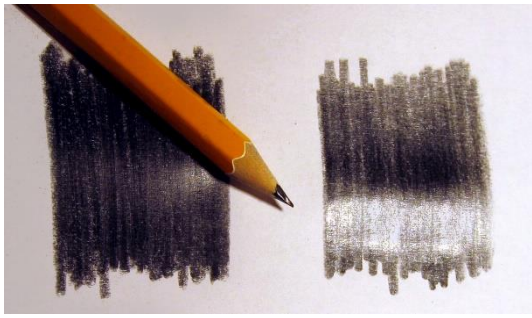
## GRAFIT (tuha)

- ❖ **značka:** C
- ❖ **barva:** tmavě šedá až černá
- ❖ **vlastnosti:** vodič elektřiny
- ❖ **výskyt:** v ČR: Český Krumlov a Jeseníky  
ve světě: Čína, Brazílie, Kanada
- ❖ **použití:** elektrody suchých článků, v atomových reaktorech, žárovzdorné nádoby, tužky
- ❖ šesterečná soustava

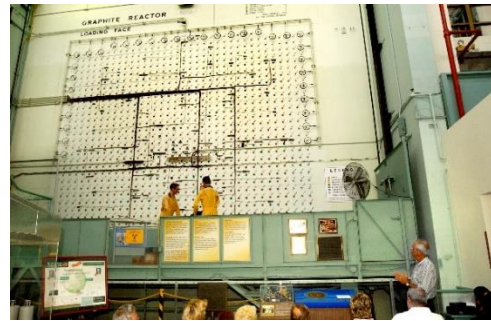


Obrázek 11.117. Grafit





Obrázek 11.118. Grafit v psací tužce



Obrázek 11.119. Grafitový reaktor



První grafit byl asi objeven v Anglii a poprvé byl použit na psaní na Cejlonu. V současné době známe tužky o různé tvrdosti. Ta se reguluje přidáváním jílu – čím více jílu je přidáno, tím větší je tvrdost tužky.

## DIAMANT

- ❖ značka: C
- ❖ barva: bezbarvý, žlutá, hnědá, zelená, modrá
- ❖ vlastnosti: nejtvrďší známá látka (Mohsova stupnice tvrdosti:  $t = 10$ )
- ❖ výskyt: Jihoafrická republika, Rusko (Jakutská oblast), Brazílie
- ❖ použití: šperkařství, technické účely (vrtání, řezání, broušení)
- ❖ krychlová soustava



Obrázek 11.120. Diamant



Obrázek 11.121. Diamant Koh-i-Noor je na britských korunovačnických klenotech



Obrázek 11.122. Diamant Hope (Smithsonův institut – Washington, D.C., USA)



**Video na YouTube: Skrytá síla diamantů.**  
(délka 3:00, Akademie věd České republiky)

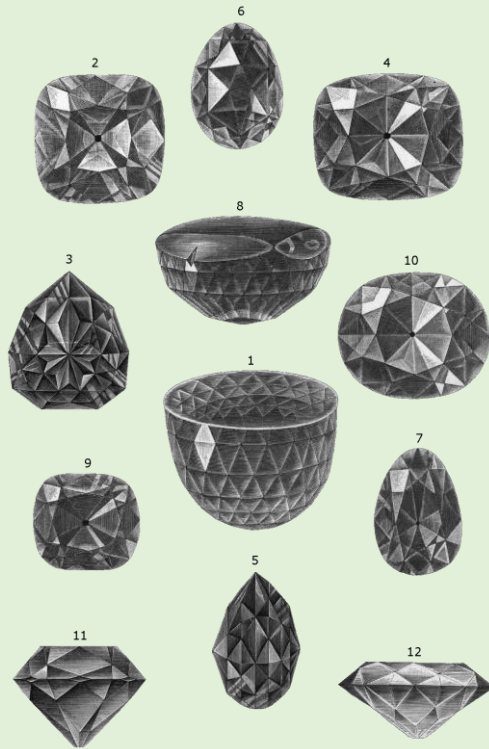


**Video na YouTube: Dominion Diamond Mines (v anglickém jazyce).**  
(délka 3:22, Dominion Diamond Mines Corporate Video)





Na území České republiky byly nalezeny pouze dva diamanty v okolí Třebenic v Českém středohoří. Obrázek 11.123 představuje nejznámější diamanty na světě a typy jejich brusů.

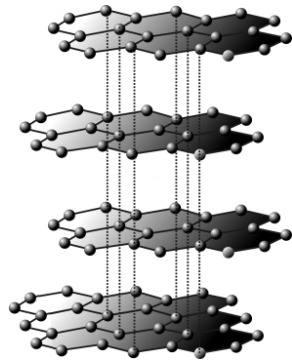


1. Velký Mohul
2. a 11. Regent (dva brusy)
3. Florentský
4. a 12. Hvězda jihu (dva brusy)
6. Sancy
7. Zelený drážďanský
8. Koh-i-noor (starý brus)
9. Hope
10. Koh-i-noor (nový brus)

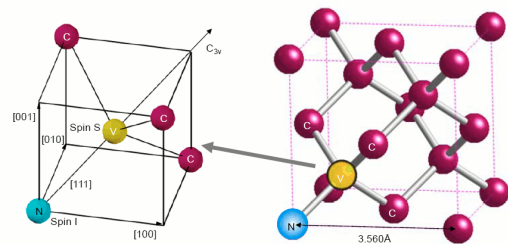
**Obrázek 11.123.** Nejznámější diamanty na světě a typy jejich brusů



Dokážete na základě krystalové mřížky grafitu (Obr. 11.124) a krystalové mřížky diamantu (Obr. 11.125) vyvodit, v čem se tyto dva minerály liší?



**Obrázek 11.124.** Krystalová mřížka grafitu



**Obrázek 11.125.** Krystalová mřížka diamantu



**Video na YouTube: NEZkreslená věda: Co je to diamant?**  
(délka: 10:14, NEZkreslená věda)



Firma na výrobu tužek KOH-I-NOOR HARDTMUTH se jmenuje podle diamantu, který je součástí britských korunovačnických klenotů. Tato firma původně sídlila v Německu, ale následně přesídlila do České republiky. Víte, v jakém městě firma sídlí?

## 2. SULFIDY

### PYRIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{FeS}_2$  (disulfid železnatý)
- ❖ **barva:** zlatožlutá
- ❖ **vlastnosti:** od zlata se liší černým vrypem
- ❖ **výskyt:** v ČR: Zlaté Hory v Jeseníkách, Příbram  
ve světě: Španělsko
- ❖ **použití:** dříve používán k výrobě kyseliny sírové
- ❖ někdy se mu říká „kočičí zlato“ nebo „bláznovo zlato“



Obrázek 11.126. Pyrit



Obrázek 11.127. Kostka pyritu o velikosti cca 4 x 4 x 4 cm z Fuente del Moro (Španělsko)



Obrázek 11.128. Pyrit jako zastupující minerál ve fosilii amonita (Francie)

## 3. HALOGENIDY

### HALIT (SŮL KAMENNÁ)

- ❖ **vzorec:**  $\text{NaCl}$  (chlorid sodný)
- ❖ **barva:** bezbarvá až naředlá
- ❖ **vlastnosti:** dokonalá štěpnost podle hran krychle
- ❖ **výskyt:** ve světě: Slovensko, Polsko, Rakousko
- ❖ **použití:** potravinářský a chemický průmysl, solení silnic
- ❖ získává se hornickou těžbou v dolech, louhováním nebo odpařováním mořské vody



Obrázek 11.129. Halit



Obrázek 11.130. Krystal halitu z dolu Wieliczka (Polsko)



Obrázek 11.131. Odpařování soli z mořské vody



Oproti severským evropským státům, jejichž obyvatelé mají v jídelníčku velké množství ryb, musí lidé ve Střední Evropě sůl jodizovat, aby netrpěli onemocněními štítné žlázy.



Sůl se do Českých zemí dopravovala po solných stezkách. Alpská sůl se dopravovala po Zlaté stezce přes Šumavu. Města, která se na této stezce nacházela, byla velmi bohatá. Příkladem jsou Prachatice nebo bavorský Pasov.

## FLUORIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{CaF}_2$  (fluorid vápenatý)
- ❖ **barva:** nejčastěji zelený, fialový
- ❖ **vlastnosti:** nekovový vzhled, nevede elektrický proud
- ❖ **výskyt:** v ČR: Krušné hory, Harrachov  
ve světě: Mongolsko
- ❖ **použití:** výroba sloučenin fluoru, příměs při tavení rud, na teflonové povrchy, optika
- ❖ **název z latinského slova *fluore* (téci), jelikož jsou směsi s tímto minerálem snadno tavitelné**



Obrázek 11.132. Fluorit (Čína)



Obrázek 11.133. Krystaly fluoritu



Obrázek 11.134. Krystaly fluoritu



## 4. OXIDY

### KŘEMEN

- ❖ **vzorec:**  $\text{SiO}_2$  (oxid křemičitý)
- ❖ **barva:** různé odrůdy – různá zbarvení
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 7 na Mohsově stupnici
- ❖ **výskyt:** zcela běžný minerál (2. nejrozšířenější)  
v ČR: Podkrkonoší, růženín na Písecku
- ❖ **použití:** sklářství, stavebnictví, optické přístroje, radiotechnika, drahý a ozdobný kámen
- ❖ křemenné sklo je propustné pro UV záření – využití v laboratořích (křemenné květy)



Obrázek 11.135. Křemen – křišťál

#### Vybrané různé barevné odrůdy křemene:



Obrázek 11.136. Ametyst



Obrázek 11.137. Citrín



Obrázek 11.138. Růženín



Obrázek 11.139. Morion



O křišťálu se zmiňuje již Plinius St., který ho označuje za led, který ani v největším žáru neroztaje. Ve středověku se kusy křišťálu nepoužívaly jako dekorace, ale jako kámen na chlazení rukou.



Ametyst je fialový kvůli posunu atomu křemíku ve své struktuře. Průnikem světla se atom snaží vrátit zpět na původní místo, proto se často nedoporučuje nosit šperky s ametystem, jelikož dojde k jeho vyblednutí (stejně tak u citrínu).



Jinou formou křemene je chalcedon (tzv. kryptokrystalická forma) a od něj odvozený achát (Obr. 11.140) nebo onyx (Obr. 11.141).



Obrázek 11.140. Achát



Obrázek 11.141. Onyx



Přečtěte si rozšiřující text o výrobě skla.

## MAGNETIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (oxid železnatoželezitý)
- ❖ **barva:** černá, polokovový lesk
- ❖ **vlastnosti:** ferromagnetický (přitahován magnetem)
- ❖ **výskyt:** Krušné hory (Měděnec), Vlastějovice (u Ledče nad Sázavou); Švédsko, Rusko
- ❖ **použití:** nejkvalitnější železná ruda
- ❖ horniny s velkým obsahem magnetitu mohou odklánět střílku kompasu (u nás např. Říp)



Obrázek 11.142. Magnetit

## HEMATIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (oxid železitý)
- ❖ **barva:** červenočerná, červený vryp
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 5 – 6, slabě magnetický
- ❖ **výskyt:** v ČR: Krušné hory  
ve světě: Švédsko, Ukrajina, Rusko
- ❖ **použití:** železná ruda, výroba barev, drahý kámen
- ❖ způsobuje červené zbarvení půd, hornin i skalních výchozů



Obrázek 11.143. Hematit



**Obrázek 11.144.** Červený hematit z formace železných rud ve Wyomingu (USA)



**Obrázek 11.145.** Rozpůlená hematitová kulička, zvaná moqui marble (USA)



Hematit se někdy dříve označoval jako „krevel“. Toto označení pochází od krve, jelikož po rozbití se z něj stává červený prášek. Název hematit je řeckého původu a má i blízko latinskému *haema* (krev).

## 5. UHLIČITANY

### KALCIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{CaCO}_3$  (uhličitan vápenatý)
- ❖ **barva:** většinou bezbarvý
- ❖ **vlastnosti:** rozkládá se v běžných kyselinách (bouřlivě šumí)
- ❖ **výskyt:** v ČR: Příbram, Český a Moravský kras  
ve světě: Německo, Island, USA
- ❖ **použití:** stavebnictví (vápenec, mramory, vápno, cement), dekorace, sochařství
- ❖ je horninotvorný – vytváří horninu vápenec a mramor
- ❖ reaguje s kyselinami – unikají bublinky oxidu uhličitého



**Obrázek 11.146.** Kalcit (Brazílie)



**Obrázek 11.147.** Běžný vzorek kalcitu

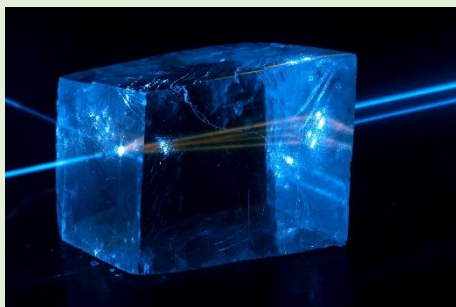


**Obrázek 11.148.** Krystaly kalcitu





Pokud prochází světelný paprsek tzv. islandským vápencem (chemicky čistý kalcit), tak dochází k dvojlomu. Z toho důvodu se používají krystaly islandského vápence jako polarizační hranoly (Obr. 11.149 a 11.150). Tohoto jevu mohli využívat asi i Vikingové pro navigaci svých lodí – k určování polohy Slunce při zamračené obloze.



Obrázek 11.149. Důkaz dvojlomu pomocí laseru

*luctus ultricies facilis. Duis vestibulum ultricies sem accumsan vulputate. Sed interdum mauris ut pharetra jaelis. Phasellus a sapien sit amet dolor congue sagittis. Pellentesque eu justo in eros finibus dignissim. Phasellus malesuada augue feugiat metus maximus gravida.*

*Proin ac massa vel lectus gravida condimentum quis sed nibh. Nulla eget mauris accumsan ante pretium placerat euismod. Morbi vulputate placerat hendrerit. Suspendisse iaculis suscipit neque a elit euismod cursus. Pellentesque eu justo in eros finibus dignissim. In sed nisi aliquam, purus. In ac pretium purus, condimentum scelerisque. Etiam feugiat metus maximus gravida, convallis sem non, feugiat euismod. Morbi ut leo id justo facilisis tincidunt ac nec lectus. Nam pellentesque tincidunt lacus, eget venenatis diam vestibulum at.*

*Fusce faucibus justo sit amet maximus maximus. Donec sed magna odio.*

Obrázek 11.150. Ukázka projevu dvojlomu

## MAGNEZIT

- ❖ **vzorec:**  $MgCO_3$  (uhličitán hořečnatý)
- ❖ **barva:** bílá až naředlá
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 4 – 4,5, možnost luminiscence
- ❖ **výskyt:** v ČR: Mohelno, Křemže  
ve světě: Slovensko, Rakousko, Itálie
- ❖ **použití:** žáruvzdorné keramické hmoty, vyzdívky hutnických pecí, chemický průmysl
- ❖ výroba barviv, zubních past, surovina hořčíku, výroba kříd na gymnastiku a horolezectví



Obrázek 11.151. Magnezit (Bernartice)

## 6. SÍRANY

### SÁDROVEC

- ❖ **vzorec:**  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (dihydrát síranu vápenatého)
- ❖ **barva:** nejčastěji bezbarvý, bílý (popř. zbarvený příměsemi)
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 1,5 – 2, rozpouští se v horké vodě
- ❖ **výskyt:** v ČR: Kobeřice u Opavy; Zbýšov  
ve světě: Rakousko, Itálie, Španělsko
- ❖ **použití:** lékařství (sádrový obvaz), stavební hmoty (sádra, cement)
- ❖ odrůda alabastr – jemnozrnný sádrovec využívaný například v sochařství



Obrázek 11.152. Sádrovec



**Obrázek 11.153.** Obří krystaly selenitu (odrůda sádrovce) v Jeskyni krystalů (Mexiko)



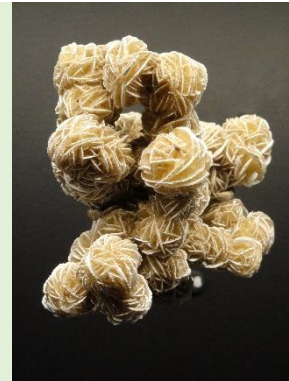
**Obrázek 11.154.** Alabastr

Jedna z odrůd se nazývá pouštní růže (Obr. 11.155). Jedná se o hnědé, okrové či narůžovělé růžice s uzavřeninami písku.



Další odrůdou je tzv. mariánské sklo, což jsou velké tabulkovité krystaly, kterými se vykládaly obrazy.

Ze sádrovce se dříve vyráběla sádra. Dnes se ale vyrábí spíše uměle.



**Obrázek 11.155.** Pouštní růže

## 7. FOSFOREČNANY

### APATIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$
- ❖ **barva:** zelený, hnědý, světle fialový
- ❖ **vlastnosti:** skelný lesk na krystalových plochách
- ❖ **výskyt:** v ČR: Písecko, Cínovec  
ve světě: Rusko (poloostrov Kola)
- ❖ **použití:** výroba hnojiv, kyseliny fosforečné a dalších sloučenin fosforu
- ❖ mikroskopické krystalky apatitu se vyskytují v zubech a kostech obratlovců, včetně člověka



**Obrázek 11.156.** Apatit



**Obrázek 11.157.** Vybroušený modrý apatit (Brazílie)



**Obrázek 11.158.** Apatit s příměsí fluoritu pod UV světlem

## 8. KŘEMIČITANY

### OLIVÍN

- ❖ **vzorec:**  $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$
- ❖ **barva:** žlutozelený až olivově zelený
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 6,5 – 7
- ❖ **výskyt:** v ČR: Kozákov, čediče Českého středohoří  
ve světě: Norsko, Egypt, Brazílie, Norsko
- ❖ **použití:** drahý kámen, výroba technického skla
- ❖ na povrchu rychle zvětrává a rozpadá se – pochází ze zemského pláště, kde panují odlišné podmínky



Obrázek 11.159. Olivín

### GRANÁT

- ❖ **vzorec:** proměnlivý (různý obsah hliníku, hořčíku, železa a vápníku)
- ❖ **barva:** různé odstíny červené
- ❖ **vlastnosti:** tvrdost 6,5–7,5
- ❖ **výskyt:** v ČR: okolí Křemže, České středohoří  
ve světě: Rusko, Jihoafrická republika
- ❖ **použití:** drahé kameny, hodiny, brusivo
- ❖ hořečnatý granát se nazývá **pyrop** (český granát)



Obrázek 11.160. Granát



Obrázek 11.161. Pyropy nalezené na území ČR



Obrázek 11.162. Mateční hornina s pyropy



**Video na YouTube: Příběh českého granátu.**

(délka 3:34, Granát, družstvo umělecké výroby, Trutnov)



## MUSKOVIT (světlá slída)

- ❖ **vzorec:**  $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$
- ❖ **barva:** bezbarvý s perleťovým leskem
- ❖ **vlastnosti:** vynikající štěpnost
- ❖ **výskyt:** v ČR: svory a pegmatity (Mariánské Lázně)  
ve světě: Rusko, Indie, Brazílie
- ❖ **použití:** brizolitové omítky, izolační materiál  
(žáruvzdorná okénka – americká kamna)
- ❖ **název** vznikl patrně ze slova „Moscow“ (Moskva),  
v jejímž okolí byl často nalézán



Obrázek 11.163. Muskovit

## BIOTIT (tmavá slída)

- ❖ **vzorec:**  $K(Mg,Fe^{2+})_3[(OH,F)_2(Al,Fe^{3+})Si_3O_{10}]$
- ❖ **barva:** hnědý až černohnědý
- ❖ **vlastnosti:** vynikající štěpnost, dobrý izolant
- ❖ **výskyt:** v ČR: vyvřeliny (žuly u Litomyšle)  
ve světě: Kanada, Grónsko
- ❖ **použití:** izolační a žáruvzdorné materiály
- ❖ **zvětráváním** získává žlutou barvu a bývá někdy (shodně  
jako pyrit) označován jako „kočičí zlato“



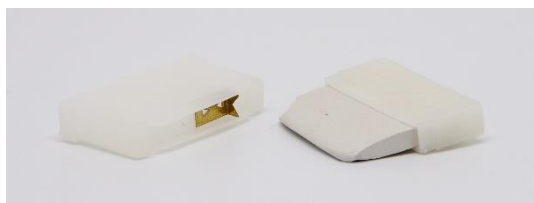
Obrázek 11.164. Biotit

## MASTEK

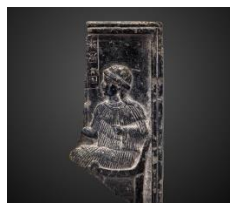
- ❖ **vzorec:**  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
- ❖ **barva:** bílá, zelenavá
- ❖ **vlastnosti:** nejměkčí minerál, lze rýpat nehtem, jeví se  
mastně
- ❖ **výskyt:** u nás vzácně (Sobotín v Hrubém Jeseníku);  
Slovensko, Turecko, USA
- ❖ **použití:** žáruvzdorná keramika a vyzdívky pecí,  
krejčovská křída, umělecké předměty
- ❖ **český název** vznikl na základě charakteristické vlastnosti  
mastku – na omak je mastný



Obrázek 11.165. Masteček



Obrázek 11.166. Krejčovská křída



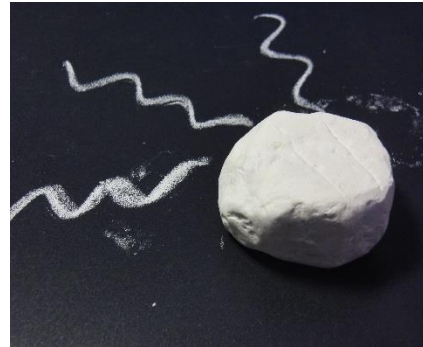
Obrázek 11.167. Fragment reliéfu bohyně Ninsun  
(Louvre, Paříž)



Jemně mletý mastek (klouzek) se používá v kosmetice, například pudry, mýdla či líčidla. Mastek se také často nachází uvnitř rukavic (např. chirurgických), aby se lépe navlékaly.

## KAOLINIT

- ❖ **vzorec:**  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
- ❖ **barva:** bílý
- ❖ **vlastnosti:** otírá se o prsty – zanechává bílé skvrny
- ❖ **výskyt:** v ČR: Karlovarsko, Plzeňsko, Znojensko  
ve světě: Rusko, Brazílie
- ❖ **použití:** výroba porcelánu, plnivo do papíru, barvy, zubní pasty
- ❖ tzv. jílový minerál, který lze nalézt v jílech, břidlicích a půdách – důležité stavební suroviny (cihlářské hlíny)



Obrázek 11.168. Kaolinit

## ORTOKLAS (draselný živec) / PLAGIOKLAS (sodnovápenatý živec)

- ❖ **vzorec:**  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  (ortoklas)
- ❖ **barva:** různá
- ❖ **vlastnosti:** jeden ze základních stavebních prvků hornin
- ❖ **výskyt:** běžné minerály vyvěřelých hornin
- ❖ **použití:** keramika, výroba glazur
- ❖ je horninotvorný – vytváří kyselé magmatické horniny nebo se ve formě úlomků často vyskytuje v sedimentech – pískovcích apod.



Obrázek 11.169. Živec



Obrázek 11.170. Ortoklas



Obrázek 11.171. Plagioklas

## 9. ORGANICKÉ MINERÁLY

### JANTAR

- ❖ **vzorec:** mineralizovaná pryskyřice
- ❖ **barva:** medově žlutá
- ❖ **vlastnosti:** při tření vlněnou látkou vzniká elektřina
- ❖ **výskyt:** v ČR: vzácně  
ve světě: pobřeží Baltského moře, Rusko
- ❖ **použití:** obklady, šperky
- ❖ jantar je často médiem, které konzervovalo rozmanité druhy organismů z dávné historie



Obrázek 11.172. Nevyleštěný jantar



Obrázek 11.173. Jantar s uvězněným hmyzem



Obrázek 11.174. Jantar



#### Aktivita 24: Jurský park.



#### **Tip pro učitele:**

1. Projít se žáky okolí školy a nechat je hledat horniny (popř. minerály) kolem sebe.
2. Exkurze – navštívit zajímavou geologickou lokalitu (viz odkaz níže).
3. Navštívit muzeum se sbírkou minerálů a hornin (např. v Českých Budějovicích stálá expozice v Přírodovědném oddělení Jihočeského muzea).
4. Praktické poznávání vybraných vzorků. Pokud škola nedisponuje vlastní sbírkou, lze využít některé ze zdrojů níže (viz odkazy).



Databáze jihočeských minerálů na stránkách Jihočeského mineralogického klubu.



## 12. LOŽISKA A JEJICH VZNIK

Ložiska označujeme přírodní nahromadění průmyslově zpracovatelných minerálů nebo hornin, které jsou ekonomicky využitelné. Současnými důlními metodami jsou dostupná pouze ve svrchní kůře – nejhlubší naftové vrty mají hloubku přes 7 000 m a např. nejhlubší diamantové doly dosahují hloubky kolem 3 000 m. Ložiska nalézáme ve všech typech hornin (vyvřelých, usazených i přeměněných).



Jedním z nejhlubších povrchových dolů je Udačnaja v Rusku (Obr. 12.1) dosahující hloubky 640 metrů. Známy je také již bývalý důl Big Hole v Jihoafrické republice (Obr. 12.2), jehož hloubka byla sice „jen“ 240 metrů (následně po sesuvech půdy 215 metrů), ale na rozdíl od dolu v Rusku nevznikl činností strojů.



Obrázek 12.1. Důl Udačnaja (Rusko)

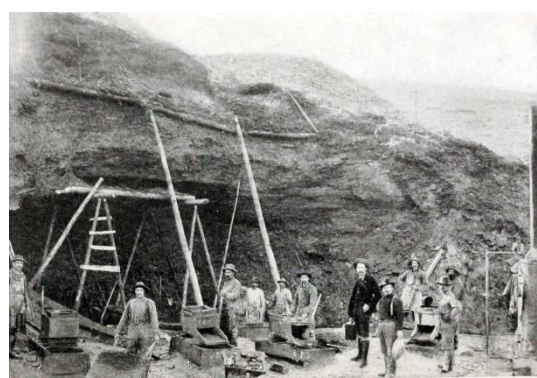


Obrázek 12.2. Důl Big Hole (JAR)

Podle těžené suroviny dělíme ložiska na rudní a nerudní. Zvláštním příkladem nerudních ložisek jsou ložiska paliv. Rudy jsou nerostné suroviny, díky nimž se po zpracování získávají kovy. Představovány jsou většinou minerály ze skupin prvků, sulfidů, oxidů. Často mají kovový lesk, např. zlato, které patří k jedné z nejcennějších rud. Těžilo se ve velkém i v minulosti, velká zlatá horečka proběhla na řece Klondike (přítok Yukonu). Zlatou horečku na Klondiku (Obr. 12.3 a 12.4) popsal spisovatel Jack London v knihách Bílý tesák a Volání divočiny, v nichž vycházel z osobních zkušeností.



Obrázek 12.3. Zlatá horečka – loď Excelsior odplouvající ze San Franciska na Klondike (1897)



Obrázek 12.4. Zlatá horečka – těžba na Klondiku (1899)

Významným kovem spadajícím mezi rudy je železo, které se v čisté formě vyskytuje v přírodě málo. Naproti tomu je bohatě obsaženo v mnoha minerálech (např. magnetit, hematit) a horninách. Slovem železo nazýváme nejen prvek, ale i jeho slitiny s jinými kovy, např. z vytěžených rud (Obr. 12.5) se nejdříve v hutích vyrábí surové železo a z něj poté technické železo. Pokud technické železo obsahuje méně uhlíku, nazývá se ocel. Slitiny železa i jiných kovů mají velké uplatnění, např. bronz (slitina mědi a zinku), který se dříve používal k výrobě zbraní a nástrojů. V současnosti se používá k odlévání soch.



**Obrázek 12.5.** Pelety vyrobené ze železné rudy a srovnání s velikostí mince (čtvrtdolarem)

Další významnou slitinou je mosaz (slitina mědi a cínu) používaná v současnosti například na výrobu žesťových hudebních nástrojů. Dural (slitina hliníku, mědi a dalších kovů) se využívá v automobilovém, leteckém a lodním průmyslu.



**Obrázek 12.6.** Neruda (síra)

Nerudy (Obr. 12.6) představují skupinu nerostných surovin, které se nevyužívají k výrobě kovů, ale používají se buď přímo, např. jako stavební suroviny nebo dekorační kameny, nebo jako suroviny pro různá odvětví průmyslu.

Podle způsobu vzniku lze také rozdělit ložiska do několika skupin, např. ložiska magmatického původu, hydrotermální ložiska či ložiska sedimentárního původu. Hydrotermální ložiska vznikají díky průniku teplých roztoků po puklinách, kde vyluhují horninu, postupně se ochlazují a krystalizují z nich rudní minerály (nejčastější zlato, stříbro, měď apod.).

Ložiska sedimentárního původu jsou nerudy, které vznikly při zvětvávání, transportu a usazování hornin. Významným příkladem sedimentárních ložisek jsou fosilní paliva. Z pozůstatků terciární pralesní vegetace se vytvořily sloje hnědého uhlí a usazeniny z tohoto období jsou často i zdrojem ropy a zemního plynu. A v kvartéru začaly tyto zdroje být intenzivně těženy a využívány v širokém spektru lidských činností.

Ropa je kapalná směs uhlovodíků a jiných organických látek vzniklá rozkladem pohřbených rostlinných a živočišných tkání a zachycená v pórech a trhlinách hornin pod nepropustnými vrstvami. Největší ložiska ropy jsou v kontinentálních šelfech, např. u pobřeží Brazílie (Obr. 12.7). Ropa a výrobky z ní jsou základním a dnes nepostradatelným palivem pro dopravu a surovinou pro výrobu plastů a mnoha dalších látek, menší množství se spaluje na výrobu elektřiny. Jak se ropa přepravuje? Nejčastěji pomocí ropovodů, ale také pomocí obřích lodí – tankerů.



**Obrázek 12.7.** Ropná plošina u pobřeží Brazílie

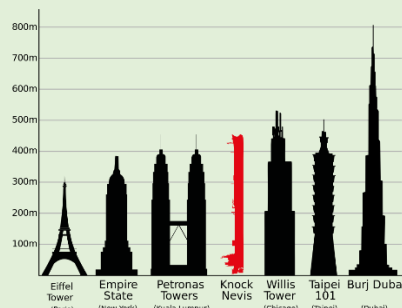




Největší z tankerů se označují jako „supertankery“. Knock Nevis (Obr. 12.8) byl se svou délkou 458 metrů nejdelší lodí brázdící světové oceány a moře. Podívejte se na srovnání jeho délky s výškou světových budov (Obr. 12.9).



Obrázek 12.8. Supertanker Knock Nevis



Obrázek 12.9. Srovnání délky supertankeru



Obrázek 12.10 zachycuje jednu z velkých ekologických katastrof, kterou byla havárie tankeru Exxon Valdez. Najděte v literatuře nebo na internetu, kde k této havárii došlo. Co vše může způsobit havárie lodi přepravující ropu?



Obrázek 12.10. Havárie tankeru Exxon Valdez



**Video na YouTube: NEZkreslená věda: Co je to ropa?**  
(délka 12:01, NEZkreslená věda)

S ložisky ropy jsou často spojena i ložiska zemního plynu, který je směsí plyných uhlovodíků s převahou metanu a slouží hlavně na výrobu elektrické a tepelné energie, jako surovina pro chemický průmysl a v poslední době i jako palivo pro dopravu. K nejcennějším nerostným surovinám v České republice však patří kaoliny, což jsou horniny vzniklé zvětráváním hornin bohatých žlvcí (žul, arkóz, rul) v teplém a vlhkém terciárním podnebí a obsahující podstatné množství jílového minerálu kaolinitu.



Obrázek 12.11. Ložisko kaolinu – Kaznějov u Plzně

Po úpravě plavením je kaolin základní surovinou pro výrobu porcelánu a kameniny, dále slouží jako plnivo papíru, plastů, pryží, barev, lepidel, tmelů, izolací, léků, kosmetických a jiných výrobků. Ložiska nejvyšší kvality kaolinů jsou v západních Čechách, mj. Karlovarsko, Plzeňsko (Obr. 12.11), významná jsou i ložiska na jižní Moravě. V České republice se v současnosti získává asi 10 % celkové světové produkce kaolinu.

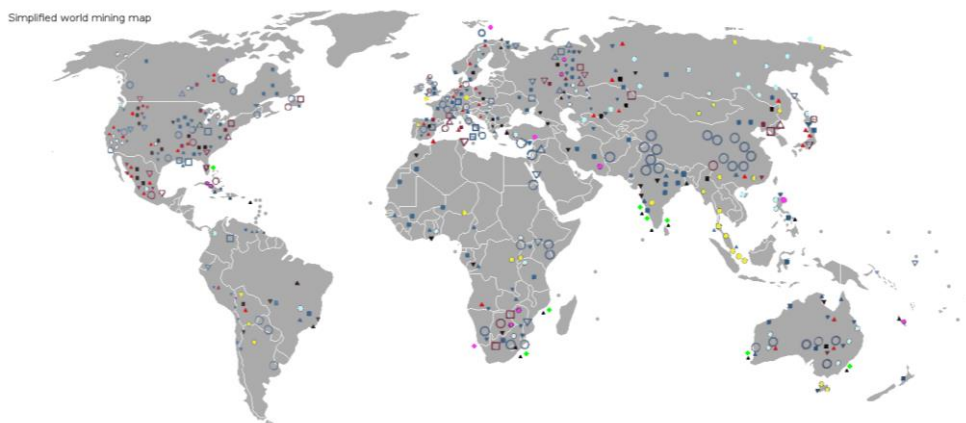




Slovo „kaolin“ je čínského původu. Evropští mistři pátrali několik staletí po tajemství výroby porcelánu, které Číňané usilovně tajili. Teprve až německému alchymistovi se podařilo objevit výrobu porcelánu při práci v saské Míšni. Tajemstvím je, že se porcelán odlévá a lisuje – na rozdíl od výroby keramické nádoby, která se točí na hrnčířském kruhu.



**Obr. 12.12** zobrazuje zjednodušený přehled míst, kde na světě probíhá intenzivní těžba. Klikněte na mapu, abyste si ji zvětšili a prohlédli si i legendu, v níž jsou zaneseny konkrétní suroviny.

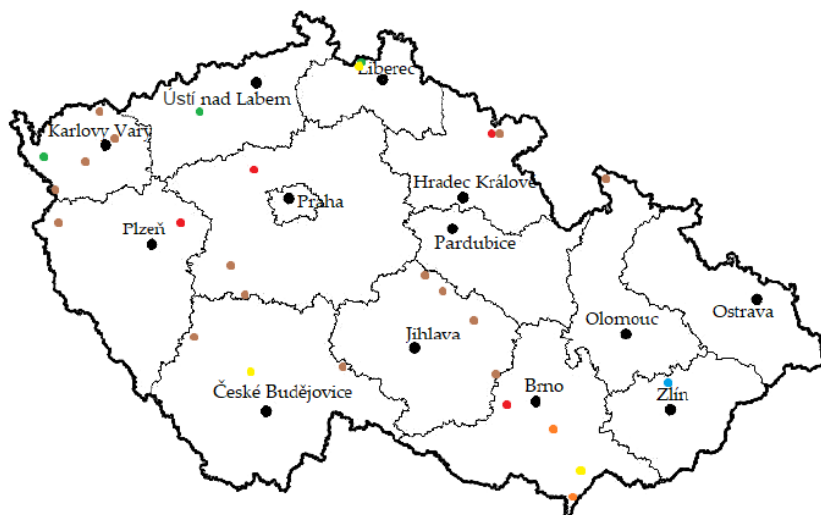


**Obrázek 12.12.** Zjednodušená mapa těžby na světě

Nyní se podíváme na rozmístění ložisek na území České republiky (Obr. 12.13 – 12.17). Černé uhlí se těží zejména v české části hornoslezské pánve (na Ostravsku) a dříve i na Kladensku. Hnědé uhlí dnes už jen v sokolovské a severočeské pánvi. Ložisek stavebních surovin, zejména štěrkopísků či cihlářských surovin, je u nás velké množství (z tohoto důvodu nejsou v tabulkách v příloze uváděny jednotlivé lokality výskytu těžby současné ani minulé). Další nerostné suroviny se těží v dnešní době na našem území již poskrovnu, neboť velké množství zásob je již vytěženo z důvodu jejich hojného využívání v různých průmyslových oblastech nebo se jejich těžba ekonomicky nevyplácí.



**Obrázek 12.13.** Aktuální lokality těžby energetických nerostných surovin

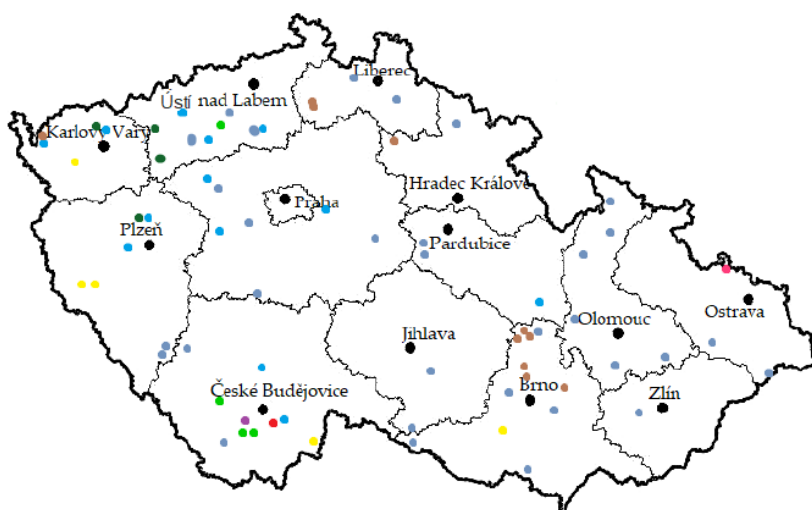


- Legenda:
- černé uhlí
  - hnědé uhlí
  - lignit
  - ropa
  - uran
  - zemní plyn

Obrázek 12.14. Lokality těžby energetických nerostných surovin v minulosti

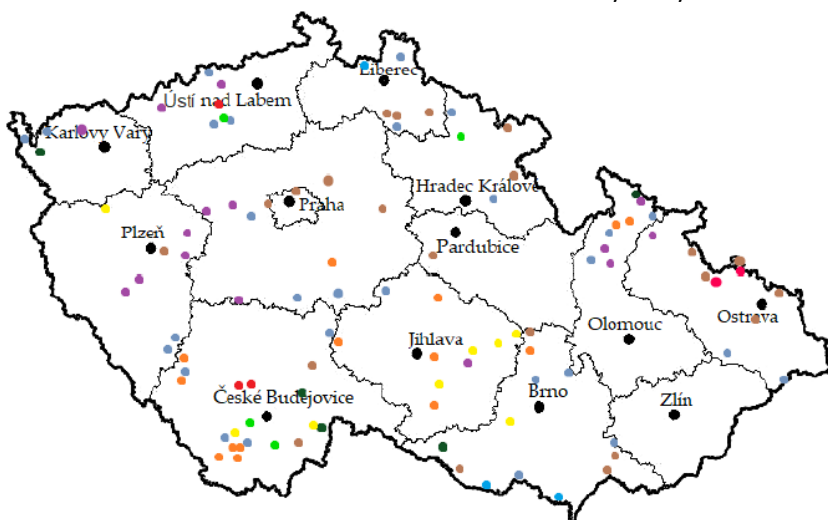


**Seznam lokalit výskytu energetických nerostných surovin na území České republiky a jejich možného využití.**



- Legenda:
- diatomit
  - drahé kameny
  - grafit
  - jíly
  - kaolin
  - křemenné suroviny
  - průmyslové písky
  - sádrovec
  - vápence
  - živec

Obrázek 12.15. Aktuální lokality těžby nerudných surovin

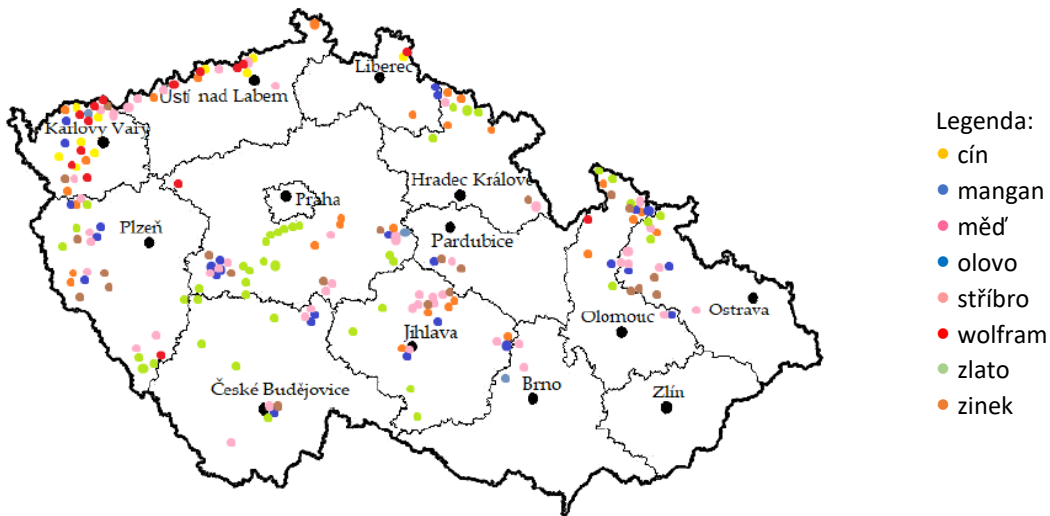


- Legenda:
- diatomit
  - drahé kameny
  - grafit
  - jíly
  - kaolin
  - křemenné suroviny
  - průmyslové písky
  - sádrovec
  - vápence
  - živec

Obrázek 12.16. Lokality těžby nerudných surovin v minulosti



### Seznam lokalit výskytu nerudných surovin na území České republiky a jejich možného využití.



Obrázek 12.17. Lokality těžby v minulosti a ložiska evidovaná – v současné době nejsou těženy žádné rudní suroviny



### Seznam lokalit výskytu rudných surovin na území České republiky a jejich možného využití.

V 60. a 80. letech se spalovalo málo kvalitní hnědé uhlí s vysokým obsahem síry, což vedlo ke kyselým deštům (Obr. 10.19), které snížily kvalitu zemědělských a lesních půd (vyluhovaly z nich živiny). Došlo k lesním kalamitám, zejména v Krušných horách. V 90. letech došlo k odsíření elektráren (Obr. 12.18) a tím došlo k poklesu emisí. Odsíření se provádí pomocí vápence. V následujících letech pravděpodobně dojde k uzavírání uhelných šachet nejen kvůli vyčerpaným ložiskům, ale i kvůli malé ekonomičnosti těžby uhlí z velkých hloubek a obecnému odklonu od používání uhlí.



Obrázek 12.18. Tepelná elektrárna na hnědé uhlí



Obrázek 12.19. Dopad kyselých deštů (Jizerské hory)

Další emise – oxidy dusíku a oxid uhelnatý – se dají omezit úpravami způsobu spalování a snížením spalovacích teplot. Jediným problémem jsou emise oxidu uhličitého, se kterými si současné technologie zatím nedovedou poradit.

Člověk tedy má vliv na znečištění atmosféry či hydrosféry. Kyselé deště urychlují přírodní chemické a mechanické eroze kontinentálních hornin a vznik zvětralin.



Zmíňme ještě rašelinu (12.20), která byla dříve vyhledávanou energetickou surovinou. Byla levná a těžila se pomocí drapáků, kterým se říkalo „bagr“, což se vžilo pro stroje k hloubení na celém světě. Mnohé holandské kanály jsou vlastně pozůstatky těžebních rýh po dobývání rašeliny. U nás se rašelina těží na Třeboňsku, ale používáme ji v lázeňství a k přípravě zemin na pěstování rostlin.

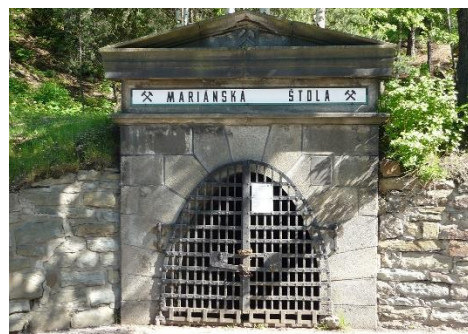


Obrázek 12.20. Těžba rašeliny na Třeboňsku

Jinak České země patří historicky mezi významná místa světového hornictví. Hloubky 500 m dosáhly kutnohorské doly pravděpodobně již během 14. – 15. století. Větší hloubky (přes 1 000 m) bylo dosaženo až v 19. století v Příbrami (Obrázek 12.21 a 12.22).



Obrázek 12.21. Ševčínský důl (Příbram)



Obrázek 12.22. Mariánská štola (Příbram)

Tekutá ropa, zemní plyn a výjimečně i pevný asfalt vznikly díky rozkladu zbytků planktonu za nepřístupu vzduchu. V ČR se nachází malá ložiska na jižní Moravě a jsou intenzivně těžena. Pokrývají ale jen malou část naší spotřeby, většinu dovážíme z jiných zemí, především z Ruska.

Významnými ložisky jsou i radioaktivní suroviny (12.23). Jaderné elektrárny získávají energii z uranu, který je těžen především ve formě nerostu uraninitu (starší název smolinec). Na rozdíl od tepelných elektráren v jaderné elektrárně páru pro pohon turbín nevyrábí kotel s nezbytným kouřícím komínem, ale reaktor s jaderným palivem – v něm se energie pro výrobu páry získává štěpením jader atomů uranu. V České republice máme ještě dostatek nevytěžených ložisek, i světová zásoba je hojná a cena poměrně nízká. Problémem jaderné energetiky je bezpečnost provozu a umístění použitého silně radioaktivního paliva. Aktuálně jedinou dlouhodobě udržitelnou a bezpečnou možností, kam ukládat radioaktivní materiál, je vybudování hlubinných uložišť radioaktivního odpadu (materiál zalit betonem, uložen minimálně do hloubky jednoho kilometru; Obr. 12.24). Pečlivý výběr lokality budoucího hlubinného uložště probíhá v současnosti na území České republiky.



Obrázek 12.23. Symbol užívaný pro radioaktivitu



Obrázek 12.24. Uložště Richard nedaleko Litoměřic

Jaderná energetika má řadu odpůrců, ale lze očekávat, že již během následujících desetiletí budeme získávat energii převážně z jaderných reakcí. Mezi další zdroje k získávání energie patří vodní, větrná a sluneční energie, energie z biomasy, a také nové technologie – např. způsoby efektivního spalování dřeva či slámy.

Výkon větrné elektrárny (Obr. 12.25) závisí na rychlosti větru a základním předpokladem je dostatek větrných dnů během roku. Mezi nevýhody patří to, že elektrárna nemůže pracovat v příliš chladném počasí (na vrtuli se tvoří námraza), její hlučnost a nevzhledné začlenění do krajiny. Energie z vody se využívá díky hydroelektrárnám postaveným u přehrad na řekách s velkým spádem nebo průtokem (např. Rakousko či Norsko). Možností, však zatím nepříliš rozšířenou, je získávat energii z oceánů na základě teplotního rozdílu mezi teplou vodou při hladině a chladnou vodou v hloubce.



Obrázek 12.25. Větrné elektrárny v České republice

Je možné získávat energii i z přílivu v takzvaných přílivových elektrárnách (Obr. 12.26), které využívají periodického kolísání výšky mořské hladiny. Zvláštním zdrojem v dnešní době je i biomasa (Obr. 12.27), která je perspektivní díky snadné produkci a nižšímu zatížení životního prostředí při jejím spalování.



Obrázek 12.26. Přílivová elektrárna (Kanada)



Obrázek 12.27. Dřevěné pelety

Z hlediska životního prostředí se jeví jako nejčistší a nejšetrnější zdroj využití slunečního záření. K přeměně energie se využívají solární systémy, které jsou velmi účinné. Prozatím ale řadíme tento alternativní zdroj do těch nejdražších.



Solární elektrárna Gemasolar (Obr. 12.28 a 12.29) se nachází severně od španělské Sevilly v Andalusii a jedná se o první elektrárnu na světě, která je schopna pracovat 24 hodin. Díky unikátní technologii si akumuluje energii z doby, kdy svítilo slunce, a vyrábí tedy elektřinu i v noci nebo ve dnech, kdy slunce nesvítí.



Obrázek 12.28. a 12.29. Solární elektrárna Gemasolar (Andalusie, Španělsko)



Tyto alternativní zdroje jsou na rozdíl od uhlí a ropy obnovitelné. V dnešní době je moderní tzv. energetický mix, který kombinuje zdroje neobnovitelné (uhlí, ropa,...) se zdroji obnovitelnými. Z ekonomického hlediska však stále vyhrává energetická zásoba v podobě fosilních paliv (uhlí, ropa a zemního plynu) vzniklých v dávné minulosti Země. I přes to se mnoho států při výrobě elektrické energie snaží nahrazovat neobnovitelné zdroje zdroji obnovitelnými.

Většina rudních dolů je u nás uzavřena, neboť v porovnání se světem máme zanedbatelné množství těchto surovin. Historicky však bylo území Čech a Moravy významné, zejména díky těžbě stříbra, cínu, zlata, zinku aj. (např. Krušné Hory, Kutná Hora, Příbram, Jihlava a další lokality), kde byly kovy vyvážené i daleko za hranice země po mnoho staletí. Světově se však nepředpokládá nedostatek rudních surovin, protože díky moderním technologiím a recyklaci můžeme velkou část kovů použít znovu. Další možností, které jsme schopni, je nahrazení barevných kovů speciálními keramickými materiály a slitinami železa, jehož zásoby jsou prakticky nevyčerpatelné. Nerudní suroviny patří u nás k nejvýznamnějším. Naším bohatstvím jsou jíly, sklářské písky, kvalitní vápence a již zmíněný kaolin. Díky rozvoji moderních technologií, jako je přenos informací pomocí skleněných optických vláken (Obr. 12.30), se zvyšuje poptávka i po čistém křemenu. Z vrstvených keramických hmot se také začínají vyrábět části automobilových motorů.



**Obrázek 12.30.** Skleněná optická vlákna



Jaká surovina se těží (popř. těžila) v okolí vašeho bydliště (školy)?  
K čemu se tato surovina používá?



#### **Aktivita 25: Nerostné suroviny.**

Plasty, někdy nesprávně pojmenované jako „umělá hmota“, byly prvně vyrobeny již v roce 1862. Vlastnosti plastů a jejich relativně levná výroba vedla k tomu, že postupně v některých odvětvích snížily využití přírodních materiálů, například skla, keramiky či dřeva, popřípadě je zcela nahradily. Plasty jsou pevné, za dostatečných tepelných podmínek dobře tvarovatelné, dobře izolují elektrický proud a teplo. Vykazují také odolnost vůči účinkům některých chemikálií.

Plasty jsou tvořeny opakující se strukturou atomů. Můžeme rozlišit velké množství rozmanitých druhů plastů. Uvedme si jen některé zástupce, o kterých jste již určitě slyšeli: PVC (polyvinylchlorid), polystyren, nylon či bakelit. Problémem užití plastů je jejich odolnost proti vnějším vlivům, jelikož jejich odbourávání trvá velmi dlouho. Redukce užití plastů a jejich efektivnější recyklace momentálně představují jednu z velkých ekologických výzev.



**Video na YouTube: NEZkreslená věda: Plasty kolem nás.**  
(délka 8:26, NEZkreslená věda)



## 13. KLIMATICKÉ ZMĚNY Z DNEŠNÍHO POHLEDU

Činnost člověka výrazně ovlivňuje dnešní klima zejména ve spojitosti s nárůstem skleníkových plynů. Klimatické změny sice už probíhají od počátku vzniku planety Země, ale data z vědeckých výzkumů z posledních desetiletí ukazují, že průběh změn je výrazně rychlejší, než tomu bylo v dřívějších dobách.

Klimatický systém se změnám podmínek přizpůsobuje především formou globálního oteplování. Na základě projekce dalšího vývoje změny klimatu je odhadován nárůst globální teploty do konce 21. století o 2–6 °C. Pokud se tyto předpovědi naplní, bude se jednat o nejvýznamnější a především nejrychlejší nárůst za posledních 10 000 let.

