

Metodická příručka z geologie

pro učitele 2. stupně základní školy

Věra Pokorná

POPIS

Příručka slouží jako metodická opora pro učitele na 2. stupni základní školy (ZŠ). 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 tuto tematiku podat v souvislostech, neodděleně. K tomu je zacílena stavba příručky, kdy půjdeme po jednotlivých geologických obdobích a budeme to propojovat s botanikou a zoologií, dále i se zeměpisem, chemií, českým jazykem či matematikou.

Příručka slouží jako projekt na celý školní rok, kdy se postupně probírají jednotlivé části,

tedy geologická období. Učitel vede jednotlivé hodiny, předává žákům poznatky a pomáhá při realizaci pokusů. Žáci jednotlivé informace, jejich stručný přehled, zaznamenávají na papír A1, který se následně vylepí ve třídě na stěnu. Tímto způsobem je zpracováno každé geologické období a tím vzniká ve třídě projekt. Text na jednotlivých papírech může být doplněn o obrázky, které přinese učitel, či sami žáci nakreslí. 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.



OBSAH



POPIS	1
OBSAH	2
VYSVĚTLIVKY	4
ÚVOD	5
VESMÍR	18
VZNIK A VÝVOJ	25
ŽIVOTA NA ZEMI	25
ARCHAIKUM	27
PROTEROZOIKUM	33
PALEOZOIKUM	40
MESOZOIKUM	56
TERCIÉR	65
VNITŘNÍ GEOLOGICKÉ JEVY	66
SOPKY	66
PETROLOGIE	77
a) VYVŘELÉ (= MAGMATICKÉ) HORNINY	77
b) USAZENÉ (= SEDIMENTÁRNÍ) HORNINY	81
1) úlomkovité	81
2) chemické (<i>zajímavost</i>)	83
3) organické	83
c) PŘEMĚŇENÉ (= METAMORFOVANÉ) HORNINY	86
HORNINOVÝ CYKLUS	89
MINERALOGIE	91
VLASTNOSTI NEROSTŮ:	93
1. Fyzikální	93
2. Optické	94
3. Chemické	95
Třídění nerostů podle chemického složení:	106
1. PRVKY	106
2. SULFIDY	109
3. HALOGENIDY	109
4. OXIDY	110

5. UHLIČITANY	111
6. SÍRANY	112
7. FOSFOREČNANY	112
8. KŘEMIČITANY	113
9. ORGANICKÉ MINERÁLY.....	115
ZEMĚTŘESENÍ	117
DESKOVÁ TEKTONIKA	128
VNĚJŠÍ GEOLOGICKÉ JEVI	133
1. ZVĚTRÁVÁNÍ	133
2. PŮSOBENÍ ZEMSKÉ TÍŽE.....	133
3. ČINNOST VODY.....	133
4. ČINNOST VĚTRU	140
5. ČINNOST ORGANISMŮ	140
<u>KVARTÉR.....</u>	<u>144</u>
LOŽISKA A JEJICH VZNIK	147
ENERGETICKÉ NEROSTNÉ SUROVINY	148
NERUDNÍ SUROVINY	150
RUDNÍ SUROVINY	152
GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČR	161
VÝVOJ ČLOVĚKA	162
KLIMATICKÉ ZMĚNY Z DNEŠNÍHO POHLEDU	165
EKOLOGIE	167
EKOLOGICKÉ FAKTORY.....	167
BIOLOGICKÁ ROZMANITOST	172
OCHRANA PŘÍRODY	172
<u>SLOVO ZÁVĚREM.....</u>	<u>185</u>
<u>ZAPAMATUJ – PŘEHLEDOVÉ TABULKY.....</u>	<u>186</u>
<u>ZDROJE.....</u>	<u>207</u>

VYSVĚTLIVKY



změna v RVP ZV leden 2021 (<http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>)



hrubozrnná hornina, zrna viditelná pouhým okem



středně zrnitá až jemnozrnná hornina, zrna viditelná lupou

- **STEJNORODÝ** – stejnorodou strukturu má minerál
- **RŮZNORODÝ** – různorodou strukturu má hornina, která je složená z více minerálů