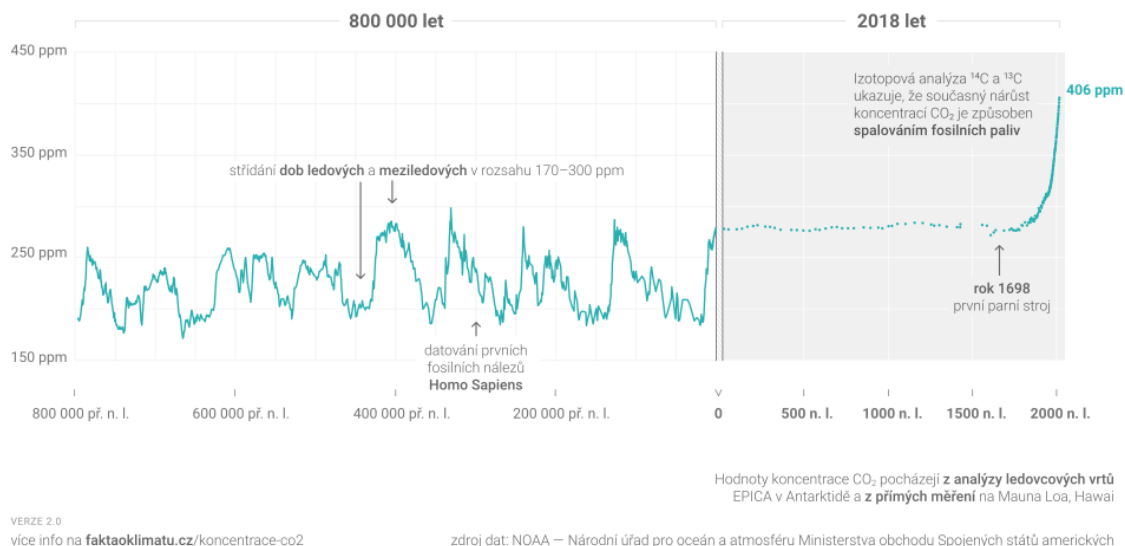
Během posledních 400 000 let zemské klima nebylo nikdy příliš stabilní. Doby ledové s teplými obdobími se střídaly v cyklech s periodou cca každých 100 000 let. Podle paleoklimatického měření v ledové kůře Antarktidy se v teplejších obdobích vývoje Země vyskytovala i vyšší koncentrace oxidu uhličitého (Obr. 13.1), který patří mezi významné skleníkové plyny. Ostatně díky přirozenému množství skleníkových plynů je průměrná teplota Země přibližně o 33 °C vyšší, než by byla bez skleníkových plynů. Další informace o klimatu lze získat nejen z ledovcových vrtů, ale i díky usazeninám na dně oceánů a jezer, v letokruzích stromů či díky mořským korálům (jejich růst ovlivněn teplotou a salinitou oceánu).

### VÝVOJ KONCENTRACE CO<sub>2</sub> V ATMOSFÉŘE

Dnešní koncentrace CO<sub>2</sub> dosahují hodnot, které na Zemi nebyly za celou dobu existence lidstva

ppm (parts per million) je jednotka koncentrace

Koncentrace 400 ppm CO<sub>2</sub> v atmosféře znamená, že v jednom milionu molekul vzduchu je 400 molekul CO<sub>2</sub>



Obrázek 13.1. Vývoj koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře

V současnosti se nacházíme v teplejší době, kdy na počátku 21. století se koncentrace oxidu uhličitého pohybovaly okolo hodnot 385 ppm (z angl. *parts per milion* – částice na milion částic), v současné době přesáhla dokonce 400 ppm. Už dříve v minulosti v jednom z nejteplejších období byla koncentrace na úrovni okolo 280 ppm. Obavy ale spíše vyvolává velmi rychlý nárůst koncentrace tohoto skleníkového plynu v posledních letech. Navíc se vyskytují i nové skleníkové plyny, které dříve v atmosféře obsaženy nebyly. Za rychlý nárůst koncentrací všech skleníkových plynů v atmosféře může industrializace – intenzivní těžba surovin a průmyslová výroba (Obr. 13.2), používání fosilních paliv, změny vlastností povrchu a krajinného rázu – výstavby a odlesňování (Obr. 13.3), regulace hydrologického systému – stavba přehrad (Obr. 13.4) či zavlažovacích systémů (Obr. 13.5) a procesy spojené se zemědělstvím.



**Obrázek 13.2.** Industrializace



**Obrázek 13.3.** Odlesňování (Brazílie)



**Obrázek 13.4.** Stavba přehrad (Hoover Dam, Arizona, USA)



**Obrázek 13.5.** Zavlažovací systém (Indie)



Tři soutěsky v Číně (Obr. 13.6) je největší vodní elektrárna na světě (a největší elektrárna obecně). Výška hráze činí 185 metrů a její délka přesahuje 2,3 kilometru. Stavba, která má devastující účinky na ekologii rozsáhlého území, vedla k přesídlení několika milionů lidí.



**Obrázek 13.6.** Tři soutěsky (Čína)

Země se tomuto vývoji přizpůsobila již zmíněným globálním oteplováním, které s sebou přináší řadu negativních jevů v oblasti životního prostředí či fungování ekosystémů, včetně ovlivnění vodního hospodářství, zemědělství (zásobování potravinami), lesního hospodářství nebo zvyšování hladin moří a oceánů. Toto vše má výrazný dopad i na ekonomiku.

Jaké můžeme tedy pozorovat změny klimatu způsobené globálním oteplováním? Mimo již zmíněné teploty, je to třeba i změna srážkového systému. Dochází k větším výkyvům, kdy po období dešťů kolikrát následují neúměrně dlouhá a intenzivní období sucha. K výraznému vysychání (Obr. 13.7) také dochází samozřejmě kvůli zvyšující se teplotě na celé Zemi, tedy globálnímu oteplování. Dále se suchem souvisí změny povrchové teploty oceánů, změny atmosférické cirkulace (například jev El Niño) či velikost sněhové pokrývky. Změna sněhové pokrývky, ledovců a hladin oceánů souvisí s absorbováním až 80 % tepla dodaného do klimatického systému, což se může projevit i postupným ústupem horských ledovců (Obr. 13.8). Sněhová pokrývky je od 60. let nižší o více než 10 %. Navíc dochází i ke zkracování doby, po kterou jsou zamrzlá jezera a řeky (cca o 2 týdny kratší doba).



Obrázek 13.7. Vysychání

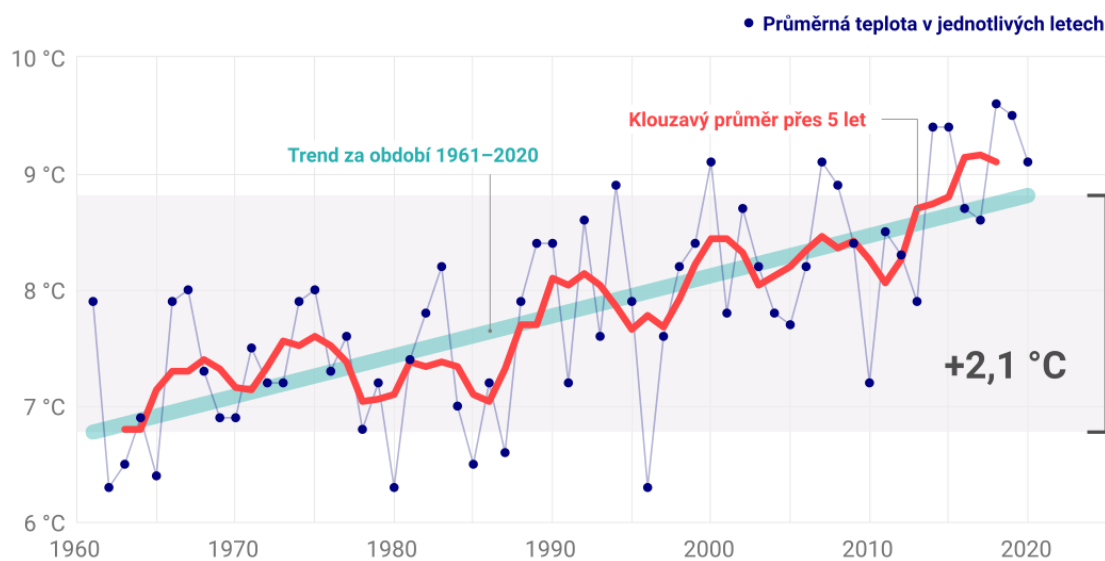


Obrázek 13.8. Ledovec Boulder (Washington, USA) ustoupil v období 1987 – 2003 o 450 metrů.

Výhledově můžeme očekávat nadále zvyšování teploty nejen v Evropě, ale i v celém světě. Získaná data ukazují nárůst průměrné roční teploty na našem území o 2,1 °C od roku 1960 (Obr. 13.9).

## PRŮMĚRNÁ ROČNÍ TEPLOTA V ČR

Teplota se od roku 1961 zvýšila o 2,1 °C.



Obrázek 13.9. Vývoj teploty v ČR od roku 1961 do 2020





U nás v ČR se měření klimatu věnuje stanice Praha – Klementinum, která má na našem území nejdelší pozorovací činnost. Stanice sídlí uprostřed města, proto je ovlivněna fenoménem tzv. městského tepelného ostrova. Město se však rozvíjí a v tom případě nelze tento fenomén považovat za konstantní, a proto nelze takto umístěnou stanici využívat ke studiu dlouhodobých změn klimatu.

Území České republiky zaznamenává v posledních letech proměnlivost v srážkách a jejich celkový úbytek, což má vliv na zásoby vody v České republice. Pro odhad dalšího vývoje klimatu u nás lze využít hodnoty regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, který je řízen globálním modelem ARPEGE a provozován Českým hydrometeorologickým ústavem. Model počítá klimatologické charakteristiky pouze pro omezenou oblast, v tomto případě pro střední Evropu. Jeho výhodou je simulace klimatu s daleko lepším prostorovým rozlišením (ALADIN-CLIMATE/CZ – rozlišení 10–25 km), než jakého jsou schopny globální modely (většinou rozlišení 200–300 km).



### **Zkuste si pracovat s modelem ALADIN-CLIMATE/CZ.**

Dokážete zjistit, jaké bude počasí?

Jaké jsou dopady změny klimatu v České republice? Na našem území je nejvíce ovlivněna oblast vodního režimu, jeho kvantita, kvalita i stav vodních zdrojů (dostupnost a spotřeba vody). Zvyšování průtoků vede k většímu množství povodní a záplav, naopak jejich snižování vede k výskytu suchých období. Povodí, která mají větší zásoby ve formě podzemní vody nebo přehradních nádrží, jsou vůči projevům klimatické změny odolnější. V zemědělství klimatické změny postupně povedou k desertifikaci na mnoha územích. Působením klimatické změny dochází i ke zhoršování zdravotního stavu převážně smrkových lesů v nižších a středních polohách. V těchto lesích dojde k aktivizaci řady patogenních škůdců. V této souvislosti lze uvést aktuální problém v podobě napadení lesů kůrovcem, lýkožroutem smrkovým (Obr. 13.10 a Obr. 13.11). Přestože se dřevinná skladba našich lesů pomalu pozměňuje a objevuje se již více listnatých stromů na úkor smrku, i přesto je smrkových porostů stále velký podíl. A v neposlední řadě mohou klimatické změny ovlivnit lidské zdraví, např. respirační problémy kvůli horku. Další zdravotní problémy jsou způsobeny více faktory, které souvisejí i se špatným životním stylem, takže je nelze připisovat pouze vlivu klimatu.



**Obrázek 13.10.** Lýkožrout smrkový



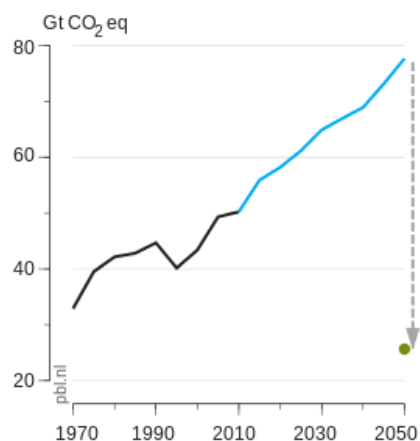
**Obrázek 13.11.** Odumřelé stromy po náletu kůrovce (Národní park Bavorský les, Německo)



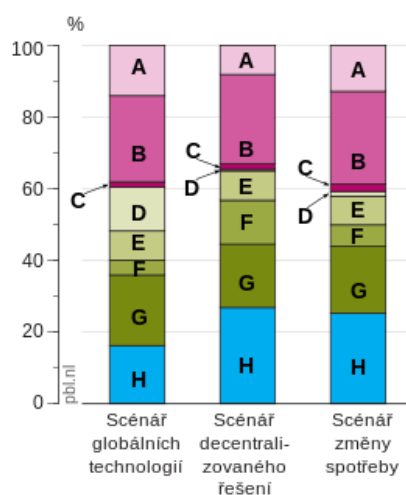
V jakých oblastech České republiky se setkáváme s takzvanou „kůrovcovou kalamitou“? Ačkoliv se při těchto kalamitách o kůrovci hovoří pouze ve smyslu ničení lesních porostů, tak za běžné situace má v lesním ekosystému významnou funkci. Věděli byste jakou?

A jak těmto klimatickým změnám lze předcházet? Jednou z možností je adaptační chování, díky němuž se různé rostlinné či živočišné systémy přizpůsobí novým podmínkám. Dále je tu samozřejmě snaha vytvářet opatření na snižování úrovně koncentrací skleníkových plynů v atmosféře (Obr. 13.12). Co se týče vody, tak by různé správní orgány měly mít snahu vydávat opatření k zadržování srážkové vody, jejímu vsakování a i přímému využívání v průmyslových odvětvích. V zemědělství by bylo dobré aplikovat různá protierozní opatření a ochranu proti sesuvům půdy. Celkově, co se týče přírody, ať živé či neživé, je nutné rozšířit soustavu zvláště chráněných území.

Emise skleníkových plynů



Příspěvek ke kumulativnímu snížení emisí, 2010 – 2050



- Minulost
- Scénář trendu
- Cíl
- ↓ Politický rozdíl

- A** Zamezení odlesňování
- B** Snížení emisí dalších skleníkových plynů
- C** Snížení dalších emisí spojených s energií
- D** Nárůst jaderné energie
- E** Nárůst bioenergie
- F** Nárůst solární a větrné energie
- G** Nárůst zachycování a ukládání oxidu uhličitého
- H** Zlepšení energetické efektivity

**Obrázek 13.12.** Globální emise skleníkových plynů a možnosti jejich snížení

## 14. EKOLOGIE

Pojem ekologie se dost často v médiích užívá nesprávně – jako ekologický dům, ekologický prášek na praní či ekologičtí aktivisté. Co je tedy ekologie a čím se zabývá? Ekologie je vědní obor, který studuje, jak funguje příroda, a to od jednotlivých organismů až po ekosystémy a celou planetu Zemi. Jejím úkolem je studium, popis a pochopení vztahů organismů k prostředí (Obr. 14.1), ve kterém tyto organismy žijí, ale i vztahů mezi organismy navzájem. Další náplní ekologů je hledání souvislostí v přírodě a vysvětlení, jak živá a neživá příroda funguje – například proč někteří ptáci odlétají do teplých krajín a jiní nikoliv, proč na pouštích nerostou stromy, proč dva druhy žijí vždy ve své blízkosti apod.

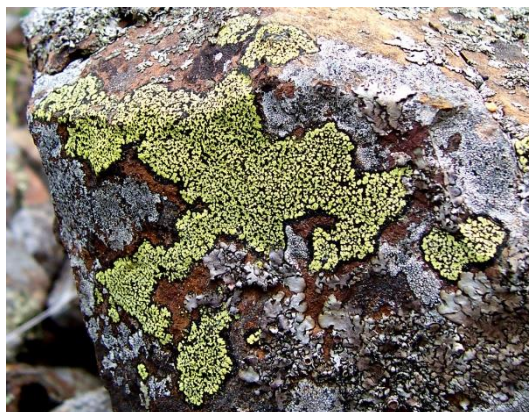


Obrázek 14.1. Planeta Země

Někdy se ekologie zaměřuje environmentalistikou (= naukou o životním prostředí). Životní prostředí je vše, co obklopuje živé organismy. Environmentalistika se zabývá studiem všech složek prostředí, které obklopuje a ovlivňuje život lidí a zároveň je i lidmi ovlivňováno, tudíž se zaměřuje i na problematiku ochrany přírody a studium dopadů růstu lidské populace a její činnosti na ovzduší, půdu nebo vodu, včetně návrhů opatření, která by dopady lidské činnosti mohla mírnit.

### EKOLOGICKÉ FAKTORY

Každý živý organismus se musí na své prostředí adaptovat (přizpůsobit se mu), neboť všechny druhy jsou ovlivňovány prostředím a i samy ho dokážou nějakým způsobem ovlivnit. Jedním z příkladů je přizpůsobení mechorostů na své okolí – mají nízké nároky na světlo, ale vyžadují stále vlhké prostředí. Naopak většina lišejníků (Obr. 14.2) potřebuje světla hodně, ale zase dokážou tolerovat velké kolísání dostupnosti vody. Co je pro jeden organismus vhodné, pro druhý může být letální. Vnější vlivy působící na organismy nazýváme ekologické faktory, které podle původu dělíme na abiotické a biotické. Abiotickými rozumíme převážně chemické a fyzikální vlastnosti ovzduší, půdy a vodního prostředí.

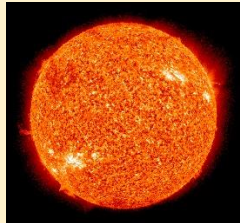


Obrázek 14.2. Lišejník mapovník zeměpisný



## ABIOTICKÉ FAKTORY

### Slunce a záření



Obrázek 14.3.

- základní podmínka života
- zdroj světla, tepla a energie
- umožňuje živočichům orientaci
- určuje střídání dne a noci a ročních období
- ovlivňuje aktivitu živočichů
- UV složka záření je ve větším množství nebezpečná

### Teplo



Obrázek 14.4.

- zdrojem je zejména infračervené záření ze Slunce a některé metabolické procesy v organismech
- organismy se mohou na teplotní výkyvy prostředí adaptovat (např. zimní spánek, diapauza, ...)

### Voda



Obrázek 14.5.

- důležitá součást těl organismů (v lidském těle zhruba 70 %)
- všechny organismy jsou na vodě více či méně závislé
- zajišťuje transport látek a biochemické reakce v těle organismů
- na Zemi nepřetržitě probíhá tzv. koloběh vody
- oceánské mořské proudy rozvádějí teplo na planetě

### Vzduch



Obrázek 14.6.

- atmosféra ohřívá Zemi a chrání ji před UV zářením (ozonová vrstva)
- zdroj kyslíku (pro dýchání) a oxidu uhličitého (pro fotosyntézu) – látky nezbytné k životu
- svými fyzikálními vlastnostmi (proudění, hustota, ...) i chemickým složením (obsah kyslíku, oxidu uhličitého, ...) ovlivňuje prostředí pro život

### Půda



Obrázek 14.7.

- životní prostředí pro řadu organismů
- zdroj většiny minerálních látek pro rostliny a následně pro jejich konzumenty
- prostředí pro rozklad odumřelé biomasy těl živočichů a rostlin

### Minerální látky



Obrázek 14.8.

- pronikají ze zemské kůry do vody a půdy, odtud je pak získávají organismy
- důležité biogenní (uhlík, kyslík, vodík, vápník) a stopové prvky (železo, mangan)
- některé minerální látky mohou být pro organismy i nebezpečné (např. těžké kovy)

## BIOTICKÉ FAKTORY

Biotické faktory jsou zejména vzájemné vztahy mezi organismy. Vztahy mezi jedinci jednoho druhu nazýváme vnitrodruhové (např. vytváření párů, stád, smeček aj.) a vztahy mezi různými organismy označujeme jako mezidruhové (např. různé druhy symbiózy – lišejníky, mravenci a houby, sasanka a ryba klaun, bobovité rostliny a hlízkové bakterie,...). Populace je soubor jedinců téhož druhu, kteří se nacházejí v daném čase společně na určitém místě (Obr. 14.9). Jednotlivé populace různých druhů vytvářejí společenstva (biocenózy), které obývají určité místo ve stejném čase (jejich stanoviště se nazývá biotop). Ekosystém je tedy tvořen jak živou složkou (společenstvy organismů), tak i složkou neživou, která organismy obklopuje (půda, vzduch, slunce, ...).



Obrázek 14.9. Populace, společenstvo a ekosystém



### Video na YouTube: Ekosystémy naší přírody.

(délka: 18:43, Botanický ústav Akademie věd České republiky)

Při dlouhodobém soužití ve společenstvu nebo ekosystému se rozvíjejí mezi organismy negativní nebo pozitivní vztahy – například mutualismus, predace, parazitismus nebo konkurence.

### Konkurence



Obrázek 14.10.

vztah oboustranně negativní

- soužití druhů, které soupeří při využívání zdrojů na daném stanovišti (navzájem se omezují)

#### Příklad:

různé druhy zelených rostlin rostou na stejném stanovišti a soutěží o zdroje (sluneční záření, minerální látky, vodu)

### Predace a parazitismus



Obrázek 14.11.

výhodnější vztah pro jeden z organismů

- z ekologického hlediska jsou si podobné
- predátor svou kořist většinou zabíjí, parazit svého hostitele využívá ke svému prospěchu

#### Příklad:

predátorem může být liška, která uloví zajíce, parazitem je například sající pijavice

### Mutualismus



Obrázek 14.12.

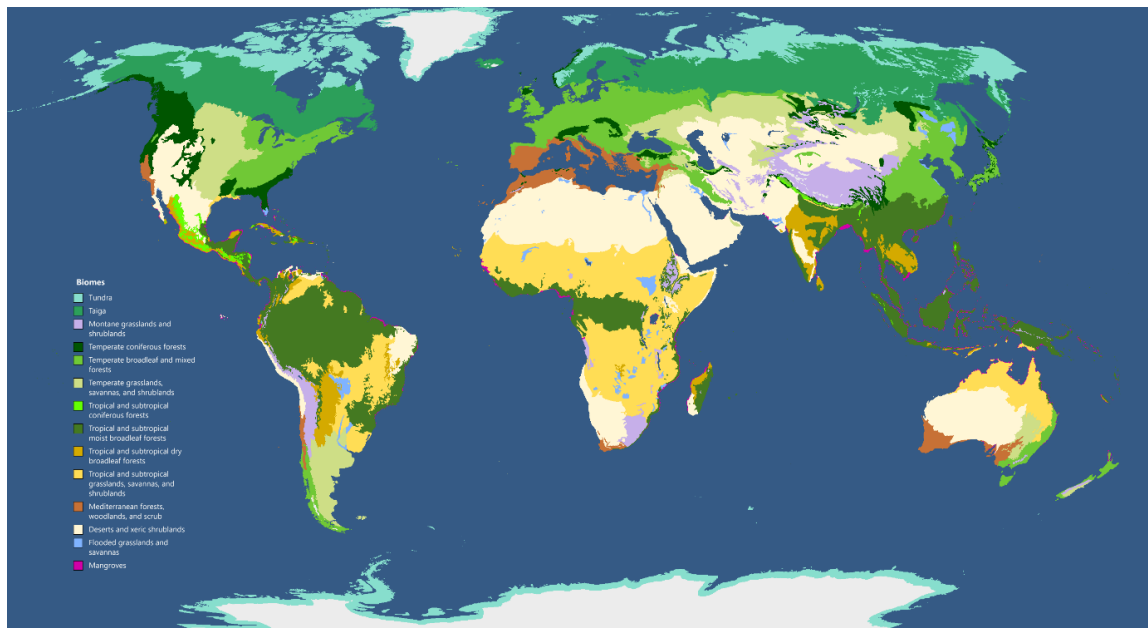
oboustranně výhodné soužití jedinců

- jedinci společně rostou, přežívají nebo se lépe rozmnožují, než kdyby žili odděleně

#### Příklad:

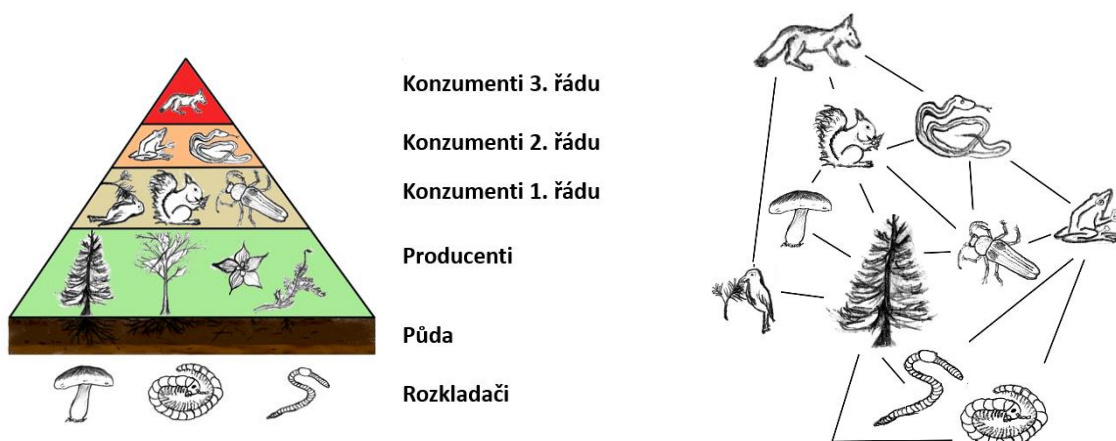
opylovači pomáhají rostlinám efektivně šířit pylová zrna a od rostlin získávají nektar

Oblast biosféry, která je charakteristická určitými biotickými a abiotickými podmínkami (např. klimatickými, hydrologickými, půdními a geologickými faktory), umožňuje vznik konkrétním typům společenstev organismů – tyto oblasti označujeme jako biomy (Obr. 14.13).



**Obrázek 14.13.** Rozložení biomů na světě (dle WWF) – po kliknutí se obrázek zvětší

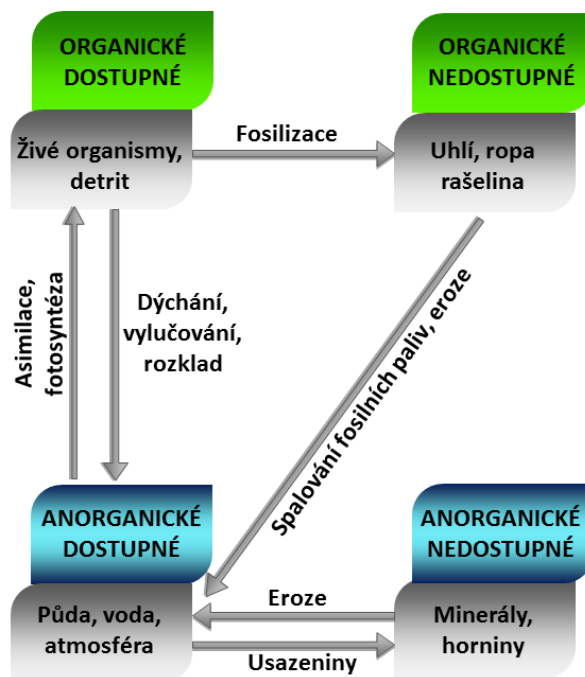
Různé skupiny organismů plní v ekosystému různé funkce (Obr. 14.14). **Producenti** (např. zelené rostliny) přijímají energii ze slunečního záření a pomocí ní si z jednoduchých anorganických látek ( $\text{CO}_2$ , minerální látky, voda) sami vytvářejí organické sloučeniny. Vzniklé organické látky pak ukládají do biomasy svých těl. Zelenými rostlinami se živí býložravci (**konzumenti** – např. zajíc, nebo i predátor – liška, která loví zajíce). energii si totiž neumí vytvořit sami z anorganických látek, a proto je přijímají v potravě. Poslední, nejdůležitější skupinou organismů, jsou **rozkladači**, kteří rozkládají veškeré mrtvé organické zbytky. Kdyby nebyli rozkladači, byla by Země rychle zasypána nánosem listového odpadu, mršin odumřelých živočichů, zbytků rostlin či exkrementů. Jak rozkladači zpracovávají organickou hmotu, uvolňují tak zpět do prostředí prvky či jednoduché anorganické sloučeniny, které zase mohou využít producenti pro tvorbu biomasy svých těl. A tímto způsobem se proces stále opakuje, dochází k neustálému koloběhu látek (Obrázek 14.15).



**Obrázek 14.14.** Potravní pyramida znázorňující potravní vztahy ve společenstvu.

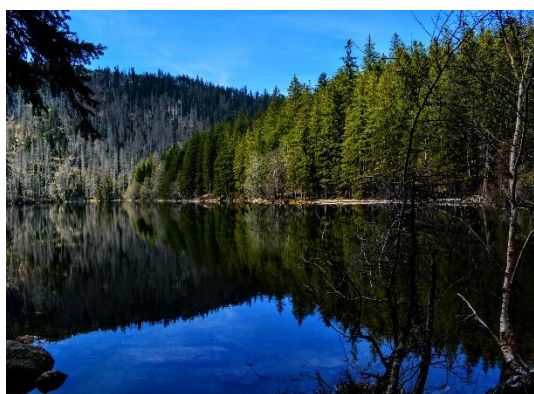


### KOLOBĚH LÁTEK V EKOSYSTÉMU

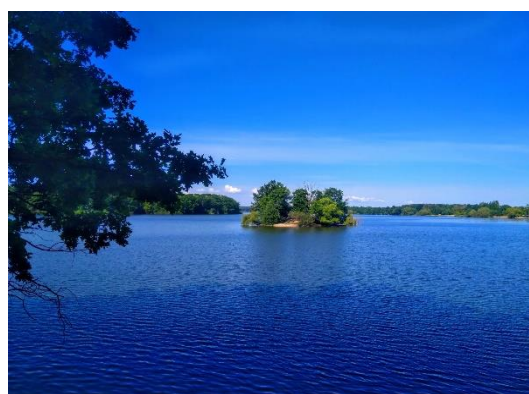


Obrázek 14.15. Schéma koloběhu látek v ekosystému

**Ekosystémy** lze rozdělit podle vlivu člověka na dvě skupiny – ekosystémy **přirozené** či **přírodní** (Obr. 14.16) a **umělé** (Obr. 14.17). Přirozené ekosystémy jsou takové, do kterých člověk nezasahuje (u nás např. pralesovité porosty, horská jezera a tundry nebo rašeliniště (např. Červené blato – rašeliniště v Třeboňské pánvi). Tyto ekosystémy bývají vzácné a chráněné zákonem. Oproti tomu ekosystémy umělé jsou zcela pod vlivem člověka, bez kterého by nebyly schopny existovat (např. pole, sečené louky, hospodářské lesy nebo chovné rybníky, města a vesnice). Umělé ekosystémy člověk udržuje nejrůznějšími hospodářskými a technickými zásahy. Jelikož sklizní či výlovem bere z přírody energii a živiny, musí je následně pracně vracet zpět (především umělým hnojením či kypřením).



Obrázek 14.16. Přirozený ekosystém  
– horské jezero (Plešné jezero, Šumava)



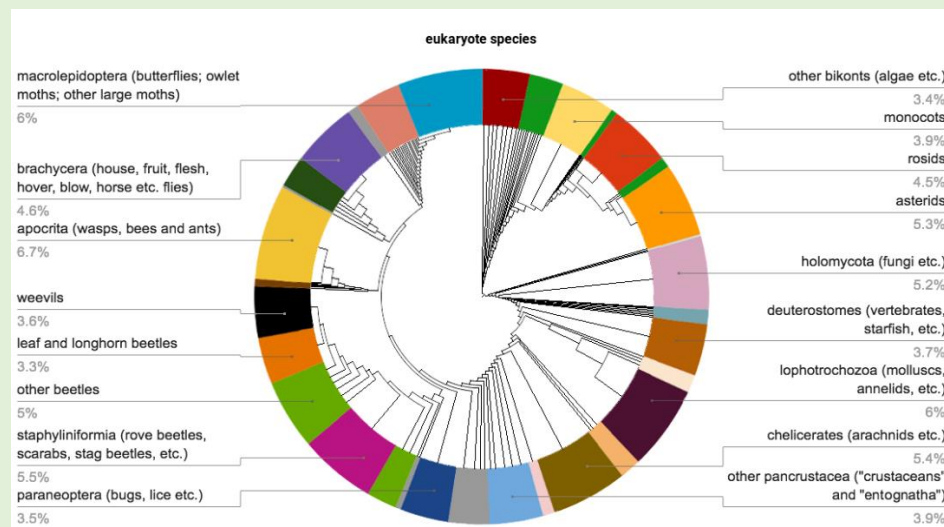
Obrázek 14.17. Umělý ekosystém  
– rybník Svět (Třeboňsko)

## BIOLOGICKÁ ROZMANITOST

Biologickou rozmanitost (= biodiverzitu) můžeme pozorovat od úrovně genové rozmanitosti až po rozmanitost celých ekosystémů. Ekologové se však zajímají nejvíce o rozmanitost druhovou (o počet druhů organismů na určitém území). Pojmenovaných druhů je cca 2 miliony, celkové bohatství Země se však odhaduje až na 3–30 milionů druhů.

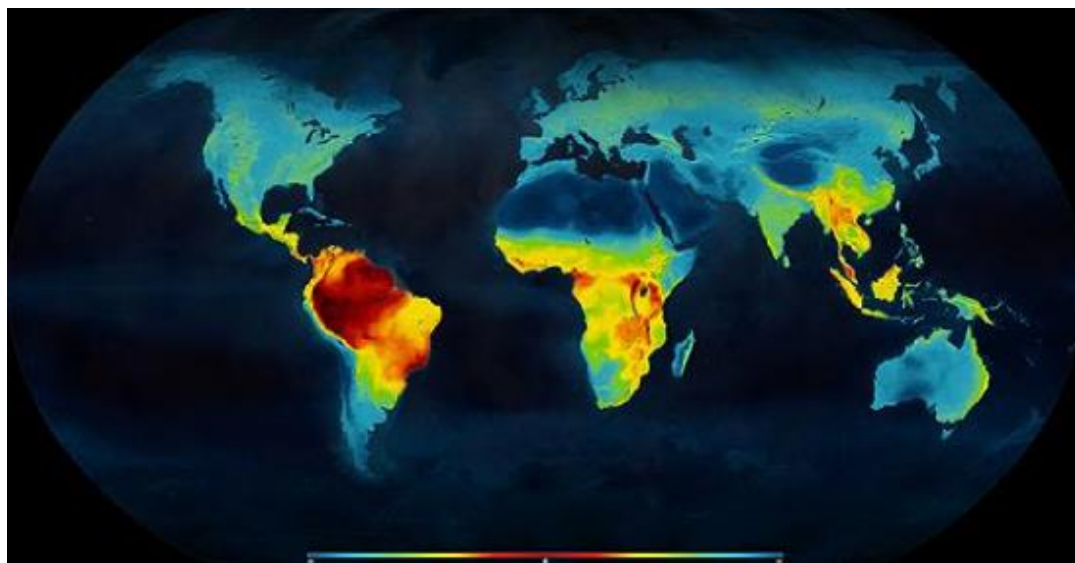


Pokud si zvětšíte Obrázek 14.18, můžete se podívat, jak velkou procentuální část tvoří vybrané skupiny eukaryotních organismů z celkového počtu známých druhů. Více než polovina patří mezi hmyz.



**Obrázek 14.18.** Procentuální zastoupení eukaryotních druhů z hlediska jejich taxonomického zařazení.

Biodiverzita je však proměnlivá a závisí na životních podmínkách (Obr. 14.19). Mezi nejbohatší patří např. tropické deštné lesy (rovník), kdy mezi důvody vedoucí k jejich bohatosti patří – vyšší teplota, množství srážek (vyšší produkce biomasy, tím se uživí hodně organismů), stáří tropických ekosystémů (dostatek času ke vzniku mnoha druhů) a pestrost stanovišť (umožňuje život mnoha druhům, různé specializace).

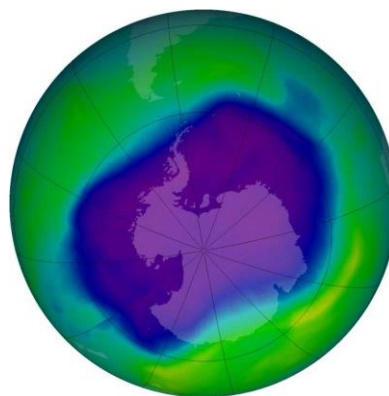


**Obrázek 14.19.** Biologická diverzita suchozemských obratlovců (červená barva symbolizuje nejvyšší koncentraci)

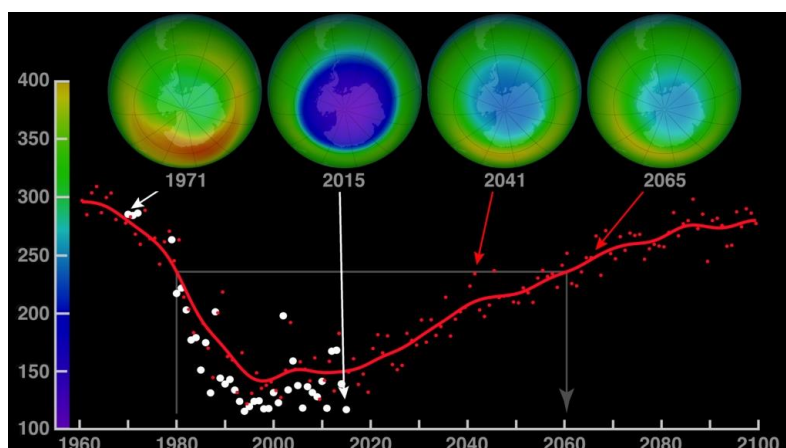
## OCHRANA PŘÍRODY

Ochrana přírody je malý obor, který se zabývá tříděním, využitím a ochranou přírody (živé i neživé) před nadměrným poškozováním lidskou činností. Tyto problémy způsobil především rozvoj lidské populace nejen, co se týče početnosti, ale i velkým rozvojem jimi vynalezených technologií, z nichž za první technologii lze označit intenzivní zemědělství. Závažnými problémy ochrany přírody jsou globální problémy, které mají celosvětový dopad. Jejich příčinou je již zmíněné přelidnění, neboť se zvyšujícím počtem lidí roste i spotřeba zdrojů, a vzniká více odpadů. Mezi globální problémy řadíme změnu klimatu (kvůli skleníkovému efektu dochází k oteplení, což způsobuje tání ledovců a zvedání hladiny oceánů), ozonovou díru, pokles biodiverzity, a to zejména v souvislosti s ubývajícím přirozeným přírodním prostředím, nadměrné využívání zdrojů či biologické invaze.

Co je to ozonová díra (Obr. 14.20)? Ozon v ozonové vrstvě atmosféry snadno reaguje s určitými plyny, například s chlorem, a následně se rozpadá. Tento jev vede k ztenčení ozonové vrstvy, což se označuje jako ozonová díra, ve které dochází k zvýšenému průniku ultrafialového záření z vesmíru. Freony, plyny rozkládající ozon, již byly zakázány, zřejmě tedy došlo k zastavení ztenčování ozonové díry (Obr. 14.21). Do původního stavu se ale bude navracet dlouho.



Obrázek 14.20. Ozónová díra nad Antarktidou



Obrázek 14.21. Současný stav a předpověď vývoje ozónové vrstvy podle NASA. V současné době se ozónová vrstva stabilizuje. Na svou úroveň před rokem 1980 by se mohla dostat ale až kolem roku 2075.

A co znamená invaze? Biologická invaze je šíření nepůvodních druhů na určitém území. Invaze není novým fenoménem, vyskytovala se zde již v geologické minulosti, kdy docházelo k masivním přirozeným invazím při spojování kontinentů (např. Jižní a Severní Ameriky) nebo při střídání dob ledových a meziledových (díky poklesu hladiny oceánů a tím usnadnění migrace).



Znáte nějaký invazní druh rostliny či živočicha, který není původní na území České republiky, ale nyní se zde hojně vyskytuje?

Dnes je příčinou šíření zejména rozvoj dopravy, kdy hodně druhů bylo zavlečeno do jiných končin např. i na podrážkách bot. Většina druhů byla zavlečena či vysazena do nepůvodního prostředí záměrně (např. okrasné dřeviny, exotičtí ptáci). Hodně z nich na novém území neprovedou zjevné změny, ale někteří mohou nové prostředí výrazně ovlivnit (např. zavlečení různých nemocí a tím zničení původních populací, či zvýšení konkurence mezi jednotlivými organismy).



K prohlubování globálních problémů dochází tedy činností člověka. Nejen že dochází ke znečišťování vzduchu (spalování fosilních paliv, skleníkový efekt, emise – oxidy dusíku, síry, aromatické uhlovodíky), ale mimo to trpí i vodní zdroje (splachy hnojiv a pesticidů). Dále používáním hnojiv a pesticidů poškozuje člověk i půdu.

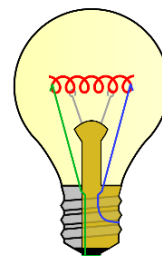


Zkuste si vzpomenout na některé obecné zásady ochrany životního prostředí? Kolik zásad dáte společně dohromady?

V běžném životě je důležité v domácnosti šetřit, např. teplou vodu, neomezený přístup k potravinám a jinému zboží, elektrospotřebiče nebo automobil bereme jako samozřejmost. Je důležité, abychom s těmito zdroji šetřili a tím předcházeli poškozování životního prostředí.

### Šetři elektrickou energií

- nenechávejte zbytečně rozsvíceno
- po nabití mobilu vytahujte nabíječku ze zásuvky
- nenechávejte zbytečně otevřenou lednici
- spotřebiče vypínejte úplně, nenechávejte je v pohotovostním režimu
- ...



### Chraň ovzduší

- nejezdí zbytečně automobilem, využijev hromadnou dopravu nebo kolo
- pokud musíš jet autem, svez s sebou i někoho dalšího
- kupuj domácí výrobky, které nemusely být dovezeny ze vzdálených zemí
- ...



### Chraň vodu

- šetrným sprchováním ušetříš až 75 % vody oproti koupeli ve vaně
- pokud máš zahradu, zalévej květiny dešťovou vodou
- do odpadu nevylévej oleje a chemikálie (voda se přes čistírnu odpadních vod vrací zpět do přírody)
- ...



### Vybírej a šetři

- tříd' odpady, elektroniku nevyhazuj do popelnice
- vyhýbej se zboží, jehož výroba poškozuje životní prostředí
- vybírej si co nejméně balené potraviny
- nakupuj jen tolik potravin, kolik spotřebuješ
- nepoužívej jednorázové zboží (utěrky, ubrousky, tašky)
- nepotřebné věci nabízej k dalšímu využití
- ...



Ve světě se ochraně přírody věnuje organizace UNESCO (Obr. 14.22), která spravuje síť biosférických rezervací, jež chrání reprezentativní ukázky kulturních i přírodních krajín. Mezi další světové významné organizace patří Mezinárodní svaz ochrany přírody – IUCN (Obr. 14.23), Světový fond na ochranu přírody – WWF (Obr. 14.24) nebo Greenpeace (Obr. 14.25). Z iniciativy IUCN vznikla např. Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a rostlin (CITES), která určuje pravidla pro obchodování s ohroženými druhy organismů.



Obrázek 14.22. Logo UNESCO



Obrázek 14.23. Logo IUCN

V České republice zajišťuje státní ochranu přírody Agentura ochrany přírody a krajiny (AOPK ČR) a krajské nebo obecní úřady. Působí u nás i řada nevládních organizací a hnutí zabývajících se ochranou přírody. Příkladem může být Český svaz ochránců přírody, Hnutí Duha, Děti Země a další.



WWF

Obrázek 14.24. Logo WWF

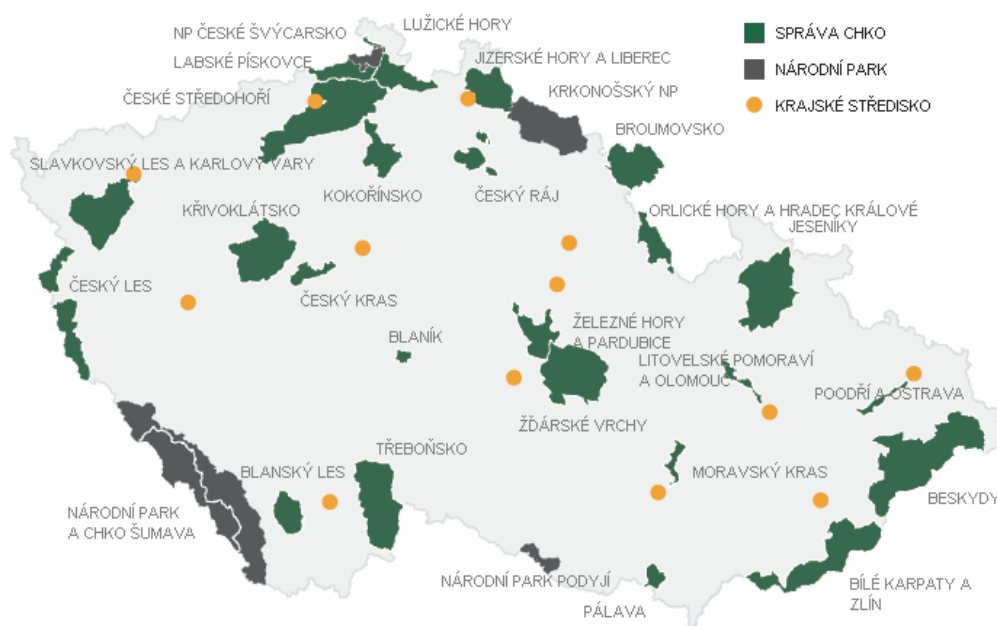


Obrázek 14.25. Logo Greenpeace

Jednou z možností ochrany přírody je vytváření chráněných území (Obr. 14.26), což jsou místa se zachovalou přírodou, ať živou či neživou, a výskytem vzácných nebo ohrožených druhů organismů. Účelem jejich vyhlášení je zajistit zákonnou ochranu před negativními zásahy a narušením jejich přirozeného prostředí. Chráněná území mohou mít různou podobu a dělí se do kategorií podle rozlohy a stupně přísnosti ochrany (viz [kartičky níže](#)).



Dokázali byste vyjmenovat všechny národní parky na území České republiky?

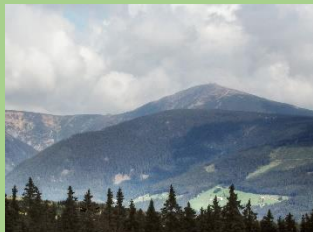


Obrázek 14.26. Chráněné krajinné oblasti a národní parky na území České republiky

## Velkoplošné chráněné území

### Národní park

Příklad:  
Krkonošský národní park



přísně chráněné území velké rozlohy s nejzachovalejší přírodou

- ochrana přírody je nadřazena jiným činnostem

## Velkoplošné chráněné území

### Chráněná krajinná oblast

Příklad:  
Jeseníky



chráněné území velké rozlohy se zachovalou přírodou

- ochrana přírody je harmonicky propojena s ostatními potřebami a činnostmi člověka (např. citlivým zemědělstvím a lesnictvím)

## Velkoplošné chráněné území

### Přírodní park

Příklad:  
Česká Kanada



harmonický krajinný celek větší rozlohy

- hlavním cílem je ochrana krajinného rázu s koncentrací významných estetických a přírodních hodnot

## Maloplošné chráněné území

### Národní přírodní rezervace

Příklad:  
Adršpašsko-teplické skály



nejpřísnější stupeň ochrany

- území malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou celostátní nebo mezinárodního významu
- zpravidla s omezením vstupu

## Maloplošné chráněné území

### Národní přírodní památka

Příklad:  
Barrandovské skály



malá rozloha

- přísně chráněný vysoce zachovalý přírodní útvar celostátního nebo mezinárodního významu

## Maloplošné chráněné území

### Přírodní prezentace (PR), Přírodní památka (PP)

Rybníky u Vitmanova (PR)



přísně chráněné území

- přírodní útvar malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou regionálního významu





V terénu je hranice chráněného území označena pomocí pruhů na stromech (Obr. 14.27).

Víte, jak poznáte, zda se nacházíte uvnitř chráněného území či jste mimo něj?



**Obrázek 14.27.** Chráněné území – značka na stromě



**Aktivita 26: Od stromu k papíru.**

## 11. SLOVO ZÁVĚREM

V této chvíli jsme se ocitli na konci příručky. Navštívili jsme všechna geologická období, podívali se v nich na jednotlivé události, seznámili se s vývojem živočichů a rostlin, a nakonec se zabývali i ochranou přírody, která je zejména v dnešní době důležitá.

V závěru školního roku je dobré vše shrnout a zdůraznit důležité pojmy, u kterých považujete za důležité, aby si je žáci zapamatovali. Jednotlivá témata lze doplnit i tematickými exkurzemi či výlety (samozřejmě v závislosti na hodinové dotaci) – náměty na některé z nich lze nalézt i na internetu (viz [Zajímavé geologické lokality](#)).

Vhodnou aktivitou může být i práce s knihami vytvořenými Českou geologickou službou, které jsou psány velmi zábavnou formou (např. *S geologem po České republice*) a které obsahují návrhy na rozmanité geologické pokusy (např. *Geologie pro zvědavé 1, 2*).

Doufáme, že tato příručka bude představovat jeden z možných zdrojů, kde dohledat některé z informací, které si žáci mohou v rámci hodin geologie na základní škole osvojit, a zejména námětů na praktické aktivity.

Tím, že se jedná o elektronickou publikaci, je umožněno nejen promítnutí ilustrací přímo přes dataprojektor, ale také průběžné aktualizování obsahu příručky. Plánujeme tuto příručku udržovat aktuální a doplňovat některé nové aktivity či aktualizovat prezentované poznatky.



### Tip pro učitele:

Třídu rozdělte do 6 skupin a každá skupina si vylosuje jedno geologické období. Skupina si z přiděleného období vybere libovolnou věc – událost, zvíře, rostlinu nebo soustavné předvedení období a během dvou vyučovacích hodin (popřípadě v kombinaci s mimoškolní přípravou) téma zpracuje. Způsob ztvárnění období si každá skupina zvolí podle svých možností a zájmů. Je možné předvést inscenaci, pantomimu, složit báseň či píseň, vytvořit krátké video, komentovaný poster nebo vytvořit model.

Následně jednotlivé skupiny své ztvárnění představí zbytku třídy. Je vhodné skupiny seřadit tak, jak chronologicky probíhala jednotlivá geologická období. Po prezentaci každé skupiny proběhne zpětná vazba, kde mohou všichni žáci vyzdvihnout, co se skupině povedlo, popřípadě co by mohlo být ještě doplněno. Je možné využít například i metodu plakátového dotazníku, kde by žáci zaznamenávali silné a slabé stránky každého ztvárnění.

### Klíčové otázky:

- ❖ Jak dlouho trvala jednotlivá geologická období?
- ❖ Jaké události uvedené období provázely?
- ❖ Jaké rostliny jsou pro toto období typické?
- ❖ Jak byste charakterizovali období z hlediska výskytu živočichů?



## 12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

### Literatura

- ❖ Arbes, J. (1960). *Trilobit*. Státní nakladatelství krásné literatury.
- ❖ Benton, M. (1998). *Dinosauři a jiná prehistorická zvířata – Kapesní atlas*. Ottovo nakladatelství.
- ❖ Campbell, A. N., & Reece, B. J. (2006). *Biologie*. Computer Press, a. s.
- ❖ Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Orr, R. (2020). *Campbell Biology (12th Edition)*. Pearson.
- ❖ Cílek, V., Matějka, D., Mikuláš, R., & Ziegler, V. (2000). *Přírodopis IV – pro 9. ročník základní školy*. Scientia.
- ❖ Černík, V., Martinec, Z., Vítek, J., & Vodová, V. (2016). *Přírodopis 9 – Geologie – Ekologie pro základní školy*. SPN.
- ❖ Červený, P., Dokoupil, J., Kopp, J., Matušková, A., & Mentlík, P. (2009). *Zeměpis 6: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Nakladatelství Fraus.
- ❖ Dobroruková, J. (2008). *Přírodopis – 100 námětů pro tvořivou výuku*. Scientia.
- ❖ Dvořáčková, S. (2013). Vliv lidské činnosti na geologii a geomorfologii krajiny. *Envigogika*, 8(5), 1–12. <https://doi.org/10.14712/18023061.402>.
- ❖ Faměra, M., Dančák, M., & Kuras, T. (2017). *Přírodopis 9 – Geologie – Ekologie*. Prodos.
- ❖ Ford, B. A. (1998). *Project Earth Science: Geology*. National Science Teachers Association.
- ❖ FOSS Science Resources (2009). *Sun, Moon, and Stars*. Delta Education.
- ❖ FOSS Science Resources (2009). *Water Planet*. Delta Education.
- ❖ FOSS Science Stories (2003). *Earth Materials*. Delta Education.
- ❖ FOSS Science Stories (2003). *Landforms*. Delta Education.
- ❖ Gába, Z., Hladilová, Š., Houzar, S., Skupien, P., Vašíček, Z., & Ziegler, V. (2002). *Geologické vycházky Českou republikou*. Nakladatelství Karolinum.
- ❖ Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., & Stráník, Z. (2011). *Geologická minulost České republiky*. Academia.
- ❖ Knůrová, K., Mačáková, M., Marcoňová, M., Pernikářová, R., Seidlová, D., Šťovíčková, K., Zimplová, K., & Žídková, H. (2015). *Hravý přírodopis – Pracovní sešit pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik International, s.r.o.
- ❖ Kočárek, E., & Pavlíček, V. (1990). *Úvod do všeobecné didaktiky geologie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- ❖ Kolektiv autorů (2013). *Biologie – výukové materiály pro 2. stupeň ZŠ*. Praha: CONATEX-DIDACTIC Učební pomůcky.
- ❖ Kraft, J., & Mentlík, P. (2004). *Úvod do geologie pro geografy: Endogenní a exogenní dynamika*. Západočeská univerzita, Pedagogická fakulta.
- ❖ Chvátal, M. (2014). *Geologie pro gymnázia*. Fortuna.
- ❖ Kachlík, V., & Chlupáč, I. (2001). *Základy geologie, Historická geologie*. Karolinum.
- ❖ Komínský, J. (1994). *Stratigrafický atlas České republiky*. Český geologický ústav.
- ❖ Kukul, Z. (2010). *Geologická abeceda*. Česká geologická služba & Mladá fronta.
- ❖ Kukul, Z., Němec, J., & Pošmourný, K. (2005). *Geologická paměť krajiny*. Česká geologická služba.
- ❖ Lokšová, I., & Lokša, J. (2003). *Tvořivé vyučování*. Grada.
- ❖ Ložek, V. (2007). *Zrcadlo minulosti, Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Dokořán.
- ❖ Luhr, J. (2003). *Země*. Dorling Kindersley.

- ❖ Matyášek, J., & Suk, M. (2009). *Antropogeneze v geologii*. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Přírodovědecká fakulta & Ústav geologických věd.
- ❖ Moldan, B. (2009). *Podmaněná planeta*. Nakladatelství Karolinum.
- ❖ Pavlasová, L., Hrouda, L., Teodoridis, V. (2015). *Přírodovědné exkurze ve školní praxi*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- ❖ Petránek, J., Březina, J., Břízová, E., Cháb, J., Loun, J., & Zelenka, P. (2016). *Encyklopedie geologie*. Česká geologická společnost.
- ❖ Rapprich, V. (2012). *Za sopkami po Čechách*. Grada.
- ❖ Rokos, L., Pokorná, V., & Petr, J. (2021). Kritická místa v obsahových okruzích zaměřených na učení o přírodě. In A. Nohavová & I. Stuchlíková (Eds.), *Kritická místa kurikula ve vybraných vzdělávacích oborech* (s. 17–34). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- ❖ Starý, J., Sitenký, I., Mašek, D., Gabriel, Z., Hodková, T., Vaněček, M., Novák, J., & Kavina, P. (2020). *Surovinové zdroje České republiky, nerostné suroviny 2020, stav 2019*. Česká geologická služba.
- ❖ Štorch, E. (1977). *Lovci mamutů*. Albatros.
- ❖ Švecová, M., & Matějka, D. (2017). *Přírodopis 9 – učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Nakladatelství Fraus.
- ❖ Táborská, P., & Táborský, Z. (2014). *Měli dinosauři blechy? O dědečkovi geologovi, dobrodružstvích Vildy a Fíny a o tom, co je uvnitř Země*. CPRESS.
- ❖ Závodská, R. (2006). *Biologie buněk – základy cytologie, bakteriologie, virologie*. Scientia.
- ❖ Žák, P. (2004). *Kreativita a její rozvoj*. Computer Press.

### Použitý obrazový materiál

Pokud není uvedeno jinak, tak je veškerý použitý obrazový materiál volně šiřitelný pod licencí Wikimedia Commons (CC1.0, CC2.0 či CC3.0). Po kliknutí na příslušný obrázek se otevře původní umístění na webu Wikimedia Commons, v případě autorských ilustrací či fotografií směřují odkazy na webové úložiště Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Jestliže v původní ilustraci byly provedeny úpravy, je ponechán odkaz na původní zdroj a doplněn odkazem na upravenou verzi ilustrace.

- ❖ 1.1
  - Časová osa vývoje Země (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 1.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Cross-cutting\\_relations.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Cross-cutting_relations.svg)
- ❖ 1.3
  - Absolutní datování (autor ilustrace: Simona Lovětínská)
- ❖ 1.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Megalodon\\_shark\\_tooth\\_fossil.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Megalodon_shark_tooth_fossil.jpg)
- ❖ 1.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/T%C3%A9viec\\_Crane\\_Profil\\_Droit\\_II.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/T%C3%A9viec_Crane_Profil_Droit_II.jpg)
- ❖ 1.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Hoja\\_de\\_%C3%A1rbol\\_fosilizada\\_%28Daphnogene\\_polymorpha%29%2C\\_Pfaffenzell%2C\\_Alemania%2C\\_2021-01-15%2C\\_DD\\_737-746.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Hoja_de_%C3%A1rbol_fosilizada_%28Daphnogene_polymorpha%29%2C_Pfaffenzell%2C_Alemania%2C_2021-01-15%2C_DD_737-746.jpg)
- ❖ 1.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Fossil\\_Trilobite.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Fossil_Trilobite.jpg)
- ❖ 1.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Baltic\\_amber\\_inclusions\\_Caddisflies\\_%28Amphipnesmenoptera%2C\\_Trichoptera%29.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Baltic_amber_inclusions_Caddisflies_%28Amphipnesmenoptera%2C_Trichoptera%29.JPG)
- ❖ 1.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Embedded\\_Fossil\\_Bones\\_at\\_Dinosaur\\_National\\_Monument.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Embedded_Fossil_Bones_at_Dinosaur_National_Monument.jpg)
- ❖ 1.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Kungur\\_asv2019-05\\_img27\\_Ice\\_Cave.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Kungur_asv2019-05_img27_Ice_Cave.jpg)
- ❖ 1.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Refined\\_bitumen.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Refined_bitumen.JPG)
- ❖ 1.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Logo\\_Renewable\\_Energy\\_by\\_Melanie\\_Maecker-Tursun\\_V1\\_4c.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Logo_Renewable_Energy_by_Melanie_Maecker-Tursun_V1_4c.svg)

- ❖ 1.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/The Earth seen from Apollo 17.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/The_Earth_seen_from_Apollo_17.jpg)
- ❖ 1.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Nature Timespiral.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Nature_Timespiral.png)
- ❖ 2.1
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Messier-42-10.12.2004-filtered.jpeg>
- ❖ 2.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Big\\_bang.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Big_bang.jpg)
- ❖ 2.3
  - Vznik vesmíru a naší Galaxie (autor ilustrace: Simona Lovětínská)
- ❖ 2.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/Milky Way Galaxy As Seen From Amphulaptsa Base Camp.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/Milky_Way_Galaxy_As_Seen_From_Amphulaptsa_Base_Camp.jpg)
- ❖ 2.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/The Sun by the Atmospheric Imaging Assembly of NASA%27s Solar Dynamics Observatory - 20100819.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg)
- ❖ 2.6
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/NovaSlunecniSoustava.jpg>
- ❖ 2.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Mercury in color - Prockter07-edit1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Mercury_in_color_-_Prockter07-edit1.jpg)
- ❖ 2.8
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Venuspioneeruv.jpg>
- ❖ 2.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Earth Eastern Hemisphere.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Earth_Eastern_Hemisphere.jpg)
- ❖ 2.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Mars Hubble.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Mars_Hubble.jpg)
- ❖ 2.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Jupiter Earth Comparison.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Jupiter_Earth_Comparison.png)
- ❖ 2.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Saturn PIA06077.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Saturn_PIA06077.jpg)
- ❖ 2.13
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Uranus2.jpg>
- ❖ 2.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Neptune%2C Earth size comparison 2b.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Neptune%2C_Earth_size_comparison_2b.jpg)
- ❖ 2.15
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/FullMoon2010.jpg>
- ❖ 2.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Location of Mare Tranquillitatis.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Location_of_Mare_Tranquillitatis.jpg)
- ❖ 2.17
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Apollo\\_11\\_Crew.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Apollo_11_Crew.jpg)
- ❖ 2.18
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Apollo11logo.jpg>
- ❖ 2.19
  - Měsíc – přitažlivá a odstředivá síla (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 2.20
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/P%C5%82ywy morskie.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/P%C5%82ywy_morskie.svg)
- ❖ 2.21
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Tide.Bridgeport.400d.svg>
- ❖ 2.22
  - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO 7010 W060 warning; incoming tides.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_7010_W060_warning_incoming_tides.svg)
- ❖ 2.23
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Tide over 4 m.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Tide_over_4_m.png)
- ❖ 2.24
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Gates 3%2C 4 %E5 Thames Barrier - geograph.org.uk - 2088654.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Gates_3%2C_4_%E5_Thames_Barrier_-_geograph.org.uk_-_2088654.jpg)
- ❖ 2.25
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/The Thames Barrier - geograph.org.uk - 2341243.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/The_Thames_Barrier_-_geograph.org.uk_-_2341243.jpg)
- ❖ 2.26
  - upraveno
  - originální verze: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/AxialTiltObliquity.png>
- ❖ 2.27
  - Oběh Země kolem Slunce (autor ilustrace: Simona Lovětínská)
- ❖ 2.28
  - A: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Mond Phasen.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Mond_Phasen.jpg)
  - B: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Mond\\_Grafik.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Mond_Grafik.svg)
- ❖ 2.29
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Solar Eclipse Progression 26 December 2019.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Solar_Eclipse_Progression_26_December_2019.jpg)
- ❖ 2.30
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Moon Eclipse cs.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Moon_Eclipse_cs.svg)
- ❖ 2.31
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Copernicus.jpg>



- ❖ 2.32
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/NASA\\_Wormball\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/NASA_Wormball_logo.svg)
- ❖ 3.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles\\_Darwin\\_01.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg)
- ❖ 3.2
  - Upraveno
  - originální verze: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Snider-Pellegrini\\_Wegener\\_fossil\\_map.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Snider-Pellegrini_Wegener_fossil_map.gif)
- ❖ 3.3
  - Vznik zkameněliny a ukládání jednotlivých vrstev (autor ilustrace: Simona Lovětínská)
- ❖ 3.4
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Hadean.png>
- ❖ 3.5
  - Chemický vývoj jako předstupeň vzniku prvních živých soustav (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 3.6
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Panspermie.svg>
- ❖ 4.1
  - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geological\\_time\\_spiral.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geological_time_spiral.png)
- ❖ 4.2
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Castlerigg2.JPG>
- ❖ 5.1
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Archean.png>
- ❖ 5.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Serengeti\\_Orangi\\_Kilimafedha\\_greenstone.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Serengeti_Orangi_Kilimafedha_greenstone.jpg)
- ❖ 5.3
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Stromatolites\\_in\\_Shark\\_Bay.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Stromatolites_in_Shark_Bay.jpg)
- ❖ 5.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Gatineau\\_stromatolites.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Gatineau_stromatolites.jpg)
- ❖ 5.5
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Zircon-174617.jpg>
- ❖ 5.6
  - A: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Broumovsk%C3%BD\\_meteorit\\_kresba.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Broumovsk%C3%BD_meteorit_kresba.png)
  - B: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Meteor\\_Stona%C5%99ov\\_u\\_Jihlavy.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Meteor_Stona%C5%99ov_u_Jihlavy.jpg)
- ❖ 5.7
  - Čeljabinský meteorit, Čeljabinsk, Rusko (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 5.8
  - Čeljabinský meteorit, Čeljabinsk, Rusko (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 5.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Earth\\_Interior\\_Structure\\_Blank.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Earth_Interior_Structure_Blank.png)
- ❖ 5.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%B3%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0\\_crop.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%B3%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0_crop.jpg)
- ❖ 5.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Barents\\_Sea\\_map.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Barents_Sea_map.png)
- ❖ 5.12
  - Průchod seismických vln Zemí (autor ilustrace: Simona Lovětínská)
- ❖ 5.13
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/S-p-waves.png>
- ❖ 5.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Earth%27s\\_magnetic\\_field%2C\\_schematic.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Earth%27s_magnetic_field%2C_schematic.svg)
- ❖ 5.15
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Earth-crust-cutaway-cs.svg>
- ❖ 5.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Lamprophyre\\_with\\_xenolith\\_%28Dubreuilville\\_Dike%2C\\_Archean%3B\\_Route\\_17\\_roadcut\\_southeast\\_of\\_Princess\\_Lake\\_%26\\_north\\_of\\_Wawa%2C\\_Ontario%2C\\_Canada%29\\_26.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Lamprophyre_with_xenolith_%28Dubreuilville_Dike%2C_Archean%3B_Route_17_roadcut_southeast_of_Princess_Lake_%26_north_of_Wawa%2C_Ontario%2C_Canada%29_26.jpg)
- ❖ 5.17
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Xenolith\\_in\\_andesite\\_%28Tertiary%3B\\_Yellowstone%2C\\_Wyoming%2C\\_USA%29\\_6\\_%2848555518367%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Xenolith_in_andesite_%28Tertiary%3B_Yellowstone%2C_Wyoming%2C_USA%29_6_%2848555518367%29.jpg)
- ❖ 5.18
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Continental\\_and\\_oceanic\\_crust.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Continental_and_oceanic_crust.png)
- ❖ 5.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Alexander\\_von\\_Humboldt\\_-\\_Diagram\\_of\\_a\\_cross-section\\_of\\_the\\_earth's\\_crust\\_-\\_rectified.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Alexander_von_Humboldt_-_Diagram_of_a_cross-section_of_the_earth's_crust_-_rectified.jpg)
- ❖ 5.20
  - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jordens\\_inre.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jordens_inre.jpg)
- ❖ 5.21
  - Struktura vejce (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 6.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Banded\\_iron\\_formation\\_Dales\\_Gorge.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Banded_iron_formation_Dales_Gorge.jpg)

- ❖ 6.2
  - Liu, C., Knoll, A. H., & Hazen, R. M. (2017). Geochemical and mineralogical evidence that Rodinian assembly was unique. *Nature Communications*, 8, 1950. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02095-x>
- ❖ 6.3
  - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plant\\_cell\\_structure\\_cs.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plant_cell_structure_cs.svg)
- ❖ 6.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Animal\\_cell\\_structure\\_cs.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Animal_cell_structure_cs.svg)
- ❖ 6.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Life\\_in\\_the\\_Ediacaran\\_sea.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Life_in_the_Ediacaran_sea.jpg)
- ❖ 6.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Olympic\\_Coast\\_National\\_Marine\\_Sanctuary\\_2010\\_Yellow\\_Po\\_rifera.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Olympic_Coast_National_Marine_Sanctuary_2010_Yellow_Po_rifera.jpg)
- ❖ 6.7
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/SpongeColorCorrect.jpg>
- ❖ 6.8
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Atmosfera.gif>
- ❖ 6.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Top\\_of\\_Atmosphere.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Top_of_Atmosphere.jpg)
- ❖ 6.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Chemical\\_composition\\_of\\_atmosphere\\_accordig\\_to\\_altitude.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Chemical_composition_of_atmosphere_accordig_to_altitude.png)
- ❖ 6.11
  - Bow River, Alberta, Kanada (2017, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 6.12
  - Garibaldi Lake, British Columbia, Kanada (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 6.13
  - Aletschský ledevec, Švýcarsko (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 6.14
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Watercycleczechhigh.jpg>
- ❖ 6.15
  - Koloběh uhlíku v přírodě (autor ilustrace: Simona Lověťinská)
- ❖ 7.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Mineral\\_Antracita\\_GDFL001.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Mineral_Antracita_GDFL001.JPG)
- ❖ 7.2
  - Těžba hnědého uhlí, Sokolovsko, Česká republika (2017, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 7.3
  - Těžba hnědého uhlí, Sokolovsko, Česká republika (2017, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 7.4
  - Oblast Barrandienu (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 7.5
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Barrande.png>
- ❖ 7.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Soil\\_profile.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Soil_profile.svg)
- ❖ 7.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Basic\\_soil\\_types\\_diagram.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Basic_soil_types_diagram.svg)
- ❖ 7.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Eroze\\_u\\_Prerova\\_nad\\_Labem.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Eroze_u_Prerova_nad_Labem.jpg)
- ❖ 7.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Agaricocrinus\\_americanus\\_Carboniferous\\_Indiana.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Agaricocrinus_americanus_Carboniferous_Indiana.jpg)
- ❖ 7.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Comasteridae\\_-\\_Oxycomanthus\\_bennetti-001.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Comasteridae_-_Oxycomanthus_bennetti-001.jpg)
- ❖ 7.11
  - upraveno
  - originální verze: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Trilobite\\_sections-en.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Trilobite_sections-en.svg)
- ❖ 7.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Redlichiiidae\\_trilobite%2C\\_Early\\_Cambrian%2C\\_Sinsk\\_Formation%2C\\_Sakha\\_%28Yakutiya%29\\_Republic%2C\\_Russia\\_-\\_Houston\\_Museum\\_of\\_Natural\\_Science\\_-\\_DSC01403.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Redlichiiidae_trilobite%2C_Early_Cambrian%2C_Sinsk_Formation%2C_Sakha_%28Yakutiya%29_Republic%2C_Russia_-_Houston_Museum_of_Natural_Science_-_DSC01403.JPG)
- ❖ 7.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Nautilus\\_side.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Nautilus_side.jpg)
- ❖ 7.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Eurypterus\\_Paleoart.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Eurypterus_Paleoart.jpg)
- ❖ 7.15
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Dictyonema\\_retiforme.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Dictyonema_retiforme.JPG)
- ❖ 7.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Climacograptus\\_e\\_Dicellograptus.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Climacograptus_e_Dicellograptus.jpg)
- ❖ 7.17
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Lepidodendron\\_leaf.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Lepidodendron_leaf.jpg)
- ❖ 7.18
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Lepidodendron.png>
- ❖ 7.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Meganeura\\_monyi\\_au\\_Museum\\_de\\_Toulouse.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Meganeura_monyi_au_Museum_de_Toulouse.jpg)

- ❖ 7.20
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Laurasia-Gondwana-cs.svg>
- ❖ 7.21
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Distribution of variscan orogenies.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Distribution_of_variscan_orogenies.png)
- ❖ 7.22
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Pangaea continents.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Pangaea_continents.svg)
- ❖ 7.23
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Pangaea to present.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Pangaea_to_present.gif)
- ❖ 8.1
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Laurasia-Gondwana-cs.svg>
- ❖ 8.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Everest North Face toward Base Camp Tibet Luca Galuzzi 2006.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Everest_North_Face_toward_Base_Camp_Tibet_Luca_Galuzzi_2006.jpg)
- ❖ 8.3
  - Siera Nevada – Mulhacén, Španělsko (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 8.4
  - Shu-An, J. (2020). First Record of Early Cretaceous Pterosaur from the Ordos Region, Inner Mongolia, China. *China Geology*, 3(1), 1–7. DOI: 10.31035/cg2020007
- ❖ 8.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Ichthyosaurus BW.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Ichthyosaurus_BW.jpg)
- ❖ 8.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Plesiosaurus 3DB.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Plesiosaurus_3DB.jpg)
- ❖ 8.7
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/SUE-T-REX-FMNH-PR-2081-By-JJxFile.jpg>
- ❖ 8.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Archaeopteryx 2B.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Archaeopteryx_2B.JPG)
- ❖ 8.9
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Leedsichtys092.jpg>
- ❖ 8.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Ammonite ricon.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Ammonite_ricon.jpg)
- ❖ 8.11
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/BelemniteDB2.jpg>
- ❖ 8.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Europasaurus holgeri Scene 2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Europasaurus_holgeri_Scene_2.jpg)
- ❖ 8.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Impact event.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Impact_event.jpg)
- ❖ 8.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Yucatan chix crater.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Yucatan_chix_crater.jpg)
- ❖ 8.15
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Meteor Crater - Arizona.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Meteor_Crater_-_Arizona.jpg)
- ❖ 8.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Barringer Meteor Crater%2C Arizona.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Barringer_Meteor_Crater%2C_Arizona.jpg)
- ❖ 9.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Oligocene geography.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Oligocene_geography.jpg)
- ❖ 9.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Haitian national palace earthquake.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Haitian_national_palace_earthquake.jpg)
- ❖ 9.3
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Epicenter Diagram.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Epicenter_Diagram.svg)
- ❖ 9.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Seismogram at Weston Observatory.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Seismogram_at_Weston_Observatory.JPG)
- ❖ 9.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Plates tect cs.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Plates_tect_cs.svg)
- ❖ 9.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Kluft-photo-Carrizo-Plain-Nov-2007-Img\\_0327.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Kluft-photo-Carrizo-Plain-Nov-2007-Img_0327.jpg)
- ❖ 9.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Haiti Earthquake 10.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Haiti_Earthquake_10.jpg)
- ❖ 9.8
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Tsunami1.JPG>
- ❖ 9.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Tsunami Evacuationroute sign.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Tsunami_Evacuationroute_sign.JPG)
- ❖ 9.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Mid-atlantic ridge.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Mid-atlantic_ridge.jpg)
- ❖ 9.11
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Atlantic-trench.JPG>
- ❖ 9.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Subduktion int.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Subduktion_int.JPG)
- ❖ 9.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Alps 2007-03-13 10.10UTC 1px-250m.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Alps_2007-03-13_10.10UTC_1px-250m.jpg)
- ❖ 9.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Map of earthquakes 1900-.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Map_of_earthquakes_1900-.svg)



- ❖ 9.15
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/Convection-snapshot.png>
- ❖ 9.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Agiospavlos\\_DM\\_2004\\_IMG003\\_Felsenformation\\_nahe.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Agiospavlos_DM_2004_IMG003_Felsenformation_nahe.JPG)
- ❖ 9.17
  - upraveno
  - originální verze: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Syncline\\_and\\_antiline\\_norw.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Syncline_and_antiline_norw.jpg)
- ❖ 9.18
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Four\\_types\\_of\\_faults.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Four_types_of_faults.svg)
- ❖ 9.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Prikrov\\_cz.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Prikrov_cz.png)
- ❖ 9.20
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/The\\_Rocky\\_Mountains.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/The_Rocky_Mountains.jpg)
- ❖ 9.21
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Grossglockner\\_from\\_SW.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Grossglockner_from_SW.jpg)
- ❖ 9.22
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Structure\\_volcano\\_numbered.svg?uselang=cs](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Structure_volcano_numbered.svg?uselang=cs)
- ❖ 9.23
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Expl6479\\_-\\_pillow\\_lava\\_on\\_Galapagos\\_Rift.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Expl6479_-_pillow_lava_on_Galapagos_Rift.jpg)
- ❖ 9.24
  - Mount Baker, Washington, USA (2018, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.25
  - Mount Rainier, Washington, USA (2018, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.26
  - Loughlin, S., Sparks, S., Brown, S., Jenkins, S., & Vye-Brown, C. (Eds.). (2015). *Global Volcanic Hazards and Risk*. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781316276273.
- ❖ 9.27
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Fuego\\_Eruption.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Fuego_Eruption.jpg)
- ❖ 9.28
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/P%C4%81hoehoe\\_Lava\\_flow.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/P%C4%81hoehoe_Lava_flow.JPG)
- ❖ 9.29
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/NesjavellirPowerPlant\\_edit2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/NesjavellirPowerPlant_edit2.jpg)
- ❖ 9.30
  - Vesuv, Itálie (2020, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.31
  - Pompeje, Itálie (2020, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.32
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Anak\\_Krakatau,\\_january\\_2016.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Anak_Krakatau,_january_2016.jpg)
- ❖ 9.33
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Edvard\\_Munch,\\_1893,\\_The\\_Scream,\\_oil,\\_tempera\\_and\\_pastel\\_on\\_cardboard,\\_91\\_x\\_73\\_cm,\\_National\\_Gallery\\_of\\_Norway.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Edvard_Munch,_1893,_The_Scream,_oil,_tempera_and_pastel_on_cardboard,_91_x_73_cm,_National_Gallery_of_Norway.jpg)
- ❖ 9.34
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Mil%C3%A1\\_z\\_P%C3%ADse%C4%8Dn%C3%A9ho\\_vrchu\\_2013.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Mil%C3%A1_z_P%C3%ADse%C4%8Dn%C3%A9ho_vrchu_2013.jpg)
- ❖ 9.35
  - <https://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-888938.4224,-1026695.9311,-801503.3196,-986242.7942,5514>
- ❖ 9.36
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/V%C5%99%C3%ADlo\\_002.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/V%C5%99%C3%ADlo_002.JPG)
- ❖ 9.37
  - Gejzír Old Faithful, Yellowstone, Wyoming, USA (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.38
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Yellowstone\\_magma\\_chamber.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Yellowstone_magma_chamber.jpg)
- ❖ 9.39
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/SOOS\\_mofety\\_%281%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/SOOS_mofety_%281%29.jpg)
- ❖ 9.40
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/MSH80\\_eruption\\_mount\\_st\\_helens\\_05-18-80.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/MSH80_eruption_mount_st_helens_05-18-80.jpg)
- ❖ 9.41
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/MSH82\\_lahar\\_from\\_march\\_82\\_eruption\\_03-21-82.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/MSH82_lahar_from_march_82_eruption_03-21-82.jpg)
- ❖ 9.42
  - Mount St. Helens, Washington, USA (2014, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 9.43
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Dinotherium.jpg>
- ❖ 9.44
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Megantereon\\_cultridens.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Megantereon_cultridens.jpg)
- ❖ 9.45
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Australopithecus\\_family.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Australopithecus_family.jpg)
- ❖ 9.46
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Homo\\_lineage\\_2017update.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Homo_lineage_2017update.svg)
- ❖ 9.47
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Homo\\_skull\\_changes.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Homo_skull_changes.png)

- ❖ 9.48
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Diatoms.png>
- ❖ 9.49
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/K%C5%99emelinov%C3%BD\\_d%C5%AFI.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/K%C5%99emelinov%C3%BD_d%C5%AFI.JPG)
- ❖ 9.50
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Phorusrhacos.jpg>
- ❖ 10.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Greenland-ice\\_sheet\\_hg.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Greenland-ice_sheet_hg.jpg)
- ❖ 10.2
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/IceAgeEarth.jpg>
- ❖ 10.3
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ice\\_age\\_fauna\\_of\\_northern\\_Spain\\_-\\_Mauricio\\_Ant%C3%B3n.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ice_age_fauna_of_northern_Spain_-_Mauricio_Ant%C3%B3n.jpg)
- ❖ 10.4
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/MammothVsMastodon.jpg>
- ❖ 10.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Mammothus\\_primigenius\\_%28baby\\_woolly\\_mammoth%29\\_%28Late\\_Pleistocene%2C\\_42\\_ka%3B\\_Yamal\\_Peninsula%2C\\_Siberia%2C\\_Russia%29\\_1\\_%2834834312015%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Mammothus_primigenius_%28baby_woolly_mammoth%29_%28Late_Pleistocene%2C_42_ka%3B_Yamal_Peninsula%2C_Siberia%2C_Russia%29_1_%2834834312015%29.jpg)
- ❖ 10.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Ostru%C5%BEin%C3%ADk\\_moru%C5%A1ka.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Ostru%C5%BEin%C3%ADk_moru%C5%A1ka.jpg)
- ❖ 10.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Crambe\\_tataria\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Crambe_tataria_1.jpg)
- ❖ 10.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Loess\\_fg1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Loess_fg1.jpg)
- ❖ 10.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Lucy\\_blackbg.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Lucy_blackbg.jpg)
- ❖ 10.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/KNM\\_ER\\_1813\\_%28H.\\_habilis%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/KNM_ER_1813_%28H._habilis%29.png)
- ❖ 10.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Peking\\_Man\\_Skull\\_%28replica%29\\_presented\\_at\\_Paleozoological\\_Museum\\_of\\_China.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Peking_Man_Skull_%28replica%29_presented_at_Paleozoological_Museum_of_China.jpg)
- ❖ 10.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Homo\\_sapiens\\_dispersal\\_routes.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Homo_sapiens_dispersal_routes.jpg)
- ❖ 10.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Lascaux\\_painting.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Lascaux_painting.jpg)
- ❖ 10.14
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Lascaux2.jpg>
- ❖ 10.15
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Vestonicka\\_venuse\\_edit.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Vestonicka_venuse_edit.jpg)
- ❖ 10.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Skara\\_Brae\\_house\\_1\\_5.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Skara_Brae_house_1_5.jpg)
- ❖ 10.17
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Tomb\\_of\\_Nakht\\_%28%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Tomb_of_Nakht_%28%29.jpg)
- ❖ 10.18
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Islamic\\_Spain\\_agricultural\\_scene.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Islamic_Spain_agricultural_scene.jpg)
- ❖ 10.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/The\\_Collier\\_aquatint\\_by\\_Robert\\_Havell\\_1814.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/The_Collier_aquatint_by_Robert_Havell_1814.jpg)
- ❖ 10.20
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/World\\_population\\_growth\\_%28lin-log\\_scale%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/World_population_growth_%28lin-log_scale%29.png)
- ❖ 10.21
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/IronInRocksMakeRiverRed.jpg>
- ❖ 10.22
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Deepwater\\_Horizon\\_offshore\\_drilling\\_unit\\_on\\_fire\\_2010.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Deepwater_Horizon_offshore_drilling_unit_on_fire_2010.jpg)
- ❖ 10.23
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Scheme\\_eutrophication\\_cs.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Scheme_eutrophication_cs.svg)
- ❖ 10.24
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Antarctic\\_ozone\\_layer\\_2006\\_09\\_24.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Antarctic_ozone_layer_2006_09_24.jpg)
- ❖ 10.25
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Wzvw\\_heizkraftwerk\\_mtb\\_2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Wzvw_heizkraftwerk_mtb_2.jpg)
- ❖ 10.26
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Air\\_Pollution-Causes&Effects.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Air_Pollution-Causes&Effects.svg)
- ❖ 10.27
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Mountain\\_Hemlock.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Mountain_Hemlock.jpg)
- ❖ 10.28
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Lava\\_z14.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Lava_z14.jpg)
- ❖ 10.29
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Tafoni\\_03.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Tafoni_03.jpg)
- ❖ 10.30
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Weathering\\_Limestone\\_State\\_College\\_PA.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Weathering_Limestone_State_College_PA.jpg)
- ❖ 10.31
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/GeologicalExfoliationOfGraniteRock.jpg>

- ❖ 10.32
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Avalanche\\_on\\_Everest.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Avalanche_on_Everest.JPG)
- ❖ 10.33
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Studnicni.JPG>
- ❖ 10.34
  - Meadr Vltavy – vyhlídka Máj, Česká republika (2018, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.35
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Lake Powell and The Rincon, Utah - NASA Earth Observatory.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Lake_Powell_and_The_Rincon,_Utah_-_NASA_Earth_Observatory.jpg)
- ❖ 10.36
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Sfinga, skalni mesto \(hruba skala\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Sfinga,_skalni_mesto_(hruba_skala).jpg)
- ❖ 10.37
  - Pravčická brána, NP České Švýcarsko, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.38
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/%C5%BDlebi%C4%8Di.jpg>
- ❖ 10.39
  - Jeskyně Cueva de Nerja, Španělsko (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.40
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Propast Macocha\\_02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Propast_Macocha_02.jpg)
- ❖ 10.41
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Hranick%C3%A1\\_propast, n%C3%A1rodn%C3%AD\\_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD\\_rezervace\\_H%C5%AFrka\\_u\\_Hranic, okres\\_P%C5%99erov\\_\(04\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Hranick%C3%A1_propast,_n%C3%A1rodn%C3%AD_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_rezervace_H%C5%AFrka_u_Hranic,_okres_P%C5%99erov_(04).jpg)
- ❖ 10.42
  - Ledovcové údolí, NP Glacier, Montana, USA (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.43
  - Lake Louise, NP Banff, Kanada (2018, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.44
  - Moraine Lake, NP Banff, Kanada (2018, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.45
  - Pevninský ledovec, Nunavut, Kanada (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 10.46
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Rub al Khali\\_002.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Rub_al_Khali_002.JPG)
- ❖ 10.47
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/P%C3%ADse%C4%8Dn%C3%BD\\_p%C5%99esyp\\_u\\_Vlkova\\_\(15\).JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/P%C3%ADse%C4%8Dn%C3%BD_p%C5%99esyp_u_Vlkova_(15).JPG)
- ❖ 11.1
  - Česká geologická služba: <http://www.geology.cz/extranet/kestazeni>
- ❖ 11.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Westkarpaten\\_Gliederung\\_Skizze.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Westkarpaten_Gliederung_Skizze.jpg)
- ❖ 11.3
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Gerlach1.JPG>
- ❖ 11.4
  - Bowenovo schéma krystalizační posloupnosti (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 11.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Alkaline\\_pegmatite.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Alkaline_pegmatite.jpg)
- ❖ 11.6
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Pegmatite23.jpg>
- ❖ 11.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Intrusion\\_types.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Intrusion_types.svg)
- ❖ 11.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Rocks - Pink granite Baveno.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Rocks_-_Pink_granite_Baveno.JPG)
- ❖ 11.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Rectangular blocks formed in the El Capitan Granite California.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Rectangular_blocks_formed_in_the_El_Capitan_Granite_California.jpg)
- ❖ 11.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Prague Castle%2C Obelisk.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Prague_Castle%2C_Obelisk.JPG)
- ❖ 11.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Half Dome10.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Half_Dome10.jpg)
- ❖ 11.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Yosemite National Park Half Dome.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Yosemite_National_Park_Half_Dome.jpg)
- ❖ 11.13
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/HuangShan.JPG>
- ❖ 11.14
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Lipari-Obsidienne\\_\(5\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Lipari-Obsidienne_(5).jpg)
- ❖ 11.15
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Etna - pumice.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Etna_-_pumice.jpg)
- ❖ 11.16
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Rock sample Phonolite Addi Amyuq.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Rock_sample_Phonolite_Addi_Amyuq.jpg)
- ❖ 11.17
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Mile%C5%A1ovka od Mile%C5%A1ova.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Mile%C5%A1ovka_od_Mile%C5%A1ova.jpg)



- ❖ 11.18
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Bezdc4%9Bzy.jpg>
- ❖ 11.19
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Andesite volvic puy de dome.jpg>
- ❖ 11.20
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/FujiSunriseKawaguchiko2025WP.jpg>
- ❖ 11.21
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Mexico-Popocatepetl.jpg>
- ❖ 11.22
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/BasaltUSGOV.jpg>
- ❖ 11.23
  - Panská skála, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.24
  - Panská skála, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.25
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Diorite.jpg>
- ❖ 11.26
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Gabro.jpg>
- ❖ 11.27
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Melafyr.JPG>
- ❖ 11.28
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Grand\\_Canyon\\_geologic\\_column.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Grand_Canyon_geologic_column.jpg)
- ❖ 11.29
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/SEUtahStrat.JPG>
- ❖ 11.30
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Phosphatic\\_Gravel\\_Peace\\_River\\_Formation.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Phosphatic_Gravel_Peace_River_Formation.jpg)
- ❖ 11.31
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Brekcie\\_Geologick%C3%A1\\_zahrada\\_DP\\_Praha\\_2017\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Brekcie_Geologick%C3%A1_zahrada_DP_Praha_2017_1.jpg)
- ❖ 11.32
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Slepenec\\_Geologick%C3%A1\\_zahrada\\_DP\\_Praha\\_2017\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Slepenec_Geologick%C3%A1_zahrada_DP_Praha_2017_1.jpg)
- ❖ 11.33
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Morocco\\_Africa\\_Flickr\\_Rosino\\_December\\_2005\\_84514010\\_edited\\_by\\_Buchling.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Morocco_Africa_Flickr_Rosino_December_2005_84514010_edited_by_Buchling.jpg)
- ❖ 11.34
  - Pravčická brána, NP České Švýcarsko, Česká republika (2014, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.35
  - Bastei, NP Saské Švýcarsko, Německo (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.36
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Gizeh\\_Cheops\\_BW\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Gizeh_Cheops_BW_1.jpg)
- ❖ 11.37
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Clay-ss-2005.jpg>
- ❖ 11.38
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/PP\\_Opukovy\\_lom\\_u\\_Predni\\_Kopaniny\\_Praha\\_867.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/PP_Opukovy_lom_u_Predni_Kopaniny_Praha_867.jpg)
- ❖ 11.39
  - Říp – rotunda, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.40
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/LoessVicksburg.jpg>
- ❖ 11.41
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Dirt\\_and\\_Mud\\_001\\_-\\_Loose\\_Dirt.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Dirt_and_Mud_001_-_Loose_Dirt.jpg)
- ❖ 11.42
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Calc%C3%A1reo\\_Travertino1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Calc%C3%A1reo_Travertino1.jpg)
- ❖ 11.43
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Drei\\_zinnen\\_gross.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Drei_zinnen_gross.jpg)
- ❖ 11.44
  - Koloseum, Řím, Itálie (2020, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.45
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/DachsteinkalkBivalvia.jpg>
- ❖ 11.46
  - Mammoth Hot Springs, Yellowstone, Wyoming, USA (2016, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.47
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Shell\\_in\\_limestone.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Shell_in_limestone.jpg)
- ❖ 11.48
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/White\\_Cliffs\\_of\\_Dover\\_02.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/White_Cliffs_of_Dover_02.JPG)
- ❖ 11.49
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Schultz\\_Sphagnum\\_Peat\\_Moss.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Schultz_Sphagnum_Peat_Moss.jpg)
- ❖ 11.50
  - Soumarské rašeliniště, Šumava, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.51
  - Červené blato, Třeboňsko, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.52
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Mineral\\_Antracita\\_GDFL001.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Mineral_Antracita_GDFL001.JPG)

- ❖ 11.53
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Lignite\\_Klingenberg.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Lignite_Klingenberg.jpg)
- ❖ 11.54
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Jeze%C5%99%C3%AD02.jpg>
- ❖ 11.55
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Oil\\_well\\_scheme.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Oil_well_scheme.svg)
- ❖ 11.56
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Oil\\_producing\\_countries\\_map.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/Oil_producing_countries_map.png)
- ❖ 11.57
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Svor,\\_hornina.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Svor,_hornina.jpg)
- ❖ 11.58
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Phyllit\\_Hormersdorf.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Phyllit_Hormersdorf.jpg)
- ❖ 11.59
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Hadec-chrastice.jpg>
- ❖ 11.60
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Orthogneiss\\_Geopark.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Orthogneiss_Geopark.jpg)
- ❖ 11.61
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Mramor-skoupy.jpg>
- ❖ 11.62
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ad/Parthenon\\_from\\_west.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ad/Parthenon_from_west.jpg)
- ❖ 11.63
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Lincoln\\_statue,\\_Lincoln\\_Memorial.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Lincoln_statue,_Lincoln_Memorial.jpg)
- ❖ 11.64
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Moldavite\\_Besednice.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Moldavite_Besednice.jpg)
- ❖ 11.65
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/N%C3%B6rdlingen\\_009.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/N%C3%B6rdlingen_009.jpg)
- ❖ 11.66
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/NWA869Meteorite.jpg>
- ❖ 11.67
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/SikhoteAlinMeteorite.jpg>
- ❖ 11.68
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Mineralogy\\_between\\_its\\_other\\_sciences\\_around.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Mineralogy_between_its_other_sciences_around.png)
- ❖ 11.69
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Calcit\\_Scalenoeder\\_-\\_Egremont,\\_England.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Calcit_Scalenoeder_-_Egremont,_England.jpg)
- ❖ 11.70
  - Prvky souměrnosti krystalu (autor ilustrace: Simona Lověťínská)
- ❖ 11.71
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/Monoclinic.png>
- ❖ 11.72
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/MeroxeneSomma.png>
- ❖ 11.73
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/Triclinic.png>
- ❖ 11.74
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Albite2.jpg>
- ❖ 11.75
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Orthorhombic.png>
- ❖ 11.76
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Sulfur\\_-\\_El\\_Desierto\\_mine,\\_San\\_Pablo\\_de\\_Napa,\\_Daniel\\_Campos\\_Province,\\_Potos%C3%AD,\\_Bolivia.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Sulfur_-_El_Desierto_mine,_San_Pablo_de_Napa,_Daniel_Campos_Province,_Potos%C3%AD,_Bolivia.jpg)
- ❖ 11.77
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Tetragonal.png>
- ❖ 11.78
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Chalcopyrite\\_angleterre.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Chalcopyrite_angleterre.jpg)
- ❖ 11.79
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Hexagonal.png>
- ❖ 11.80
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Graphite-233436.jpg>
- ❖ 11.81
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Rhombohedral.png>
- ❖ 11.82
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Quartz,\\_Tibet.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Quartz,_Tibet.jpg)
- ❖ 11.83
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Cubic\\_crystal\\_shape.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Cubic_crystal_shape.png)
- ❖ 11.84
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Selpologne.jpg>
- ❖ 11.85
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/NaCl-Ionengitter.png>
- ❖ 11.86
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/Crystal#/media/File:Crystalline\\_polycrystalline\\_amorphous2.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Crystal#/media/File:Crystalline_polycrystalline_amorphous2.svg)
- ❖ 11.87
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Mica\\_\(6911818878\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Mica_(6911818878).jpg)

- ❖ 11.88
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Calcite-67881.jpg>
- ❖ 11.89
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Grenat\\_pyrope .jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Grenat_pyrope.jpg)
- ❖ 11.90
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Flintasten.JPG>
- ❖ 11.91
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/ff/ff/Talc-386100.jpg>
- ❖ 11.92
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Halit-Kristalle.jpg>
- ❖ 11.93
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Calcite-mineral\\_02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Calcite-mineral_02.jpg)
- ❖ 11.94
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Fluorit\\_Berbes\\_Mine.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Fluorit_Berbes_Mine.jpg)
- ❖ 11.95
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Apatit\\_Kr%C3%A1sno\\_Schn%C3%B6d\\_\(2\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Apatit_Kr%C3%A1sno_Schn%C3%B6d_(2).jpg)
- ❖ 11.96
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/OrthoclaseBresil.jpg>
- ❖ 11.97
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Quartz\\_óisán.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Quartz_óisán.jpg)
- ❖ 11.98
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Topaze\\_Br%C3%A9sil.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Topaze_Br%C3%A9sil.jpg)
- ❖ 11.99
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Corundum-159465.jpg>
- ❖ 11.100
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Rough\\_diamond.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Rough_diamond.jpg)
- ❖ 11.101
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Jan\\_Svatopluk\\_Presl\\_1791-1849.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Jan_Svatopluk_Presl_1791-1849.jpg)
- ❖ 11.102
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Cuivre\\_Michigan.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Cuivre_Michigan.jpg)
- ❖ 11.103
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Kupra\\_tubo.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Kupra_tubo.jpg)
- ❖ 11.104
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/French\\_horn\\_blue\\_background.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/French_horn_blue_background.jpg)
- ❖ 11.105
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Argento\\_-\\_Ontario,\\_Canada.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Argento_-_Ontario,_Canada.jpg)
- ❖ 11.106
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Silver\\_crystal.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Silver_crystal.jpg)
- ❖ 11.107
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/American\\_Silver\\_Eagle\\_obverse\\_2004.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/American_Silver_Eagle_obverse_2004.jpg)
- ❖ 11.108
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Or\\_Venezuela.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Or_Venezuela.jpg)
- ❖ 11.109
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Ancient\\_Greek\\_jewelry\\_Pontika\\_\(Ukraine\)\\_300\\_bC.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Ancient_Greek_jewelry_Pontika_(Ukraine)_300_bC.jpg)
- ❖ 11.110
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Gold\\_Museum\\_Bogota\\_\(36145671394\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Gold_Museum_Bogota_(36145671394).jpg)
- ❖ 11.111
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/CrownJewelsBohemia1.jpg>
- ❖ 11.112
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Toi\\_250kg\\_gold\\_bar.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Toi_250kg_gold_bar.jpg)
- ❖ 11.113
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Sulfur\\_-\\_El\\_Desierto\\_mine\\_San\\_Pablo\\_de\\_Napa\\_Daniel\\_Campos\\_Province\\_Potos%C3%AD\\_Bolivia.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Sulfur_-_El_Desierto_mine_San_Pablo_de_Napa_Daniel_Campos_Province_Potos%C3%AD_Bolivia.jpg)
- ❖ 11.114
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Sulfur\\_Fumarole\\_\(23998018863\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Sulfur_Fumarole_(23998018863).jpg)
- ❖ 11.115
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Blethrow\\_ljen4.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Blethrow_ljen4.JPG)
- ❖ 11.116
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Graphite-233436.jpg>
- ❖ 11.117
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Graphit\\_Bleistift\\_IMG10326.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Graphit_Bleistift_IMG10326.jpg)
- ❖ 11.118
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Graphite\\_Reactor\\_Tour\\_with\\_Jim\\_Alexander\\_Oak\\_Ridge\\_2002\\_\(44301772802\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Graphite_Reactor_Tour_with_Jim_Alexander_Oak_Ridge_2002_(44301772802).jpg)
- ❖ 11.119
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Diamond\\_Cape\\_Province\\_MNHN\\_Min%C3%A9ralogie.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Diamond_Cape_Province_MNHN_Min%C3%A9ralogie.jpg)
- ❖ 11.120
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Crown\\_Jewels\\_of\\_the\\_United\\_Kingdom\\_1952-12-13.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Crown_Jewels_of_the_United_Kingdom_1952-12-13.jpg)
- ❖ 11.121
  - Diamant Hope, Smithsonian institut, Washington, D.C., USA (2014, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 11.123



- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Diamanter%2C N%C3%A5gra stora och ryktbara diamanter %2C Nordisk familjebok.png>
- ❖ 11.124
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Graphene-graphite\\_relation.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Graphene-graphite_relation.png)
- ❖ 11.125
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Diamond\\_Structure.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Diamond_Structure.png)
- ❖ 11.126
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Pyrit\\_01.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Pyrit_01.jpg)
- ❖ 11.127
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Pyriteespagne.jpg>
- ❖ 11.128
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Bullypyrite2.jpg>
- ❖ 11.129
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Halit-Kristalle.jpg>
- ❖ 11.130
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Halit \(NaCl\) - Kopalnia soli Wieliczka, Polska.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Halit (NaCl) - Kopalnia soli Wieliczka, Polska.jpg)
- ❖ 11.131
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/7-1404868837\\_r\\_460x0.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/7-1404868837_r_460x0.jpg)
- ❖ 11.132
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Fluorit aus China.jpg>
- ❖ 11.133
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/FluoriteValzergueFillonjaune.jpg>
- ❖ 11.134
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Fluorit Berbes Mine.jpg>
- ❖ 11.135
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Quartz\\_oisan.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Quartz_oisan.jpg)
- ❖ 11.136
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Amethyst. Magaliesburg, South Africa.jpg>
- ❖ 11.137
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Citrine\\_1\\_%28Russie%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Citrine_1_%28Russie%29.jpg)
- ❖ 11.138
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Quartz-159385.jpg>
- ❖ 11.139
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Quarzo\\_morione.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Quarzo_morione.jpg)
- ❖ 11.140
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Achat\\_002.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Achat_002.jpg)
- ❖ 11.141
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Agate-Quartz-49959.jpg>
- ❖ 11.142
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/Magnetite-118736.jpg>
- ❖ 11.143
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Hematite\\_%28banded%29.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Hematite_%28banded%29.JPG)
- ❖ 11.144
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Hematite-rich BIF ventifact.jpg>
- ❖ 11.145
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Broken Moqui Marble.jpg>
- ❖ 11.146
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Calcite-20188.jpg>
- ❖ 11.147
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Calcite-mineral\\_02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Calcite-mineral_02.jpg)
- ❖ 11.148
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Calcite-Dolomite-Gypsum-159389.jpg>
- ❖ 11.149
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Fluorescence in calcite.jpg>
- ❖ 11.150
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Calcite-refraction-property.jpg>
- ❖ 11.151
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Magnesite nodule from Bernartice, Czech Republic.jpg>
- ❖ 11.152
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Naturalis Biodiversity Center - Gypsum - mineral.jpg>
- ❖ 11.153
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Cristales cueva de Naica.JPG>
- ❖ 11.154
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Alabaster.jpg>
- ❖ 11.155
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/Gypsum 'desert roses', Chihuahua, Mexico - Natural History Museum of Utah - DSC07463.JPG>
- ❖ 11.156
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Apatit Kr%C3%A1sno, Schn%C3%B6d \(2\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Apatit Kr%C3%A1sno, Schn%C3%B6d (2).jpg)
- ❖ 11.157
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Apatite tail%C3%A9e.jpg>

- ❖ 11.158
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Apatite\\_violette\\_sous\\_UVC\\_\(Portugal\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Apatite_violette_sous_UVC_(Portugal).jpg)
- ❖ 11.159
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Olivine-gem7-10a.jpg>
- ❖ 11.160
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Garnet\\_Andradite20.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Garnet_Andradite20.jpg)
- ❖ 11.161
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Pyrope\\_\(Czechia\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Pyrope_(Czechia).jpg)
- ❖ 11.162
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Linhorka\\_pyrop\\_\(1\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Linhorka_pyrop_(1).jpg)
- ❖ 11.163
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Muscovite-Albite-122887.jpg>
- ❖ 11.164
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Biotite\\_mica\\_2\\_\(31739438210\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Biotite_mica_2_(31739438210).jpg)
- ❖ 11.165
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Talc-386100.jpg>
- ❖ 11.166
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/White\\_tailor's\\_chalk.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/White_tailor's_chalk.jpg)
- ❖ 11.167
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Bas-relief\\_of\\_Ninsun-AO\\_2761-IMG\\_7786-gradient.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Bas-relief_of_Ninsun-AO_2761-IMG_7786-gradient.jpg)
- ❖ 11.168
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Kaolinite\\_sample.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Kaolinite_sample.jpg)
- ❖ 11.169
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Feldspar\\_1659.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Feldspar_1659.jpg)
- ❖ 11.170
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/OrthoclaseBresil.jpg>
- ❖ 11.171
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/PlagioclaseFeldsparUSGOV.jpg>
- ❖ 11.172
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Amber\\_Bernstein\\_many\\_stones.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Amber_Bernstein_many_stones.jpg)
- ❖ 11.173
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Bernstein\\_auf\\_Granit.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Bernstein_auf_Granit.jpg)
- ❖ 11.174
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Bernstein\\_Bitterfeld,\\_Gedanit,\\_Bruchst%C3%BCcke\\_5658.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Bernstein_Bitterfeld,_Gedanit,_Bruchst%C3%BCcke_5658.jpg)
- ❖ 12.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Udachnaya\\_pipe.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Udachnaya_pipe.JPG)
- ❖ 12.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Open\\_pit\\_mine.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Open_pit_mine.jpg)
- ❖ 12.3
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Excelcior-1897.jpg>
- ❖ 12.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Klondike\\_mining%2C\\_c.1899.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Klondike_mining%2C_c.1899.jpg)
- ❖ 12.5
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/TaconitePellet.JPG>
- ❖ 12.6
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Sulfur-sample.jpg>
- ❖ 12.7
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Oil\\_platform\\_P-51\\_\(Brazil\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Oil_platform_P-51_(Brazil).jpg)
- ❖ 12.8
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/d/da/Knock\\_Nevis.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/d/da/Knock_Nevis.jpg)
- ❖ 12.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Comparison\\_of\\_Knock\\_Nevis\\_with\\_other\\_large\\_buildings.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Comparison_of_Knock_Nevis_with_other_large_buildings.svg)
- ❖ 12.10
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Exval.jpeg>
- ❖ 12.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Kazn%C4%9Bjov\\_kaolin\\_quarry\\_2021\\_\(02\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Kazn%C4%9Bjov_kaolin_quarry_2021_(02).jpg)
- ❖ 12.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Simplified\\_world\\_mining\\_map\\_1.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Simplified_world_mining_map_1.png)
- ❖ 12.13
  - Aktuální lokality těžby energetických nerostných surovin (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 12.14
  - Lokality těžby energetických nerostných surovin v minulosti (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 12.15
  - Aktuální lokality těžby nerudných surovin (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 12.16
  - Lokality těžby nerudných surovin v minulosti (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 12.17
  - Lokality těžby v minulosti a ložiska evidovaná (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 12.18
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Gavin\\_Power\\_Plant.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Gavin_Power_Plant.jpg)


- ❖ 12.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Acid\\_rain\\_woods1.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Acid_rain_woods1.JPG)
- ❖ 12.20
  - <https://www.laznetrebon.cz/gallery/la/Nalez%C5%A1t%C4%9B%20a%20t%C4%9B%C5%BEba%20ra%C5%A1eliny/34>
- ❖ 12.21
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/%C5%A0ev%C4%8D%C3%ADnsk%C3%BD\\_d%C5%AFI\\_%28celkov%C3%BD\\_pohled%29.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/%C5%A0ev%C4%8D%C3%ADnsk%C3%BD_d%C5%AFI_%28celkov%C3%BD_pohled%29.JPG)
- ❖ 12.22
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/D%C5%AFI\\_Marie\\_%28Mari%C3%A1nsk%C3%A1\\_%C5%A1tola%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/D%C5%AFI_Marie_%28Mari%C3%A1nsk%C3%A1_%C5%A1tola%29.jpg)
- ❖ 12.23
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Radioactive.svg>
- ❖ 12.24
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/%C3%A0lo%C5%BEi%C5%A1t%C4%9B\\_Richard.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/%C3%A0lo%C5%BEi%C5%A1t%C4%9B_Richard.jpg)
- ❖ 12.25
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/V%C5%A1echny\\_t%C5%99i\\_protivanovsk%C3%A9\\_v%C4%9Btrn%C3%A9\\_elektr%C3%A1rny\\_-\\_v\\_pop%C5%99ed%C3%AD\\_elektr%C3%A1rna\\_Svat%C3%A9ho\\_Eli%C3%A1%C5%A1e%2C\\_Protivanov%2C\\_okres\\_Prost%C4%9Bjov.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/V%C5%A1echny_t%C5%99i_protivanovsk%C3%A9_v%C4%9Btrn%C3%A9_elektr%C3%A1rny_-_v_pop%C5%99ed%C3%AD_elektr%C3%A1rna_Svat%C3%A9ho_Eli%C3%A1%C5%A1e%2C_Protivanov%2C_okres_Prost%C4%9Bjov.jpg)
- ❖ 12.26
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/TideKraftwerk.jpg>
- ❖ 12.27
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Wood\\_pellets-small\\_huddle\\_PNr%C2%B00108.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Wood_pellets-small_huddle_PNr%C2%B00108.jpg)
- ❖ 12.28
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Gemasolar\\_Thermosolar\\_Plant\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Gemasolar_Thermosolar_Plant_1.jpg)
- ❖ 12.29
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Gemasolar2012.JPG>
- ❖ 12.30
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Fibreoptic.jpg>
- ❖ 13.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/V%C3%BDvoj\\_koncentrace\\_CO2\\_v\\_atmosf%C3%A9%C5%99e.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/V%C3%BDvoj_koncentrace_CO2_v_atmosf%C3%A9%C5%99e.svg)
- ❖ 13.2
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Industrialisation.jpg>
- ❖ 13.3
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Hillside\\_deforestation\\_in\\_Rio\\_de\\_Janeiro.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Hillside_deforestation_in_Rio_de_Janeiro.jpg)
- ❖ 13.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Hoover\\_Dam%2C\\_Colorado\\_River.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Hoover_Dam%2C_Colorado_River.JPG)
- ❖ 13.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Peanuts\\_irrigation.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Peanuts_irrigation.jpg)
- ❖ 13.6
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/ThreeGorgesDam-China2009.jpg>
- ❖ 13.7
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Duerre.jpg/640px-Duerre.jpg>
- ❖ 13.8
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Bouldert.jpg>
- ❖ 13.9
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Pr%C5%AFm%C4%9Brn%C3%A1\\_ro%C4%8Dn%C3%AD\\_teplota\\_v\\_%C4%8CR\\_1961-2020.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Pr%C5%AFm%C4%9Brn%C3%A1_ro%C4%8Dn%C3%AD_teplota_v_%C4%8CR_1961-2020.svg)
- ❖ 13.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/lps\\_typographus\\_%28female%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/lps_typographus_%28female%29.jpg)
- ❖ 13.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Bayerischer\\_wald\\_kahlgefressen.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Bayerischer_wald_kahlgefressen.jpg)
- ❖ 13.12
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Globalni\\_emise\\_sklenikovyh\\_plynu\\_a\\_moznosti\\_jejich\\_snizen%C3%AD\\_CS.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Globalni_emise_sklenikovyh_plynu_a_moznosti_jejich_snizen%C3%AD_CS.svg)
- ❖ 14.1
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/The\\_Blue\\_Marble\\_%28remastered%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/The_Blue_Marble_%28remastered%29.jpg)
- ❖ 14.2
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Rhizocarpon\\_geographicum01.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Rhizocarpon_geographicum01.jpg)
- ❖ 14.3
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/The\\_Sun\\_by\\_the\\_Atmospheric\\_Imaging\\_Assembly\\_of\\_NASA%27s\\_Solar\\_Dynamics\\_Observatory\\_-\\_20100819-02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819-02.jpg)
- ❖ 14.4
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/M\\_Zauneidechse2.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/M_Zauneidechse2.JPG)
- ❖ 14.5
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Water\\_droplet\\_blue\\_bg05.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Water_droplet_blue_bg05.jpg)
- ❖ 14.6
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Above\\_the\\_Clouds.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Above_the_Clouds.jpg)
- ❖ 14.7
  - [https://cs.wikipedia.org/wiki/Krajina#/media/Soubor:Krajina\\_v\\_srpnu.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Krajina#/media/Soubor:Krajina_v_srpnu.jpg)



- ❖ 14.8
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Halite-57430.jpg>
- ❖ 14.9
  - Populace, společenstvo a ekosystém (autor ilustrace: Věra Pokorná)
- ❖ 14.10
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Javo%C5%99%C3%AD\\_hory%2C\\_rozkvetl%C3%A1\\_louka\\_%2801%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Javo%C5%99%C3%AD_hory%2C_rozkvetl%C3%A1_louka_%2801%29.jpg)
- ❖ 14.11
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Sv%C3%B8mmende\\_blodigle.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Sv%C3%B8mmende_blodigle.JPG)
- ❖ 14.12
  - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Iridescent.green.sweat.bee1.jpg>
- ❖ 14.13
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Biomes\\_of\\_the\\_World\\_-\\_Retouched.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Biomes_of_the_World_-_Retouched.png)
- ❖ 14.14
  - A: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/TrophicWeb.jpg>
  - B: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/TrophicWeb.jpg>
- ❖ 14.15
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Biochemical\\_cycle\\_flowchart\\_czech.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Biochemical_cycle_flowchart_czech.png)
- ❖ 14.16
  - Plešné jezero, Šumava, Česká republika (2021, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 14.17
  - Rybník Svět, Třeboňsko, Česká republika (2020, autor fotografie: Lukáš Rokos)
- ❖ 14.18
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Eukaryote\\_species\\_pie\\_tree.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Eukaryote_species_pie_tree.png)
- ❖ 14.19
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Map\\_latitudinal\\_gradient\\_of\\_biodiversity\\_mannion\\_2014.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Map_latitudinal_gradient_of_biodiversity_mannion_2014.png)
- ❖ 14.20
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Antarcitc\\_ozone\\_layer\\_2006\\_09\\_24.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Antarcitc_ozone_layer_2006_09_24.jpg)
- ❖ 14.21
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Ozone\\_hole\\_recovery.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Ozone_hole_recovery.jpg)
- ❖ 14.22
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/UNESCO\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/UNESCO_logo.svg)
- ❖ 14.23
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Union\\_for\\_Conservation\\_of\\_Nature#/media/File:IUCN\\_logo.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Union_for_Conservation_of_Nature#/media/File:IUCN_logo.svg)
- ❖ 14.24
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/24/WWF\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/24/WWF_logo.svg)
- ❖ 14.25
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Greenpeace\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Greenpeace_logo.svg)
- ❖ 14.26
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/CHKO+NP\\_Czech\\_map.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/CHKO+NP_Czech_map.png)
- ❖ 14.27
  - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/%C3%A9Adol%C3%AD\\_Kohoutovick%C3%A9ho\\_potoka%2C\\_hr\\_anice.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/%C3%A9Adol%C3%AD_Kohoutovick%C3%A9ho_potoka%2C_hr_anice.jpg)

## Použitá videa a animace

- ❖ Dokument na Wikimedia Commons: Vývoj Země.
  - [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:3AV%C3%BDvoj\\_Zem%C4%9B.webm](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:3AV%C3%BDvoj_Zem%C4%9B.webm)
- ❖ Video na YouTube: Paxi a Sluneční soustava.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=BuCHbTphqtU>
- ❖ Video na YouTube: Paxi a exoplanety.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=UX2lak-K-Sw>
- ❖ Video na YouTube: Paxi prozkoumává Měsíc.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=x9MqiQolZjC&list=PLbyvawxScNbt1pg-zlxe24LqG1e0ZkBYC&index=2>
- ❖ Video na YouTube: Paxi – Střídání dne a noci a ročních období.
  - <https://www.facebook.com/watch/?v=385023642114103>
- ❖ Video na YouTube: Okamžiky před a po dopadu Čeljabinského meteoritu.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=dpmXyJrs7iU>
- ❖ Video na YouTube: Paxi a koloběh vody.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=aHy-gWzCYN0>
- ❖ Video na YouTube: NEZkreslená věda: Voda.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=Molj9Qhr6LQ>
- ❖ Video na YouTube: Příchod pěti největších vln tsunami zachycených kamerou.
  - <https://www.youtube.com/watch?v=Z-2khcTHIgs>

- 
- ❖ Video na YouTube: Mount St. Helens, 18. května 1980.
    - [https://www.youtube.com/watch?v=-H\\_HZVY1tT4](https://www.youtube.com/watch?v=-H_HZVY1tT4)
  - ❖ Video z Wikimedia Commons: Vlastnosti znělce.
    - <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Phonolite.webm>
  - ❖ Video na YouTube: Černé zlato z pralesa.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=WtqyNwYudtM>
  - ❖ Video na Khanově škole: Horninový cyklus.
    - <https://khanovaskola.cz/video/1732-horninovy-cyklus>
  - ❖ Video z Wikimedia Commons: Formování krystalů stříbra.
    - <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Silver.webm>
  - ❖ Video na YouTube: Skrytá síla diamantů.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=oPSy7scHIAs>
  - ❖ Video na YouTube: Dominion Diamond Mines.
    - [https://www.youtube.com/watch?v=Q4xuQEb\\_PZ4](https://www.youtube.com/watch?v=Q4xuQEb_PZ4)
  - ❖ Video na YouTube: NEZkreslená věda: Co je to diamant?
    - <https://www.youtube.com/watch?v=-p8326ceods>
  - ❖ Video na YouTube: Příběh českého granátu.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=YXKT0hNYeWo>
  - ❖ Video na Wikimedia Commons: Pád laviny u střediska Chamonix ve Francii.
    - <https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:AvalancheColDesDroites.ogg>
  - ❖ Video na YouTube: NEZkreslená věda: Co je to ropa?
    - <https://www.youtube.com/watch?v=loZXfAm6rFQ>
  - ❖ Video na YouTube: NEZkreslená věda: Plasty kolem nás.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=PHpXKWQdNLA>
  - ❖ Dokument na Wikimedia Commons: Vývoj Země a České masívu.
    - [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cesk%C3%BD\\_masiv](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cesk%C3%BD_masiv)
  - ❖ Video na YouTube: Paxi – Skleníkový efekt.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=jLO-6B4efr8>
  - ❖ Video na YouTube: Ekosystémy naší přírody.
    - <https://www.youtube.com/watch?v=nztndOZvERk&t=177s>

## 13. PŘÍLOHY





## PŘÍLOHA 1: AKTIVITY A PRAKTICKÉ ÚKOLY

- ❖ **Aktivita 1:** Vytvořte si svou vlastní zkamenělinu
- ❖ **Aktivita 2:** Časová osa vývoje Země
- ❖ **Aktivita 3:** Staňte se na chvíli astronomem
- ❖ **Aktivita 4:** Zkuste si sestavit model zatmění Slunce a Měsíce
- ❖ **Aktivita 5:** Porovnejte zastoupení plynů v atmosféře
- ❖ **Aktivita 6:** Koloběh vody a rozložení vody na Zemi
- ❖ **Aktivita 7:** Poznejte více příběh Joachima Barranda
- ❖ **Aktivita 8:** Poznejte půdy ve vašem okolí
- ❖ **Aktivita 9:** Zjistěte, jak to bylo s Pangeou
- ❖ **Aktivita 10:** Jak přišli dinosauři ke svým jménům?
- ❖ **Aktivita 11:** Dinosauři na filmovém plátně
- ❖ **Aktivita 12:** Země se třese!
- ❖ **Aktivita 13:** Sendvičová tektonika
- ❖ **Aktivita 14:** Sopečná činnost
- ❖ **Aktivita 15:** Lovci mamutů
- ❖ **Aktivita 16:** Jak vznikají krápníky?
- ❖ **Aktivita 17:** Vznik uhlí
- ❖ **Aktivita 18:** Vytvoření ložiska
- ❖ **Aktivita 19:** Horninotvorný cyklus
- ❖ **Aktivita 20:** Vytvořte si vlastní krystal
- ❖ **Aktivita 21:** Určení tvrdosti a barvy vrypu
- ❖ **Aktivita 22:** Určení předložených nerostů
- ❖ **Aktivita 23:** Staňte se na chvíli geologem
- ❖ **Aktivita 24:** Jurský park
- ❖ **Aktivita 25:** Nerostné suroviny
- ❖ **Aktivita 26:** Od stromu k papíru

## AKTIVITA 1: VYROBTE SI SVOU VLASTNÍ ZKAMENĚLINU.

### Základní informace o aktivitě

Jedná se o úlohu věnovanou vytvoření si vlastní zkameněliny (fosilie). V úloze si žáci zkusí demonstrovat jednu z možností vzniku fosilie pomocí sádry. Možnou modifikací úlohy je výroba vlastní sádry ze sádrovce. Pokud je potřeba redukovat časovou dotaci, tak lze využít sádru koupenu.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák je schopen vysvětlit pojem fosilie (zkamenělina) a popsat postup, jakým mohou fosilie vznikat.
- ❖ Žák si zlepšil své laboratorní dovednosti.
- ❖ Žák si osvojil princip přípravy sádry ze sádrovce.

### Potřebný materiál

- ❖ plastelína, sádra, plastový kelímek (případně seříznutá spodní část PET lahve), zajímavý objekt na obtisknutí (např. ulita hlemýždě, lastura mlže, ohebný krček brčka představující prehistorického červa), voda, novinový papír na zakrytí pracovní plochy, dřívko na zamíchání sádry

### Časová dotace

- ❖ přibližně 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Co jsou to fosilie (zkamenělina)?
- ❖ Jaké druhy fosilií znáš a jakým způsobem mohou vznikat?
- ❖ Kde se využívá sádra?
- ❖ Jakým způsobem lze vyrobit sádru?
- ❖ Co to znamená, když je v názvu obsaženo slovo „dihydrát“?
- ❖ Jaký je rozdíl mezi přírodním sádrovcem a energosádrovcem?

### Úvodní motivace

- ❖ „V úvodní části hodiny je dobré žáky seznámit s pojmem zkamenělina, resp. fosilie, a probrat s nimi jejich různé druhy závislé na způsobu jejich vzniku (lze využít obrázky uvedené v příručce). Následně si každý žák může vytvořit svou vlastní falešnou zkamenělinu. Samozřejmě, pokud je ve sbírce pravá zkamenělina, je ideální, jestliže mají žáci prostor k tomu, aby se s ní detailně seznámili.“

### Pracovní postup

- ❖ pracovní postup ve formě návodu pro žáky je připraven k vytisknutí (viz [pracovní list](#))
  - ❖ před samotnou realizací je nutné žáky upozornit, aby si donesli vlastní objekty na otisknutí a modelínu, popř. učitel musí mít připraven dostatek materiálu (viz detailní pokyny v příloze)
1. Žáci mohou pracovat samostatně nebo i ve skupinách.
  2. Pracovní plochu si žáci překryjí novinovým papírem.
  3. Z modelíny si vytvářejí mističku se silnějším dnem. Silnější dno je potřeba, aby mohl být obtisknut celý objekt.



4. Jakmile je nachystána „forma“ z plastelíny, tak mohou žáci začít připravovat sádrovou hmotu.
  - ❖ varianta 1: využití koupene sádry
  - ❖ varianta 2: příprava vlastní sádry ze sádrovce (viz popis níže – možné rozšíření úkolu)

5. Žáci nalijí sádro do forem na zkameněliny.



6. Forma i se sádrou je přenesena na novinách k oknu kvůli rychlejšímu uschnutí.  
7. Mezitím, co sádra schne, může probíhat diskuse na téma výskytu a podoby zkamenělin.  
8. Po ztvrdnutí sádry odejmou žáci plastelínu a mají vytvořené své „falešné“ zkameněliny.

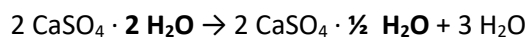


### Možné rozšíření úkolu: výroba sádry ze sádrovce

1. Sádrovec (minerál) rozdrtíme na jemný prášek (např. pomocí kladívka).



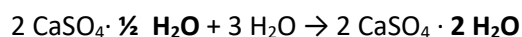
2. Prášek ze sádrovce musíme zahřát, aby se odpařila voda. Získáme tak hemihydrát (sádro) – zahříváme do zbělení prášku.
- ❖ k zahřátí je vhodné využít zahřívání v nádobě z odolného skla nad kahanem
  - ❖ využít lze i troubu: prášek ze sádrovce dáme na pečící papír a při teplotě 100 – 130 °C zahříváme



3. Poté necháme prášek vychladnout.



4. K výrobě sádrové hmoty je nutné dodat vodu (množství záleží podle dávky prášku). Vznikne kašovitá hmota (zamícháme např. v seříznuté PET lahvi), která se přemístí do forem.
- ❖ hemihydrát se mění opět na dihydrát



5. Necháme zatuhnout (cca 30 minut). Při tuhnutí se zvětšuje objem, čehož se využívá například při vyplňování děr sádrou.



Pracovní list k vytisknutí.





## AKTIVITA 2: ČASOVÁ OSA VÝVOJE ZEMĚ

### Základní informace o aktivitě

Aktivita se věnuje neživé přírodě, přesněji geologickému vývoji naší Země. Cílem této aktivity je nejen propojení s matematikou, ale zejména uvědomění si odlišné délky trvání jednotlivých geologických období vývoje naší Země. Vhodné je seznámit žáky v souvislosti s geologickým vývojem i s vývojem živočichů a rostlin (viz Tabulka 1.I v textu příručky).

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si uvědomí rozdílnou délku trvání jednotlivých geologických období.
- ❖ Žák dokáže dát do souvislosti geologický vývoj a vývoj organismů.
- ❖ Žák pracuje s jednoduchými daty, konkrétně s absolutními hodnotami délky trvání jednotlivých období, které přepočítává na procentuální vyjádření.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ kalkulačka

### Časová dotace

- ❖ 30 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Která období v historii naší Země byla nejdelsí a která nejkratší?
- ❖ Které živočichy byste do jednotlivých období zařadili?

### Úvodní motivace

- ❖ „Projeli jsme hadaikem (předgeologickým obdobím), které začalo vznikem Země před 4 600 miliony lety. Dále se řítíme do první zastávky. Za jak dlouho tam dojedeme? Kolik zastávek nás vlastně vůbec čeká? A kdy už konečně budeme v současnosti? Pojďme si to spočítat a vyrobít si plán naší cesty!“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

**Úkol 1 a Úkol 2: Jak dlouho trvala jednotlivá geologická období (v mil. let)? Jak dlouhé bylo jejich trvání v procentech?**

	Skutečná délka	Délka období v %
HADAIKUM	600 mil. let	13,04 %
ARCHAIKUM	1 500 mil. let	32,61 %
PROTEROZOIKUM	1 955 mil. let	42,50 %
PALEOZOIKUM	295 mil. let	6,41 %
MESOZOIKUM	185 mil. let	4,02 %
TERCIÉR	63,20 mil. let	1,37 %
KVARTÉR	1,80 mil. let	0,04 %

Postup výpočtu:

$$100 \% = 4\,600 \text{ mil. let (stáří Země)}$$

$$\begin{array}{l} \uparrow 100\% \dots\dots\dots 4\,600 \text{ mil. let} \uparrow \\ x \% \dots\dots\dots 600 \text{ mil. let} \quad (\text{předgeologické období}) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} x : 100 = 600 : 4\,600 \\ 4\,600x = 600 \cdot 100 \\ 4\,600x = 60\,000 \\ x = \underline{13,04 \%} \end{array}$$

Zkouška:

$$13,04 + 32,61 + 42,50 + 6,41 + 4,02 + 1,37 + 0,04 = 99,9 \hat{=} 100\%$$

**Úkol 3: Doplňte do plánu naší společné geologické cesty jednotlivé zastávky, které představují geologická období včetně přibližné délky jejich trvání.**



**Úkol 4: Odpovědi na otázky.**

- ❖ 1. Kdy vznikla Země?
  - před 4 600 mil. let, předgeologické období trvalo cca 600 mil. let
- ❖ 2. Vzpomenete si, jaké organismy v jednotlivých obdobích vznikaly?
  - viz Tabulka 1.I.
- ❖ 3. Jaké metody používají geologové k prozkoumání Země? Vysvětli.
  - přímé a nepřímé
- ❖ 4. Jakými způsoby lze určit stáří Země? Vysvětli.
  - relativní (horninový záznam) a absolutní datování (radioaktivní rozpad prvků)
- ❖ 5. Co jsou fosilie? Uveď příklad.
  - fosilie jsou zachovalé pozůstatky či otisky, které organismy žijící v minulosti zanechaly
- ❖ 6. Jaký význam má geologie?
  - věda o Zemi zkoumající její složení, stavbu a historický vývoj
  - důležitá pro biodiverzitu, poskytuje informace o zdrojích nerostných surovin, o zásobárně podzemní vody, významná úloha při stavbě měst či infrastruktury, ochrana přírody

## AKTIVITA 3: STAŇTE SE NA CHVÍLI ASTRONOMEM

### Základní informace o aktivitě

Úloha je zaměřena na vesmír, konkrétně na pozorování Měsíce. Žáci si mohou vyzkoušet samostatně jednoduché pozorování, ale i dlouhodobější domácí projekt. První aktivita ve formě krátkodobého pozorování je z časového hlediska velmi krátká a je spojena s mimoškolní aktivitou. V domácím prostředí je realizován i dlouhodobější projekt, v němž žák sleduje vývoj vzhledu Měsíce v průběhu 30 po sobě jdoucích dní.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák sleduje povrch Měsíce a všimá si odlišnosti oproti povrchu Země.
- ❖ Žák provede jednoduché pozorování, popř. dlouhodobé pozorování, v němž zaznamenává data do připraveného zápisníku.
- ❖ Žák se učí sbírat a zaznamenávat data.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ Měsíční zápisník (viz [pracovní list](#))
- ❖ tužka, volitelně dalekohled či fotoaparát s dlouhým objektivem

### Časová dotace

- ❖ krátkodobé pozorování: cca 10 minut
- ❖ dlouhodobý projekt: 30 dní (každý den cca 5 – 10 minut)

### Klíčové otázky

- ❖ Co lze na Měsíci spatřit?
- ❖ Mění se vzhled Měsíce při opakovaném pozorování?
- ❖ Lze pozorovat nějaký vývoj ve vzhledu Měsíce?

### Úvodní motivace

- ❖ „Měsíc vždy přitahoval pozornost lidí, tak se na něj zkuste také pořádně zadívat. Povrch Měsíce a Země vypadaly dříve velmi podobně, ale Země si na rozdíl od Měsíce udržela vodu a atmosféru, takže se její povrch proměnil do současné podoby. Jaké hlavní rozdíly můžete pozorovat? A vypadá Měsíc pořád stejně v závislosti na dnech, kdy se na něj díváte?“




**Pracovní list k vytisknutí – „Měsíční zápisník“.**  
(převzato a upraveno z NASA)



### Postup práce

1. Krátkodobé pozorování
  1. Žák počká, dokud se nesetmí. Následně otevře okno (popř. vyjde ven) a pozoruje Měsíc.
  2. K pozorování se hodí obyčejný dalekohled nebo lze využít fotoaparát s dlouhým objektivem.
  3. Jestliže je použit fotoaparát, tak může žák udělat i několik fotek, které si následně pak srovná se svými spolužáky. Žáci si mohou všimnout, zda Měsíc vypadá na fotkách podobně. Zároveň je výhodou, že je možné fotografie zvětšovat, a všimnout si detailů na povrchu Měsíce.
2. Dlouhodobý projekt
  1. Každý žák obdrží vytisknutý Měsíční zápisník, do kterého bude zaznamenávat svá pozorování.
  2. Pozorování může začít kterýkoliv den v měsíci. Důležité je vždy zaznamenat datum a čas prvního pozorování a od něj odvíjet následující pozorování.
  3. Součástí záznamu je nakreslení podoby Měsíce, jak vypadal v době pozorování.
  4. Tento postup žák opakuje každý den po dobu jednoho měsíce (minimálně 30 dní). V případě, že Měsíc není některý den viditelný, tak zůstane políčko prázdné a bude doplněno později.



- 
5. Na konci měsíce se žák na zápisník podívá a měl by říci, zda je možné sledovat nějaký postup v jeho nákresech. Na základě svého úsudku poté může odhadnout, jak by Měsíc vypadal ve dnech, kdy ho nebylo možné pozorovat. Měsíc do těchto políček dokreslí (avšak ideálně by měl použít jinou barvu, aby bylo poznat, že se nejedná o nákres získaný z pozorování).
  6. Své výsledky může srovnat se spolužáky ve třídě. Pro vyhodnocení je možné použít také internetové stránky vesmírné agentury NASA, například následující [animaci](#) (v anglickém jazyce).
  7. V posledním kroku žák pojmenuje jednotlivé fáze Měsíce a zanesení jejich názvy i do svého zápisníku. Opět lze při pojmenování využít internetové stránky [NASA](#) (v anglickém jazyce), kde jsou jednotlivé fáze velmi přehledně znázorněné a popsány.



## AKTIVITA 4: ZKUS SI SESTAVIT MODEL ZATMĚNÍ SLUNCE A MĚSÍCE

### Základní informace o aktivitě

Úloha je zaměřena na vytvoření modelu zatmění Slunce a Měsíce. Žáci si sami na základě předložených pomůcek zkusí samostatně nasimulovat tyto jevy. Úlohu lze modifikovat a vyrobit si tělesa Sluneční soustavy v rámci zeměpisu či výtvarné výchovy (v tomto případě se poté mění časová náročnost na realizaci).

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si zkusí nasimulovat průběh zatmění Slunce a Měsíce.
- ❖ Žák si na základě práce s jednoduchým modelem uvědomí poměr velikosti Slunce, Měsíce a Země a jejich vzájemného postavení.
- ❖ Žák se seznámí s nejbližšími daty zatmění Slunce a Měsíce a místy, odkud tato zatmění bude možné pozorovat.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ lampička, tenisový míček, fotbalový míč
- ❖ materiál pro výrobu modelů vesmírných těles: novinový papír, tekuté lepidlo, balonky (ideálně kulatého tvaru, jeden větší a jeden menší), tempery, barevné papíry

### Časová dotace

- ❖ cca 25 minut (v případě vlastní výroby modelů vesmírných těles je potřeba cca 90 minut)

### Klíčové otázky

- ❖ V jaké situaci dochází k úplnému a k částečnému zatmění Měsíce?
- ❖ V jaké situaci dochází k úplnému a k částečnému zatmění Slunce?
- ❖ Jaká bezpečnostní opatření bychom měli dodržovat při sledování zatmění Slunce?
- ❖ Kdy budeme moci sledovat další zatmění Slunce? Bude se jednat o úplné či částečné zatmění?
- ❖ Kdy a jak dlouho trvalo nejdelší zatmění Měsíce (z těch nově zdokumentovaných)?

### Úvodní motivace

- ❖ „V dávných dobách naháněla zatmění Slunce a Měsíce lidem hrůzu, protože ještě nevěděli, co je jejich příčinou. Nyní však tyto poznatky máme, chce si vyrobit jednoduchý model, díky kterému pochopíte, proč zatmění Slunce a zatmění Měsíce vznikají? Pojdme si tyto jevy zkusit nasimulovat.“

### Postup

- ❖ Úlohu můžeme pojmut jako jednoduchý badatelský úkol, v němž žáci na základě předložených pomůcek zkusí postup řešení navrhnout samostatně.
- ❖ Fotbalový míč představuje Zemi, tenisový míček Měsíc a lampička Slunce. Sestavením do správného pořadí žáci mohou simulovat zatmění Slunce či Měsíce.
- ❖ Lampička se zapne a kužel světla se namíří na Zemi (fotbalový míč), kterou jeden ze žáků drží rovnoběžně s kuzelem vycházejícího světla. Měsíc je držen za Zemi také rovnoběžně. Podobný postup je i při zatmění Slunce, s tím rozdílem, že Měsíc je před Zemí.



- ❖ **Modifikace:** výroba vlastních modelů vesmírných těles:
  - Fotbalový a tenisový míč lze nahradit Zemí a Měsícem vytvořenými z novinového papíru. Vrstvy novinového papíru se nanáší s tekutým lepidlem na nafouknutý balonek. Vše se nechá uschnout a balonek se vyfoukne. Dírka se následně opět utěsní novinovým papírem s lepidlem (tip: Země je téměř kulatá, proto je lepší kulatý balónek, či klasický balonek hodně nafouknout. Pro Měsíc je vhodnější volit menší velikost balonku).
  - Hotové výrobky žáci pomalují temperami nebo polepí papírem. Dobré je tuto aktivitu provázat se zeměpisem či výtvarnou výchovou. Žáci si mohou hledat jednotlivé kontinenty na internetu, vytvořit je, při tom odhadnout jejich velikost a správně je umístit na papírovou Zemi.
- ❖ Odpovědi na otázky vztahující se k možnosti pozorování zatmění Slunce a zatmění Měsíce mohou žáci nalézt na internetu či v odborné literatuře.
- ❖ V souvislosti s pozorováním zatmění Slunce je vhodné žáky upozornit na zásady bezpečného sledování tohoto jevu:
  - dopadající sluneční záření může silně poškodit lidské oko, takže rozhodně nepozorujte zatmění Slunce přímo pouhým okem a vůbec nevyužívejte dalekohled nebo objektiv fotoaparátu
  - běžné sluneční brýle nebo fotografické film také neodfiltrují nebezpečné UV paprsky
  - ideální je použít speciální filtry, popř. přes svářečské sklo (index minimálně 13), a za bezpečné lze označit také nepřímé pozorování (např. stínítko pomocí dírkové komory)
- ❖ Tabulky níže shrnují, kdy budou jednotlivá zatmění Slunce pozorovatelná a kdy proběhla, resp. proběhnou, nejdelší zatmění Měsíce (mezi roky 1900 a 2100).

Zatmění Slunce				Nejdelší zatmění Měsíce	
Datum	Čas (SEČ)	Velikost (%)	Typ	Datum	Délka úplné fáze
20. 3. 2015	10:46	73,8	úplné	16. 6. 2000	1h 47m 01s
10. 6. 2021	11:38	16,9	částečné	6. 7. 1982	1h 46m 20s
25. 10. 2022	11:17	42,1	částečné	27. 7. 2018	1h 43m 34s
29. 3. 2025	12:18	19,1	částečné	23. 8. 2013	1h 42m 32s
12. 8. 2026	19:11	88,5	úplné	4. 8. 1906	1h 41m 48s
2. 8. 2027	10:15	51,6	úplné	7. 7. 2047	1h 41m 29s
12. 6. 2029	03:53	13,3	částečné	25. 6. 1964	1h 41m 25s
1. 6. 2030	06:17	71,0	prstencové	26. 7. 1953	1h 41m 22s
20. 3. 2034	11:39	13,5	úplné	28. 6. 2001	1h 41m 16s
21. 8. 2036	19:06	70,4	částečné	16. 6. 2011	1h 40m 52s

Pozn. Z nadcházejících zatmění Slunce nebude žádné ideálně pozorovatelné na území České republiky: 2021 (Antarktida), 2024 (Mexiko, Kanada, USA), 2026 (Grónsko, Island, Španělsko), 2027 (sever Afriky), 2028 (Austrálie, Nový Zéland), 2030 (jih Afriky, Austrálie).





## AKTIVITA 5: POROVNEJTE ZASTOUPENÍ PLYNŮ V ATMOSFÉŘE

### Základní informace o aktivitě

Podstatou této aktivity je práce s daty a odhadnutí složení atmosférického vzduchu. Učitel žákům nakreslí koláčový graf na tabuli, avšak bez uvedení příslušných hodnot u jednotlivých výsečí. Žáci se tak učí odhadnout procentuální hodnoty na základě grafického znázornění.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí se složením vzduchu, včetně poměrového zastoupení jednotlivých plynných složek.
- ❖ Žák se učí pracovat s daty a vyvozovat závěry na základě jejich grafické reprezentace.
- ❖ Žák si osvojí práci s grafem.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ tabule nebo flipchart, psací potřeby

### Časová dotace

- ❖ 15 minut

### Klíčové otázky

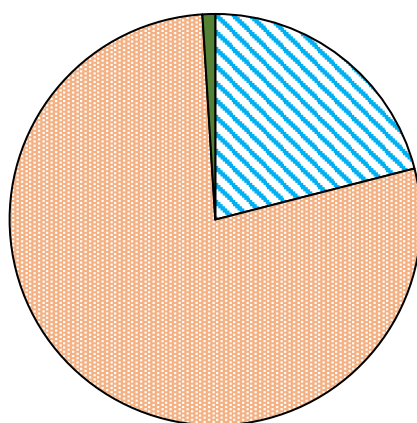
- ❖ Jaké plyny obsahuje vzduch?
- ❖ Jaké je procentuální zastoupení hlavních složek vzduchu?
- ❖ Je složení vzduchu všude stejné?

### Úvodní motivace

- ❖ „Vzduch je zásadní pro náš život, ale pro život na Zemi obecně. Vzpomenete si, jaké jsou jeho jednotlivé složky? Z jakých plynů je složen? Kterého plynu je nejvíce a které plyny jsou zastoupeny jen v malém množství?“

### Postup

- ❖ 1. Žákům nakreslíme na tabuli tento jednoduchý graf (bez číselných hodnot) a necháme je, aby odhadli, který plyn je reprezentován modrou, zelenou a oranžovou barvou. Zároveň by žáci měli odhadnout, o jak velký díl se jedná (pokud uvádí pojmy „čtvrtina“, „polovina“ apod., tak je požádáme, aby zkusili hodnotu vyjádřit v procentech).



■ kyslík ■ dusík ■ ostatní plyny

### Řešení

- ❖ Obsah vzduchu je 21 % kyslíku, 78 % dusíku a 1 % jiných plynných látek (zejména oxid uhličitý), dále i vodní pára, částice prachu, mikroorganismy a různé průmyslové látky.
- ❖ Tabulka představuje objemová procenta jednotlivých plynných složek včetně těch, které jsou zastoupeny jen v minimálních množstvích.

Plynná složka	Chemická značka	Obsah složky v objemových %
dusík	N <sub>2</sub>	78,09
kyslík	O <sub>2</sub>	20,95
argon	Ar	0,93
oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	0,03
neon	Ne	1,8.10 <sup>-3</sup>
helium	He	5,24.10 <sup>-5</sup>
krypton	Kr	1,0.10 <sup>-4</sup>
vodík	H <sub>2</sub>	5,0.10 <sup>-5</sup>
xenon	Xe	8,0.10 <sup>-6</sup>
ozon	O <sub>3</sub>	1,0.10 <sup>-6</sup>



## AKTIVITA 6: KOLOBĚH VODY A ROZLOŽENÍ VODY NA ZEMI

### Základní informace o aktivitě

V této aktivitě se seznámí s koloběhem vody za pomoci práce s textem, krátkého příběhu, který je vyprávěn kapkou vody. Zároveň si dohledají informace o tom, v jaké formě je vázáno nejvíce vody na Zemi, a zjištěná data zpracují do koláčových grafů.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se dozví, jakým způsobem obíhá voda na Zemi.
- ❖ Žák se seznámí se změnou skupenství vody při koloběhu vody.
- ❖ Žák si uvědomí, kde je vázáno nejvíce vody na Zemi.
- ❖ Žák se učí pracovat s daty a jejich grafickým vyjádřením.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ pracovní list (text s příběhem kapky vody a obrázek k popisu), psací potřeby

### Časová dotace

- ❖ cca 15 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jak probíhá koloběh vody?
- ❖ K jakým změnám skupenství dochází v průběhu koloběhu vody?

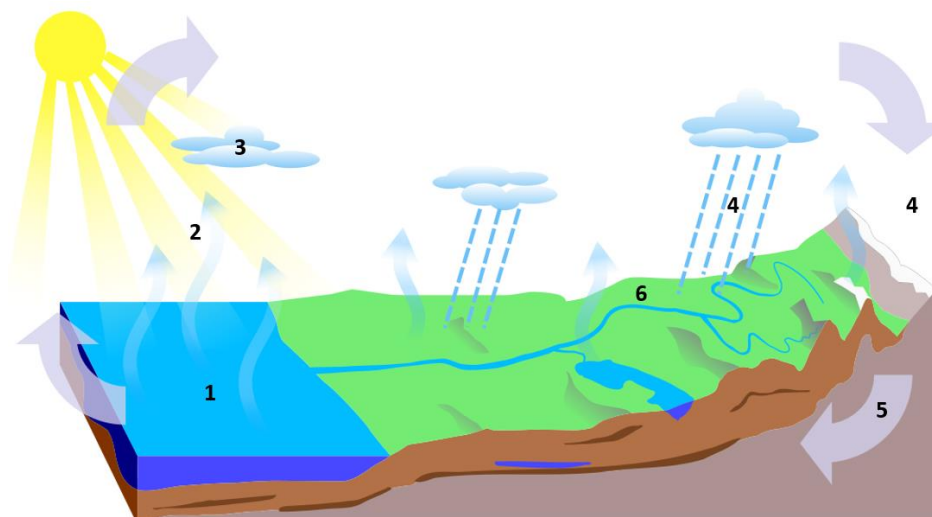


[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ Na základě příběhu doplňte jednotlivá čísla oběhu vody do obrázku. Lze v příběhu kapky vody najít nějaké změny skupenství?



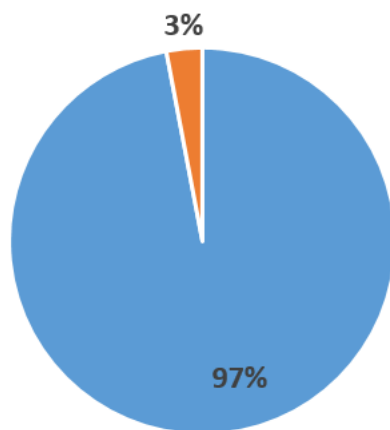
- ❖ Změny skupenství:
  - kapalné → plynné (vypařování – čísla 1 a 2)
  - plynné → kapalné (kondenzace – čísla 3 a 4)
- ❖ Co je to koloběh vody?
  - Koloběh vody je děj, v němž za změn skupenství obíhá voda na Zemi (povrchová, podzemní i voda vázaná v atmosféře).



❖ Dokázali byste rozlišit takzvaný velký a malý koloběh vody? V čem se budou oba koloběhy lišit?

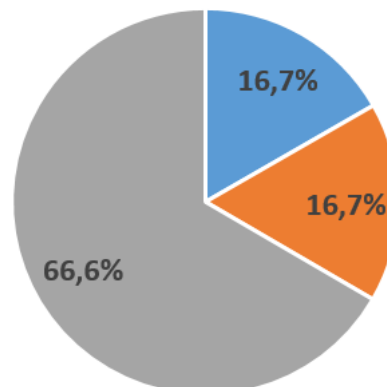
- Při velkém oběhu dochází k výměně vody mezi oceány a pevninou. Voda z pevniny se mění na vodní páru. Působením rozdílných teplot a tlaků je odnesena nad oceán, kde kondenzuje a padá na hladinu ve formě srážek či naopak.
- Při malém oběhu voda odpařená z pevniny padá zpět na pevninu a voda z oceánů se navrací opět do oceánu.

❖ Rozložení vody na Zemi: Do obrázků zakreslete procentuální zastoupení slané a sladké vody.



■ Slaná voda ■ Sladká voda

Poměr sladké a slané vody



■ Atmosféra, jezera, půdní vlhkost, řeky  
■ Podzemní voda ■ Led

Výskyt sladké vody

**Zodpovězte následující otázky:**

- ❖ Kde je na Zemi uložena největší zásoba vody?
  - Co se týče povrchové vody, největší množství sladké vody na jednom místě je v jezeře Bajkal (skoro čtvrtina veškeré povrchové vody na Zemi).
- ❖ Jaký je nejdůležitější zdroj pitné vody?
  - Nejvíce vody pochází z podzemních zdrojů.
- ❖ V budoucnu nastane moment, kdy vody v některých částech světa nebude dostatek. Co by měli lidé dělat, aby se s vodou příliš neplývalo? Navrhněte některé postupy.
  - Například nezalévat zbytečně zahrady, sprchovat se místo napouštění vany, používat užitkovou a dešťovou vodu místo pitné na splachování, ...

## AKTIVITA 7: POZNEJTE VÍCE PŘÍBĚH JOACHIMA BARRANDA

### Základní informace o aktivitě

Úloha představuje život francouzského inženýra a paleontologa Joachima Barranda. Žáci se v úloze nejen seznámí s tímto významným paleontologem a pravděpodobným způsobem objevu zkamenělin trilobitů na našem území. Žáci budou pracovat s textem, konkrétně s úryvkem povídky Trilobit od Jakuba Arbesa. V závěru hodiny si žáci vyzkouší vymyslet vlastní básničku na téma trilobit, ve které se objeví specifické termíny z povídky.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí se životem Joachima Barranda a uvědomí si historické souvislosti při objevení první zkameněliny trilobita na našem území.
- ❖ Žák se naučí pracovat s textem, hledat a vybírat zásadní informace.
- ❖ Žák si rozvine své tvůrčí kompetence.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ text povídky Trilobit od Jakuba Arbesa (viz [pracovní list](#))
- ❖ čisté papíry a psací potřeby (popř. zvýrazňovače pro označení zajímavých pasáží)

### Časová dotace

- ❖ 40 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaká byla nejdůležitější informace, kterou jste se z povídky dozvěděli?
- ❖ Jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande prvního trilobita na českém území?
- ❖ Kdo to byl Jakub Arbes?

### Úvodní motivace

- ❖ „Přečtěte si úryvky z povídky Trilobit, ve které se dozvíte, jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande, známý francouzský paleontolog, prvního trilobita na našem území. Joachim Barrande však původně nebyl paleontologem, ale stavební inženýrem. Co ho přimělo profesi změnit? Pojdme si o tom přečíst.“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení otázek z pracovního listu

- ❖ Jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande prvního trilobita na našem území?
  - Joachim Barrande trilobita pravděpodobně našel náhodou v lomu během procházky (viz třetí odstavec od shora).
- ❖ Kdo to byl Jakub Arbes?
  - Jakub Arbes byl český spisovatel a novinář působící koncem 19. století a začátkem 20. století. Sympatizoval s Májovci, ale neřadil se mezi ně. Mezi jeho velké vzory patřil Karel Hynek Mácha či Jan Neruda. Zvláště ke K. H. Máchovi si vytvořil vřelý vztah, přeložil Máchův deník – známé dílo o jeho milostných hrátkách s milenkou Lori. Samotný Jakub Arbes je také autorem významných děl, například Ďábel na skřipci, Svatý Xaverius nebo Newtonův mozek.
- ❖ Jaké postavy v povídce vystupují?
  - Joachim Barrande, skaláci a skálačky v lomu, posluhovačka – madame Babette.
- ❖ Na jakých místech se povídka odehrává?
  - Děj se odehrává v okolí Prahy, v kamenném lomu a v době Joachima Barranda.



## AKTIVITA 8: POZNEJTE PŮDY VE VAŠEM OKOLÍ

### Základní informace o aktivitě

Úloha se věnuje pedologii a umožňuje žákům poznat půdy v okolí jejich bydliště (popř. v okolí školy) a procvičit si práci s mapovými aplikacemi. Doplnkově mohou žáci posoudit vzorky půd, které si přinesli, a odhadnout, jaký horizont se vyskytuje na jimi vybrané lokalitě.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s typy půd v okolí svého bydliště, popř. v okolí školy.
- ❖ Žák si osvojí práci s mapovými podklady ve virtuálním prostředí.
- ❖ Žák se učí pracovat s daty, vyhledávat zajímavosti a všimnout si souvislostí mezi jednotlivými lokalitami zanesenými do map.
- ❖ Žák si osvojí jednoduché postupy pro identifikaci vzorků půd a jejich zařazení do příslušné kategorie.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ mapová aplikace České geologické služby (po kliknutí se spustí web)
- ❖ IT vybavení (např. počítačová učebna nebo tablety s přístupem na internet)

### Časová dotace

- ❖ cca 35 minut

### Klíčové otázky

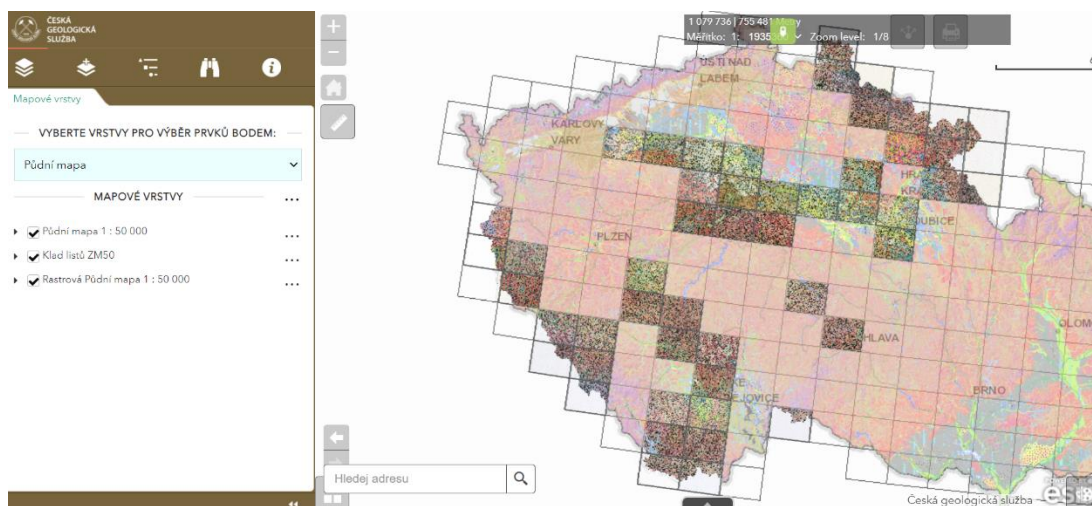
- ❖ Jaké půdní typy znáte?
- ❖ Čím se jednotlivé půdní typy liší?
- ❖ Jaké půdní typy se vyskytují v okolí vašeho bydliště (popř. v okolí školy)?

### Úvodní motivace

- ❖ „Zajímalo vás někdy, jaká půda je na polích, v parku nebo na vaší zahradě? Proč jsou některé oblasti úrodnější než jiné? Pojďte si zkusit prozkoumat více půdy ve svém okolí. Které by byly vhodné pro zemědělství? Nachází se ve vašem okolí nějaké atypické typy půd?“

### Postup

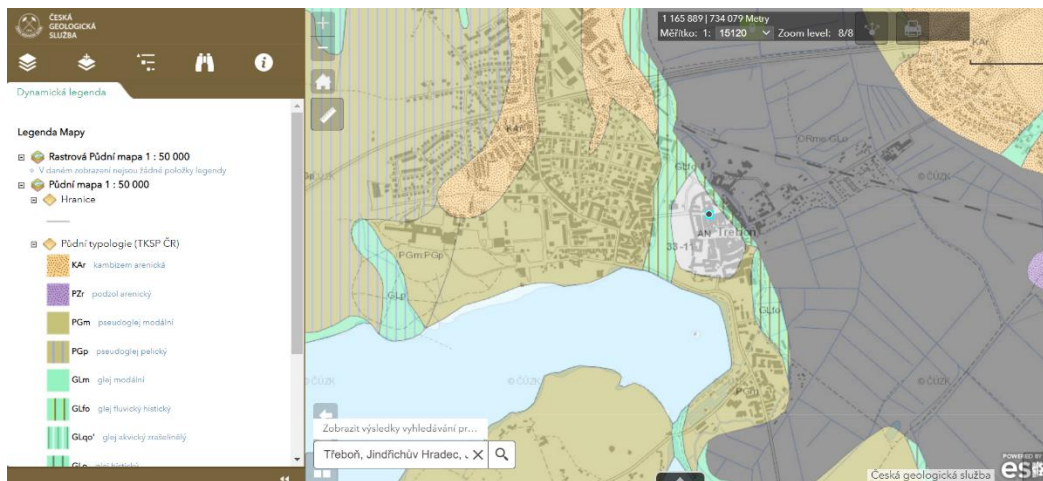
- ❖ 1. Žáci budou zjišťovat, jaké typy půd se vyskytují v okolí jejich bydliště, popřípadě v okolí školy. K tomuto účelu budou používat mapovou aplikaci České geologické služby. Po otevření odkazu se žákům zobrazí Půdní mapa České republiky (1 : 50 000).



Obrázek P.1. Ukázka Půdní mapy.

- ❖ 2. V mapě si žáci přiblíží svou zájmovou oblast (popřípadě mohou využít i vyhledávání).
- ❖ 3. V levém ovládacím panelu žáci vyberou možnost *Dynamická legenda* a v rámečku se začnou objevovat konkrétní typy půd, které se vyskytují ve vybrané oblasti.





**Obrázek P.2.** Ukázka detailu půdní mapy a dynamické legendy.

- ❖ 4. Žáci prozkoumají, jaké půdní typy se v okolí vyskytují, jak velké je jejich zastoupení, vypíší si jejich názvy a krátce charakterizují jejich vlastnosti.
- ❖ Žáci mohou doplňkově posoudit vzorky půd, které si přinesli, a odhadnout, jaký je půdní horizont na jimi vybrané lokalitě.
  - V tomto případě je nutné mít vzorky v pečlivě uzavřených sklenicích, popřípadě tuto část aktivity realizovat mimo počítačovou učebnu, aby nedošlo k znečištění počítačů.



## AKTIVITA 9: ZJISTĚTE, JAK TO BYLO S PANGEOU

### Základní informace o aktivitě

Úloha je zaměřena na objasnění pohybu světadílů. Žáci si zkusí poskládat současné tvary kontinentů do podoby dávného prakontinentu Pangey.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s historií vzniku a pohybu kontinentů.
- ❖ Žák si rozvíjí jemnou motoriku a má možnost uplatnit svou kreativitu.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ obrysy jednotlivých kontinentů (viz [pracovní list](#)), nůžky, psací potřeby, pastelky či fixy

### Časová dotace

- ❖ 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaké umístění měly kontinenty v době Pangey?
- ❖ Jak se liší vzhled Pangey a současného světa? Všimnete si zásadních rozdílů?

### Úvodní motivace

- ❖ „Zajímalo vás někdy, jak vznikly jednotlivé kontinenty? Pokud se podíváte na mapu světa v atlase, tak si můžete všimnout, že některé světadíly k sobě pasují podobně jako dílky puzzle. Pojďme se společně podívat na to, jestli třeba v dávné historii nebyly i jednotlivé kontinenty složené dohromady, podobně jako zmíněné puzzle.“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu



Obrázek P.3. Vzhled Pangey – řešení úkolu



## AKTIVITA 10: JAK PŘIŠLI DINOSAURŮ KE SVÝM JMÉNŮM?

### Základní informace o aktivitě

Úloha se věnuje dinosaurům z doby mesozoika. Žáci se seznámí s vybranými druhy a zkusí si odvodit i význam či původ jejich pojmenování. V rámci aktivity budou vyhledávat v odborné literatuře nebo na internetu příklady jmen dinosaurů a zároveň se budou snažit vypátrat, podle čeho jsou tato jména odvozena. Vybrané zástupce, kteří je nejvíce osloví, si následně překreslí.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s vybranými zástupci dinosaurů a pokusí se odvodit původ jejich názvů.
- ❖ Žák kriticky pracuje s informacemi z internetu či odborné literatury.
- ❖ Žák na základě získaných informací vyvozuje závěry.
- ❖ Žák ilustruje vlastním nákresem charakteristické znaky vybraných zástupců dinosaurů.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ připojení k internetu a vhodná odborná literatura
- ❖ doporučená literatura:
  - Benton, M. (1998). *Dinosauri a jiná prehistorická zvířata – Kapesní atlas*. OTTOVO nakladatelství.
  - Socha, V. (2010). *Encyklopedie dinosaurů ve světle nejnovějších objevů*. LIBRI s.r.o.

### Časová dotace

- ❖ 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Do jaké systematické skupiny řadíme dinosaury?
- ❖ Jaké druhy dinosaurů znáš?
- ❖ Od čeho bývají nejčastěji odvozeny jejich názvy?

### Úvodní motivace

- ❖ „Autorem jména „dinosaur“ je Richard Owen a jedná se o označení velmi výstižné. Dinosaurus znamená doslova „hrozný plaz“ (*deinos* = hrozný, *sauros* = plaz). Někteří zástupci totiž dosahovali hmotnosti 40 – 70 tun a výšky i přes 5 metrů. Obecně dostávali dinosaury svá jména podle určité charakteristiky, která je vystihovala, například stavby těla, obývaného prostředí nebo způsobu lovu. Někdy se však jmenují i podle lokalit, kde byly nalezeny jejich pozůstatky. Pojďme tedy zapátrat, jaká zajímavá jména dinosaurů nalezneme a co nám o svých nositelích prozradí.“

### Postup

- ❖ Vyhledejte v literatuře nebo na internetu minimálně 5 příkladů názvů dinosaurů a zkuste odvodit, od čeho jsou odvozeny.
- ❖ Vybraného zástupce, který žáka nejvíce osloví, si následně překreslí a dbá na zakreslení charakteristických znaků, podle nichž získal své jméno.



[Pracovní list k vytisknutí.](#)





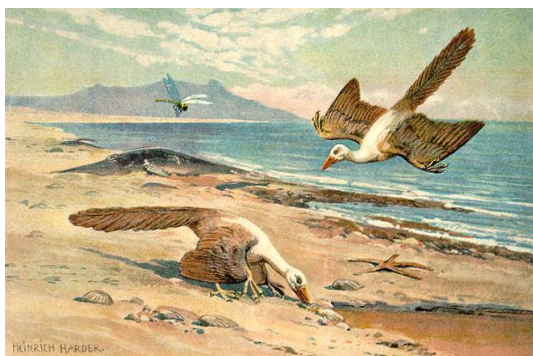
**Možná řešení pracovního listu**



**Brontosaurus** („hřmotný ještěř“) – Obr. P.4  
sauros = ještěř, bronté = hrom



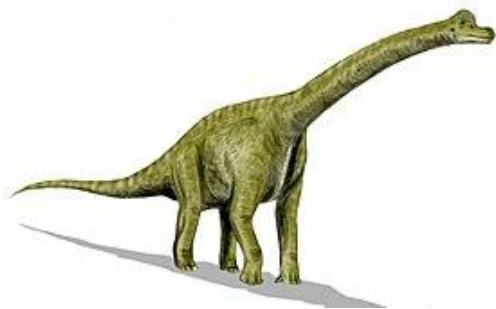
**Sauropagus** („požírač ještěřů“) – Obr. P.5  
sauros = ještěř, phagein = sníst, požírat



**Archeopteryx** („staré křídlo“) – Obr. P.5  
archo = starý, starobylý, pteryx = křídlo



**Alamosaurus** („tvor z Ojo Alamo“) – Obr. P.6  
pojmenován podle místa nálezu



**Brachiosaurus** („ramenatý ještěř“) – Obr. P.7



**Triceratops** („hrozná třírohá tvář“) – Obr. P.8

## AKTIVITA 11: DINOSAUŘI NA FILMOVÉM PLÁTNĚ.

### Základní informace o aktivitě

Tato aktivita je spíše odpočinková, popřípadě může být zadána i jako domácí projekt. Zaměřena je na dinosaury a seznámení se se způsobem jejich života, prostředím, které obývali, popřípadě s vybranými zástupci.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s vybranými zástupci dinosaurů, způsobem jejich života a prostředím, které obývali.
- ❖ Žák se učí pozorovat detaily, kriticky pracuje s předkládanými fakty a vyvozuje příslušné závěry.
- ❖ Žák si rozvíjí schopnost vlastní interpretace děje filmu (ústní či písemně).

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ počítač a dataprojektor, popř. televize nebo interaktivní tabule
- ❖ vybraný film (např. Cesta do pravěku, Jurský park, Jurský svět, ...)

### Časová dotace

- ❖ minimálně 90 minut, ideálně cca 120 minut
- ❖ vhodné je realizovat blokově, popř. jako domácí projekt

### Klíčové otázky

- ❖ Do jaké systematické skupiny patří dinosauři?
- ❖ Jak vypadalo prostředí, které dinosauři obývali?
- ❖ Jaké zástupce dinosaurů známe? Jak se od sebe lišili?

### Úvodní motivace

- ❖ „Dinosauři fascinovali i režiséry známých filmů. Znáte nějaký film, ve kterém dinosauři hrají významnou roli? Podívejme se na některý z nich, všimněme si ale detailů – prostředí, kde dinosauři žijí, jak se chovají, čím se živí a podobně. A nezapomínejme také na skutečnost, že tvůrci filmů se často ve vidině velkých zisků nechávají trochu unést a zapomínají na vědeckou správnost obsahu jejich filmů. Dokážete nalézt ve filmu nějakou nesrovnalost?“

### Příklad zadání – film: Cesta do pravěku

- ❖ Podívejte se na film Cesta do pravěku. Jací dinosauři se zde objevují? Ačkoliv se vám film zdá nyní starý, tak efekty, které se v něm vyskytují, byly na svou dobu neskutečně nadčasové. Víte, kdo tento film režíroval, a v jakém roce byl natočen?
- ❖ O filmu následně lze se žáky diskutovat, popřípadě mohou žáci napsat na stranu A4 vyprávění o ději filmu.
- ❖ řešení: ve filmu se objeví například Stegosaurus, který se utká s Tyranosauřem. Stegosaurus uhynie a Tyranosaurus je po souboji těžce zraněn. Film režíroval Karel Zeman v roce 1955.

### Možná modifikace na domácí projekt

- ❖ V průběhu školního roku není většinou časový prostor pro sledování filmu (pokud se nejedná o hodiny před volnem či prázdninami), tudíž je vhodné tuto aktivitu zadat žákům jako domácí projekt. Můžeme žákům nechat volnost, aby si vybrali film dle sebe (podmínkou však je, aby se v něm vyskytovali dinosauři). Žáci si následně mohou připravit krátkou prezentaci o ději filmu a nejzajímavějších poznatcích, popřípadě napsat na stranu A4 vyprávění, ve kterém děj filmu vylíčí.



## AKTIVITA 12: ZEMĚ SE TŘESE!

### Základní informace o aktivitě

Aktivita obsahující simulaci zemětřesení žákům umožní, aby si žáci lépe uvědomili ničivou sílu těchto geologických sil. Následně si upevní nově osvojené znalosti v „závodech“ týmů při aktivitě vytvořené ve SMART Notebooku. Celá aktivita je zaměřena na Kalifornii, v níž se nachází významný zlom San Andreas. Podél tohoto zlomu právě vznikají častá zemětřesení. Aktivita je vhodná jako doplnění hodiny věnované zemětřesením.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si uvědomí ničivou sílu zemětřesení.
- ❖ Žák si osvojí znalosti o endogenních procesech a následně si je upevní formou soutěže.
- ❖ Žák vyvozuje na základě jednoduchého experimentu vlastní závěry a svými slovy interpretuje zjištěné informace.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ interaktivní tabule, program SMART Notebook
- ❖ 2 prkénka, karton (se zakresleným epicentrem a soustřednými kružnicemi okolo něj), kostky cukru (cca jedno balení), psací potřeby

### Časová dotace

- ❖ cca 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jak se projevuje zemětřesení?
- ❖ Jaká stupnice se používá pro vyjádření síly zemětřesení? A jaké má stupně?

### Úvodní motivace

- ❖ „V Kalifornii nalezneme v zemské kůře velké množství prasklin, které vznikají kvůli zlomu San Andreas. Tento zlom se nachází na místě střetu litosférických desek, které na sebe často narážejí (hypocentrum) a vlny vzniklé tímto nárazem se šíří až na povrch (epicentrum). V Kalifornii je běžně síla zemětřesení okolo stupně 4 na Richterově stupnici. Pojdme si takové zemětřesení nasimulovat a podívat se, co různě silné otřesy udělají s různě postavenými budovami.“

### Postup – pokus „Země se třese!“

- ❖ 1. Žáci v tomto jednoduchém pokusu postupují podle pokynů učitele.
- ❖ 2. Vezmou si dvě prkénka a postaví je vedle sebe ve vzdálenosti cca 20 cm.
- ❖ 3. Položí přes ně karton – stranou s vyznačeným epicentrem vzhůru.
- ❖ 4. Z kostek cukru žáci postaví jednotlivé budovy, například různě tvarované a vysoké.
- ❖ 5. Následně jemně klepají do kartonu ve směru do epicentra a sledují, co se s jednotlivými budovami stane.
- ❖ Žáci uvidí, kde po otřesech jsou změny největší a kde menší. Záleží na stupnici Richterovy škály a vzdálenosti od epicentra (v jeho blízkosti je zemětřesení nejsilnější a pomalu od středu ke krajům kartonu bude intenzita klesat). Záleží také na kvalitě staveb a způsobu, jak jsou postaveny – některé styly staveb dokáží různě silným zemětřesením bez problémů odolávat.
- ❖ video na YouTube s ukázkou provedení pokusu
  - délka: 3:22 (Kids Fun Science, v anglickém jazyce)



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



[Opakování: Soutěž pro žáky – AZ kvíz](#)





## **Řešení pracovního listu a správné odpovědi z aktivitě**

### **Úkol 1: Provedte pokus a zodpovězte následující otázky.**

#### **❖ Jaké jste využili pomůcky?**

- 2 prkénka, karton (se zakresleným epicentrem a soustřednými kružnicemi okolo něj), kostky cukru (cca jedno balení), psací potřeby

#### **❖ Co jste pozorovali? Padaly všechny budovy ve stejnou dobu?**

- Budovy ve středu padaly dříve než na okrajích z důvodu bližší polohy vůči epicentru, kde je zemětřesení nejsilnější (a postupně k okrajům slábne).

#### **❖ Jakým způsobem se můžete v případě zemětřesení chránit?**

- Pokud se během zemětřesení nacházíte v budově:
  - Vyhledejte nejbližší bezpečné místo.
  - Přitiskněte se k nosné stěně, k futrům dveří nebo se schovejte pod pevný stůl nebo pod postel.
  - Uhaste otevřený oheň, protože hrozí nebezpečí požáru či výbuchu plynu z porušeného potrubí.
  - Vzdalte se od vnějších dveří, oken a skleněných ploch.
  - Pozor na volně se pohybující předměty.
  - Nedostatek času většinou nedovoluje vyhledat nejbližší kryt. Nejvíce zranění vzniká při vybíhání v panice z domů a při vbíhání do úkrytů. Proto při vybíhání z domů dávejte pozor na padající římsy a komíny.
  - V případě, že jste ve výtahu, opusťte jej v nejbližším patře.
  - Když vás otřesy zastihnou na schodech, sedněte si, jednou rukou se přidržujte zábradlí a druhou si chraňte hlavu.
- Pokud se během zemětřesení nacházíte ve volném prostoru, vyhledejte otevřená místa dále od budov, mostů, stožárů vysokého napětí a vysokých stromů (volná prostranství).
- Pokud vás zemětřesení překvapí při jízdě dopravním prostředkem, co nejrychleji zastavte (pokud možno na nějakém volném prostranství), ale nevystupujte ven.

### **Úkol 2: Doplňte informace do pojmové mapy.**

#### **❖ Kde jsou častá?**

- Indonésie, Itálie, Mexiko, Japonsko, Peru (státy nacházející se u míst dotyku litosférických desek)

#### **❖ Jak je lze měřit?**

- Pomocí seismometru a vyjádření síly zemětřesení například na Richterové stupnici.

#### **❖ Jak vznikají?**

- Většina zemětřesení je způsobena pohybem litosférických desek.

#### **❖ Projevy**

- Od lehkých otřesů (chvějící se skleničky apod.) po silné otřesy, které způsobují velké materiální škody (praskání silnic a zdí nebo i zřícení celých domů).

### **Úkol 3: Z následujícího seznamu vyberte státy, v nichž se velmi často vyskytují silná zemětřesení.**

#### **Vybrané státy zakreslete do mapy v pracovním listu.**

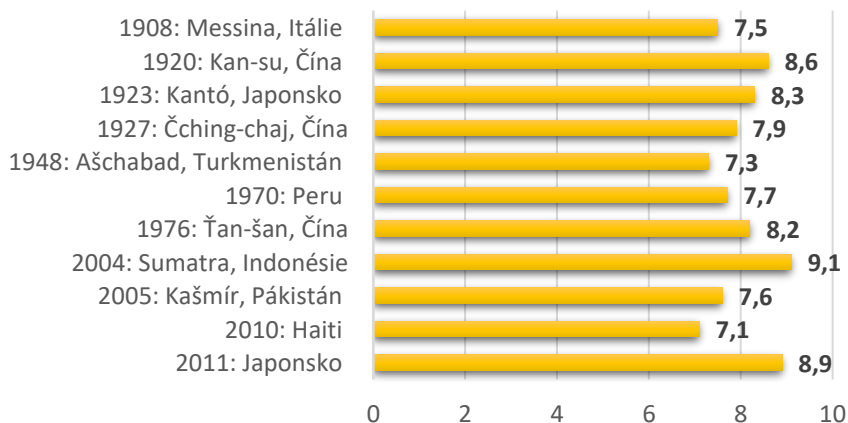
Česká republika – Čína – Dánsko – Estonsko – **Chile** – **Indonésie** – **Itálie** – **Japonsko** –  
Jihoafrická republika – **Mexiko** – Norsko – Polsko – Slovensko – Spojené arabské emiráty –  
Španělsko – **USA: Kalifornie** – Velká Británie



**Obrázek P.9.** Mapa s vyznačenými lokalitami s výskytem silných zemětřesení

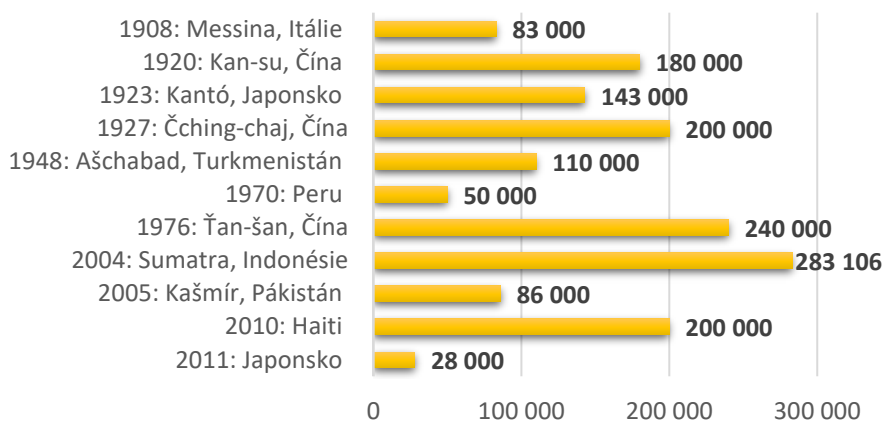
**Úkol 4: S pomocí grafů si připravte odpovědi na otázky uvedené níže.**

### Stupeň Richterovy škály



**Obrázek P.10.** Příklady zemětřesení v letech 1900 – 2015 (síla zemětřesení)

### Přibližný počet obětí



**Obrázek P.11.** Příklady zemětřesení v letech 1900 – 2015 (počet obětí)

- ❖ Ke kterému ze zmíněných zemětřesení došlo na území Evropy?
  - Messina, Itálie (1908)
- ❖ Které zemětřesení bylo nejsilnější?
  - Sumatra, Indonésie (2004)
- ❖ Které zemětřesení si vyžádalo nejvíce obětí?
  - Sumatra, Indonésie (2004)
- ❖ Které litosférické desky se setkávají v místech, kde zemětřesení uvedená v grafu vznikla?
  - Africká x Eurasijská, Eurasijská x Indická, Eurasijská x Filipínská / Severoamerická / Pacifická, Eurasijská x Indická, Eurasijská x Arabská, Jihoamerická x Nazca, Eurasijská x Indická, Eurasijská x Australská, Eurasijská x Indická, Severoamerická x Karibská, Eurasijská x Filipínská / Severoamerická / Pacifická

**Správné odpovědi k aktivitě ve SMART Notebooku (tučně je zvýrazněna správná odpověď').**

- ❖ Co je to hypocentrum?
  - A) místo v zemské kůře nebo plášti, kde dané otřesy vznikají**
  - B) bod na povrchu, který je nejbližší k oblasti vzniku otřesů
- ❖ Ohnisko zemětřesení je místo v zemské kůře nebo plášti, kde dané otřesy vznikají. Jak se toto ohnisko označuje?
  - A) hypocentrum**
  - B) epicentrum
- ❖ Co je to epicentrum?
  - A) bod na povrchu, který je nejbližší k oblasti vzniku otřesů**
  - B) bod pod povrchem, kde zemětřesení vzniká
- ❖ Co udává hloubka ohniska?
  - A) vzdálenost mezi epicentrem a hypocentrem**
  - B) jak hluboko je ohnisko pod vodou
- ❖ Podle hloubky ohniska rozlišujeme 3 druhy zemětřesení. Jaká to jsou? Vyberte správnou variantu.
  - A) mělká, středně hluboká a hluboká**
  - B) vysoká, střední, nízká
- ❖ Jaké druhy zemětřesných otřesů můžeme rozlišit?
  - A) pevninské a podmořské**
  - B) vysoké a nízké
- ❖ Co způsobují pevninské (= kontinentální) otřesy?
  - A) způsobují většinou okamžité škody na budovách a ztráty na životech**
  - B) jsou příčinou obrovských vln v moři
- ❖ Co způsobují podmořské otřesy?
  - A) jsou příčinou vzniku vln tsunami**
  - B) způsobují škody na budovách
- ❖ Jak se nazývá člověk, který se zabývá měřením zemětřesení?
  - A) seismolog**
  - B) seismograf
- ❖ Pomocí jakého přístroje lze zemětřesení měřit?
  - A) pomocí seismografu (= seismometru)**
  - B) pomocí provázku
- ❖ Jedna z tradičních stupnic užívaných při měření zemětřesení se nazývá:
  - A) Richterova**
  - B) Rankerova
- ❖ Jak se nazývá věda zabývající se zemětřesením?
  - A) seismologie**
  - B) seismografie



- ❖ Jaký rozsah má Richterova stupnice?
  - A) 1 – 9
  - B) 1 – 8
- ❖ Při jakém stupni Richterovy stupnice bude zemětřesení největší?
  - A) 9
  - B) 6
- ❖ Otřesy vznikají, když dochází k náhlému uvolnění \_\_\_\_\_. Doplňte vhodné slovo.
  - A) energie
  - B) vody
- ❖ Jakým způsobem vznikají nejčastěji zemětřesení?
  - A) při střetu litosférických desek
  - B) při sesuvu půdy
- ❖ Kde dochází k častým zemětřesením? Zvolte nejpřesnější odpověď.
  - A) Japonsko, Itálie, Kalifornie, Čína, Turecko
  - B) Japonsko, Česká republika, Kalifornie, Čína, Turecko
- ❖ Kde bylo naměřeno nejsilnější zemětřesení o síle 9,0 stupně Richterovy škály?
  - A) Chile
  - B) Argentina
- ❖ Čím se vyznačuje tektonický zlom?
  - A) pohybem dvou litosférických desek vedle sebe, kdy dochází k jejich tření
  - B) pohybem dvou katosférických desek vedle sebe, kdy dochází k jejich tření
- ❖ V jaké situaci dochází k zemětřesení?
  - A) když o sebe třou dvě litosférické desky
  - B) když jsou dvě litosférické desky alespoň několik desítek km od sebe
- ❖ Jak se jmenuje tektonický zlom v Kalifornii?
  - A) San Andreas
  - B) Santa Lucia
- ❖ Podle čeho je zlom San Andreas pojmenován?
  - A) podle jezera
  - B) podle osoby
- ❖ Zlom San Andreas byl poprvé identifikován v roce 1895 profesorem geologie Andrewem Lawsonem z Kalifornské univerzity v Berkeley.
  - A) pravda
  - B) nepravda
- ❖ Richterovu škálu vymyslel roku 1935 Charles Richter ve spolupráci s Benem Gutenbergem na Kalifornském technologickém institutu (Caltech).
  - A) pravda
  - B) nepravda
- ❖ Richterova škála se užívá jako jediná k měření zemětřesení.
  - A) pravda
  - B) nepravda
- ❖ Česká republika díky své geotektonické struktuře, kterou tvoří převážně blok Českého masivu, vykazuje malou seismickou aktivitu.
  - A) pravda
  - B) nepravda



## AKTIVITA 13: SENDVIČOVÁ TEKTONIKA

### Základní informace o aktivitě

Úloha žáky seznámí s vybranými technikami k zaznamenávání vrstev, které geologové využívají k sběru informací o formování hornin, relativním stáří a poruchách vyskytujících se v jednotlivých vrstvách. Hlavní předností úlohy je, že využívá běžně dostupné suroviny, tektonické poruchy jsou demonstrovány na sendviči. Žáci se seznámí s takzvaným vzorkováním, tj. technikou, kterou geologové používají k získání informací o skalních útvech, zahrnující vrtání do Země a vytahování vzorků horniny z mnoha vrstev daného útvaru.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s technikami využívanými ke studiu skalních útvarů a procesů, které je utvářely.
- ❖ Žák porozumí pojmům zlom, synklinála a antiklinála.
- ❖ Žák se učí interpretovat zjištěná data a vyvozovat příslušné závěry.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ aktivitu je vhodné realizovat ve skupinách (ideálně o 3 – 4 žácích)
- ❖ každá skupina bude potřebovat následující pomůcky: jeden krajíc bílého toustového chleba, jeden krajíc celozrnného toustového chleba, jeden krajíc tmavého žitného toustového chleba, dvě lžice žele, dvě lžice hrubého arašídového másla smíchaného s rozinkami, dva papírové talíře, plastový nůž, odměrku (popř. lžičku), průhledná plastová brčka (více kusů pro jednu skupinu)

### Časová dotace

- ❖ cca 35 – 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaké metody mohou geologové využívat pro studium skalních útvarů?
- ❖ Jaké události mohou ovlivňovat skalní útvary?
- ❖ Lze rozlišit pořadí, v jakém došlo k jednotlivým událostem? Která vrstva se tvoří jako první, druhá atd.?

### Úvodní motivace

- ❖ „Jakým způsobem geologové vlastně zjistí, jak jsou horniny a minerály uspořádány pod zemským povrchem. Mají k dispozici nějaké speciální postupy? Samozřejmě, že metod je několik a některé jsou velmi komplikované a finančně náročné. My si zkusíme vyzkoušet jednu ze základních metod, takzvané vzorkování, a navíc si jí vyzkoušíme s využitím něčeho, co důvěrně všichni známe – s obyčejným sendvičem. Pojdme se seznámit se sendvičovou tektonikou!“

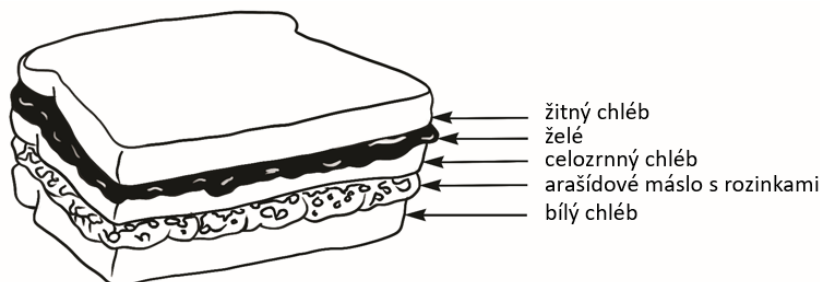
### Postup

- ❖ 1. Žáci si od učitele vyzvednou všechny potřebné pomůcky. Je ideální, pokud jsou nachystány například na tácech, které si jednotlivé skupiny rozeberou a vezmou na svá stanoviště.
- ❖ 2. Ingredience použité k přípravě sendviče představují různé vrstvy skalního útvaru. Žáci mají volnost ve výběru toho, jaká ingredience představuje konkrétní vrstvu horniny. Například bílý chléb může představovat pískovec a arašídové máslo může představovat slepenec. Žáci následně zaznamenají názvy do tabulky 1 a vytvoří zástupný grafický symbol pro každou vrstvu. Tyto symboly pak budou používat v následujících aktivitách při vytváření různých diagramů. Je tedy vhodné žáky upozornit, aby si volili symboly, které si nejsou příliš podobné a snadno se kreslí.

Použitá ingredience	Název reprezentované složky	Symbol

Tabulka P.I. Přehled použitých ingrediencí, zastupujících symbolů a vrstev horniny, které představují.

- ❖ 3. Žáci položí krajíc bílého chleba na papírový talíř. Poté na bílý chléb namažou arašídové máslo, přidají celozrnný chléb, želé a žitný chléb. Připravený sendvič představuje skalní útvar s pěti vrstvami horniny (viz Obrázek 1). Na začátek lze žákům položit následující otázky: „Jak se liší jednotlivé vrstvy v sendviči?“ a „Jak se podle vás liší vrstvy hornin?“



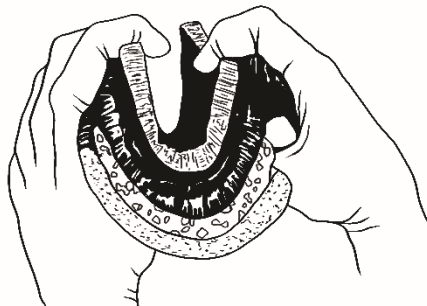
**Obrázek P.12.** Připravený sendvič a označení jednotlivých vrstev.

- ❖ 4. Důležitým krokem, který musí geologové provést při studiu konkrétního skalního útvaru, je určení relativního stáří různých vrstev hornin.
  - Která vrstva ve skalním útvaru (tzn. v sendviči) představuje nejstarší vrstvu hornin? Kde se tato vrstva nachází? Žáci by měli svou odpověď vysvětlit.
- ❖ 5. Důležité je také uvědomit si, jak dané vrstvy útvarem procházejí. Někdy geologové naleznou vrstvy, které jsou ploché (v horizontálním směru), stejně jako připravený sendvič, často jsou ale vrstvy ohnuté a rozbité. Aby si toto žáci vyzkoušeli, tak vezmou připravený sendvič (zespodu budou držet bílý chléb) a ohnou jej tak, aby vytvořili oblouk (Obr. 2). V níže připraveném diagramu žáci označí symboly jednotlivé vrstvy hornin, které mají zaznamenané v tabulce 1. Žákům je vysvětleno, že skalní útvary, které tvoří oblouk směřující vzhůru, se nazývají **antiklinály**.



**Obrázek P.13.** Vytvoření antiklinály.

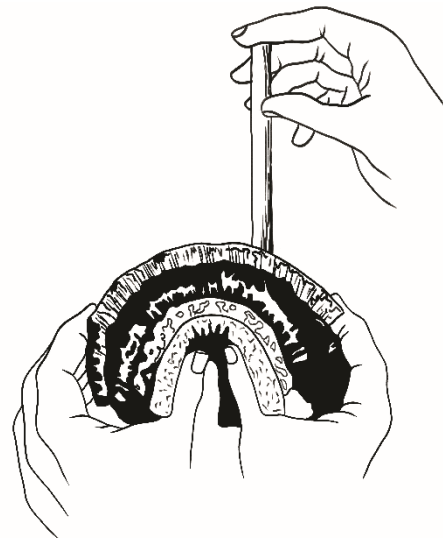
- ❖ 6. Nyní žáci ohnou připravený sendvič směrem dolů, aby vytvořili žlab. Opět by měl být držen světlý chléb v dolní části (Obr. 3). A shodně jako v předchozím úkolu zakreslí do diagramu symboly jednotlivých vrstev z tabulky 1. Žákům následně vysvětlíme, že skalní útvary, které tvoří oblouk směřující dolů, se nazývají **synklinály**.



**Obrázek P.14.** Vytvoření synklinály.



- ❖ 7. Jak již bylo zmíněno, tak geologové se zabývají také relativním stářím různých vrstev hornin ve skalním útvaru, čímž se jim trochu vysvětlují události, který vznik formace mohly významně ovlivnit.
  - Která vrstva ve vytvořeném skalním útvaru je nejstarší, která je nejmladší?
  - Byl útvar nějak deformován?
  - Byl ohnut nahoru či dolů před vytvořením původních vrstev nebo až po něm?
- ❖ 8. Jeden žák ze skupiny opět vezme sendvič do ruky tak, aby byl bílý chléb v dolní části, a následně jej opatrně ohne, aby vytvořil oblouk. Ostatní žáci ve skupině pak pomocí průhledných plastových brček odeberou tři vzorky z různých míst (Obr. 4).
  - Žáci zatlačí brčko do sendviče shora dolů a ujistí se, že brčko drží ve svislé poloze, bez ohledu na to, zda jsou vrstvy hornin v sendviči vodorovné nebo ne. Žáci se však musí ujistit, že udržují útvar správně orientovaný, aby si pamatovali, která strana sendviče je jeho horní částí a která strana je spodní částí. Poté, co žáci odeberou tři základní vzorky, sepíší výsledky svých vzorků do prázdných válců zakreslených v pracovním listu a opět použijí symboly z tabulky 1, aby označili jednotlivé vrstvy.



**Obrázek P.15.** Způsob odebrání vzorků.

- ❖ 9. Žáci zopakují předchozí krok, akorát sendvič bude tentokrát ohnutý směrem dolů (bude tvořit koryto). Stejným postupem jako u předchozího úkolu žáci zakreslí své výsledky do prázdných válců v pracovním listu.
- ❖ 10. Někdy mohou být skalní útvary zcela rozbité, namísto toho, aby byly jen ohnuté. Pokud chceme s žáky tuto situaci simulovat, tak rozřízneme sendvič na polovinu. Žáci budou držet jednu z polovin v levé ruce, druhou v ruce pravé. Vyzkouší si posunout jednu polovinu nahoru nebo dolů vzhledem k druhé polovině. Shodují se vrstvy nebo došlo k nějaké změně? Žáci do rámečku v pracovním listu zakreslí boční pohled na situaci, kterou pozorují.
- ❖ 11. To, co žáci vytvořili posuny polovin sendviče, je příklad takzvané vertikální poruchy. Pohyb vrstev hornin podél vertikálního zlomu může být způsoben například zemětřesením. Dalším typem poruch jsou takzvané boční poruchy. Ty si žáci mohou nasimulovat tím, že posunují obě poloviny sendviče jednu kolem druhé ve stejné úrovni. I pohyb horninových vrstev podél bočních zlomů může být způsoben zemětřesením.
- ❖ 12. Při pohledu na sendvič s vytvořenou poruchou by žáci měli určit, která je nejstarší horninová vrstva.
  - Došlo k porušení dříve, než byly původní vrstvy vytvořeny?

### Otázky pro žáky

- ❖ 1. Sendvič slouží jako model vzhledu skalního útvaru. Jak účinný by byl tento model, pokud bychom chtěli sledovat nitro Země? Jaké další druhy modelů by bylo možné využít?
- ❖ 2. Popište pořadí událostí, které vytvořily vzorky pozorované ve skalním útvaru (viz krok č. 8). Která vrstva se vytvořila jako první, druhá atd. a kdy došlo k významným deformačním událostem?
- ❖ 3. Proč je důležité lokalizovat, kde se nacházejí různé geologické poruchy?



**Pracovní list k vytisknutí.**



## AKTIVITA 14: PRONIKNĚTE DO TAJŮ VULKANICKÉ ČINNOSTI

### Základní informace o aktivitě

Úloha věnující se sopkám, v níž si žáci zkusí samostatně nasimulovat sopečnou činnost a prozkoumají rozdílnou viskozitu lávy. Výhodou pokusu je jeho názornost, ale také skutečnost, že jsou v něm využívány běžně dostupné látky. Žáci na základě informací z doprovodného materiálu a výkladu učitele průběžně vyplňují pracovní list.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si upevní znalosti související s vnitřními geologickými jevy, konkrétně se sopečnou činností.
- ❖ Žák si osvojí jednoduché laboratorní postupy.
- ❖ Žák se učí pozorovat, interpretovat svá zjištění a vyvozovat příslušné závěry.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ aktivitu je možné provádět v běžné třídě, ale vhodnější je přírodovědná učebna
- ❖ pomůcky potřebné pro 1 žáka: větší tácek, sklenička, 1 balení plastelíny, 1 sáček jedlé sody, 2 sáčky potravinářského barviva, 1 špejle, 3 kapky mycího prostředku (saponátu), 40 ml octa, mistička medu, voda, 100 g hrubé mouky, čajová lžička, čistý papír (formát A4)
- ❖ pracovní list, psací potřeby

### Časová dotace

- ❖ cca 90 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Z jakých částí se skládá sopka?
- ❖ Jak vzniká vulkanická činnost?
- ❖ Jaký je rozdíl mezi magmatem a lávou?
- ❖ Jaké druhy sopek znáte?

### Úvodní motivace

- ❖ „Sopky jsou známým projevem vnitřních geologických jevů. Jejich výbuchy jsou efektní, ale zároveň velmi nebezpečnou podívanou. Co kdybychom si zkusili vyrobit vlastní „bezpečnou“ sopku přímo ve třídě? A zároveň se i podíváme, zda je všechna láva stejná. Nebo si myslíte, že se vlastnosti lávy mohou nějak lišit?“

### Postup

- ❖ 1. Učitel s žáky udělá stručný teoretický úvod k vulkanické činnosti. Úvod je možné udělat i řízenou diskuzí, v níž hlavní otázky budou následující:
  - Co to je vulkanická činnost a jak vzniká?
  - Jaké existují druhy sopek?
- ❖ 2. Žáci si vyzkouší pokus zaměřený na sledování různé viskozity lávy (viz pokus „Jak teče láva“).
- ❖ 3. Žáci si vytvoří vlastní vulkán (viz pokus „Vybuchující sopka“)
  - kvůli bezpečnosti je v této fázi nezbytně nutný dohled učitele, který zároveň může průběh pokusu komentovat (popř. nechá ho popisovat žáky samotné a následně jen upřesní jejich popis)
- ❖ Žáci vyplní pracovní list, následně proběhne společná kontrola a úklid pracovního prostoru.

### Postup pokusu „Jak teče láva“

- ❖ Žáci se v textu pracovního listu dozvěděli, že existuje různě hustá láva, která svými vlastnostmi ovlivňuje výsledný tvar sopek. S využitím běžně dostupných potravin si mohou žáci zkusit nasimulovat různou hustotu lávy a sledovat její vlastnosti.

- ❖ 1. Žáci lijí med na papír a sledují rychlost jeho pohybu.
- ❖ 2. V misce si následně zkusí vytvořit hustější podobu lávy pomocí hrubé mouky a vody. Z těchto dvou surovin vytvoří hustou kaši (Obr. P.3) a přenesou směs na papír a opět sledují její vlastnosti.
- ❖ 3. Oba typy vytvořených forem lávy se pokusí přiřadit v úkolu a 1 a 2 ke konkrétním příkladům vulkánů (pozn. první typ lávy odpovídá štítovým vulkánům, 2. typ stratovulkánům).



Obrázek P.16. Pomůcky k pokusu

### Postup pokusu „Vybuchující sopka“

- ❖ 1. Žáci si nachystají veškeré pomůcky.
- ❖ 2. Na střed tácku žáci položí skleničku a její strany obalí plastelínou, dokud nevytvoří tvar sopečného kužele.
- ❖ 3. Do „jícnu sopky“ nasypou jedlou sodu (cca 1 sáček) a dále přidají červené potravinářské barvivo.
- ❖ 4. Sodu s barvivem dobře promíchají pomocí špejle.
- ❖ 5. Do jícnu sopky přidají 3 kapky mycího prostředku.
- ❖ 6. Nakonec k vytvořené směsi přilijí 40 ml octa. Je vhodné, aby poté žáci raději ustoupili kousek od vytvořeného modelu.
- ❖ 7. Žáci sledují výslednou reakci a zaznamenávají si pozorované změny.



Obrázek P.17. Příprava pomůcek



Obrázek P.18. Příprava sopečného kužele.



Obrázek P.19. Nasypání jedlé sody.



Obrázek P.20. Přidání potravinářského barviva.





Obrázek P.21. Promíchání barviva a jedlé sody.



Obrázek P.22. Přidání mycího prostředku.



Obrázek P.23. Přilítí octa.



Obrázek P.24. Pozorování vzniklé reakce.

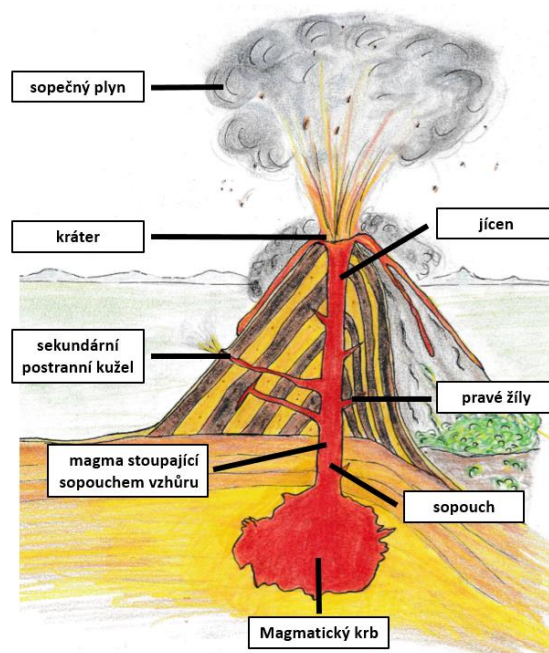


[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

1. Popište obrázek stavby sopky a pojmenujte její jednotlivé části.



Obrázek P.25. Popis stavby sopky – řešení

❖ O jaký typ sopky se jedná? **Stratovulkán.**

## 2. Jakým způsobem vzniká vulkanická činnost?

- ❖ Sopečná činnost, vzniká tam, kde se k zemskému povrchu dostává žhavé magma. Taková místa můžeme najít nejčastěji na rozhraní litosférických desek, případně tzv. horkých skvrnách. Magma, které vzniká roztavováním hornin hluboko pod zemským povrchem stoupá díky své nižší hustotě nahoru. Na zemském povrchu pak může vytvářet mnoho jevů, kterými je vulkanická činnost typická, a vznikají při nich vyvřelé horniny.

## 3. Zakroužkujte druh hornin, který do této skupiny nepatří.

zemské – vyvřelé – přeměněné – usazené

## 4. Vysvětlete následující pojmy. Jak se od sebe liší?

- ❖ magma: Hornina v roztaveném stavu nacházející se pod zemským povrchem.
- ❖ láva: Stejná hmota jako magma, nacházející se na zemském povrchu (po vylití ze sopky).
- ❖ vyvřelé horniny: Horniny vznikající krystalizací z magmatu, tj. přeměnou magmatu do pevného skupenství.

## 6. Vytvořte správné dvojice.



lakovit



struskový kužel

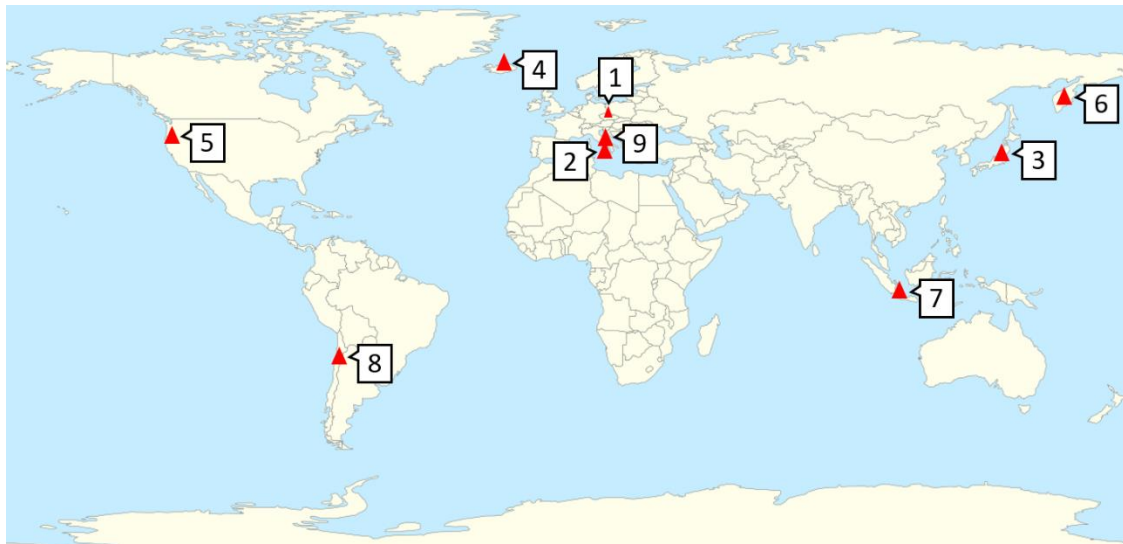


stratovulkán



šťítový vulkán

## 7. Pomocí atlasu najděte umístění sopek (dle tabulky níže) a doplňte do rámečků v mapě příslušná čísla. Do tabulky uveďte, ve kterém státě se jednotlivé sopky nacházejí. A určete, zda jsou stále aktivní či již neaktivní.

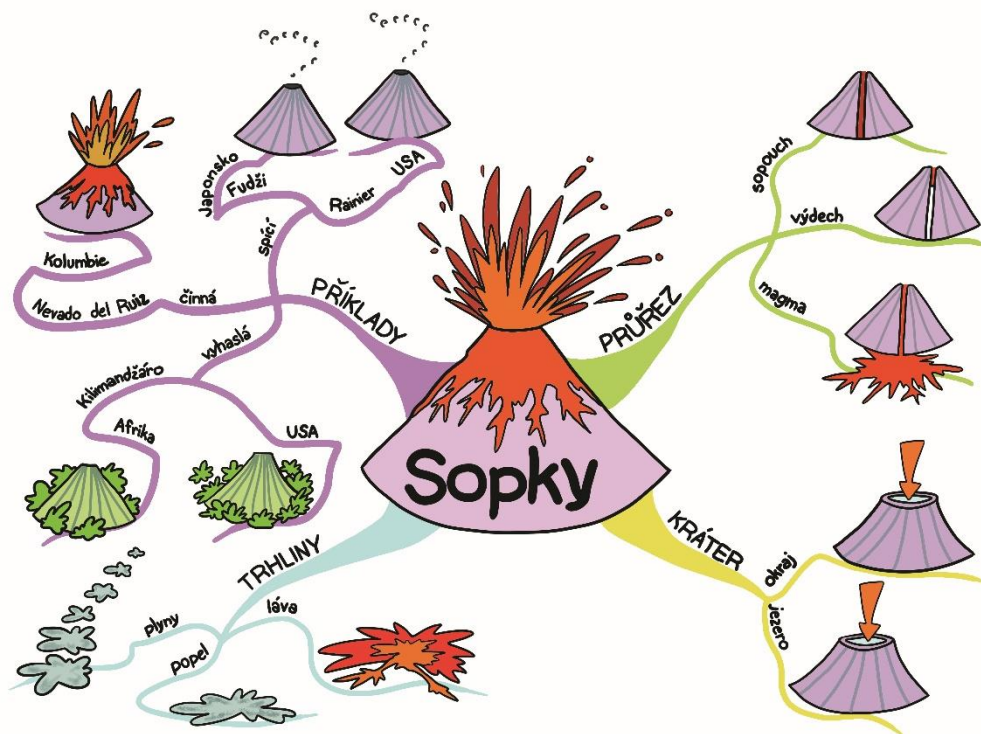


Obrázek P.26. Mapa s lokalitami vybraných sopek

	Sopka	Země	Aktivní / neaktivní
1.	Doubové hory	Česká republika	Neaktivní
2.	Etna	Itálie (Sicílie)	Aktivní
3.	Fuji	Japonsko	Aktivní
4.	Hekla	Island	Aktivní
5.	Hora St. Helens	USA (Washington)	Aktivní
6.	Ključevskaja	Rusko (Kamčatka)	Aktivní
7.	Krakatoa	Indonésie	Aktivní
8.	Ojos del Salado	Chile	Aktivní
9.	Vesuv	Itálie	Aktivní

### Možné modifikace

- ❖ V průběhu aktivity lze s žáky tvořit myšlenkovou mapu (např. Obr. P.27), popřípadě ji lze využít v samotném počátku aktivity za účelem zdůraznění klíčových pojmů a v závěru pro jejich upevnění.



Obrázek P.27. Ukázka myšlenkové mapy.

- ❖ Myšlenkové mapy mohou žáci tvořit i ve virtuálním prostředí pomocí různých programů, například Mind Maps. Pokud je ve výuce využívána platforma MS Teams, tak je možné využít doplněk MindMeister, v němž mohou žáci přispívat do jedné myšlenkové mapy, tvořit mapy vlastní, popřípadě hlasovat o různých návrzích na doplnění apod.



## AKTIVITA 15: LOVCI MAMUTŮ

### Základní informace o aktivitě

V rámci této aktivity žáci pracují s úryvkem z knihy Lovci mamutů od Eduarda Štorcha. Při této aktivitě si rozvíjejí schopnost práce s textem a třídění předložených informací. Žák se dozví také informace o chování pravěkých lidí, o výrobě nástrojů a o sociální struktuře života v tlupě. Mimo jiné se seznámí s jedním z epických žánrů – dobrodružnou literaturou.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s životem a možnými aktivitami lidí v pravěku.
- ❖ Žák si rozvíjí schopnost práce s textem a třídění předložených informací.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ úryvek z knihy Lovci mamutů (viz [pracovní list](#))

### Časová dotace

- ❖ 45 minut
- ❖ kniha může být čtena i v hodinách české literatury (toto dílo odpovídá doporučené četbě v 9. ročníku)

### Klíčové otázky

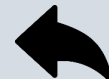
- ❖ Jakou zajímavou informací jste se v úryvku dozvěděli?
- ❖ Jakým způsobem lze podle ukázky ulovit mamuta?
- ❖ Kdo byl Eduard Štorch?

### Úvodní motivace

- ❖ „Chcete se ponořit do dávných dob, kdy se každý den rovnal boji o přežití? Chcete se seznámit s pravěkými lidmi a jejich praktikami lovu, životem a vztahy v tlupě? Tak neváhejte a pojdte si přečíst strhující příběh. Mimo jiné bude v knize představen i vznik jedné významné památky z této doby. Víc už nechceme prozrazovat, však se to dočtete sami.“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

#### 1. Vlastnosti ceněné lovci mamutů a příslušný úryvek textu.

- ❖ bystrost (*Bystrý Kopčem je vůdcem té malé tlupy...*)
- ❖ vytrvalost (*Vydrží běžet hustou travou...*)
- ❖ trpělivost (*Umí se plížit, stopovat zvěř...*)
- ❖ pohotovost (*Trefil ji pohotový Kopčem kamenem...*)
- ❖ nebát se bolesti (*Bolestivý trn vytáhl a běžel dál...*)
- ❖ hbitost (*Veverčák chňapl rukou a chytil velikou luční kobytku...*)
- ❖ odvaha (*Kopčem se neleká ani boje s úskočným vlkem...*)

#### 2. Na základě ukázky charakterizujte postavu Skopčema a Veverčáka.

- ❖ Kopčem a Veverčák byli nejlepší přátelé. Kopčem je oproti Veverčákovi bystřejší, rychlejší a více rozhodný. O kladných vlastnostech Kopčema se dočteme v následujících úryvcích.
  - „Zdá se, že bystrý Kopčem je vůdcem té malé tlupy. Ostatní hoši dělají všechno po něm.“
  - „Kopčem už ledacos sám dokázal. Liščí zuby navlečené na jeho náhrdelníku svědčí, že přemoh v boji již několik vzrostlých lišek. A co bílých zajíců, plachých svišťů a chutných lumíků ulovil, tím se tak silný a svižný hoch ani chlubit nebude!“
  - „Kopčem se neleká ani boje s úskočným vlkem, ani se zuřivým rysem, ba ani s potměšilým rosomákem!“

#### Bonusové otázky pro ty, kteří četli celou knihu.

- ❖ **Popiš různé způsoby lovu mamutů, které využívali pravěcí lidé v knize Eduarda Štorcha – Lovci mamutů.**
  - V knize jsou dvě možná řešení (v kapitole Mamuti a v kapitole Na mamuta).

❖ **Jak se nazývá figurka, kterou ztvárnil Njan svou zesnulou ženu Nianu? Jakým způsobem byla vyrobena a z jakého materiálu?** (Nápověda: Figurka byla nalezena v roce 1925 v pravěkém nalezišti v Jihomoravském kraji.)

- Figurka je nazvána podle místa nálezů: Věstonická venuše. Vytvarována byla z hlíny a následně vypálena v ohni.



## AKTIVITA 16: JAK VZNIKAJÍ KRÁPNÍKY?

### Základní informace o aktivitě

Aktivita simuluje působení vody na krasové útvary. Díky jednoduchému pokusu si žáci vyrobí vlastní stalagmit, stalaktit a stalagnát. Během aktivity se dozví, jak jednotlivé krápníky vznikají a spojením vizuálního vjemu si lépe zapamatují jejich názvy, které se často pletou.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se dozví, jak vypadá krápník a jakým způsobem vzniká.
- ❖ Žák se naučí rozlišovat jednotlivé druhy krápníků.
- ❖ Žák si osvojí jednoduché laboratorní úkony.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ vhodné je aktivitu realizovat v přírodovědné učebně
- ❖ 2 sklenice, provaz smotaný ze 4 kusů asi 35 cm dlouhé vlněné nebo bavlněné příze, lžička, talíř, noviny, soda na praní (uhličitan sodný)

### Časová dotace

- ❖ realizace trvá asi 20 minut, ale výsledek pokusu je k dispozici až po týdnu

### Klíčové otázky

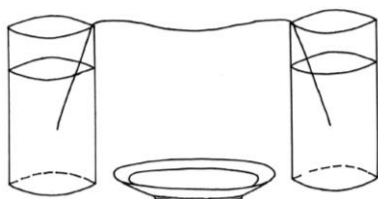
- ❖ Co je to krápník?
- ❖ Můžeme od sebe nějak krápníky rozlišit?
- ❖ Jakým způsobem vznikají krápníky?

### Úvodní motivace

- ❖ „Krápníky, které zdobí jeskyně, jsou krasové útvary vznikající rozpouštěním a opětovnou krystalizací vápence. Pokud se půjdete podívat do některé z krasových jeskyní ve svém okolí, tak zjistíte, že krápníky mají různé tvary, ale také rostou různým směrem. Rozlišují se stalagmity, krápníky rostoucí ze země směrem vzhůru, stalaktity, krápníky visící ze stropu jeskyně směrem dolů, a stalagnáty, které vznikají spojením postupně se zvětšujícího stalaktitu a stalagmitu. Co kdybychom si proces vzniku krápníků zkusili nasimulovat ve školní třídě?“

### Postup

- ❖ Žáci si připraví nasycený roztok sody na praní (uhličitanu sodného) a horké vody, který nalijí přibližně do poloviny objemu nachystaných sklenic.
- ❖ Mezi sklenice postaví talíř a umístí mezi sklenice provázek tím způsobem, aby jeho konce byly ponořeny do sklenic a jeho střed se nacházel nad talířem (viz Obr. P.37).



Obrázek P.37. Nákres provedení pokusu.

- ❖ Sklenice i s talířem žáci postaví na slunné místo. Je vhodné dát pod sklenice i talíř noviny, aby nedošlo k umazání podložky.
- ❖ V průběhu týdne žáci každý den sledují svůj pokus a zapisují si pozorované změny na provázku (pokus je vhodné ukončit v době, kdy dojde k odpaření veškerého roztoku ze sklenic).
  - Vysvětlení sledovaného jevu: Roztok postupně vzlíná po provázku, přičemž se roztok odpařuje a vznikají krystaly. Postupným odkapáváním roztoku na talíř se nejprve tvoří na středu provázku stalaktit a pod ním na talíři stalagmit. Pokud necháme probíhat pokus dostatečně dlouho, tak dojde k vytvoření stalagnátu.
- ❖ Do tabulky v pracovním listu žáci domalují obrázky jednotlivých typů krápníků.





### **Řešení pracovního listu**

❖ **1. Co je to krápník a jak vzniká? Vyhledejte.**

- Krápníky jsou krasové útvary, které vznikají rozpouštěním a opětovnou krystalizací vápence. Najdeme je zejména v krasových oblastech, tvoří výzdobu některých jeskyní.

❖ **2. Jaké rozlišujeme druhy krápníků? Vyhledejte.**

- stalagmit – krápník, který v jeskyni roste ze země nahoru
- stalaktit – krápník, který visí ze stropu dolů
- stalagnát – vzniká spojením postupně se zvětšujícího stalaktitu a stalagmitu

## AKTIVITA 17: VZNIK UHLÍ

### Základní informace o aktivitě

Krátká aktivita, při které se žáci zamyslí nad vznikem černého a hnědého uhlí.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák porozumí rozdílu mezi hnědým a černým uhlím, včetně procesů vedoucích k jejich vzniku.
- ❖ Žák se zamyslí nad alternativními zdroji energie.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ pracovní list, psací potřeby
- ❖ odborná či populárně naučná literatura, připojení k internetu

### Časová dotace

- ❖ cca 20 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaký je rozdíl mezi černým a hnědým uhlím?
- ❖ Jakým způsobem uhlí vzniká?
- ❖ Jaké další druhy uhlí znáte?
- ❖ Jaká alternativní paliva můžeme využít, abychom snížili objem uhlí, které je těženo?

### Úvodní motivace

- ❖ „Určitě jste se setkali s tím, že se hovoří o hnědém a černém uhlí. Rozdíl však není pouze v jejich barvě. Jak uhlí vůbec vzniká? A jak probíhá těžba? Zkuste si najít co nejvíce informací a nezapomeňte také na informace o tom, zda by nebylo možné uhlí nějak nahradit, aby těžba tolik nenarušovala krajinný ráz.“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ 1. Jaký je rozdíl mezi černým a hnědým uhlím?
  - Černé uhlí je více prouhelněné, tím pádem je i výhřevnější.
- ❖ 2. Jakým způsobem uhlí vzniká? Liší se tento proces u černého a hnědého uhlí?
  - Uhlí vzniklo složitou přeměnou odumřelé rostlinné a živočišné hmoty bez přístupu vzduchu a působím tlaku nadloží. Lze říci, že je v uhlí, podobně jako v případě ropy či zemního plynu, uskladněna energie slunečních paprsků, díky nimž rostla vegetace dávných rašelinišť a bažin. Uvádí se, že k vytvoření metrové sloje černého uhlí se musela nahromadit až třicetimetrová vrstva rašeliny a přesliček. Sloje černého uhlí mají paleozoické nebo mesozoické stáří (naše jsou z paleozoika, z karbonu), hnědé uhlí je většinou mesozoické (křídové) nebo terciérní (případ nalezišť v České republice). Černé uhlí je tedy starší a nachází se ve větších hloubkách.
- ❖ 3. Jaké další druhy uhlí znáte?
  - lignit, antracit
- ❖ 4. Jakým způsobem se uhlí těží?
  - povrchová těžba u hnědého uhlí, které je uloženo v menších hloubkách, podzemní těžba u černého uhlí (běžnější způsob)
- ❖ 5. Jaká alternativní paliva můžeme využít, abychom snížili objem uhlí, které je těženo?
  - Zdroje vodní, větrné a sluneční energie, energie z biomasy, a také nové technologie – např. způsoby efektivního spalování dřeva či slámy, či jiná syntetická paliva.



## AKTIVITA 18: VYTVORENÍ LOŽISKA

### Základní informace o aktivitě

V úloze si žáci názorně ověří, jak může vypadat ložisko ropy a zemního plynu. Úloha je zpracována jako jednoduchá forma bádání, v níž si žáci samostatně dané ložisko vytvoří a následně i detailně prozkoumají.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si osvojí základní znalosti o struktuře ložiska ropy a zemního plynu.
- ❖ Žák dokáže zdůvodnit, proč jsou vrstvy v ložisku ropy uspořádány v konkrétním sledu.
- ❖ Žák dokáže vyvodit závěr na základě realizace vlastního pokusu.
- ❖ Žák si osvojí vybrané kroky badatelského cyklu.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ uzavíratelná sklenice, štěrk, potravinářské barvivo, potravinářský olej, voda, psací potřeby

### Časová dotace

- ❖ cca 40 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jak vypadá ložisko ropy a zemního plynu?
- ❖ Jaké má ložisko ropy a zemního plynu vlastnosti?

### Úvodní motivace

- ❖ „Pokud má nějaký stát na svém území ložiska ropy a zemního plynu, tak to pro něj většinou znamená významný ekonomický zdroj. Chtěli byste mít také vlastní ložisko? Pojďme si ho zkusit vytvořit, ale zároveň se podívat na to, jakou strukturu takové ložisko ropy a zemního plynu má.“

### Postup

- ❖ 1. Žáci si nachystají pomůcky na svém pracovním místě.
- ❖ 2. Naplní celý objem sklenice štěrkem.
- ❖ 3. Do prostoru mezi póry nalijí přibližně do jedné třetiny objemu sklenice vodu obarvenou potravinářským barvivem, další třetinu vyplní olejem a zbývající třetinu nechají vyplněnou vzduchem.
- ❖ 4. Následně žáci sklenici uzavřou a pečlivě utěsní, aby z ní při manipulaci jednotlivé složky nevytekly.
- ❖ 5. V dalším kroku si žáci napíší vlastní domněnku k otázce, zda se mohou vrstvy v ložisku přesouvat či jejich sled bude stále stejný.
- ❖ 6. Žáci mají odhadnout, zda se změní sled vrstev oleje, vody a vzduchu, pokud sklenici obrátí vzhůru a obsah se nechá následně usadit.
- ❖ 7. Po zaznamenání svých domněnek žáci provedou popsany pokus, tzn. obrátí sklenici dnem vzhůru a pozorují, jaké nastanou změny.
- ❖ 8. Do pracovního listu zapisují pozorované změny a stručně zakreslí, zda se sled vrstev změnil.



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ Věděli byste, proč se olej a voda nesmíchají? A proč je olej nakonec v ložisku nad vodou?
  - Na základě rozdílných hustot těchto látek. Olej má menší hustotu než voda.
- ❖ Jak by se chovaly složky v ložisku zemního plynu? A co by se stalo, kdyby sklenice nebyla uzavřená?
  - Složky by zůstaly uspořádány stejně, ale vzduch by se smísil s tím venkovním a ze sklenice (ložiska) by unikl.



## AKTIVITA 19: HORNINOVÝ CYKLUS

### Základní informace o aktivitě

- ❖ Aktivita slouží k lepšímu pochopení horninového cyklu. Žák si zkusí během jednoduchého pokusu nasimulovat podmínky a děje, které se odehrávají uvnitř Země či na jejím povrchu a seznámí se se všemi druhy hornin a s vybranými postupy jejich přeměny.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se seznámí s druhy hornin a porozumí procesům jejich přeměny.
- ❖ Žák zjistí, jak probíhá horninový cyklus.
- ❖ Žák si osvojí jednoduché laboratorní postupy.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ aktivitu lze realizovat ve školní třídě, ale vhodnější je přírodovědná učebna
- ❖ 10 – 15 žvýkacích želé bonbonů (např. Jelly Beans), které lze roztavit, 1 lžice medu, 1 lžice škrobu, pečicí papír/alobal (dle potřeby při práci s horkou hmotou)

### Časová dotace

- ❖ 45 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaké druhy horniny znáte?
- ❖ Jakým způsobem probíhá horninový cyklus?

### Úvodní motivace

- ❖ „Víte, že to pod zemským povrchem pěkně žije? Přemýšleli jste někdy, co se pod povrchem děje? K jakým dějům tam může docházet? A proč na povrchu Země nalézáme „kameny“ různých druhů? Pojďme se na to podívat a některé z vybraných procesů si i nasimulujeme, abyste vše viděli na vlastní oči.“

### Postup

- ❖ 1. Bonbony představují horniny. Každá barva znázorňuje jeden typ horniny nebo minerálu, které vítr a voda rozložily během eroze. Žáci dají bonbony do misky, přidají med a kukuřičný škrob a celou směs zamíchají.



Obrázek P.28



Obrázek P.29



Obrázek P.30

- ❖ 2. Vzniklé pojivo drží úlomky hornin a minerálů u sebe. Vlivem času a tlaku (v tomto případě po ztuhnutí) dochází ke změně v zpevněný sediment a žákům vzniká zbrusu nová hornina.



Obrázek P.31

- ❖ 3. Žáci si vyzkouší vliv tepla a tlaku na nově vzniklou horninu. Vezmou „bonbónovou usazenou horninu“ a vytvoří z ní pomocí tepla a tlaku přeměněnou horninu. Pro zvýšení tlaku hmotu žáci zmáčknou, pro sledování vlivu teploty ji mírně rozehtejí v mikrovlnné troubě (cca 30 sekund za průběžného kontrolování). Po vyndání z mikrovlnné trouby nechají žáci nový vzorek na pečícím papíře vychladnout.
- ❖ 4. Po vychladnutí žáci vytvarují vzniklou směs opět do tvaru horniny a všímají si toho, že stále mohou pozorovat jednotlivé bonbony, ale celková struktura je již odlišná.



Obrázek P.32



Obrázek P.33

- ❖ 5. Třetí typ horniny v horninovém cyklu představuje magmatická hornina. Aby žáci změnili „bonbónovou horninu“ na magmatickou, tak jí musí nejdříve rozpustit v horké vodě na plotně (tuto část provádí raději učitel). Jakmile směs vychladne, žáci mohou pozorovat, že se jednotlivé části rozpustily a vytvořily jedolitou strukturu.



Obrázek P.34



Obrázek P.35



Obrázek P.36

- ❖ 6. Žákům zdůrazníme, že se jedná pouze o jednu část cyklu. Vyvřelá hornina se může měnit na usazenou i přeměněnou. Přeměněná se mění nejen na vyvřelou, ale i na usazenou, kdy se rozpadne zpět na úlomky. Usazené horniny mohou být stlačeny hluboko v Zemi a stát se vyvřelými horninami.



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



## AKTIVITA 20: VYTVOŘTE SI VLASTNÍ KRYSTAL

### Základní informace o aktivitě

Žáci si v této aktivitě vyzkouší jednoduchou tvorbu krystalů ze solného roztoku. Průběh pokusu budou žáci podrobně sledovat a popisovat pozorované změny. Vzhledem k pomalé rychlosti růstu krystalu je potřeba počítat s tím, že výsledky je možné sledovat až po několika dnech (popř. i týdnech).

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si vytvoří vlastní krystal soli.
- ❖ Žák se seznámí s faktory, které ovlivňují růst krystalů.
- ❖ Žák si osvojí zásady pozorování, záznamu dat a jejich interpretace.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ kuchyňská sůl (250 – 500 g), sklenice (objem cca 0,3 l), špejle, nit

### Časová dotace

- ❖ založení pokusu cca 15 minut
- ❖ výsledek pokusu se objeví po několika dnech (někdy i týdnech)

### Klíčové otázky

- ❖ Jak probíhá růst krystalů?
- ❖ Jak dlouho trvá růst krystalů?
- ❖ Jaké faktory mohou růst krystalů ovlivnit?

### Úvodní motivace

- ❖ „Víte, že i neživý předmět, v našem případě krystal, může růst? Vyzkoušejte si vytvořit vlastní krystal soli, nechte pokus probíhat dostatečně dlouho a porovnejte, jak velké krystaly vám vznikly a jaké mají tvary. Na průběh pokusu nespěchejte, procesy v přírodě mohou trvat hodně dlouho, ale určitě pozorně sledujte probíhající změny.“

### Postup

- ❖ 1. Žáci si připraví sklenici a nalijí do ní vlažnou vodu. Postupně budou vsypávat sůl a míchat, dokud se všechna sůl zcela nerozpustí.
- ❖ 2. Sůl přestanou vsypávat v momentě, kdy se jim podaří připravit nasycený roztok (tzn. další sůl se již nerozpouští).
- ❖ 3. Na kousek špejle uváže nit a její konec ponoří do solného roztoku.
- ❖ 4. Špejli je potřeba položit přes okraj sklenice tak, aby nit visela dolů do solného roztoku (nit bude podkladem pro vznikající krystal).
- ❖ 5. Sklenice s roztokem a špejlí je umístěna na suché, chladné a stabilní místo (nikoliv však do lednice).
- ❖ 6. Žáci si podrobně zaznamenávají změny do pracovního listu, sklenici kontrolují minimálně každé tři dny.
- ❖ 7. Pokus je ukončen v době, kdy se voda ze sklenice vypaří, popřípadě když už se krystaly nebudou dále zvětšovat.



[Pracovní list k vytisknutí.](#)





## AKTIVITA 21: URČENÍ TVRDOSTI A BARVY VRYPU

### Základní informace o aktivitě

V této aktivitě si žáci zkusí určit a porovnat tvrdost předložených nerostů. Druhá část úkolu je zaměřena na porovnání barvy vrypu vybraných nerostů.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se naučí určování vybraných nerostů dle jejich tvrdosti.
- ❖ Žák rozezná vybrané nerosty podle barvy vrypu.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ vzorky vybraných minerálů
- ❖ literatura, připojení k internetu

### Časová dotace

- ❖ cca 25 minut (1. úkol: 15 minut, 2. úkol: 10 minut)

### Klíčové otázky

- ❖ Jakými způsoby lze zjistit tvrdost minerálů?
- ❖ Jaké znáte tvrdé nerosty a k čemu se používají?
- ❖ Jakými způsoby lze zjistit barvu vrypu minerálů?

### Úvodní motivace

- ❖ „Když se podíváte na dva nerosty, tak často zjistíte, že jsou si vizuálně velice podobné. Jak je ale od sebe teda rozeznat, když vypadají skoro stejně? Vzhled je podobný, ale co jejich vlastnosti? Pojďme si některé postupy pro rozlišení nerostů na základě různých vlastnosti prakticky vyzkoušet.“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ K určování tvrdosti je vhodný mastek a křemen.
- ❖ Diamanty se používají jako řezné a brusné nástroje a ve šperkařství. Pro nedekorační účely se využívají i průmyslově vyráběné diamanty.
- ❖ Barva hematitu je červeno-šedo-černá, barva jeho vrypu je červená.

## AKTIVITA 22: URČENÍ PŘEDLOŽENÝCH NEROSTŮ

### Základní informace o aktivitě

V této aktivitě si žáci pokusí určit vybrané nerosty na základě jejich specifických vlastností. Výběr nerostů závisí na učiteli a také na dostupnosti daných přírodnin. V tomto případě lze i zohlednit regionální aspekt a vybírat takové vzorky, které jsou typické pro lokality v okolí školy či bydliště žáků.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák se naučí určovat předložené nerosty podle jejich specifických vlastností.
- ❖ Žák si osvojí jednoduché laboratorní postupy.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ náročnější na vybavenost školní sbírky nerostů
- ❖ voda, roztok kyseliny, sklo, neglazovaný povrch, magnet

### Časová dotace

- ❖ cca 30 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jakými způsoby lze zkoumat vlastnosti minerálů?

### Úvodní motivace

- ❖ „Když se podíváte na dva nerosty, tak často zjistíte, že jsou si vizuálně velice podobné. Jak je ale od sebe tedy rozeznat, když vypadají skoro stejně? Vzhled je podobný, ale co jejich vlastnosti? Pojďme si některé postupy pro rozlišení nerostů na základě různých vlastností prakticky vyzkoušet.“

### Postup

- ❖ Předložené nerosty žáci podrobí jednotlivým zkouškám.
- ❖ Ke zkoumání mohou využít vodu, roztok kyseliny, sklo, neglazovaný povrch, magnet, popřípadě i další pomůcky (např. i nesouvisející s jednotlivými zkouškami, aby žáci museli z nich vybírat).



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ Možný výběr nerostů, které žáci obdrží, jsou sůl kamenná (poznají ji na základě rozpuštění se ve vodě), křemen (rýpe do skla), mastek (lze do něj rýpnout nehtem), kalcit (po styku s kyselinou šumí, například se zředěným roztokem kyseliny chlorovodíkové), hematit (udělá červenou rýhu na neglazované ploše), magnetit (má magnetické vlastnosti).

## AKTIVITA 23: STAŇTE SE NA CHVÍLI GEOLOGEM

### Základní informace o aktivitě

V aktivitě se žáci pokusí určit předložené vzorky nerostů. Žáci si vyzkouší práci se zjednodušeným geologickým klíčem. Tato aktivita může být realizována i mimo školní třídu, například v rámci exkurze či přírodovědné vycházky. Výstupem aktivity může být i tvorba školní sbírky, která bude založena na vzorcích od žáků.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si vyzkouší praktické určování vybraných nerostů.
- ❖ Žák si osvojí práci s geologickým klíčem.
- ❖ Žák se seznámí se školní sbírkou, její organizací, případně ji může i doplnit o nové vzorky.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ vybrané vzorky nerostů (např. křemen, sůl kamenná, mastek, hematit, magnetit, ...)
- ❖ určovací klíč

### Časová dotace

- ❖ 30 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jakými způsoby lze zkoumat vlastnosti minerálů a hornin?
- ❖ Jak se pracuje s geologickým klíčem?

### Úvodní motivace

- ❖ „Jdete v přírodě a narazíte na zajímavý vzorek nerostu či horniny. Jak ho ale určit a správně pojmenovat? Určitě si nemůžete všechny postupy pamatovat, takže můžete využít zjednodušený klíč, který vám určení vzorku usnadní a bude vás krok za krokem vést až k jeho správnému pojmenování.“



**Klíč k určování vybraných vzorků.**



### Rada pro učitele

- ❖ Pokud nemáte ve škole úplnou sbírku, nevadí, můžete se žáky vyrazit na vhodné lokality (viz dále) a najít si vzorky společně. Další aktivitou může být tvorba školní sbírky. Pokud vám ve sbírce i tak budou nadále nějaké vzorky chybět, nezoufejte, v dnešní době jsou velmi rozšířené nejrůznější burzy (častěji tedy minerálů než hornin) a internet je plný nejrůznějších nabídek, zejména na sociálních sítích. Pokud do svého požadavku zadáte, že potřebujete vzorky na výuku, tak vám je někteří sběratelé pošlou třeba se slevou nebo někdy jen za poštovné.



## AKTIVITA 24: JURSKÝ PARK

### Základní informace o aktivitě

Odpočinková aktivita je věnována dinosaurům. Vzhledem k časové náročnosti je možné tuto aktivitu zařadit před volnými dny, popřípadě jako domácí projekt pro žáky.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si uvědomí užité poznatky z geologie ve filmovém průmyslu.
- ❖ Žák se seznámí s vybranými druhy dinosaurů a způsobem jejich života.
- ❖ Žák je schopen kriticky posoudit obsah filmu s ohledem na vědecké poznání.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ film Jurský park, dataprojektor či televize, psací potřeby a papíry
- ❖ aktivitu je možné zadat také jako domácí projekt

### Časová dotace

- ❖ 120 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Do jaké systematické skupiny patří dinosauři?
- ❖ Čím se dinosauři živili?
- ❖ Jaké druhy dinosaurů můžeme ve filmu poznat? Jak se od sebe liší?

### Úvodní motivace

- ❖ „Co se stane, když se skupina vědců pokusí vytvořit přírodní park s živými dinosaury? Aby park mohli navštívit první turisté, tak potřebuje schválení od skupiny expertů. Vlivem shody několika nepříjemných událostí se však vše významně zkomplikuje a nastane boj o holý život. Podívejte se sami, jak celé drama dopadne.“

### Postup

- ❖ Žáci se podívají na film Jurský park.
- ❖ Následně ve formě krátké slohové práce stručně popíší děj, popřípadě napíší charakteristiku některé z hlavních postav.
- ❖ Závěrem zodpoví otázky uvedené v pracovním listu.



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

- ❖ U prvního úkolu je možnou modifikací psaní charakteristiky vybrané osoby vyskytující se ve filmu.
- ❖ Druh býložravých dinosaurů, který si děti chtěly pohladit, se nazývá *Brachiosaurus*.
- ❖ Autorem knižní předlohy filmu je Michael Crichton. Film byl režírován známým režisérem Stevenem Spielbergem.

## AKTIVITA 25: NEROSTNÉ SUROVINY

### Základní informace o aktivitě

Aktivita se věnuje nerostným surovinám, jejich možnému využití a výskytu lokalit nalezišť, v nichž aktuálně probíhá těžba na území České republiky.

### Cíl aktivity

- ❖ Žák si zapamatuje, jaké suroviny jsou řazeny mezi nerostné suroviny.
- ❖ Žák si procvičí práci s mapou a s dalšími zdroji.
- ❖ Žák se zamyslí nad užitím nerostných surovin ve svém životě.
- ❖ Žák se seznámí s vybranými lokalitami těžby na území České republiky.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ pracovní list
- ❖ mapa či školní atlas, popřípadě přístup k internetu

### Časová dotace

- ❖ cca 40 minut

### Klíčové otázky

- ❖ Jaké rozlišujeme typy paliv?
- ❖ Jaké nerostné suroviny jsou těženy na území České republiky?
- ❖ Jaké nerostné suroviny užíváte v běžném životě?

### Úvodní motivace

- ❖ „Moderní společnost každý den užívá nepřeberné množství předmětů vyrobených z rozmanitých nerostných surovin. Dokážete některé z těchto předmětů vyjmenovat a zároveň určit, jaké suroviny se využívají pro jejich výrobu? Jaké suroviny máme k dispozici na našem území? Máme nějaké unikátní naleziště? Zjistěme to například pomocí mapy nebo internetu?“



[Pracovní list k vytisknutí.](#)



### Řešení pracovního listu

#### 1. Ve větách najděte nerostné suroviny.

- ❖ Burunduk páskovaný neboli veverka podzemní **plynatost** příliš netrpí.
- ❖ **Evropa burany** v oblibě nemá.
- ❖ Na hromadu **hlíny** krtek si sedá.
- ❖ **Kakao Lindě** ochutnat nedá.
- ❖ Posilněn mlékem **prst u hada** hledá.
- ❖ **Plazi nekradou** a nejí lidi.
- ❖ Velký dromedár **prská**, **menší** prská také.
- ❖ Nikdy nelži **ve** chlévě.

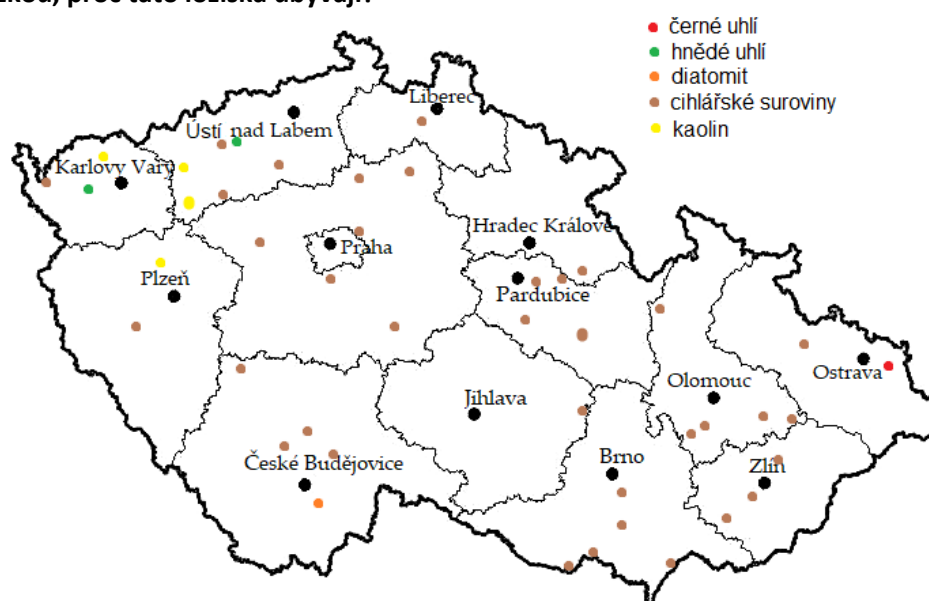
#### 2. Zařaďte pojmy do správné kategorie v tabulce.

- ❖ pevná paliva: hnědé a černé uhlí, hořlavá břidlice, rašelina
- ❖ kapalná paliva: ropa
- ❖ plynná paliva: zemní plyn

3. Věděli byste, jaké využití mají jednotlivé suroviny? Níže máte seznam různých způsobů využití vybraných surovin – zkuste je správně přiřadit k příslušné surovině.

Surovina	Výrobek
černé uhlí	koks
hnědé uhlí	svítiplyn, teplo, tepelná elektrárna
kaolin	keramika, porcelán
rašelina	bahenní zábaly, koupele
ropa	petrolej, léky, umělá hmota
sklářské písky	sklo
stavební kámen	dlažební kostky
vápenec	vápno, cement

4. Zakreslete do mapy nejméně 5 nerostných surovin těžených v současnosti na území České republiky. K znázornění lokalit těžby použijte různé symboly a vytvořte legendu. Zamyslete se nad otázkou, proč tato ložiska ubývají?



Obrázek P.38. Vybrané nerostné suroviny těžené v současné době na území České republiky

❖ Proč tato ložiska ubývají?

- Kvůli intenzivní těžbě a následné (zvyšující se) spotřebě nerostných surovin.

❖ 6. Vy, jako zástupci moderního člověka, každý den užíváte nepřeborné množství předmětů vyrobených z nerostných surovin. Napište všechny předměty, které jste použili od rána do této doby a zkuste odvodit, jaká nerostná surovina byla využita na jejich výrobu/transport/způsob použití. Vše zkuste zpracovat do přehledné tabulky.

- např. talíř z porcelánu (použit na výrobu kaolin), mobil, televize, přístroj, dopravní prostředek na cestu do školy, budova školy, plastová lahev, tužka...



## AKTIVITA 26: OD STROMU K PAPÍRU

### Základní informace o aktivitě

Úloha se zaměřuje na ekologické otázky spojené s těžbou dřeva, zejména na potřebu získávání surovin a množství jejich objemu pro výrobu věcí, které běžně využíváme v každodenním životě. Tématem je recyklace papíru, jako metoda opětovného využití již použitého papíru. Cílem je, aby si žáci uvědomili, jak je důležité třídít papír, a zamysleli se nad jeho spotřebou. Úloha je vhodným propojením poznatků z přírodopisu s postupy užívanými ve výtvarné výchově.

### Cíl aktivity

- ❖ Žáci si uvědomí množství surovin potřebných pro výrobu vybraných produktů.
- ❖ Žák si vyzkouší ruční výrobu papíru.
- ❖ Žák si uvědomí význam třídění odpadu a recyklace.
- ❖ Žák na základě vlastních zkušeností z provedení experimentu dokáže vyvodit příslušné závěry.
- ❖ Žák si osvojí vybrané laboratorní postupy a kompetence spojené s tvůrčí činností a prezentování závěrů.

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ vhodná je realizace v přírodovědné učebně
- ❖ žáci pracují ve skupině (ideálně 3 – 4 žáci) a každá skupina potřebuje následující pomůcky: staré papíry (již papíry použité – vhodné jsou již nepoužívané papíry popsané z jedné strany a z druhé strany čisté), staré noviny – 1 výtisk, hudba – zvuky ptáků, lesa apod., pastelky, hlubší plastová nádoba na papírovou hmotu, ponorný mixér/struhadlo, 2 desky na lisování (dřevěné/plastové, kovové), 2 kusy savé látky, závaží (např. hrnec s vodou nebo knihy), 2 listy balicího papíru (savého)
  - nepovinné pomůcky: barevné nitě a provázky, útržky papírků, krepového papíru, vylisované květiny apod. na ozdobení papíru

### Časová dotace

- ❖ cca 90 minut

### Klíčové otázky


- ❖ Jakým způsobem lze snížit spotřebu stromů na výrobu papíru?
- ❖ Kolik stromů je potřeba na výrobu různých produktů (např. školního sešitu)?

### Úvodní motivace

- ❖ „Často potkáváme nákladní vozidla naložená dřevem nebo při procházce v lese slyšíme zvuky motorových pil. Přemýšleli jste někdy o těžbě dřeva a jeho zpracování? Nebo o tom, jak a z čeho se vyrábí papír? Kolik stromů je podle vás potřeba na výrobu školního sešitu? A chcete si zkusit vyrobit vlastní ruční papír?“

### Postup

- ❖ 1. Vyučující navodí atmosféru, že se žáci nacházejí v lese (například pustí různé zvuky zvířat a lesa), rozdá žákům tzv. „šmíráky“ (již nepoužívané papíry popsané z jedné strany a z druhé strany čisté) a řekne žákům, aby si každý z nich načrtl strom.
- ❖ 2. Jakmile mají žáci stromy načrtnuté, tak jsou všechny jejich kresby shromážděny na jedné lavici a společně představují les.
- ❖ 3. Vyučující následně žákům položí otázku: Co je nutné se stromy udělat, abychom z nich mohli vyrobit papír? Žáci odpoví, že je stromy nutné pokácet. Každý si vezme tedy svůj nákres se stromem a přetrhne ho v polovině, čímž symbolizují, že tyto stromy jsou pokáceny.
- ❖ 4. Dále se učitel žáků zeptá, co se se stromy dál děje. Ze stromů se musí odstranit větve, tudíž žáci ze svých nákresů odtrhnou větve. Dalším krokem zpracování stromů je rozřezání na menší kusy, tudíž žáci nákresy roztrhají na menší kousek.

- 
- ❖ 5. Posledním krokem je přeprava dřeva do papírny, takže jsou všechny papírky přemístěny do plastové nádoby na papírovou hmotu, kde jsou roztrhány na ještě menší kousky, čímž je naznačeno další zpracování papíru v papírně.
  - ❖ 6. Učitel žákům promítne video na YouTube: Ruční papírna Velké Losiny – výroba ručního papíru. (délka 7:28, Ruční papírna Velké Losiny)
  - ❖ 7. Jednotlivé skupiny žáků zahájí přípravu vlastního ručního papíru. Do nádoby s již natrhanými výkresy se přidá ještě natrhaný jeden výtisk novin. Následně je do nádoby přidána teplá voda (přibližně 1 litr vody na 1 stránky novin).
  - ❖ 8. Papír se nechá ve vodě měknout (asi 15 minut) a po uplynutí této doby je rozmělněn mixérem, popř. nastrouhán na struhadle (v případě užití struhadla je nutné vymačkat ze směsi přebytečnou vodu). V tomto kroku je také možné papír obarvit sybkým potravinářským barvivem.
  - ❖ Žáci si nachystají podkladovou desku, na kterou rozprostřou savou látku a na ni položí list balicího papíru. Na tento podklad rozprostřou a vymačkají papírovou hmotu do požadovaného tvaru, aby po vyschnutí nebylo nutné již papír stříhat.
    - Volitelné: v tento moment je papír možné ozdobit (provázky, nitěmi, kousky barevného papíru, lisovanými květy).
  - ❖ 10. Hmotu je přikryta savým papírem, látkou a destičkou. Následně je zatížena závažím a tímto způsobem lisována několik hodin (cca 5 – 7 hodin).
  - ❖ 11. Po ukončení lisování žáci sejmou závaží a dosuší papíry volně na vzduchu. V následující vyučovací hodině (popř. ideálně další týden) budou papíry již zcela suché.
  - ❖ 12. Závěrečnou fází aktivity je vhodné věnovat diskuzi o náročnosti přípravy ručního papíru, možných postupů recyklace, jmenování výrobků, na které je potřeba využívat dřevo atd.



## PŘÍLOHA 2: PRACOVNÍ LISTY K AKTIVITÁM A PRAKTICKÝM ÚKOLŮM

**Poznámka:** Po kliknutí na ikonu v pravé části lze stáhnout pracovní list vytvořený v programu Microsoft Word (formát .docx), což umožňuje snadnou modifikaci daných materiálů.

- ❖ **Pracovní list:** Vytvořte si svou vlastní zkamenělinu
- ❖ **Pracovní list:** Časová osa vývoje Země
- ❖ **Pracovní list:** Staň se na chvíli astronomem
- ❖ **Pracovní list:** Koloběh vody a rozložení vody na Zemi
- ❖ **Pracovní list:** Poznejte více příběhů Joachima Barranda
- ❖ **Pracovní list:** Zjistěte, jak to bylo s Pangeou
- ❖ **Pracovní list:** Jak přišli dinosauři ke svým jménům?
- ❖ **Pracovní list:** Země se třese!
- ❖ **Pracovní list:** Sendvičová tektonika
- ❖ **Pracovní list:** Pronikněte do tajů vulkanické činnosti
- ❖ **Pracovní list:** Lovci mamutů
- ❖ **Pracovní list:** Jak vznikají krápníky?
- ❖ **Pracovní list:** Vznik uhlí
- ❖ **Pracovní list:** Vytvoření ložiska
- ❖ **Pracovní list:** Horninotvorný cyklus
- ❖ **Pracovní list:** Vytvořte si vlastní krystal
- ❖ **Pracovní list:** Určení tvrdosti a barvy vrypu
- ❖ **Pracovní list:** Určení předložených nerostů
- ❖ **Pracovní list:** Jurský park
- ❖ **Pracovní list:** Nerostné suroviny





## PRACOVNÍ LIST: VYROBTE SI SVOU VLASTNÍ ZKAMENĚLINU.

### Postup práce

1. Překryjte si pracovní plochu novinovým papírem.
2. Z modelíny si vytvarujte mističku se silnějším dnem. Silnější dno budete potřebovat, abyste si obtiskli celý objekt.



3. Jakmile máte nachystanou „formu“ z plastelíny, tak můžete připravovat sádrovou hmotu.
  - ❖ Učitel vám řekne, zda nyní využijete koupenou sádro. Pokud byste si měli vyrobit vlastní sádro ze sádrovce, tak se podívejte na druhou stranu protokolu, kde najdete postup přípravy.
4. Nalijte sádro do forem na zkameněliny.



5. Formu i se sádrou přeneste na novinách k oknu kvůli rychlejšímu uschnutí.
6. Po ztvrdnutí sádry odejměte plastelínu a prohlédněte si své „falešné“ zkameněliny.



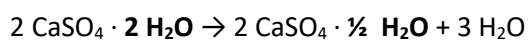
### Možné rozšíření úkolu: výroba sádry ze sádrovce

1. Sádrovec (minerál) rozdrťte na jemný prášek (např. pomocí kladívka).



2. Prášek ze sádrovce musíte zahřát, aby se odpařila voda. Získáte tak hemihydrát (sádry), kterou zahříváte až do té doby, dokud prášek není bílý.

❖ zahřátí je vhodné provést v nádobě z odolného skla nad kahanem

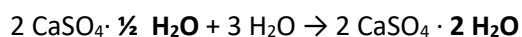


3. Nechte prášek vychladnout.



4. K výrobě sádrové hmoty je nutné dodat vodu (množství záleží podle dávky prášku). Vznikne kašovitá hmota (zamíchejte např. v seříznuté PET lahvi), kterou přemístíte do vytvořených forem (viz bod 4 na předchozí straně).

❖ hemihydrát se mění opět na dihydrát



## PRACOVNÍ LIST: ČASOVÁ OSA VÝVOJE ZEMĚ

Úkol 1: Jak dlouho trvala jednotlivá geologická období (v mil. let)? Nejprve zkus délku jednotlivých období odhadnout, následně vyhledej jejich skutečnou délku.

	Odhad	Skutečná délka
HADAIKUM	_____ mil. let	_____ mil. let
ARCHAIKUM	_____ mil. let	_____ mil. let
PROTEROZOIKUM	_____ mil. let	_____ mil. let
PALEOZOIKUM	_____ mil. let	_____ mil. let
MESOZOIKUM	_____ mil. let	_____ mil. let
TERCIÉR	_____ mil. let	_____ mil. let
KVARTÉR	_____ mil. let	_____ mil. let

Úkol 2: Spočítej v procentech, jak dlouho trvala jednotlivá geologická období.

	Délka období	Délka období v % (zaokrouhli na dvě desetinná místa)
HADAIKUM	_____ mil. let	_____ %
ARCHAIKUM	_____ mil. let	_____ %
PROTEROZOIKUM	_____ mil. let	_____ %
PALEOZOIKUM	_____ mil. let	_____ %
MESOZOIKUM	_____ mil. let	_____ %
TERCIÉR	_____ mil. let	_____ %
KVARTÉR	_____ mil. let	_____ %

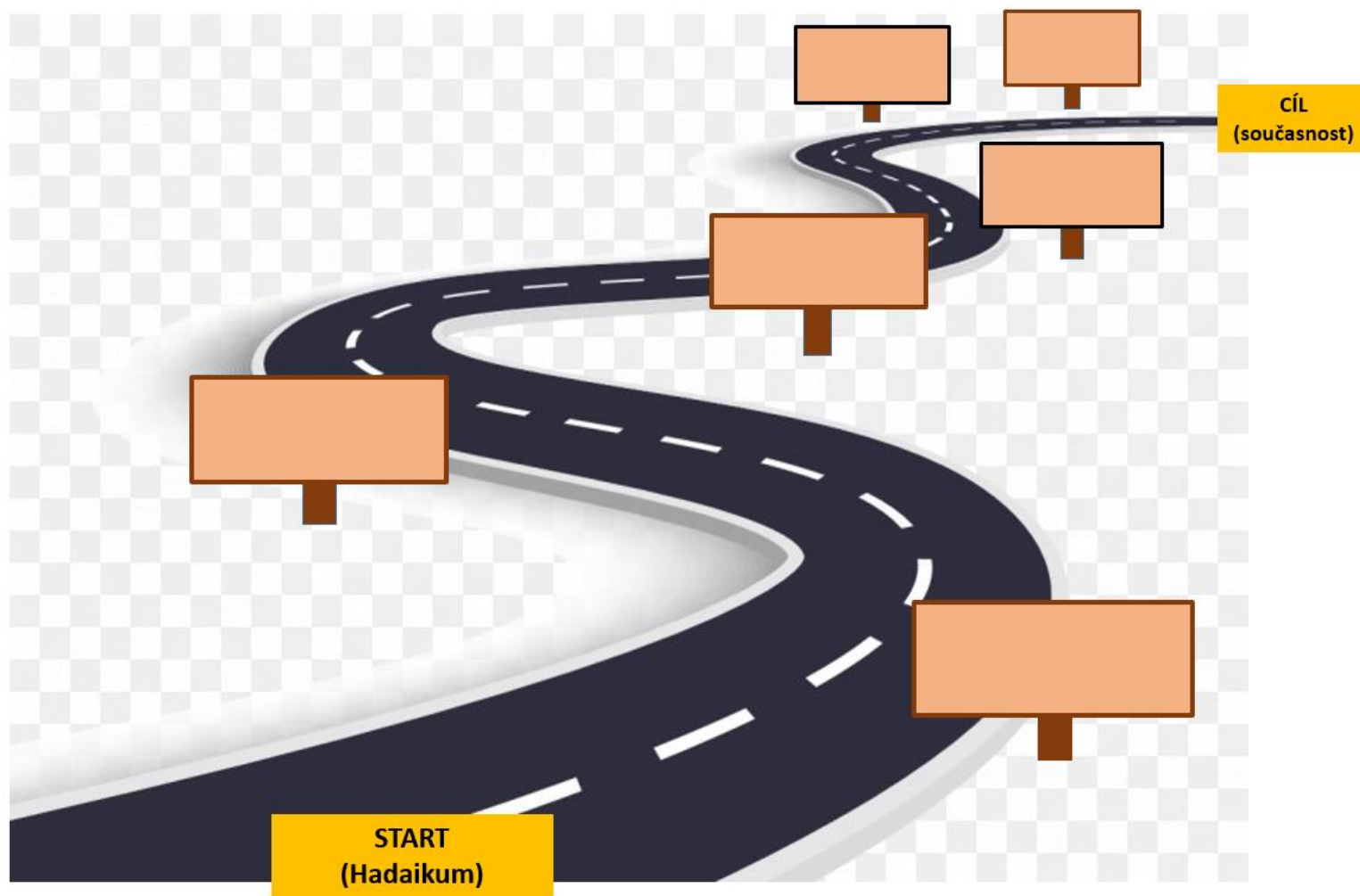
Proveď zkoušku, abys zjistil, že jsi počítal správně.

(Nápověda: Po sečtení všech procentuálních hodnot by Ti mělo vyjít 100 %.)

\_\_\_\_\_ ÷ 100%



Úkol 3: Doplňte do plánu naší společné geologické cesty jednotlivé zastávky, které představují geologická období včetně přibližné délky jejich trvání.





#### Úkol 4: Dokážeš odpovědět na následující otázky?

- ❖ 1. Kdy vznikla Země?

- ❖ 2. Vzpomenete si, jaké organismy v jednotlivých obdobích vznikaly?

- ❖ 3. Jaké metody používají geologové k prozkoumání Země? Vysvětli.

- ❖ 4. Jakými způsoby lze určit stáří Země? Vysvětli.

- ❖ 5. Co jsou fosilie? Uveď příklad.

- ❖ 6. Jaký význam má geologie?

PRACOVNÍ LIST: STAŇ SE NA CHVÍLI ASTRONOMEM

●●○○○○●●		Rok:		<b>Měsíční zápisník</b>				Měsíc:		●●○○○○●●			
<b>Pondělí</b>		<b>Úterý</b>		<b>Středa</b>		<b>Čtvrtek</b>		<b>Pátek</b>		<b>Sobota</b>		<b>Neděle</b>	
Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas
Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas
Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas



Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas
Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas	Datum	Čas

Pokyny:

Datum	Čas



Napište konkrétní datum a přesný čas, kdy jste pozorovali Měsíc.



Nakreslete obrázek, jak Měsíc v době pozorování vypadal.



## PRACOVNÍ LIST: KOLOBĚH VODY A ROZLOŽENÍ VODY NA ZEMI

**1. Na základě příběhu doplňte jednotlivá čísla oběhu vody do obrázku. Lze v příběhu kapky vody najít nějaké změny skupenství? Případné nalezené změny vypište do rámečku pod obrázkem.**

Ahoj, já jsem kapka vody. Máš pocit, že se neznáme? Opak je pravdou, podívej se na obrázek. Mám spoustu sourozenců, jsou všude kolem mě, vidíš je? Hovíme si tu a vytváříme tak celé toto moře (1). Jsme pěkně slané. Sluníčko svítí a pěkně hřeje.

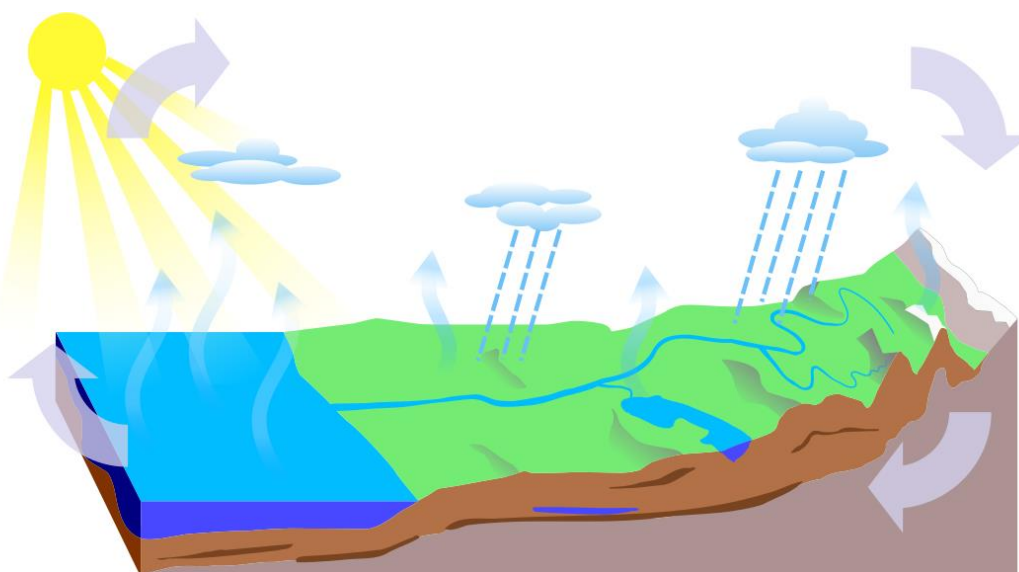
AÁÁÁ, co se to se mnou děje? Mizím...vytvářím páru, vypařuji se a stoupám vzhůru k nebi (2). Brr, tady je zima, v moři bylo lépe. Potkávám se tu se svými sourozenci, chytáme se za ruce a vytváříme spolu velký mrak (3).

Plujeme pěkně v klidu po nebi nad horami, lesy, poli, loukami i dokonce nad městy. Ty jo, tam je ale lidí, že? Dlouho neletíme, začíná pršet, snašíme se dolů k zemi zase jako kapky (4).

Dopadáme na zem, každý někam jinam. Já mám štěstí na měkký dopad a sjedu po obrovském listu. Spoustu mých sourozenců se se mnou loučí a vsakují se do země (5). Nezávidím jim tu tmě. Nestýská se mi, vím, že se zase shledáme na světle.

No i já se dlouho tady na povrchu neohřeju a už se řítím do potůčku, poté do potoka, do řeky (6). Hurá, to jízda. A už jsem zase v moři, šplouchám se tu, převaluji. To je pohodička. Postupně se objevují i moji sourozenci.

(upraveno z Černík et al., 2016)



Změny skupenství:

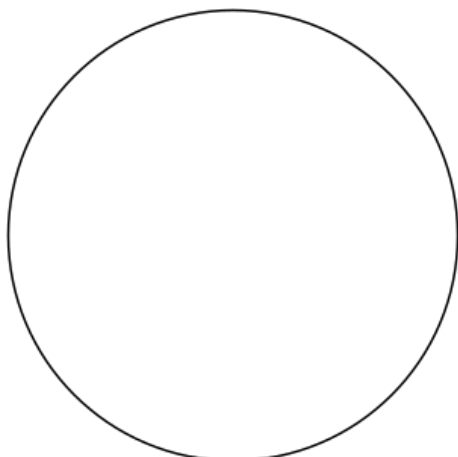
### Dokážete odpovědět na následující otázky?

- ❖ Co je to koloběh vody?

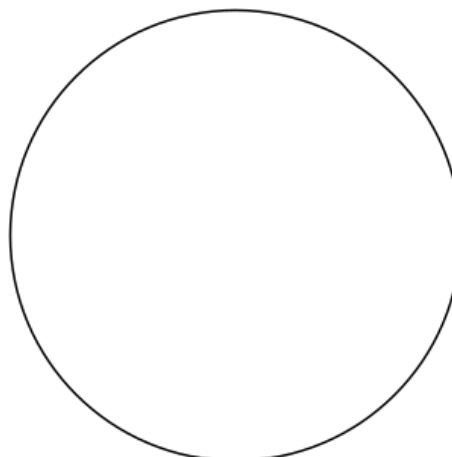
- ❖ Dokázali byste rozlišit takzvaný velký a malý koloběh vody? V čem se budou oba koloběhy lišit?

### 2. Rozložení vody na Zemi

- ❖ Do obrázků zakreslete procentuální zastoupení slané a sladké vody.



Poměr sladké a slané vody



Výskyt sladké vody

### Zodpovězte následující otázky:

- ❖ Kde je na Zemi uložena největší zásoba vody?

- ❖ Jaký je nejdůležitější zdroj pitné vody?

- ❖ V budoucnu nastane moment, kdy vody v některých částech světa nebude dostatek. Co by měli lidé dělat, aby se s vodou příliš neplýtvalo? Navrhněte některé postupy.



## PRACOVNÍ LIST: POZNEJTE VÍCE PŘÍBĚH JOACHIMA BARRANDA

### 1. Přečtěte si povídku Trilobit, která pojednává o životě Joachima Barranda.

#### Povídka: Trilobit


Když přešel Smíchov, aniž by něčemu věnoval zvláštní pozornost, zabočil na cestu k Radlicům vedoucí a odtud dal se směrem jižním po cestě do vrchu, po které se chodívalo do romantického údolí svatoprokopského. Cesta, po které se ubíral, nebyla mu neznáma... Stanul na nejvyšším temeni Dívčích hradů nad tzv. bílou stěnou, odkud je jedna z nejkrásnějších vyhlídek na Prahu a část jejího okolí. Poněkud nalevo viděl Hradčany a část Letné, pod tím a dále k východu smaragdové ostrovy, nesčetné domy a chrámy pražské, pak skoro již přímo před sebou Vyšehrad, Podol a dále napravo Bráník, ba i zalesněné výšiny nad Komořanským zámekem za Modřany... Minulost pro něho v okamžiku tom více neexistovala... Dlouho stál téměř bez pohnutí kochaje se čarokrásným pohledem.

Náhle zahřměla těsně pod ním hromová rána, provázená děsným rachotem, až půda kolem chvějivě zaduněla. V prvním okamžiku neměl ani potuchy, co to znamená. Učinil několik kroků kupředu a shledal, že stojí těsně nad kamennými lomy, ve kterých byl právě kámen prachem lámán... Tu a tam ležely hromady již nalámaného kamene, jinde menší hromady šterku... Opodál za skalní stěnou stálo nebo sedělo ve skupení několik mužských a ženských postav v nuzných a polorozedraných šatech, skaláci a skalačky, čekající, až navrtaná rána vyjde... Skaláci a skalačky právě šli zase po své práci. Někteří ze skupení ubírali se ke skalní stěně, jiní k některým hromadám kamení, kdežto ženy jedna po druhé zasedaly na zemi, aby větší kameny roztloukaly kladivem na šterku. Za nedlouho ozývaly se z lomů pádné, třaskavé rány kladiv a drsné hlasy skalákův. Porozhlédl se a vydal se cestou domů. Cesta vedla však především do lomu a teprve odtud oklikou k erární silnici, ke které měl monsiňor namířeno. V několika minutách octl se tudíž v samých lomech, takřka ve středu pracujících skaláků, kteří jej teprve nyní postřehli a jednak zvědavě a jednak udiveně k němu pohlíželi. I on rozhlédl se bezděky pozorněji kolem a postřehl postavy a tváře budící útrpnost a bázeň, zároveň v celku pak obraz rovněž tak prostý jako zajímavý – ba originální... Nejtrpnější pohled poskytovala obstarožná žena jedna, sedící jen několik kroků od neznámého před nevelikou hromadou šterku. Kolem leželo množství kamenů větších. V pravici držela těžké kladivo, kterým před chvílí rozdrtila veliký kámen před sebou... Napadlo ho, že by měl ubohé přece jen poskytnouti almužny. I vytáhl z kapsy něco drobných peněz a chtěl popojít k ženě.

Sotva však učinil několik kroků, stanul. Pozornost jeho upoutal kámen, ležící těsně na rozhraní stínu a slunečního jasu a lesknoucí se ve žhavě zarudlých paprscích slunce tak nápadně, že se cizinec bezděky shýbl a kámen zvedl. Popošel pak k ženě a hodil jí pár drobných do klínu, načež se obrátil a volným krokem opět se vzdaloval. Zahnul za první skalní balvan, podíval se na kámen, jež zvedl, a shledal, že je to praobyčejný šedý a zahnědlý kámen, jakým v okolí Prahy šterkují silnice... Ale náhodou jej obrátil a postřehl na něm symetrickou jakousi figuru. Měla vzdálenou podobu ráčka; od šiškovitého tělíčka rozbíhaly se totiž na obě strany vějířovité rýhy; neboť figura nebyla vypouklá, nýbrž do kamene vtlačena.

Nahodilost ta upoutala na chvíli pozornost cizince; ale posléze kámen přece jen zahodil a šel svou cestou.

Nicméně po několika minutách ho napadlo, že je to přece jen vzácná hříčka přírody nebo pouhé náhody, která by snad mohla zajímat jiné. I vrátil se, zvedl zahozený kámen, a strčil ho do kapsy, ubíral se zrychleným krokem k domovu... Octl se ve své ložnici a našel při svlékání kámen v kapse, nedovedl si monsiňor skoro již ani připomenout, proč ho vlastně zvedl a domů nesl. Příčina zdála se mu být tak malicherná, že kámen prostě odhodil. Náhodou zakutálel se kámen pod lože a byl by zůstal nepovšimnut a snad i úplně zapomenut, kdyby ho nebyla vymetla ze spod postele po několika dnech v nepřítomnosti pánově poklízající posluhovačka - madame Babette... I položila kámen prostě na pánův psací stůl, poklidila a vzdálila se...



Když se pán vrátil a zapomenutý kámen na svém stole našel, počal jej poznovu bedlivě prohlížeti. V duši jeho rojily se různé myšlenky, až pak šlehla duší myšlenka nad jiné intenzivnější. Napadlo ho, že je v mineralogii přece jen laikem a že by snad bylo dobré věnovat i této vědě větší pozornost nežli doposud.

A od této chvíle začal se systematicky zabývat i touto vědou. Kdybychom chtěli vypravovat, co následovalo, stopovali bychom více než půlstoletou činnost učence, který svým neúmorným bádáním první poodhrnul závoj, za neproniknutelný pokládaný, kterýmž byl zahalen přirozený vznik naší zeměkoule.

*(upraveno z Arbes, 1960)*

**Zodpovězte následující otázky:**

- ❖ Jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande prvního trilobita na našem území?

- ❖ Kdo to byl Jakub Arbes?

- ❖ Jaké postavy v povídce vystupují?

- ❖ Na jakých místech se povídka odehrává?

**2. Zkuste během 15 minut vymyslet krátkou básničku minimálně o deseti verších na téma „Trilobit“. V básničce musíte použít minimálně 5 slov z následujícího seznamu: Barrande, Barrandien, kámen, lom, Praha, skalačka, skalák, štěrk, trilobit, zkamenělina.**

**PRACOVNÍ LIST: ZJISTĚTE, JAK TO BYLO S PANGEOU**

**Vybarvěte si jednotlivé světadíly a popište je správnými jmény. Následně je vystříhňte a dejte je k sobě tak, aby z nich vznikl jeden superkontinent.**





## PRACOVNÍ LIST: JAK PŘIŠLI DINOSAUŘI KE SVÝM JMÉNŮM?

Autorem jména „dinosaurus“ je Richard Owen a jedná se o označení velmi výstižné. Dinosaurus znamená doslova „hrozný plaz“ (*deinos* = hrozný, *saurus* = plaz). Někteří zástupci totiž dosahovali hmotnosti 40 – 70 tun a výšky i přes 5 metrů. Obecně dostávali dinosauři svá jména podle určité charakteristiky, která je vystihovala. Pojďme tedy zapátrat, jaká zajímavá jména dinosaurů nalezneme a co nám o svých nositelích prozradí.



**Vyhledejte v literatuře nebo na internetu minimálně 5 příkladů názvů dinosaurů a zkuste odvodit, od čeho jsou tyto názvy odvozeny. Následně překreslete podobu vybraných dinosaurů do prázdného pole (dbejte na to, aby byly zdůrazněné charakteristické znaky daného zástupce).**

<b>Zástupce 1:</b>	<b>Zástupce 2:</b>
<b>Původ jména:</b>	<b>Původ jména:</b>
<b>Nákres:</b>	<b>Nákres:</b>



<b>Zástupce 3:</b>	<b>Zástupce 4:</b>
<b>Původ jména:</b>	<b>Původ jména:</b>
<b>Nákres:</b>	<b>Nákres:</b>

<b>Zástupce 5:</b>	<b>Zástupce 6:</b>
<b>Původ jména:</b>	<b>Původ jména:</b>
<b>Nákres:</b>	<b>Nákres:</b>

## PRACOVNÍ LIST: ZEMĚ SE TŘESE!

**Úkol 1: Provedte pokus a zodpovězte následující otázky.**

### Postup:

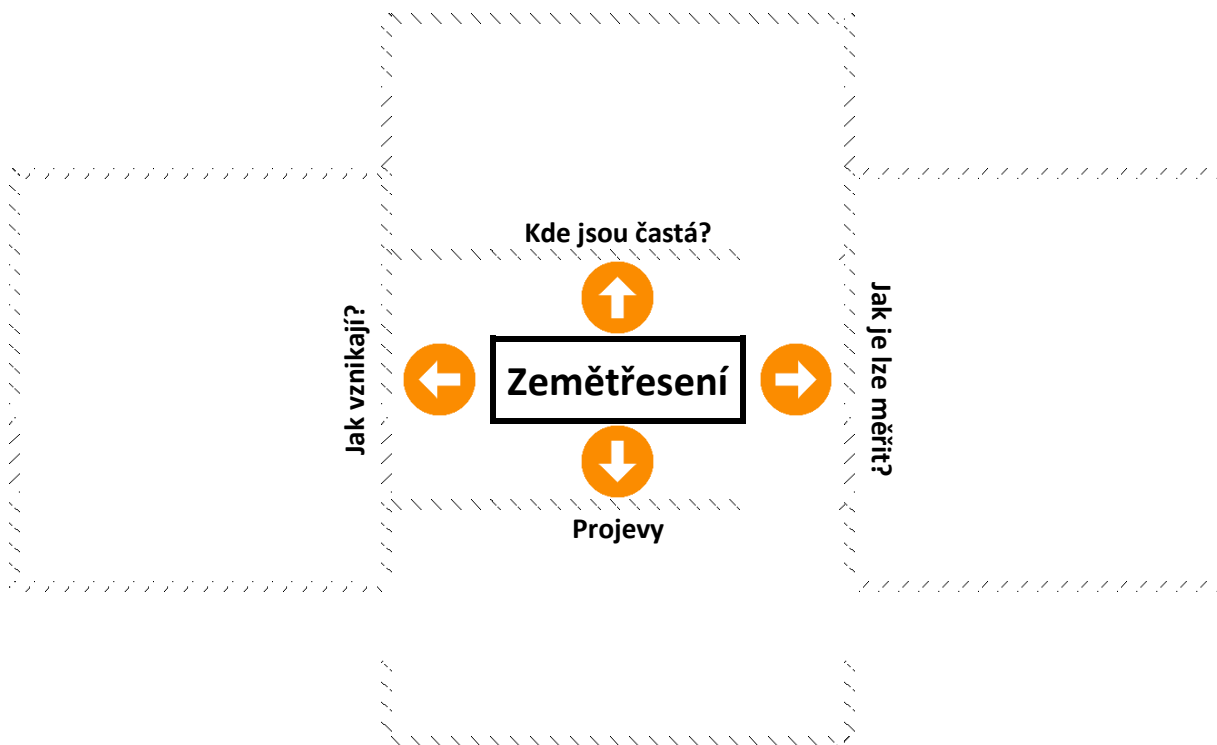
1. Prkénka postavte vedle sebe na vzdálenost cca 20 cm.
2. Položte na ně karton pomalovanou stranou nahoru.
3. Z kostek cukru postavte jednotlivé budovy. Snažte se stavět různé tvary a velikosti budov.
4. Jemně „klepejte“ do kartonu ve směru do epicentra.
5. Sledujte, co se stane s jednotlivými budovami.

**Jaké jste využili pomůcky?**

**Co jste pozorovali? Padaly všechny budovy ve stejnou dobu?**

**Jakým způsobem se můžete v případě zemětřesení chránit?**

**Úkol 2: Doplňte informace do pojmové mapy.**



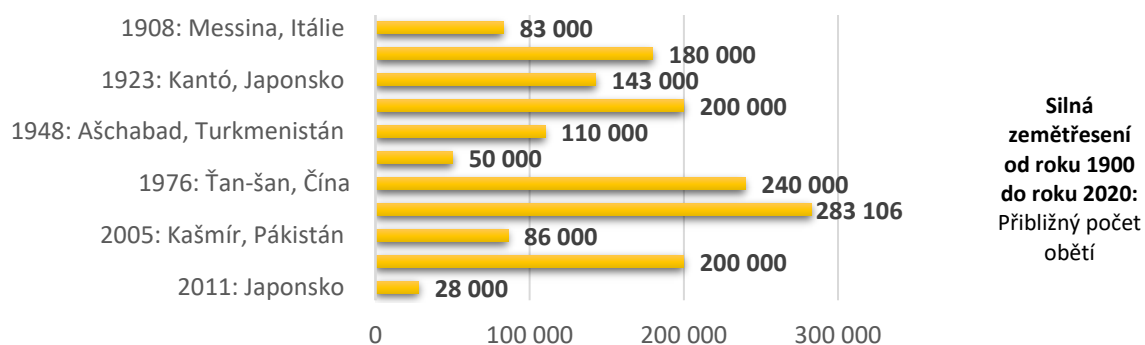
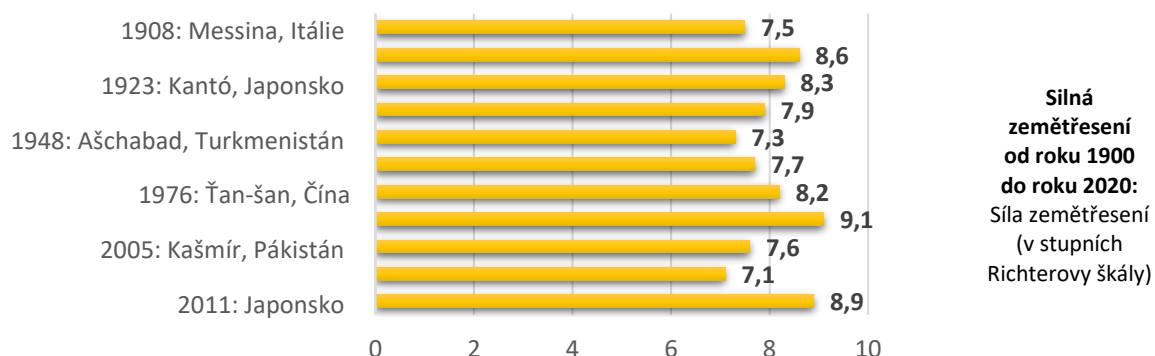


**Úkol 3: Z následujícího seznamu vyberte státy, v nichž se velmi často vyskytují silná zemětřesení. Vybrané státy zakreslete do mapy v pracovním listu.**

Česká republika – Čína – Dánsko – Estonsko – Chile – Indonésie – Itálie – Japonsko – Jihoafrická republika – Mexiko – Norsko – Polsko – Slovensko – Spojené arabské emiráty – Španělsko – USA: Kalifornie – Velká Británie



**Úkol 4: S pomocí grafů si připravte odpovědi na otázky uvedené níže.**



- ❖ Ke kterému ze zmíněných zemětřesení došlo na území Evropy?
- ❖ Které zemětřesení bylo nejsilnější?
- ❖ Které zemětřesení si vyžádalo nejvíce obětí?
- ❖ Které litosférické desky se setkávají v místech, kde zemětřesení uvedená v grafu vznikla?

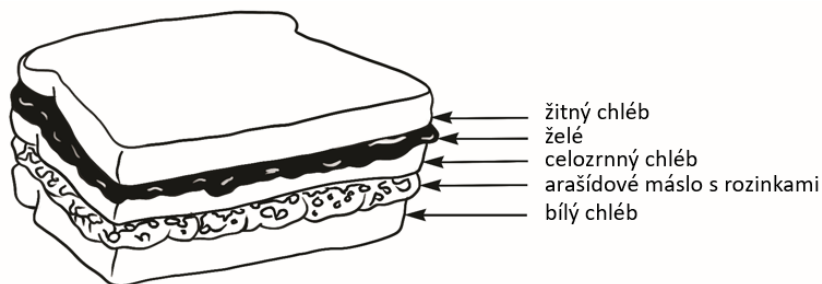
## PRACOVNÍ LIST: SENDVIČOVÁ TEKTONIKA

### Postup

- ❖ 1. Vyzvedněte si od učitele všechny potřebné pomůcky.
- ❖ 2. Určete si, jaká ingredience představuje konkrétní vrstvu horniny.
  - Například bílý chléb může představovat pískovec a arašídové máslo může představovat slepenec.
- ❖ 3. Vyplňte následující tabulku, v níž uveďte, jaké ingredience jste pro reprezentování jednotlivých složek zvolili. Pro každou složku si zvolte i grafický symbol. Je vhodné, abyste si zvolili takové symboly, které si nejsou příliš podobné a snadno se kreslí.

Použitá ingredience	Název reprezentované složky	Symbol
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

- ❖ 3. Položte krajíc bílého chleba na papírový talíř. Namažte na něj arašídové máslo, přidejte celozrnný chléb, želé a žitný chléb. Připravený sendvič představuje skalní útvar s pěti vrstvami horniny.

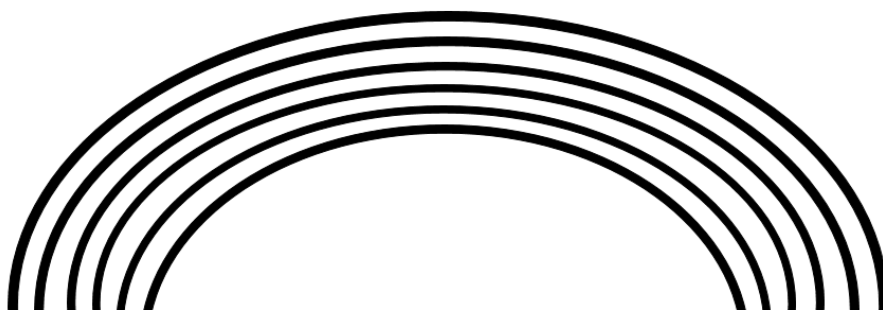


- ❖ 4. Důležitým krokem, který musí geologové provést při studiu konkrétního skalního útvaru, je určení relativního stáří různých vrstev hornin.
  - Která vrstva ve skalním útvaru (tzn. v sendviči) představuje nejstarší vrstvu hornin? Kde se tato vrstva nachází? Vysvětlete svou odpověď.

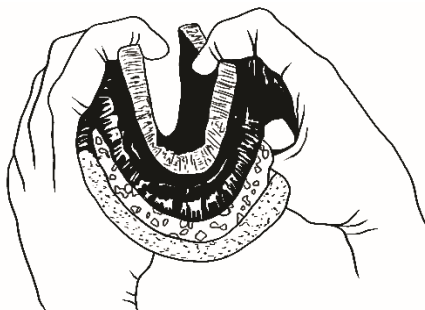
- ❖ 5. Jak dané vrstvy sendvičem ale procházejí? Někdy mohou geologové nalézt vrstvy, které jsou ploché (stejně jako váš sendvič), často jsou ale vrstvy ohnuté a rozbité. Abychom si toto nasimulovali, tak vezměte připravený sendvič (bílý chléb mějte na spodní straně) a ohněte jej tak, abyste vytvořili oblouk – vznikla takzvaná **antiklinála**.



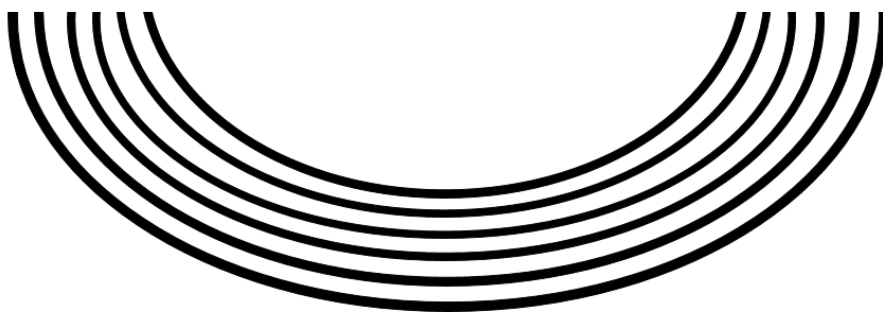
- ❖ 6. V níže připraveném diagramu označte symboly jednotlivé vrstvy hornin (podle značek, které jste uvedli do tabulky 1).



- ❖ 7. Nyní je čas na ohnutí sendviče směrem dolů tak, aby se vytvořil žlab – vytvoříme takzvanou **synklinálu**. Opět držte světlý chléb v dolní části.

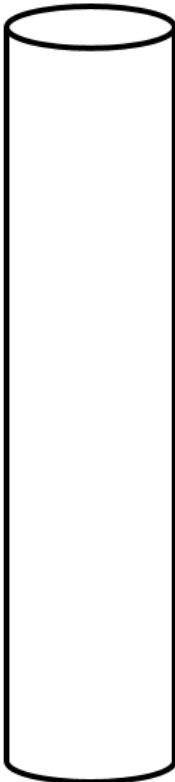
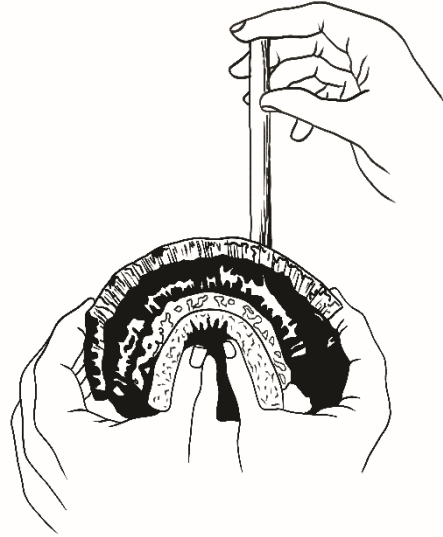


- ❖ 8. A stejně jako u předchozího bodu zakreslete do diagramu jednotlivé vrstvy.





- ❖ 9. Geologové se také zabývají relativním stářím různých vrstev hornin ve skalním útvaru, čímž mohou trochu vysvětlit události, které útvar formovaly. Většinou hledají odpovědi na následující otázky: 1) Která vrstva ve vytvořeném skalním útvaru je nejstarší, která je nejmladší?, 2) Byl útvar nějak deformován?, a 3) Byl ohnut nahoru či dolů před vytvořením původních vrstev nebo až po nich?.
- ❖ 10. Vezměte sendvič do ruky tak, aby byl bílý chléb v dolní části, a následně jej opatrně ohněte a vytvořte oblouk. Pomocí průhledných plastových brček odeberte tři vzorky z různých míst sendviče.
  - Odběr uděláte tak, že zatlačíte brčko do sendviče shora dolů a ujistíte se, že brčko drží ve svislé poloze (bez ohledu na to, zda jsou vrstvy hornin v sendviči vodorovné nebo ne).
  - Po odebrání třech vzorků (vzorek 1, 2 a 3), zaznamenejte výsledky svých vzorků do prázdných válců níže tak, jak jsou jednotlivé vrstvy uloženy (opět použijte symboly, které jste si zapsali do tabulky na začátku protokolu).



Vzorek 1

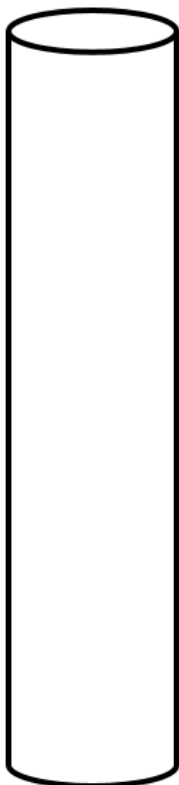


Vzorek 2



Vzorek 3

- ❖ 11. Předchozí krok zopakujte ještě jednou, ale sendvič nyní ohnete směrem dolů. A opět zakreslete složení vzorků (vzorek 4, 5 a 6) do válců níže.



Vzorek 4



Vzorek 5



Vzorek 6

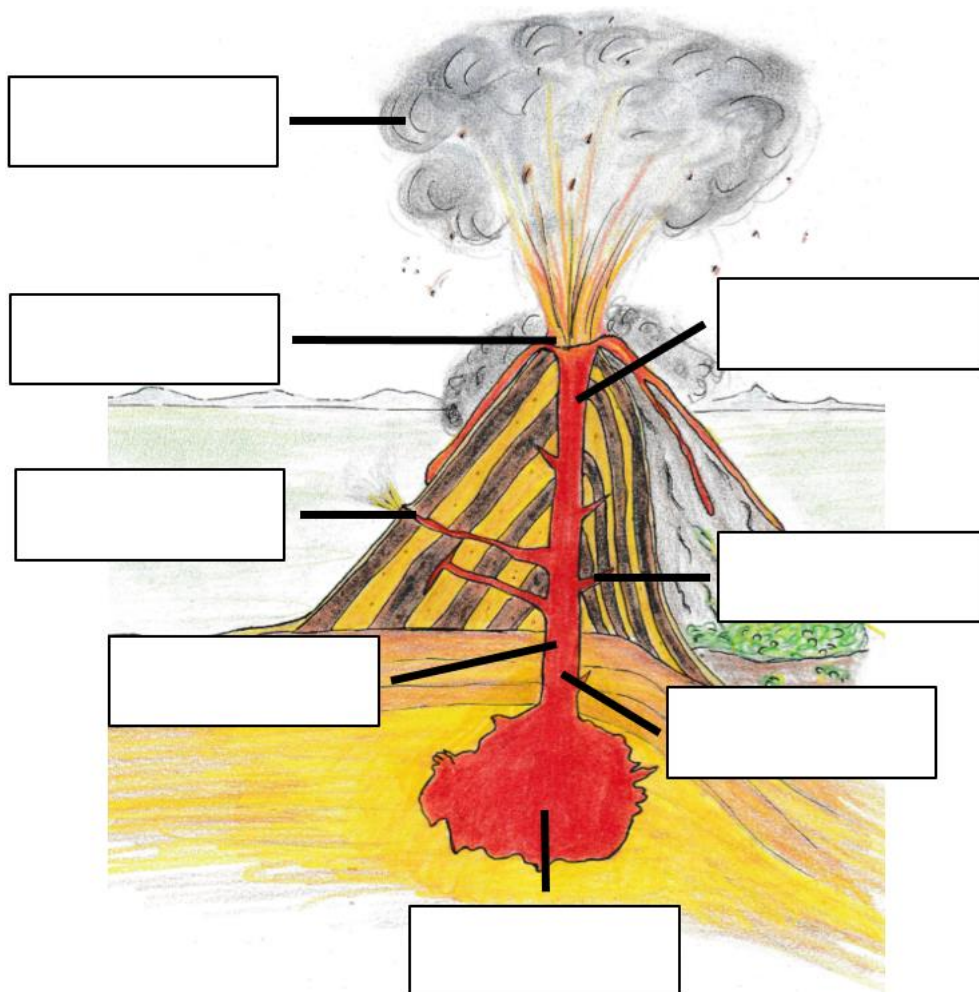
- ❖ 12. Někdy mohou být skalní útvary zcela rozbité a nikoliv pouze ohnuté. Rozřízneme sendvič na polovinu, jednu polovinu držte v levé ruce, druhou v pravé ruce. Posuňte jednu polovinu nahoru nebo dolů vzhledem k druhé polovině. Shodují se vrstvy nebo došlo k nějaké změně? Do rámečku zakreslete boční pohled na nově vzniklou situaci.



## PRACOVNÍ LIST: PRONIKNĚTE DO TAJŮ VULKANICKÉ ČINNOSTI

Zkuste odpovědět na jednotlivé otázky (bez použití doplňujícího materiálu). V závěru hodiny si své odpovědi můžete s tímto materiálem porovnat.

### 1. Popište obrázek stavby sopky a pojmenujte její jednotlivé části.



❖ O jaký typ sopky se jedná? \_\_\_\_\_

### 2. Jakým způsobem vzniká vulkanická činnost?

❖ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 3. Zakroužkujte druh hornin, který do této skupiny nepatří.

zemské – vyvřelé – přeměněné – usazené



#### 4. Vysvětlete následující pojmy. Jak se od sebe liší?

- ❖ magma: \_\_\_\_\_
- ❖ láva: \_\_\_\_\_
- ❖ vyvřelé horniny: \_\_\_\_\_

#### 6. Vytvořte správné dvojice.



struskový kužel



lakolit

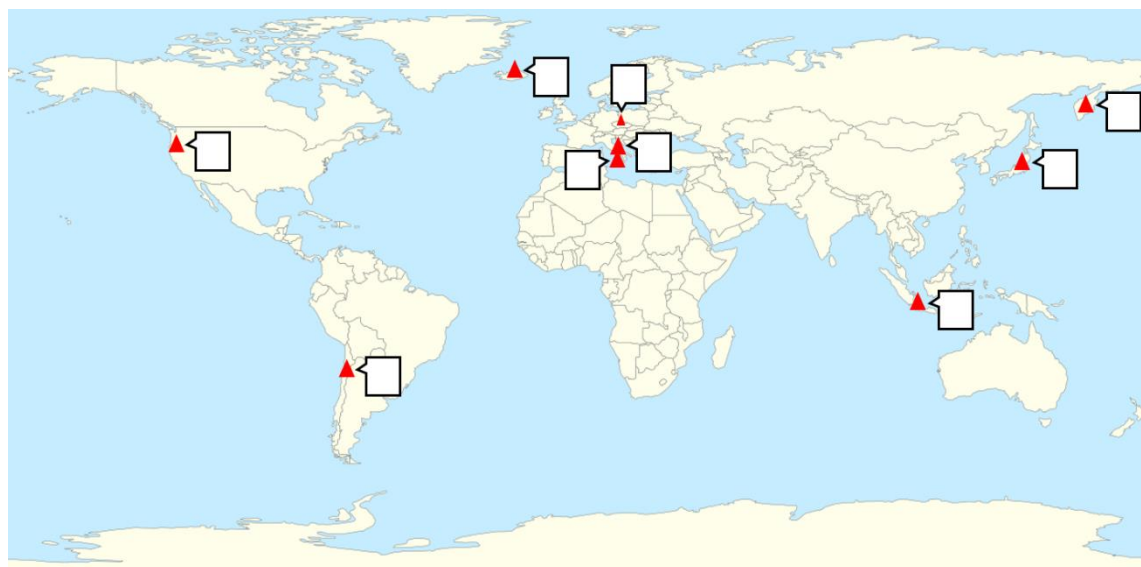


štitový vulkán



stratovulkán

7. Pomocí atlasu najděte umístění sopek (dle tabulky níže) a doplňte do rámečků v mapě příslušná čísla. Do tabulky uveďte, ve kterém státě se jednotlivé sopky nacházejí. A určete, zda jsou stále aktivní či již neaktivní.

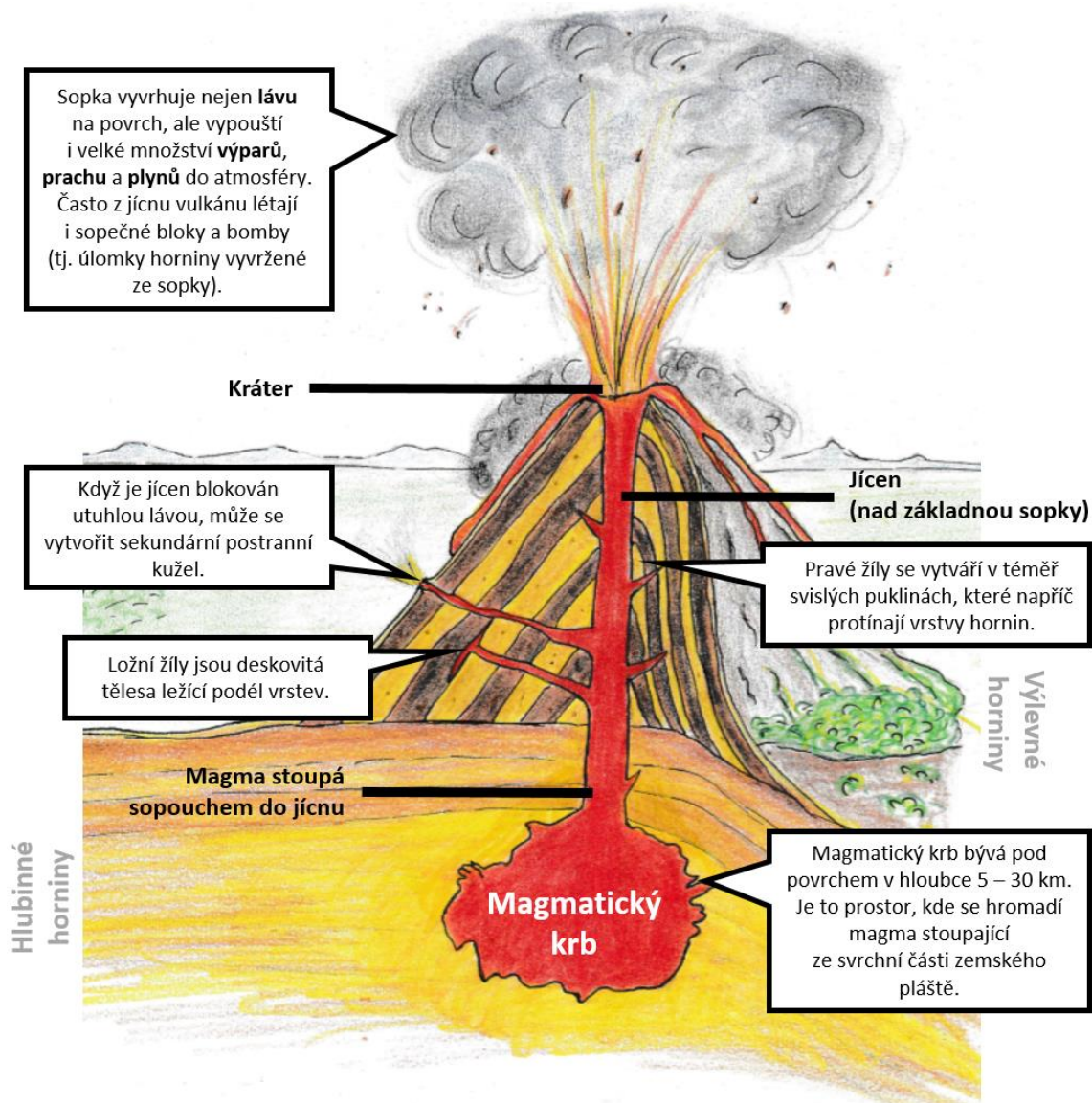


	Sopka	Země	Aktivní / neaktivní
1.	Doupovské hory		
2.	Etna		
3.	Fuji		
4.	Hekla		
5.	Hora St. Helens		
6.	Ključevskaja		
7.	Krakatoa		
8.	Ojos del Salado		
9.	Vesuv		

## PRONIKŇETE DO TAJŮ VULKANICKÉ ČINNOSTI – STUDIJNÍ MATERIÁL PRO ŽÁKY

Sopky (vulkány) se podobně jako zemětřesení vyskytují na hranici litosférických desek. Když tlak pod kůrou vzroste, magma (roztavená) hornina a plyn vstoupají vzhůru.

Magma chladne a tuhne v kůře, nebo může prorazit na povrch, kde se nazývá láva ( $t = 700 - 1\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Láva se může vynořit tenkými trhlinami, nebo může být vytlačena skrz širší sopouch a postupně vytvářet sopku.



### Vyvřelé horniny (magmatické)

- ❖ vznikly utužením roztavené hmoty (magnetu)
- ❖ k jejich vzniku byla nutná vysoká teplota
- ❖ často obsahují cenné rudy a minerály, např. diamanty, zlato a měď.
- ❖ **hlubinné** vyvřeliny
  - masa taveniny utuhla hluboko pod zemským povrchem (např. žula)
- ❖ **výlevné** vyvřeliny
  - vznikají utužením lávy na zemském povrchu nebo mělko pod povrchem (např. čedič)
- ❖ **žilné** vyvřeliny
  - obvykle tvoří menší tělesa (**žily**) a při jejich vzniku tavenina pronikla do puklin, které vyplnila a utuhla (např. pegmatit)

## Tvar sopek

Tvar sopky závisí na typu lávy, jak po výbuchu sopky daleko teče, a také na síle erupce. Viskózní láva je hustá a lepkavá a rychle chladne okolo jícnu – jak tuhne, vytváří strmý kužel (viz stratovulkán). Neviskózní láva je tekutá – než utuhne, může téct až několik kilometrů. Tato řídka, nejčastěji bazaltová, láva tvoří především štítové vulkány.

Když se erupce zastaví, magma v jícnu a kráteru se stane tuhým a vytvoří se „špunt“. Téměř po celém světě, mimo České republiky, můžeme najít stále aktivní sopky, které vybuchují se stálou pravidelností. Někdy se uchýlí ke spánku, kdy mezi jednotlivými erupcemi zůstávají v klidu. V České republice máme sopky vyhaslé, bez zásobárny žhavého magmatu – to znamená, že už nikdy nevybuchnou.

**Nejnámější vulkanické tvary:** stratovulkán, struskový kužel, štítový vulkán

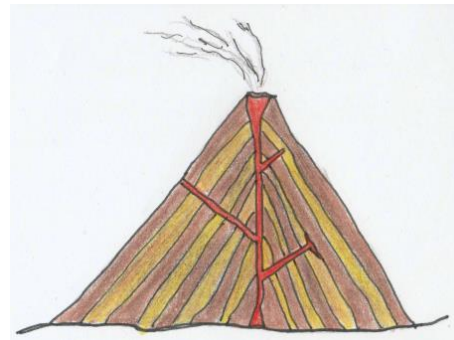


### Struskový kužel

- ❖ vytváří nejčastěji malé, pravidelné kužele s jedním centrálním jícnem zakončeným kráterem
- ❖ vzniká převážně nahromaděním strusek (tj. horninové kousky vyvrhované sopkou)
- ❖ např. Paricutín v Mexiku

### Stratovulkán

- ❖ můžeme zde pozorovat střídající se vrstvy lávy a popela, které vytvářejí kuželovité složené sopky se strmými svahy
- ❖ např. Vesuv v Itálii



### Štítový vulkán

- ❖ vzniká z neviskózní lávy
- ❖ je nízký, plochý
- ❖ např. Mauna Kea na Havaji

### Lakolit

- ❖ sopečný útvar, který často doprovází ostatní sopky
- ❖ jedná se o bochníkovité těleso utuhlé pod povrchem, které často nadzdvihne vrstvy ležící nad ním
- ❖ např. Bořeň a Bezděz v České republice





Dozvěděli jste se, že existuje různě hustá láva, která svými vlastnostmi ovlivňuje i výsledný tvar sopek. Pojďte si s využitím základních potravinářských surovin napodobit různou hustotu láv. Vyzkoušejte si, jak se liší jejich vlastnosti. A na základě svých zjištění přiřadte jednotlivé typy láv ke konkrétním vulkanickým tvarům, které mohou vytvářet.

#### Pomůcky

- ❖ med, hrubá mouka, voda
- ❖ mističky, čajové lžičky, čisté papíry

#### Postup pokusu „Jak teče láva“

- ❖ 1. Nalijte med na papír a sledujte rychlost jeho pohybu.
- ❖ 2. V misce si zkuste vytvořit hustější podobu lávy pomocí hrubé mouky a vody. Vytvořte z těchto dvou surovin hustou kaši a přeneste směs opět na papír a opět sledujte její vlastnosti.
- ❖ 3. Oba typy vytvořených forem lávy přiřadte ke konkrétním příkladům vulkánů.



Seznámili jste se s vlastnostmi láv, nyní si zkusíme vyrobit model vulkánu, který dokáže z běžných surovin používaných v kuchyni chrlit vlastní „lávu“.

#### Pomůcky

- ❖ větší tácek, sklenička (menší a s úzkým hrdlem), 1 špejle
- ❖ plastelína (1 balení/10 ks), 1 sáček jedlé sody, 2 sáčky potravinářského barviva (vhodné různé barvy), 3 kapky mycího prostředku (saponátu), 40 ml octa

#### Postup pokusu „Vybuchující sopka“

- ❖ 1. Nachystejte si veškeré potřebné pomůcky.
- ❖ 2. Na střed tácku položte skleničku a její strany obalte plastelínou, dokud nevytvoříte tvar sopečného kužele.
- ❖ 3. Do „jícnu sopky“ nasypete jedlou sodu (cca 1 sáček) a dále přidejte červené potravinářské barvivo.
- ❖ 4. Sodu s barvivem dobře promíchejte pomocí špejle.
- ❖ 5. Do jícnu sopky přidejte 3 kapky mycího prostředku.
- ❖ 6. Nakonec k vytvořené směsi přilijte 40 ml octa.
- ❖ 7. Sledujte výslednou reakci a zaznamenejte si pozorované změny.

## PRACOVNÍ LIST: LOVCI MAMUTŮ

**1. Přečtete si ukázkou z knihy Eduarda Štorcha – Lovci mamutů. Informace v textu využijte pro zodpovězení a vyplnění tabulky níže (ještě před čtením se na tabulku podívejte, abyste věděli, na jaké informace se máte zaměřit).**

Děvčata vyplašila hejno koroptví. Všecky děti se dívají za ním, kam zapadne.

Čiperný hoch, asi dvanáctiletý, se šňůrkou s několika kůstkami na krku, ukazuje rukou do výše...

V jasném modru nad nynějšími Věstonicemi krouží dravec. Blíží se, nehýbaje skoro křídly.

Sotva koroptve zapadly, spustil se veliký pták jako kámen k zemi a zmizel za houštím. Netrvalo, co by kukačka třikrát zakukala, a dravec se vznesl do výše. V pařátech drží koroptev. Letí s ní až někam na horský hřeben a pomalu se ztrácí v dáli.

„Jestřáb... mladé!“ řekl hoch s ozdobnou šňůrkou na hrdle a rukou pohodil k Pavlovským horám. Jeho hlas zněl dosti hrubě. Bylo znát, že se těžce vyjadřuje. Svou řeč doplňoval posunky, jako vůbec tehdy všichni víc mluvili rukama a pošklebky obličejů nežli ústy.

„Kopčeme, chytat koroptve!“ pobídl hocha jeho druh a hned šel tím směrem, kam koroptve zapadly. Kopčem souhlasně zakvíkal a následoval svého nejlepšího kamaráda, vždy veselého Veverčáka. Ještě dva chlapci se k nim přidali, kdežto ostatní děti se opět honily v křovinách porostu.

Čtyři hoši, od osmi do dvanácti let, plížili se mezi křovisky a balvany. Cestou si každý nasbíral několik pěkných kamenů na házení. Zdá se, že bystrý Kopčem je vůdcem té malé tlupy. Ostatní hoši dělají všecko po něm.

Na ohybu svahu se Kopčem zastavil a rozhlíží se.


Do dálky se prostírá nekonečný kraj, vroubený podél obzoru modravými pahorky. K severozápadu se zvedá vlna za vlnou a v dálce podpírají oblohu vysoké Chřiby. Na kopečcích za Dyjí se střídají řídké zelené háje a křovinaté palouky. Dým z ohniště stoupá sloupem k obloze. Žádný hlas z ležení nedoléhá sem k hochům a nelze odtud dobře rozeznat pohybující se tam lovce.

Kopčem popolezl a obešel keře pichlavých ostružin. Plíží se dále dolů, kde doufá objevit hejno koroptví. Jeho druzi se opozdili a přestali se o něho starat. Jejich pozornost zaujaly jahody právě dozrávající. Jahodový porost se táhne po svahu návrší do veliké dálky. Hoši neodolali a hned horlivě začali zobat červené plody. Pospíchali, že až funí, jak zčerstva si házejí jahody do úst. Prskají vyplivující lístky, jež se jim s jahodami připlety do úst.

Kopčem pohlédl pohrdavě po mlsných jahodářích a opatrné postupuje dále. Dobře využívá dolíkových i houštinových krytů a přelézá skaliska po břiše jako ještěrka. Hoří loveckou náruživostí. Není jako ta dětská drobotina bez vlastního úsilí, která spoléhá na to, co dostane od matek a co dospělí lovci u táborového ohně pohodí. Kopčem už ledacos sám dokázal. Liščí zuby navlečené na jeho náhrdelníku svědčí, že přemoh v boji již několik vzrostlých lišek. A co bílých zajíců, plachých svišťů a chutných lumíků ulovil, tím se tak silný a svižný hoch ani chlubit nebude! To přece dokáží i leckteré dívky. Včera ulovil sysla i malý Gebík, který neumí ještě ani plavat a nevyleze na strom jako Brouček. Kopčem se neleká ani boje s úskočným vlkem, ani se zuřivým rysem, ba ani s potměšilým rosomákem!

Však nebude dlouho trvat a bude chodit s velkými hochy jako Onaš a Stopka, kteří nejsou ani o půl hlavy větší než Kopčem. Dospělí lovci mu doposud nedovolili, aby s nimi lovil. Posledně ho zahnal nazpět kameny jako malého kluka, když se připojil k výpravě na soby. A Kopčem se přece už umí plížit, dovede stopovat zvěř, vydrží běžet hustou trávou a jistě by nic nezkažil. Nu, dnes se spokojí, kdyby aspoň nějakou koroptev trefil kamenem.

„Holá, tamhle mu dává Veverčák znamení! To jistě už něco uviděl!“



Kopčem tichounce obešel křoviny i místo pod skálou, pokryté drobným kamením, a přikrčil se k Veverčákovi.

Veverčák, hoch stejně starý s Kopčemem a jeho věrný druh při jakémkoli podnikání, ukazuje vztaženou rukou mezi ostružinové keře.

Na malé světlině v křovinatém porostu ozařuje slunce nevelikou skalku a na té skalce leží roztažená liška. Ani se nehýbá.

„Spí!“ zašeptal Veverčák Kopčemovi a oba hoši se přikradli o několik kroků blíže ke skalce. Přitiskli se k zemi a jen pomalinku pozvedají hlavy z vřesu a z brusinek, aby lépe viděli. Liška má dlouhou lesklou srst, všecku žlutohnědou; jen okolo huby a na konci silné oháňky je jasně bílá. Pěkný kus...

Nad skalkou létá sem a tam několik vran. Vzrušeně krákají.

„Liška nespí — mrtvá!“ tiše pravil Kopčem svému druhovi a pokynul hlavou, aby si Veverčák všiml křičících vran.

Už chtěli hoši vstát, aby se zmocnili snadné kořisti, když nehybná liška sebou najednou mrskla, bleskem vyskočila do výše a chňapla jednu vránu za křídlo. Ostatní poletující vrány se daly do hrozného křiku a dorážely na lstivou lišku. Liška s vránou v hubě před nimi utíkala.

Ještě než zaběhla do uličky mezi blízkým houštím, trefil ji pohotový Kopčem kamenem do předního běhu a tím jí ztížil útěk, takže jen poskakovala po třech. A přece statečně doběhla za křoví a pak volným klusem uháněla úžlabem z vrchu. Její oháňka, rovně natažená, jen se míhala mezerami husté trávy, ukazujíc směr útěku.

Oba hoši běželi za raněnou liškou. Nenadálý lov je oba rozpálil, takže zapomněli na všechno ostatní. Na maličkém pahorku u dřínového keře se liška zastavila. Zpozorovala již, že ji pronásleduje horší nepřítel, než byly skřehotavé vrány, a skučením vyjadřovala svou zlobu. Nedovolila hochům, aby se přiblížili, a znovu se rozběhla po svahu mírného kopce.

Kopčem i Veverčák jsou dobří a vytrvalí běžci. Jejich tvrdě ošlapaná chodidla ani necítí ostré kaménky, pichlavé traviny a ostnaté větvičky. Hoši dovedou proběhnout i mezi bodavými ostružinami, zrádně chytajícimi za nohy, nebo přeskakují mezi křovinami kopřivy do pasu vysoké. Běží teď kus od sebe, aby měli lišku mezi sebou. Aniž se slovem smluvili, počínají si stejně. Nedopustí, aby liška utekla stranou, a každý její pokus o to zmaří házením kamenů. Liška je nucena prchat rovnou k řece. Tam — jak hoši doufají — ji dostihnou a dobijí.

Kopčem prudce dýchá a tváře mu jen hoří. Opožďuje se trochu; vrazil si trnkový trn do nohy. Nu, již bolestivý trn vytáhl a běží znova dále. Veverčák se také na okamžik zastavil; setřel si rukou krev z prstů na levé noze. Zdálo se mu, že nějaký prst mu schází. Ale uspokojen si oddychl — má prsty všechny. Nedovede je sice spočítat, ale pamatuje si je. A zase dál!

Pod svahem až k řece byla vysoká tráva a hoši musili dobře hledět, kudy liška běží, aby se jim neztratila. Jen podle toho, jak se tráva vlní hadovitou stezkou, poznávají její běh.

Sbírají všechny síly, aby jim teď neuprchla do rákosí. Ještě ji zahlédli, jak oběhla křovisko, v hubě si vránu pohodila a znovu ji chňapla. Pak se rákosí naposled zakymácelo a liška zmizela.

Oba hoši na sebe rozpačitě pohlédli, podrbávali si lýtka a plácali dotěrné komáry a bodavé mušky.

Lov se jim nepovedl.

Veverčák chňapl rukou a chytil velikou luční kobyliku. Hbitě odtrhl nohy a krovky s křídly a snědl ji. Kopčem si setřel pot z obličejce, neboť jej štípal v očích, a díval se zpět na pahorek, kde zůstaly hrající si děti.

Tam se něco děje.

převzato a upraveno z knihy Lovci mamutů, Eduard Štorch (1977)





Vlastnosti ceněné lovci mamutů	Věta z textu jako důkaz

**2. Na základě ukázky charakterizujte postavu Kopčema a Veverčáka.**



**3. Nakresli, jak si představuješ podobu Kopčema, nejstatečnějšího chlapce z tlupy.**



**Bonusové otázky pro ty, kteří četli celou knihu.**

**Popiš různé způsoby lovu mamutů, které využívali pravěcí lidé v knize Eduarda Štorcha – Lovci mamutů.**



**Jak se nazývá figurka, kterou ztvárnil Njan svou zesnulou ženu Nianu? Jakým způsobem byla vyrobena a z jakého materiálu? (Nápověda: Figurka byla nalezena v roce 1925 v pravěkém nalezišti v Jihomoravském kraji.)**



## PRACOVNÍ LIST: JAK VZNIKAJÍ KRÁPNÍKY?

### 1. Co je to krápník a jak vzniká? Vyhledejte.

### 2. Jaké rozlišujeme druhy krápníků? Vyhledejte.

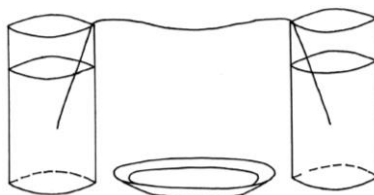
### 3. Zkusme si vytvořit vlastní krápník přímo ve školní třídě.

#### Pomůcky

- ❖ 2 sklenice, provaz smotaný ze 4 kusů asi 35 cm dlouhé vlněné nebo bavlněné příze, lžička, talíř, noviny, soda na praní

#### Postup

- ❖ Připravte si nasycený roztok sody na praní (uhličitanu sodného) a horké vody, který opatrně nalijte přibližně do poloviny objemu nachystaných sklenic.
- ❖ Mezi sklenice postavte talíř a umístěte mezi sklenice provázek tak, aby jeho konce byly ponořeny do sklenic a jeho střed se nacházel nad talířem (viz obrázek níže).



- ❖ Sklenice i s talířem postavte na slunné místo. Dejte pod sklenice i talíř noviny, aby nedošlo k umazání místa, kam jste je postavili.
- ❖ V průběhu týdne každý den sledujte váš pokus a zapisujte pozorované změny na provázku.

### 4. Vysvětlete, co jste pokusem dokázali.



**5. Domalujte obrázky:**

--	--	--	--

stalaktit

stalagmit

stalaktit a pod ním  
stalagmit

stalagnát



## PRACOVNÍ LIST: VZNIK UHLÍ

Zkuste zodpovědět následující otázky s využitím literatury nebo internetu. Svě odpovědi můžete doprovodit i názornými obrázky.

- ❖ 1. Jaký je rozdíl mezi černým a hnědým uhlím?

- ❖ 2. Jakým způsobem uhlí vzniká? Liší se tento proces u černého a hnědého uhlí?

- ❖ 3. Jaké další druhy uhlí znáte?

- ❖ 4. Jakým způsobem se uhlí těží?

- ❖ 5. Jaká alternativní paliva můžeme využít, abychom snížili objem uhlí, které je těženo?



„Ahoj! My se ještě neznáme. Říkají mi Zkoumalka. Proč? To nevím, možná je to podle toho, že strašně ráda něco zkoumám“



„Dneska jsem si zrovna říkala, že začíná přituhovat, brzo je tu zima. Mně ještě bude stačit kožíšek, ale lidé si už brzy začnou přitápět v kamnech. Často vidím, že používají ještě černé uhlí, aby jim bylo teplo. Ale kde se uhlí bere? A jak vzniká?“

„Nejprve tu máme rostliny, které odumřely a spadly do močálu, kde se rozkládají. Je jich tam opravdu hodně, tak se jim nedostává vzduchu. A postupně se vytváří rašelina. To je ta černá hmota, kterou přidáváte pod sazenice na zahrádce – určitě ji znáte.“



„Jéé, prší, to je ale vody. Na rašelinu se nám navalilo spoustu bahna a písku. Čím více ho je, tím více rašelinu stlačuje – zvyšuje se tlak svrchních vrstev na spodní vrstvy.“





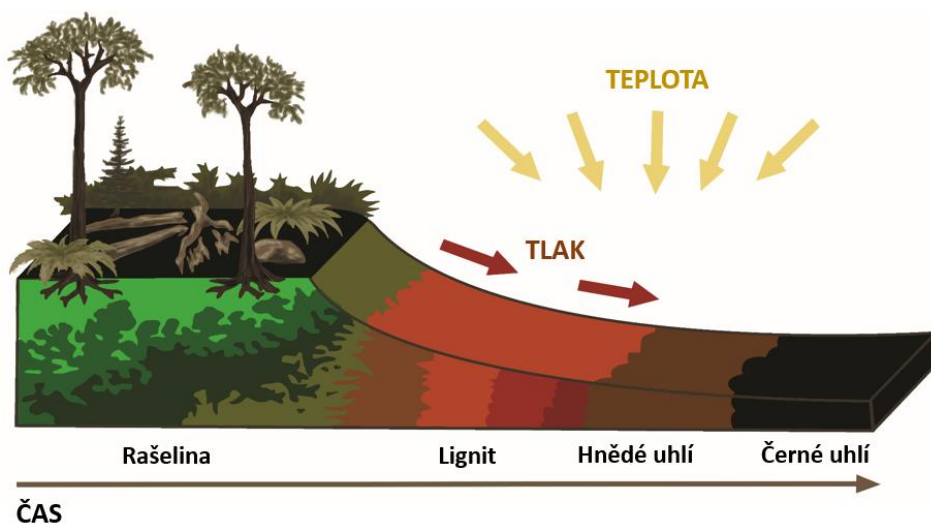
„Ze zbytků rozkládajících se rostlin uložených v hloubce se uvolňuje teplo. A teplo k nim sálá i ze zemského jádra.“



„Teď už si jen počkejte, dokud uhlí v dole nevytěží a nedopraví až k vám.“



Uhlí nám sice dává teplo, ale zároveň se při jeho spalování uvolňuje do ovzduší spousta škodlivých látek. Je proto vhodné, abychom se začali dívat po ekologičtějším způsobech získávání tepla. Znáte nějaké alternativní zdroje, které můžete využít k vytápění svých domovů?



## PRACOVNÍ LIST: VYTVOŘENÍ LOŽISKA

Vysvětlete, co je to „nerostná surovina“. Jaké další suroviny kromě ropy a zemního plynu znáte?

Kde na světě byste našli naleziště ropy a zemního plynu? Existují nějaká naleziště na našem území? Použijte atlas nebo mapy na internetu.

Jak si představujete ložisko ropy nebo zemního plynu? Zkuste ho stručně popsat.

Schválně si zkusíme takové jednoduché ložisko ropy a zemního plynu sami vytvořit a uvidíme, do jaké míry se shoduje s tím, co jste výše napsali.

### Pomůcky:

- ❖ uzavíratelná sklenice, štěrk, potravinářské barvivo, potravinářský olej, voda


### Postup

- ❖ 1. Nachystejte si pomůcky na svém pracovním místě.
- ❖ 2. Naplňte celý objem sklenice štěrkem.
- ❖ 3. Do prostoru mezi póry nalijte přibližně do jedné třetiny objemu sklenice vodu obarvenou potravinářským barvivem, další třetinu vyplňte olejem a zbývající třetinu nechte vyplněnou vzduchem.
- ❖ 4. Sklenici uzavřete a pečlivě utěsněte, aby z ní při manipulaci jednotlivé složky nemohly vytéct.

**Myslíte, že se mohou vrstvy nějak přesouvat nebo zůstává jejich sled stále stejný?**

A) Napište nejprve svou domněnku.

B) Změní se sled vrstev oleje, vody a vzduchu (tzn. co bude nahoře, co bude dole), když sklenici obrátíte dnem vzhůru a obsah se nechá usadit?



C) Sklenici obraťte dnom vzhůru a pozorujte, co se stane. Zaznamenejte výsledky svého pozorování a stručně zakreslete, zda se změnil sled vrstev.

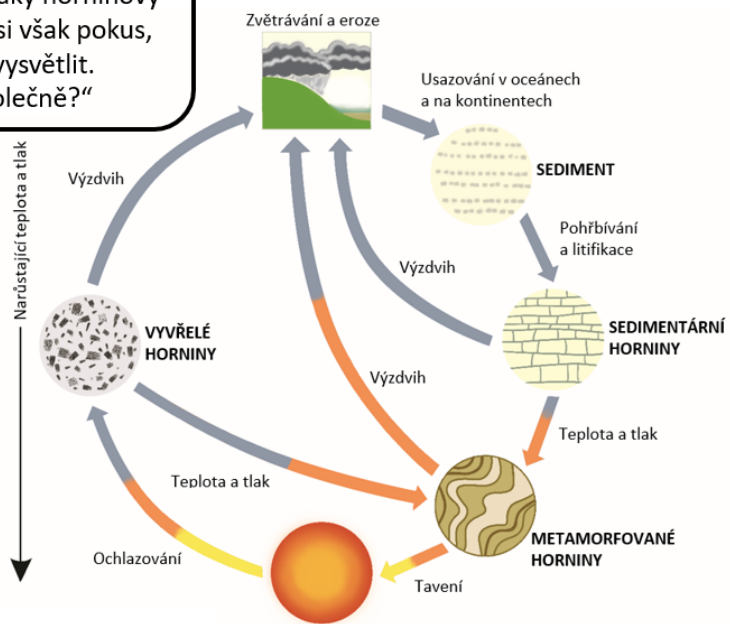
**Odpovězte na následující otázky:**

A) Věděli byste, proč se olej a voda nesmíchají? A proč je olej nakonec v ložisku nad vodou?

B) Jak by se chovaly složky v ložisku zemního plynu? A co by se stalo, kdyby sklenice nebyla uzavřená?

## PRACOVNÍ LIST: HORNINOTVORNÝ CYKLUS

„Ahoj! To jsem já, Zkoumalka. Hovím si tady a koukám na tento obrázek. Moc tomu nerozumím, tolik šipek... Prý nějaký horninový cyklus, co to ale je? Našla jsem si však pokus, který by nám mohl leccos vysvětlit. Zkusíme si tento pokus společně?“



„Co budeme potřebovat?“

Pomůcky nejsou moc náročné: 10 – 15 bonbónů, například žvýkacích žele, 1 lžice medu, 1 lžice škrobu, pečící papír nebo alobal.



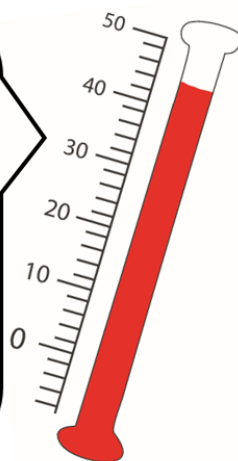
„Bonbony nám představují horniny. Každá barva znázorňuje jeden typ horniny nebo minerálu, které vítr a voda rozložily během eroze. Dáme bonbony do misky, přidáme med a kukuřičný škrob a zamícháme. To pojivo nám drží úlomky hornin a minerálů u sebe, něco jako lepidlo na horniny. Vlivem času a tlaku (u nás po ztuhnutí) došlo ke změně v zpevněný sediment, máme tu zbrusu novou horninu.“



Prvně se podíváme na **usazené horniny** a způsob, jakým vznikají. Voda a vítr roztrhají nějakou horninu na malé kousky. Kousky se shromažďují ve vodních tocích, zejména v řekách. Vítr je zavane na písčité duny nebo spadnou na zem. Časem se vrchní vrstva těchto úlomků hornin zvětší a vrchní vrstvy začnou tlačit na spodní vrstvy, které se následně spojí v usazenou horninu. Dobré je, že stále vidíme úlomky původních hornin, ze kterých sediment vznikl.“



„A co se s ní stane dál při působení tepla a tlaku? Změní se na **horninu přeměňnou**. Teplo a tlak nám mění strukturu horniny, ale i přesto můžeme vidět strukturu původních částí horniny. Vezmeme naši bonbónovou usazenou horninu a vytvoříme z ní pomocí tepla a tlaku přeměňnou horninu. Pro zvýšení tlaku hmotu zmáčkneme. Mírně rozehřejeme v mikrovlnné troubě (cca 30 sekund), průběžně kontrolujeme. Po vyndání necháme na pečícím papíře zchladnout. Až uvidíme, že naše bonbónová hornina je pevnější, vytvarujeme do tvaru horniny. Stále vidíme jednotlivé bonbony, ale struktura je jiná.“



„Třetím typem horniny v horninovém cyklu je **hornina magmatická**. Když se hornina hodně zahřeje, hluboko v Zemi se roztaví a vytvoří tekutou hmotu (magma). Když magma stoupá k povrchu zemskou kůrou, postupně chladne. Vyvřelé horniny dělíme na hlubinné, žilné a výlevné – všechny tři typy mají stejné složení, ale liší se svou strukturou, podle toho, kde vznikly. Abychom změnili bonbónovou horninu na vyvřelou, rozpustíme ji v horké vodě na sporáku. Když se zchladí, vidíme, že se jednotlivé části rozpustily a vytvořily jednolitou strukturu.“



„Toto je však pouze jen jedna část cyklu, ve skutečnosti se může každý typ horniny měnit na ostatní. Vyvřelá hornina se může měnit na usazenou i přeměňnou. Přeměňná se mění nejen na vyvřelou, ale i na usazenou, kdy se rozpadne zpět na úlomky. Usazené horniny mohou být stlačeny hluboko v Zemi a stát se vyvřelými horninami. Všechny tři typy hornin jsou propojené a tvoří horninový cyklus. Uf, to byla fuška, ale už tomu rozumím, a co vy?“



## PRACOVNÍ LIST: VYTVOŘTE SI VLASTNÍ KRYSTAL

### Potřebný materiál a pomůcky

- ❖ kuchyňská sůl (250 – 500 g), sklenice (objem cca 0,3 l), špejle, nit

### Postup

- ❖ 1. Do sklenice nalijte vlažnou vodu a postupně vsypávejte sůl. Průběžně vznikající roztok míchejte, dokud se sůl zcela nerozpustí.
- ❖ 2. Sůl přestaňte vsypávat v momentě, kdy se už ve sklenici žádná další nerozpustí. Právě jste připravili nasycený roztok.
- ❖ 3. Na kousek špejle uvažte nit a její konec ponořte do solného roztoku.
- ❖ 4. Špejli položte přes okraj skleničky a nit visící do solného roztoku bude tvořit podklad pro růst krystal.
- ❖ 5. Sklenici s roztokem a špejlí umístěte na suché chladné místo (nikoliv však do lednice), kde bude ve stabilní poloze.
- ❖ 6. Zapisujte si podrobně sledované změny. Sklenici kontrolujte přibližně každé tři dny. Dávejte však pozor, abyste se sklenicí nijak nehýbali.
- ❖ 7. Pokus ukončete v době, kdy se voda ze sklenice vypaří, popřípadě když už se krystaly nebudou dále zvětšovat.

### Jak velkou sklenici jste použili?

### Kolik lžiček soli se vám podařilo rozpustit?

### Kam jste sklenici umístili?

### Záznam dat

Zapište vždy datum a čas pozorování, kolik dní pokus probíhá, co se ve sklenici změnilo (např. zda klesla hladina – popřípadě odhadněte o kolik milimetrů, vytvořil se nový krystal – odhadněte jeho velikost, vysrážela se sůl na dně apod.).



**Jaké faktory ovlivňují růst krystalů?**

**Jak se nazývá děj, při kterém se kapalná látka mění na pevnou?**

**Závěr vašeho pozorování**

## PRACOVNÍ LIST: URČENÍ TVRDOSTI A BARVY VRYPU

1. Podívejte se na předložené nerosty a zkuste odhadnout, který z nich bude tvrdší (bez toho, abyste s nimi prováděli nějaké pokusy).

2. Určete stupeň tvrdosti předložených nerostů.

❖ Jakým způsobem jste postupovali? Popište svůj postup práce.

❖ Co jste zjistili? Jaké vzorky máte před sebou?

❖ Věděli byste, k čemu se tyto nerosty využívají?

Vzorek 1	Vzorek 2
Název:	Název:
Využití:	Využití:

❖ Najděte, k čemu se používají velmi tvrdé nerosty, např. diamant?

3. Podívejte se na vzhled nerostu hematitu. Jakou má barvu?

4. Určete barvu vrypu hematitu. Shoduje se s vnější barvou nerostu?

❖ Jakým způsobem jste barvu vrypu určili?



## PRACOVNÍ LIST: URČENÍ PŘEDLOŽENÝCH NEROSTŮ

1. Určete předložené nerosty. Ke zkoumání můžete využít vodu, roztok kyseliny, sklo, neglazovaný povrch, magnet apod. Napište u každého vzorku, jaký jste použili postup pro jeho identifikaci.

①	②
Název:	Název:
Postup určení:	Postup určení:

③	④
Název:	Název:
Postup určení:	Postup určení:

⑤	⑥
Název:	Název:
Postup určení:	Postup určení:

Věděli byste, kde a jak se tyto nerosty využívají?

--



**PRACOVNÍ LIST: JURSKÝ PARK**

**1. Popište stručně děj – cca na ½ A4. Pro představení hlavní zápletky můžete předvést i pantomimu, složit básničku, písničku či využít nákres.**

**2. Jak se jmenoval druh býložravých dinosaurů, který si děti na stromě chtěly pohladit?**

**3. Jak se jmenuje autor knižní předlohy tohoto filmu? Kdo film režíroval?**

## PRACOVNÍ LIST: NEROSTNÉ SUROVINY

### 1. Ve větách najděte nerostné suroviny.

- ❖ Burunduk páskovaný neboli veverka podzemní plynatostí příliš netrpí.
- ❖ Evropa burany v oblibě nemá.
- ❖ Na hromadu hlíny krtek si sedá.
- ❖ Kakao Lindě ochutnat nedá.
- ❖ Posilněn mlékem prst u hada hledá.
- ❖ Plazi nekradou a nejí lidi.
- ❖ Velký dromedár prská, menší prská také.
- ❖ Nikdy nelži ve chlévě.

### 2. Zařaďte pojmy do správné kategorie v tabulce.

*černé uhlí – hnědé uhlí – hořlavá břidlice – rašelina – ropa – zemní plyn*

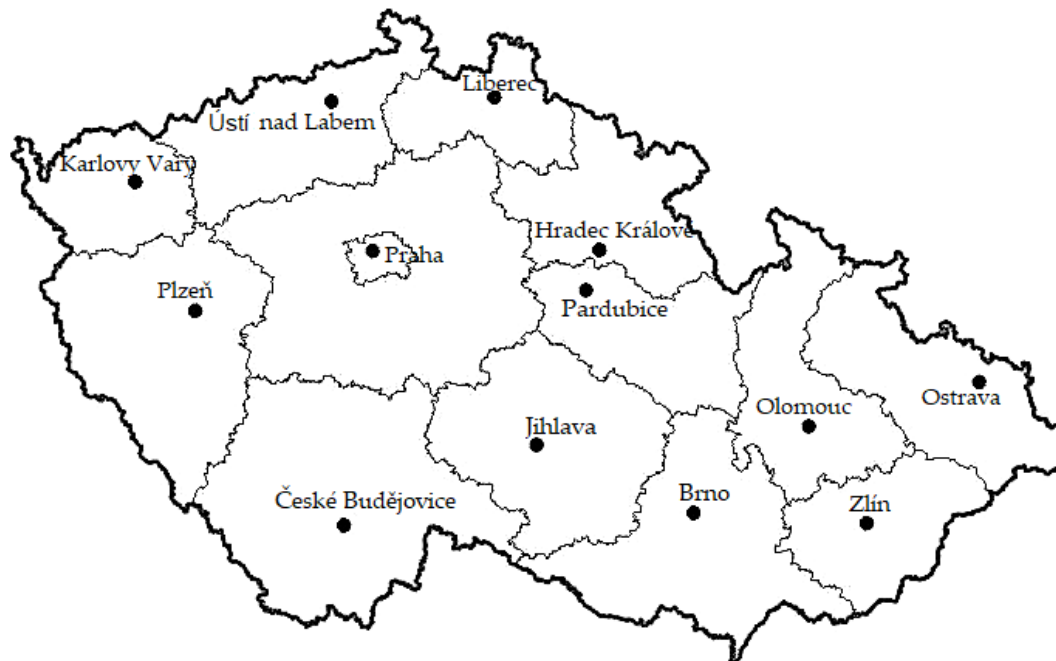
Paliva	
pevná	
kapalná	
plynná	

### 3. Věděli byste, jaké využití mají jednotlivé suroviny? Níže máte seznam různých způsobů využití vybraných surovin – zkuste je správně přiřadit k příslušné surovině.

*cement – dlažební kostky – keramika – koks – koupele – léky – petrolej – porcelán – sklo – svítíplyn – tepelná elektrárna – teplo – umělá hmota – vápno – zábaly*

Surovina	Výrobek
černé uhlí	
hnědé uhlí	
kaolin	
rašelina	
ropa	
sklářské písky	
stavební kámen	
vápenec	

4. Zakreslete do mapy nejméně 5 nerostných surovin těžených v současnosti na území České republiky. K znázornění lokalit těžby použijte různé symboly a vytvořte legendu. Zamyslete se nad otázkou, proč tato ložiska ubývají?



Proč tato ložiska ubývají?

6. Vy, jako zástupci moderního člověka, každý den užíváte nepřehledné množství předmětů vyrobených z nerostných surovin. Napište všechny předměty, které jste použili od rána do této doby a zkuste odvodit, jaká nerostná surovina byla využita na jejich výrobu / transport / způsob použití. Vše zkuste zpracovat do přehledné tabulky.



## PŘÍLOHA 3: ODPOVĚDI NA OTÁZKY

**Poznámka:** Při kliknutí na označení otázky (např. „Otázka 1“) se vrátíte zpět do textové části příručky, kde se daná otázka nachází.

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 1: ÚVODNÍ HODINA

**Otázka 1:** Jak bychom tedy nazývali osoby, které se geologií zabývají? Co konkrétně může geologie studovat a zkoumat?

- ❖ Osoby zabývající se geologií se nazývají geologové. Geologie zkoumá vlastnosti, složení a výskyt nejen minerálů a hornin, ale také rozsáhlých horninových těles a konečně celé Země. Popisuje procesy, které formují zemský povrch, ale odehrávají se i pod povrchem.

**Otázka 2:** Dokážete najít, kde se nachází nejhlubší vrt na světě? V jaké je zemi? K čemu většinou doly a vrty slouží?

- ❖ Nejhlubším vrtem na světě je v Rusku Kolský superhluboký vrt (Obr. 5.10 a 5.11), který se dostal až do hloubky 12,261 m a je zapsán i v Guinnessově knize rekordů. Tento vrt nebyl prováděn za účelem těžby, ale kvůli geologickému průzkumu. Díky němu došlo cca k 12 000 nových objevů v geologii.
- ❖ Doly a vrty jsou většinou budovány z důvodu těžby surovin nebo za účelem geologického průzkumu.

**Otázka 3:** Zkuste svými slovy popsat, co je to fosilie. Jakými způsoby mohou fosilie vznikat?

- ❖ Slovo fosilie má původ v latinském *fossilis* – vykopaný. To pochází od *fodere* – kopat, hrabat. Fosilie jsou zkamenělé i nezkamenělé zbytky v minulosti žijících organismů. Nemusí se jednat pouze o části těl, ale i o otisky nebo stopy po činnosti organismů. Fosilie mohou vznikat tak, že organismus uvízne v usazeninách, nejčastěji pod vodou. Masité části se rozloží, tvrdé složky, kosti a skořápky zůstanou zachovány (v některých případech prakticky bez poškození). Většinou prosakující voda částečně nebo úplně zanese spáry a dutiny nerostnými usazeninami a promění je v kámen. Dřevo může být nahrazováno molekulou za molekulou minerály, zejména oxidem křemičitým. Charakteristické rysy, například letokruhy a buněčné struktury, zůstanou zachovány. Fosilizace může proběhnout i tak, že původní struktury zcela zmizí a zanechají po sobě buď dutinu, nebo jakousi přírodní „formu“ ve skále. Občas do těchto forem pronikají jiné materiály, které pak vytvářejí odlitek originálu.

**Otázka 4:** Už jste někdy viděli následující zkameněliny? Ačkoliv je každá naprosto jiná, mají jednu věc společnou. Objevily se ve filmech. Vzpomenete si, ve kterých filmech to bylo?

- ❖ Cesta do pravěku, Jurský park.

**Otázka 5:** Jaké alternativní zdroje pro získávání energie znáte?

- ❖ Vítr, voda, Slunce, biomasa.

**Otázka 6:** Znáte nějaká česká města, jejichž název je odvozen od toho, že se nacházely u lokalit, kde probíhala těžba?

- ❖ Havířov, Stříbro, Kutná Hora, Velké Žernoseky (těžba mlýnských kamenů - "sekání žernovů"), Měděnec, Železná Ruda

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 2: VESMÍR

**Otázka 1:** Jaká je historie vesmíru? A kdy vznikla Sluneční soustava a tím i naše planeta?

- ❖ Vznik Vesmíru před 14 miliardami let Velkým třeskem a následné (stále pokračující) rozpínání Vesmíru. Sluneční soustava vznikla před 4,6 miliardami let.

**Otázka 2:** Znáte jména některých hvězd? Uveďte příklady. Jak se nazývají jednotlivé planety Sluneční soustavy?

- ❖ Jména hvězd: Sirius, Vega, Alpha Centauri, ...
- ❖ Jednotlivé planety Sluneční soustavy: Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun.

**Otázka 3:** Pokud si zvětšíte Obr. 2.21, zjistíte, že výška přílivu a odlivu je ve stopách. Tato jednotka je v USA běžně používána. Jakým způsobem by měl kapitán lodi z Evropy přepočítat jednotlivé hodnoty, aby byla výška přílivu a odlivu v centimetrech?

- ❖ 1 stopa = 30,48 cm.

**Otázka 4:** Víte, na který den vychází zimní a letní slunovrat? Jsou tato data vždy stejná nebo se mohou i pohybovat? Druhým pojmem, který se často užívá, je „rovnodennost“. Jaké rovnodennosti znáte? Vysvětlete, čím jsou tyto dny charakteristické.

- ❖ Zimní slunovrat je většinou 21. 12. a letní slunovrat 21. 6. Někdy mohou slunovraty nastat i 20. den v daných měsících, ve vzácných případech i 19. nebo 22. den (přibližně jedenkrát za x00 let).
- ❖ Rovnodennost rozlišujeme jarní a podzimní. Slunce je v rovině zemského rovníku, paprsky dopadají kolmo k zemské ose. Charakteristickým znakem je, že den a noc jsou stejně dlouhé.

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 3: VZNIK A VÝVOJ ŽIVOTA NA ZEMI

**Otázka 1:** Existuje mnoho hypotéz o počátku života a Darwinova je pouze jedna z nich. Znáte nějaké další teorie o vzniku života na Zemi?

- ❖ Panspermismus, Teorie hydrotermálních prúdů, Abiogeneze, Teorie živých jílů, Teorie prebiotické polévky, Teorie RNA světa, Svět zinku, Kreacionismus, ...

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 4: ÉRY VÝVOJE ZEMĚ

**Otázka 1:** Pojmenování jednotlivých útvarů často vychází z názvů míst, kde se hojně nacházejí horniny odpovídajícího stáří. Kde se nachází Perm, Jura, Devon nebo Cumbria?

- ❖ Perm – město v Rusku, Jura – pohoří ve Francii a Švýcarsku, Devon – hrabství v Anglii, Cumbria – hrabství v Anglii (pojmenování útvaru kambrium). Do pojmenování geologických období se dostaly i české názvy, například stupně útvaru devon se nazývají prag a lochkov (vesnice u Prahy).

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 5: ARCHAİKUM

**Otázka 1:** Ranný život existoval pravděpodobně za přítomnosti malého množství kyslíku, či zcela bez něj. Na jakých místech bychom dnes mohli najít organismy, které ke svému životu také nepotřebují kyslík? Co nám tato místa mohou napovědět?

- ❖ Organismy, které nepotřebují ke svému životu kyslík, můžeme nalézt na některých místech hluboko na mořském dně, kde dochází k vývěru hydrotermálních vod se sloučeninami síry (tzv. černí kuřáci – *black smokers*). Uvažuje se, že by takové podmínky pro existenci života mohly existovat i mimo planetu Zemi, například na Europě, ledovém měsíci Jupitera.

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 6: PROTEROZOİKUM

**Otázka 1:** Dokázali byste říci, v čem se jednotlivé buňky liší? Pokud si nejste příliš jisti, tak můžete jako nápovědu využít obrázky s nákresem jejich stavby.

- ❖ Živočišná buňka
  - má pouze cytoplazmatickou membránu
  - nemá plastidy ani barviva
  - má lysozomy; centrozom
  - zásobní látky jsou tuky a glykogen
  - soubor buněk tvoří tkáň
  - v buňce je více mitochondrií
  - je vzhledově menší (není to však podmínka)
  - heterotrofní výživa
- ❖ Rostlinná buňka
  - má kromě cytoplazmatické membrány ještě buněčnou stěnu z celulózy
  - obsahuje plastidy a barviva
  - má vakuoly
  - zásobní látky: olej a škrob
  - soubor buněk tvoří pletivo
  - autotrofní výživa

**Otázka 2:** Dokážete říci, jaké je složení vzduchu, včetně přibližného procentuálního zastoupení jeho hlavních složek?

- ❖ dusík 78 %, kyslík 20 %, argon 1 %, oxid uhličitý 0,04 %, zbytek tvoří malé množství neonu, helia, metanu, kryptonu, vodíku a xenonu.

**Otázka 3:** Podívejte se na následující graf (Obr. 6.10) a zkuste vysvětlit, co tento graf říká o složení atmosféry.

- ❖ Hustota vzduchu a tím pádem i množství kyslíku klesá s přibývajícím nadmořskou výškou (Cairns, 1999).

**Otázka 4:** Je podle Vás více vody ve všech jezerech a řekách na světě, nebo pod zemským povrchem? Tipněte si, kde a kolikrát je více vody, a najděte správnou odpověď.

- ❖ Více vody se nachází pod zemským povrchem. Je to 30 % všech zásob sladké vody na Zemi (69 % tvoří ledovce a jen 1 % všechna povrchová voda).

**Otázka 5:** Zkuste popřemýšlet nad tím, jaký vliv má koloběh uhlíku a síry (resp. výskyt oxidu uhličitého a oxidu siřičitého) na klima na Zemi?

- ❖ Větší výskyt oxidu uhličitého v atmosféře vede k zesílení skleníkového efektu (k oteplování), větší výskyt oxidu siřičitého vede naopak k většímu odrazu slunečních paprsků zpět do vesmírného prostoru (k ochlazení).

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 7: PALEOZOIKUM

**Otázka 1:** Věděli byste, zda se na našem území těží všechny typy uhlí prezentované v tabulce výše? Znáte případně nějaké lokality, kde taková těžba probíhá?

- ❖ detailnější přehled viz Příloha 4
- ❖ antracit se v lokalitě Lhotice již netěží

**Otázka 2:** Jak nazýváme soubor organismů žijících v půdě? Dokážete vyjmenovat některé organismy, které žijí v půdě? Jakým způsobem tyto organismy půdu ovlivňují?

- ❖ Edafon.
- ❖ Řasy, sinice, houby, prvoci, bezobratlí živočichové (např. žížala), obratlovci (např. krtek).
- ❖ Půdní organismy představují živou složku půdy. Půda je dynamickým systémem, který umožňuje rostlinám jejich růst a vývoj. Mikroorganismy společně s živočichy žijícími v půdě zajišťují nepřetržitý tok energie a látek v půdě: rozkladné a syntetické procesy, procesy přeměny jednotlivých prvků a živin, interakci mezi půdou a jejím okolím.
- ❖ Pokud by v půdě nebyl přítomen edafon, byla by pouhou mrtvou skládkou humusu.

**Otázka 3:** Která pohoří na území České republiky, v Evropě a na světě jsou vytvořena variským vrásněním a která alpským vrásněním? V čem se liší jejich reliéf a proč?

- ❖ Variské vrásnění: v České republice – Šumava, Krkonoše, Jizerské hory; ve světě – Vosges (Francie), Massif Central (Francie), Harz (Německo).
- ❖ Alpské vrásnění: v České republice – Beskydy, Karpaty; ve světě – Tatry (Slovensko), Velká Fatra (Slovensko), Alpy (Rakousko, Německo, Švýcarsko, Francie, Itálie, Slovinsko, Lichtenštejnsko), Kavkaz, Himálaj, Pamír atd. Horstva vytvořená alpským vrásněním jsou mladší (vrásnění stále probíhá, jejich reliéf není tak zhlazen erozí – hřebeny jsou ostřejší, údolí hlubší apod.)

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 8: MESOZOIKUM

**Otázka 1:** Některé organismy přežily od mesozoika v takřka nezměněné podobě a díky tomu je někdy nazýváme „živoucími fosiliemi“. Znáte nějaké takové organismy? Pokud si nevzpomenete na konkrétní jména, tak se zkuste podívat na internet.

- ❖ Latimérie podivná, jinan dvojlaločný, metasekvoje čínská, ...

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 9: TERCÍÉR

**Otázka 1:** Zvětšete si mapu na obrázku 9.14 zachycující rozmístění míst, kde se setkávají litosférické desky. Jaká pohoří naleznete u takových lokalit? Kde se vyskytují místa s aktivní sopečnou činností?

- ❖ Pásenná pohoří vznikající na konvergentních rozhraních, středoocéánské hřbety na rozhraních divergentních. Aktivní sopečná činnost je většinou vázaná právě na rozhraní litosférických desek.

**Otázka 2:** Zvětšete si mapu a zjistěte, kde se nachází nejbližší aktivní stratovulkán? V jaké zemi se nachází? Může nějakým způsobem jeho případná erupce ovlivnit i Českou republiku?

- ❖ Vesuv, Etna, Stromboli (Itálie).
- ❖ Erupce nás spíše přímo neovlivní, ale vyvržení sopečného popelu do atmosféry by mohlo v části Evropy blokovat například leteckou dopravu.

**Otázka 3:** Osud sopky Krakatoa a událostí spojené s její erupcí inspirovaly i spisovatele, včetně českých autorů, nebo režiséry a muzikanty. Dokážete nalézt jména těchto autorů a umělců, včetně názvů konkrétních děl?

- ❖ Ze spisovatelů ovlivnila tato erupce například českého spisovatele Karla Čapka (Krakatiť) nebo britského spisovatele Arthura C. Clarka (Zpěv vzdálené Země – sopka je v tomto díle pojmenována jako Krakan). Román 21 balónů od Williama Pene du Bois, amerického spisovatele, se odehrává právě na ostrově Krakatoa, kam jsou umístěny diamantové doly.
- ❖ První film inspirovaný výbuchem sopky Krakatoa byl natočen v roce 1933 (získal Oscara za nejlepší krátkou fikci), v roce 2006 byl natočen filmový dokument „Poslední dny sopky Krakatoa“. Z dalších dokumentů lze uvést například „Neuvěřitelná katastrofa“ (1999) nebo „Krakatoa: Erupce století“ (2005).
- ❖ Setkáme se s hypotézou, že děj fiktivního seriálu Ztraceni je zasazen právě do okolí Sundského průlivu.

**Otázka 4:** V Terciéru se postupně kontinenty posouvaly do poloh, v nichž je známe nyní. Víte, který kontinent svým posunem do dnešní polohy zapříčinil největší změnu klimatu, konkrétně velmi výrazné ochlazení?

- ❖ Antarktida svým oddělením od Jižní Ameriky před cca 25 miliony lety. Byl tak umožněn vznik Cirkumantarktického mořského proudu, který ke kontinentu nepouští teplou vodu, a díky finální poloze Antarktidy na jižním pólu došlo k růstu ledovců a dalšímu ochlazení.

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 10: KVARTÉR

**Otázka 1:** Dokázali byste s pomocí obrázku 10.58 uvést konkrétní lidské činnosti, které mohou produkovat jednotlivé látky do ovzduší? Jakým způsobem lze případně tyto emise látek snížit?

- ❖ Automobilová doprava (oxid uhličitý, oxidy dusíku, ozón), průmysl (oxid uhličitý, oxid siřičitý), zemědělství (oxid uhličitý, metan), výroba chladících médií a rozpouštědel (freony – CFC). Rozumné a udržitelné vykonávání zmíněných činností může snížit emise těchto látek.

**Otázka 2:** Vyjmenujte některá ledovcová jezera v České republice. V jakých částech naší země se nachází?

- ❖ Černé jezero (Šumava), Čertovo jezero (Šumava), Plešné jezero (Šumava), Prášílské jezero (Šumava), Laka jezero (Šumava), Mechové jezírko (Krkonoše)

**Otázka 3:** Zjistěte název ledovcových údolí v Krkonoších. Uveďte příklad.

- ❖ Ledovcová údolí vymodelována ledovci se nazývají trogy. V Krkonoších se nachází např. Labský důl nebo Obří důl.

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 11: GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

**Otázka 1:** Jaký tlak a teplota je potřeba k metamorfním procesům? Jaké hloubce pod zemským povrchem tyto podmínky odpovídají? Pokud si nejste jisti svou odpovědí, tak zkuste řešení najít v odborné literatuře nebo na internetu.

- ❖ Alespoň 150 – 200 °C a 1000 bar (1000x atmosférický tlak), což může být cca 5 km pod povrchem (záleží na konkrétním místě na Zemi).

**Otázka 2:** Dokážete vysvětlit rozdíl mezi meteorem a meteoritem? Znáte nějaké další meteority? Popřípadě místa, kam dopadly?

- ❖ Meteoroid – kosmické těleso ve Sluneční soustavě, zpravidla menších rozměrů. Meteor – světelný jev vznikající při průletu meteoroidu zemskou atmosférou. Meteorit – pozůstatek meteoroidu, který dopadl až na zemský povrch.
- ❖ Meteorit Morávka (Česká republika), Meteorit Hoba (Namibie, největší na Zemi), Canyon Diablo (USA, spojený se známým Barringerovým kráterem).



**Otázka 3:** Minerálům, zejména drahým kamenům, se často přikládala vyšší či léčivá moc. Již od pradávna jsou některé minerály spojené se znameními zvěrokruhu. Víte, který minerál odpovídá vašemu znamení?

- ❖ Již dlouhou dobu lidé spojují některé kameny s měsícem narození daného člověka. Většinou jsou tyto kameny zástupci minerálů a ve vyleštěné a vybroušené formě se používají jako šperky. Lidé věřili a někdy i stále věří, že tyto kameny je chrání, mohou mít léčivé účinky či nosit danému člověku štěstí.
  - leden: granát
  - únor: ametyst
  - březen: akvamarín
  - duben: diamant
  - květen: smaragd
  - červen: alexandrit
  - červenec: rubín
  - srpen: olivín
  - září: safír
  - říjen: opál
  - listopad: topaz
  - prosinec: tyrkys

**Otázka 4:** Dokážete na základě krystalové mřížky grafitu (Obr. 9.162) a krystalové mřížky diamantu (Obr. 9.163) vyvodit, v čem se tyto dva minerály liší?

- ❖ Grafit má atomy uspořádané do vrstev, proto je měkký, zanechává stopu na papíře a vede i elektrický proud. Diamant má atomy těsně uspořádané, je velmi tvrdý (stupeň 10 ve stupnici tvrdosti) a nevede elektrický proud.

**Otázka 5:** Firma na výrobu tužek KOH-I-NOOR HARDTMUTH se jmenuje podle diamantu, který je součástí britských korunovačních klenotů. Tato firma původně sídlila v Německu, ale následně přesídlila do České republiky. Víte, v jakém městě firma sídlí?

- ❖ České Budějovice.

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 12: LOŽISKA A JEJICH VZNIK

**Otázka 1:** Obrázek 12.10 zachycuje jednu z velkých ekologických katastrof, kterou byla havárie tankeru Exxon Valdez. Najděte v literatuře nebo na internetu, kde k této havárii došlo. Co vše může způsobit havárie lodi přepravující ropu?

- ❖ K havárii došlo u pobřeží Aljašky. Havárie tankeru může být způsobena například špatnou navigací či náhlým zhoršením počasí.

**Otázka 2:** Jaká surovina se těží (popř. těžila) v okolí vašeho bydliště (školy)? K čemu se tato surovina používá?

- ❖ Odpovědi jsou závislé na lokálních podmínkách (ke zjištění lokalit těžby vybraných surovin lze využít tabulky v Příloze 4).

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 13: KLIMATICKÉ ZMĚNY Z DNEŠNÍHO POHLEDU

**Otázka 1:** V jakých oblastech České republiky se setkáváme s takzvanou „kúrovcovou kalamitou“? Ačkoliv se při těchto kalamitách o kůrovci hovoří pouze ve smyslu ničení lesních porostů, tak za běžné situace má v lesním ekosystému významnou funkci. Věděli byste jakou?

- ❖ Lýkožrout smrkový (kúrovec) napadá za běžné situace pouze staré a oslabené stromy, zajišťuje tak přirozené omlazování lesa, jeho dobrý zdravotní stav a posiluje různorodost biotopu. Kúrovcová kalamita postihuje především smrkové monokultury v nižších nadmořských výškách (Českomoravská vrchovina, Nízký Jeseník, Českosaské Švýcarsko). Konkrétní lokality jsou k nalezení na [www.kurovcovamapa.cz](http://www.kurovcovamapa.cz).

## ODPOVĚDI NA OTÁZKY KE KAPITOLE 14: EKOLOGIE

**Otázka 1:** Znáte nějaký invazní druh rostliny či živočicha, který není původní na území České republiky, ale nyní se zde hojně vyskytuje?

- ❖ Křídlatka japonská, netýkavka žláznatá, bolševník velkolepý, rak pruhovaný, ondatra pižmová, ...

**Otázka 2:** Zkuste si vzpomenout na některé obecné zásady ochrany životního prostředí? Kolik zásad dáte společně dohromady?

- ❖ Šetřit elektrickou energií, využívat alternativní zdroje energií, chránit ovzduší, chránit vodní zdroje, šetřit s vodou, třídit a recyklovat odpady, omezit užívání plastů atd.

**Otázka 3:** V terénu je hranice chráněného území označena pomocí pruhů na stromech (Obr. 10.97). Víte, jak poznáte, zda se nacházíte uvnitř chráněného území či jste mimo něj?

- ❖ Pokud vidíte jeden pruh, tak se nacházíte uvnitř chráněného území. Jestliže jsou na stromě před vámi dva pruhy, jste vně chráněného území.



## PŘÍLOHA 4: TABULKY A DOPLŇUJÍCÍ MATERIÁLY

## PŘEHLED VYBRANÝCH NALEZIŠŤ HORNIN NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY.



### **Antracit**

- ❖ Lhotice



### **Bazalt**

- ❖ Klatovy
- ❖ Kralupy nad Vltavou
- ❖ Barrandien, Podkrkonoší, Broumovsko
- ❖ České středohoří, Doupovské hory, Trosky



### **Černé uhlí**

- ❖ Hornoslezská pánev



### **Hnědé uhlí**

- ❖ Sokolovská pánev
- ❖ Severočeská pánev



### **Gabro**

- ❖ okolí Benešova
- ❖ okolí Týnce nad Labem



### **Krystalický vápenec**

- ❖ Krkonoše
- ❖ Šumava





### Ortorula

- ❖ Krušné hory
- ❖ Vysočina



### Pískovec

- ❖ Český ráj, Kokořínsko, Českosaské Švýcarsko
- ❖ Nýrov, Rudice, Spešov, Srní
- ❖ Svitavy, Velký Luh, Blansko



### Ryolit

- ❖ Teplicko
- ❖ Bílina



### Vápenec

- ❖ *sedimentární – Barrandien (Český kras)*
- ❖ *Moravský kras*
- ❖ *Pálava*



### Znělec

- ❖ Bílina (Bořeň)
- ❖ Milešovka
- ❖ Bezděz



### Žula

- ❖ Novohradské hory
- ❖ Jizerské hory, Krkonoše, Smrčiny
- ❖ Šumava, Slavkovský les, Slavkovský les, Vysočina

Poznámka: Autorem všech fotografií v této příloze je David Šefčík.



## PŘEHLED VYBRANÝCH NALEZIŠŤ MINERÁLŮ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY



### Grafit

- ❖ Český Krumlov
- ❖ Jeseníky
- ❖ Katovice – Kněží hora



### Granát (pyrop)

- ❖ České středohoří
- ❖ Český ráj
- ❖ Kolínsko
- ❖ Třebívlice
- ❖ Křemžská kotlina



### Halit (sůl kamenná)

- ❖ Sedmihorky
- ❖ v ČR moc nalezišť není



### Hematit

- ❖ Kozákov
- ❖ Blatná
- ❖ Štramberk
- ❖ Křemžská kotlina
- ❖ Příbram
- ❖ Jáchymov



### Kalcit

- ❖ Příbram
- ❖ Kozákov
- ❖ Barrandien
- ❖ Krty u Strakonice, Rabí, Hrádek u Horažďovic
- ❖ Štramberk



### Magnetit

- ❖ Vlastějovice
- ❖ Měděnec
- ❖ Kutná Hora
- ❖ Sobotín
- ❖ Klet



### **Mastek**

- ❖ Kutná Hora
- ❖ Sobotín
- ❖ Krkonoše
- ❖ Krtec



### **Muskovit (světlá síla)**

- ❖ Kříženec
- ❖ Písečná u Jeseníku
- ❖ Písek
- ❖ pegmatity Českomoravské vrchoviny
- ❖ muskovit je téměř všude v horninách, ale největší lupínky jsou v pegmatitech u Otova na Domažlicku



### **Křemen**

- ❖ téměř všude
- ❖ Kozákov, Cínovec, Příbram, Soběslav, Golčův Jeníkov, Nová Paka
- ❖ ametyst: Bochovice, Jickovice, Kojatín, Nové Veselí, Jickovice
- ❖ zahněda: Vysočina (Bobrůvka, Bohdalec), Kovářov
- ❖ křišťál: Jeseníky, Smrkovice, Starov u Volyně, Soběslavsko
- ❖ citrín: Vysočina (Bohdalec, Suky, Rousměrov)
- ❖ morián: Havlíčkovobrodsko, Vysočina
- ❖ růženín: Písek (lom U Obrázku), Dolní Bory na Vysočině

Poznámka: Autorem všech fotografií v této příloze je David Šeřčík.



## VÝROBA SKLA

Se sklem se setkáváme stále, často si ani neuvědomujeme, že nás skleněné výrobky obklopují téměř na každém kroku.

Kdybychom se podívali na první zmínku o sklu, tak se dostaneme do starověkého Egypta v období kolem roku 3 000 před naším letopočtem. Delší dobu však trvalo, než se s tímto materiálem lidstvo naučilo pracovat. V počátku se jednalo o postup „pokus – omyl“, kterým se snažili odstranit nečistoty a zlepšit vlastnosti skla. Předměty, které by bylo možné ve větší míře využívat, vznikly až kolem 1 600 před naším letopočtem. Z Afriky se znalost skla a postupů jeho zpracování rozšířily do Evropy, kde sklářství zažilo výrazný rozkvět. Výrobu skla však ovlivňovaly historické události, zejména války mezi tehdejšími mocnostmi. Další rozmach sklářského průmyslu nastal opět až ve 13. století.

Hlavní složkou skla je oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ) a vyrábí se ze sklářských písků, které obsahují 60 – 80 % tohoto oxidu. Při výrobě se používají další přísady, například oxid vápenatý (pálené vápno), uhličitán sodný (soda) a uhličitán draselný (potaš). Tímto způsobem je připraveno takzvané sodnovápenaté sklo, které je nejběžnějším typem. K výrobě skla je potřeba velkého množství energie (zemní plyn nebo elektrická energie), zejména na tavení skla, pohon strojů a zařízení, ale i následné chlazení skla. Sklo se taví při teplotách 1 450 – 2 000 °C, konkrétní teplota však záleží na druhu vyráběného skla.

A jaké typy skla můžeme rozlišovat? **Křemenné sklo** vzniká nejčastěji tavením čistého křišťálu. Své využití našlo při výrobě různých aparatur. **Rozpuštěné, tzv. vodní sklo**, je charakteristické obsahem alkalických křemičitanů. Používá se například k impregnaci papírových látek, k ochraně přírodního kamene nebo jako pojivo žáruvzdorných materiálů. „Běžné sklo“, které se využívá v kuchyni (stolní sklo, lahve a sklenice) obsahuje sodu a vápenec a jedná se o tzv. **sklo sodnovápenaté**. Na výrobu laboratorního skla, farmaceutických obalů či varných nádob se osvědčilo **sklo boritokřemičité**. Skla tohoto typu jsou velmi odolná vůči chemické korozi či teplotním změnám. Druhů skla je ještě mnohem více, např. speciální skla pro výrobu sklokeramiky a glazury. Více informací je možné nalézt na internetu, třeba na stránkách sklářských firem.



❖ Podrobnosti o jednotlivých sklárnách: <https://askpcr.cz/>

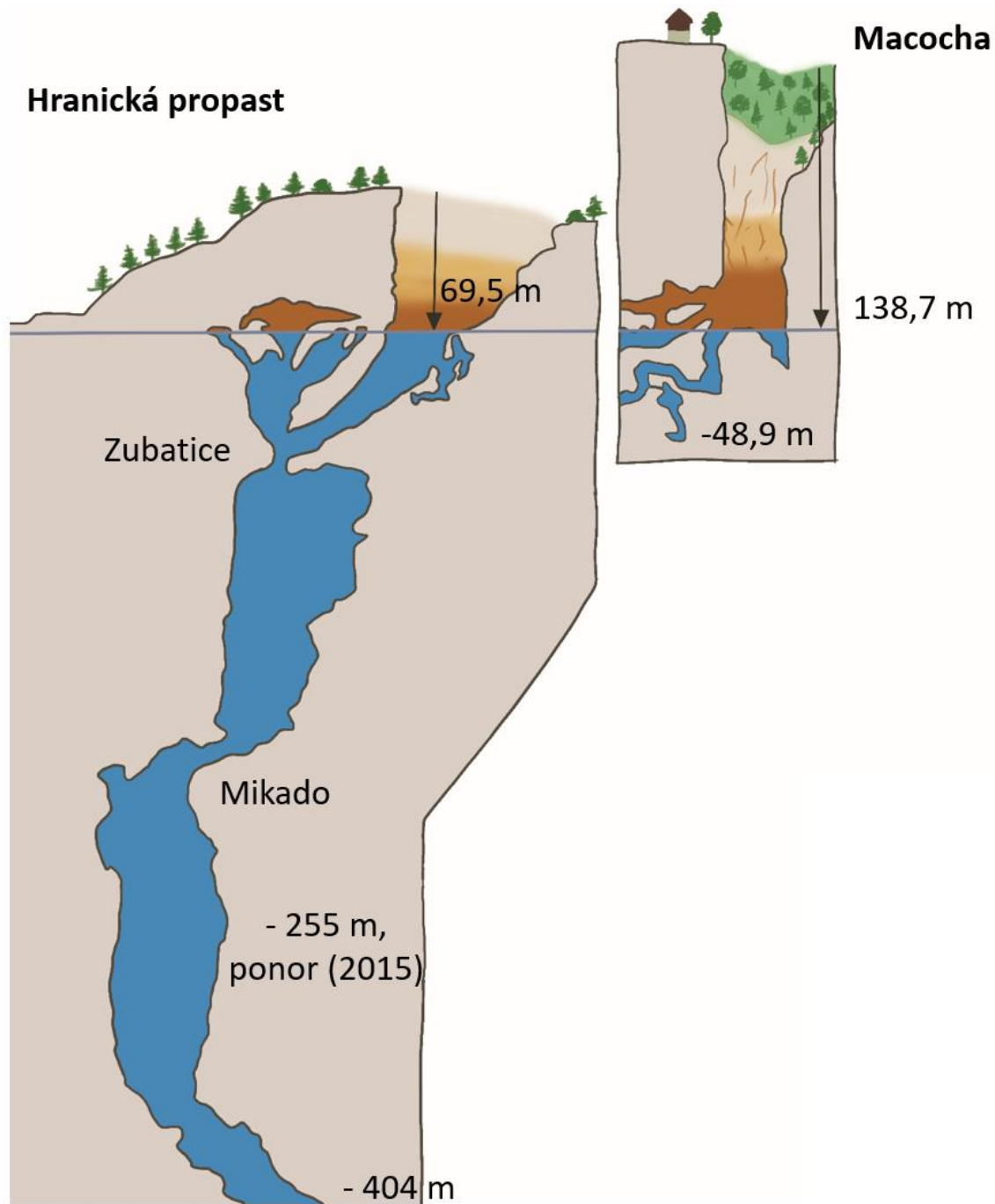


**S využitím textu odpovězte na následující otázky:**

- ❖ 1. Co je to sklo? Z jakých látek se připravuje?
- ❖ 2. Kdy a kde bylo sklo objeveno?
- ❖ 3. Jaké druhy skla můžeme rozlišovat?
- ❖ 4. V jakých oblastech se sklo využívá?
- ❖ Otázka k zamyšlení: Je sklo možné recyklovat?



NÁKRES PRAVDĚPODOBNÉ HLOUBKY HRANICKÉ PROPASTI A MACOCHY



## LOKALITY VÝSKYTU ENERGETICKÝCH NEROSTNÝCH SUROVIN NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY A JEJICH MOŽNÉHO VYUŽITÍ

Surovina	Těžba v současnosti	Těžba v minulosti	Použití
<b>Černé uhlí</b>	Česká část Hornoslezské pánev	Podkrkonošská pánev, Středočeská pánev (Kladensko), Plzeňská pánev	palivo, výroba koksu, farmaceutický průmysl
<b>Hnědé uhlí</b>	Sokolovská pánev, Severočeská pánev	Chebská pánev	palivo
<b>Lignit</b>	<i>neprobíhá</i>	Vídeňská pánev, Českobudějovická pánev, česká část Žitavské pánev	palivo
<b>Ropa</b>	Vídeňská pánev, Karpatská pánev	část ložisek v Jihomoravském kraji (vytěženo)	palivo pro dopravu, výroba plastů, výroba léků a pesticidů
<b>Uran</b>	Rožná	Příbram, Jáchymov, Olší, Horní Slavkov, Javorník, Chotěboř	jaderná energetika
<b>Zemní plyn</b>	oblast jižní a severní Moravy, podzemní zásobník plynu Příbram	Zlínský kraj	v dopravě, klimatizace, výroba elektřiny, plynové krby



## LOKALITY VÝSKYTU NERUDNÍCH SUROVIN NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY A JEJICH MOŽNÉHO VYUŽITÍ

Surovina	Těžba v současnosti	Těžba v minulosti	Použití
<b>Diatomit</b>	Borovany – Ledenice	Jihočeský kraj (severně od Českých Budějovic), Ústecký kraj	výroba filtrů, izolátorů, stavebnictví, zemědělství (dříve výroba dynamitu)
<b>Drahé kameny (vltavíny)</b>	Podsedice – Dřemčice, Hrbov u Lhenic, Chlum nad Malší, Ločenice – Chlum	Dolní a Horní Olešnice, Třebívlice, Vestřev, Besednice, Slavče, Vrábče, Bochovice, Rašov, Velká Kraš	šperkařství
<b>Grafit</b>	<i>neprobíhá</i>	Velké Vrbno, Bližná, Český Krumlov, Lazec – Křenov	tuha v tužkách, moderátor v jaderných reaktorech, vyzdívky ve vysokých pecích, elektrody
<b>Jíly</b>	okolí Prahy, pánve v Jihočeském kraji, Plzeňská pánev, Severočeská pánev, Chebská a Sokolovská pánev	Morava, Žitavská pánev	v mokřem stavu těsnící vrstva (podklad pod přehradu), cihlářství, hrnčířství a keramické výrobky, tužky
<b>Kaolin</b>	Karlovarsko, Kadaňsko, Podbořansko, Plzeňsko	Znojensko, Chebská pánev, Třeboňská pánev, Vidnava	výroba porcelánu a papíru, žáruvzdorné cihly, gumárenství
<b>Křemenné suroviny</b>	Vrábče, Boršov	Černava, Chomutov, Jeníkov, Kaliště, Kyšice, Sklená Huť, Velká Kraš, Železná, Dětkovice, Krašovice	základní sklářská surovina, filtry
<b>Průmyslové písky (sklářské)</b>	Nýrov, Rudice, Spešov, Srní, Střeleč, Svitavy, Velký Luh, Blansko	např. Provodín, Babolky, Boskovice, Deštná, Mladějov v Čechách	sklářský průmysl
<b>Sádrovec</b>	Kobeřice ve Slezsku	Kobeřice ve Slezsku, Rohov – Strahovice, Sudice, Třebom	pálená sádra, přísada do cementů, sochařství, medicína, hnojivo
<b>Vápence a cementářské suroviny</b>	oblast Barrandienu, Železné hory, Česká křídlová pánev	ložisko téměř v každém kraji v ČR	cukrovary, výroba celulózy, hutní výroba, odsiřování, cement, stavebnictví
<b>Živec</b>	Halámky, Bratčice, Hrušovany u Brna, Luženičky, Ždánov, Krásno – Vysoký kámen, Mračnice	Krabonoš, Tušť, Medlov, Ivančice – Němčice, Beroun, Zhořec, Smrček, Chvalšiny, Markvartice u Třebíče	výroba keramiky a glazur, datování v geologii a archeologii





## LOKALITY VÝSKYTU RUDNÍCH SUROVIN NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY A JEJICH MOŽNÉHO VYUŽITÍ

Surovina	Těžba v současnosti (v závorce je uvedena případná evidovaná oblast výskytu)	Těžba v minulosti	Použití
<b>Cín</b>	<i>neprobíhá</i>	Cínovec, Krásno	potravinářství – plechovky, trubky, kotle, reaktory (odolnost vůči korozi); staniol, bronz (slitina cínu a mědi)
<b>Mangan</b>	<i>neprobíhá</i> (Chvaletice, Řečany)	Karlovarský a Jihomoravský kraj	přísada do slitin
<b>Měď</b>	<i>neprobíhá</i> (Křižanovice, Kutná Hora, Zlaté Hory)	Krušné hory, Tři Sekery, Podkrkonoší, Staré Ransko	střešní krytiny, okapy, trubky (odolnost proti korozi); elektronické součástky, kotle, chladiče (elektrická a tepelná vodivost)
<b>Olovo</b>	<i>neprobíhá</i> (Horní Benešov, Křižanovice, Kutná Hora, Oskava, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory)	Březové Hory, Příbram, Bohutín, Oloví, Stříbro, Havlíčkův Brod, Ratibořické Hory, Stará Vožice, Černovice	ochrana před gama paprsky, akumulátory
<b>Stříbro</b>	<i>neprobíhá</i> (Horní Benešov, Horní Město, Kutná Hora, Oskava, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory)	Příbramsko, Jáchymovsko, Havlíčkovobrodsko, Jihlavsko, Ratibořské hory, Stará Vožice, Rudolfov, Stříbro, Mikulov, Vejprty	elektronický průmysl, výroba CD i DVD nosičů, šperkařství, fotografický průmysl
<b>Wolfram</b>	<i>neprobíhá</i> (Kašperské Hory, Krásno, Cínovec)	Karlovarský, Ústecký, Liberecký a Středočeský kraj	výroba žárovkových vláken
<b>Zlato</b>	<i>neprobíhá</i> (Smolotely, Jílové u Prahy, Podmoky, Mikulovice u Jeseníka, Zlaté Hory)	Břevenec, Kašperské hory, Modlešovice, Mokrsko, Prostřední Lhota, Suchá Rudná, Voltýřov	šperkařství
<b>Zinek</b>	<i>neprobíhá</i> (Horní Benešov, Křižanovice, Kutná Hora, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory)	Březové Hory, Příbram, Bohutín, Stříbro, Havlíčkův Brod, Staré Ransko	elektrody, barvy a nátěry (antikorozní povlaky), gumárenství, mosaz (slitina mědi a zinku)



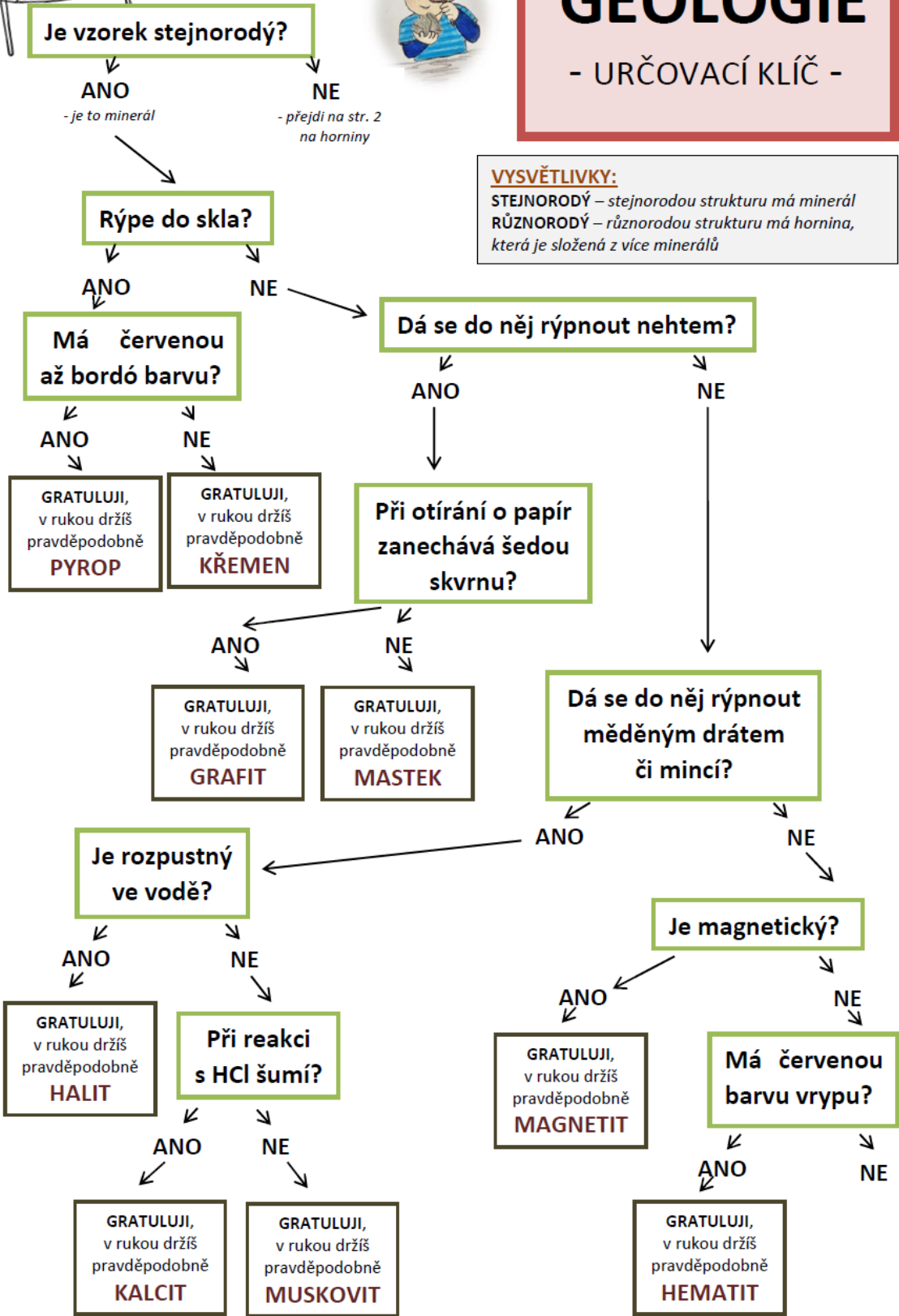
# KLÍČE K URČOVÁNÍ



# GEOLOGIE

- URČOVACÍ KLÍČ -

**VYSVĚTLIVKY:**  
STEJNORODÝ – stejnorodou strukturu má minerál  
RŮZNORODÝ – různorodou strukturu má hornina, která je složená z více minerálů



**VYSVĚTLIVKY:**



hrubozrná hornina, zrna viditelná pouhým okem



středně zrnitá až jemnozrná hornina, zrna viditelná lupou

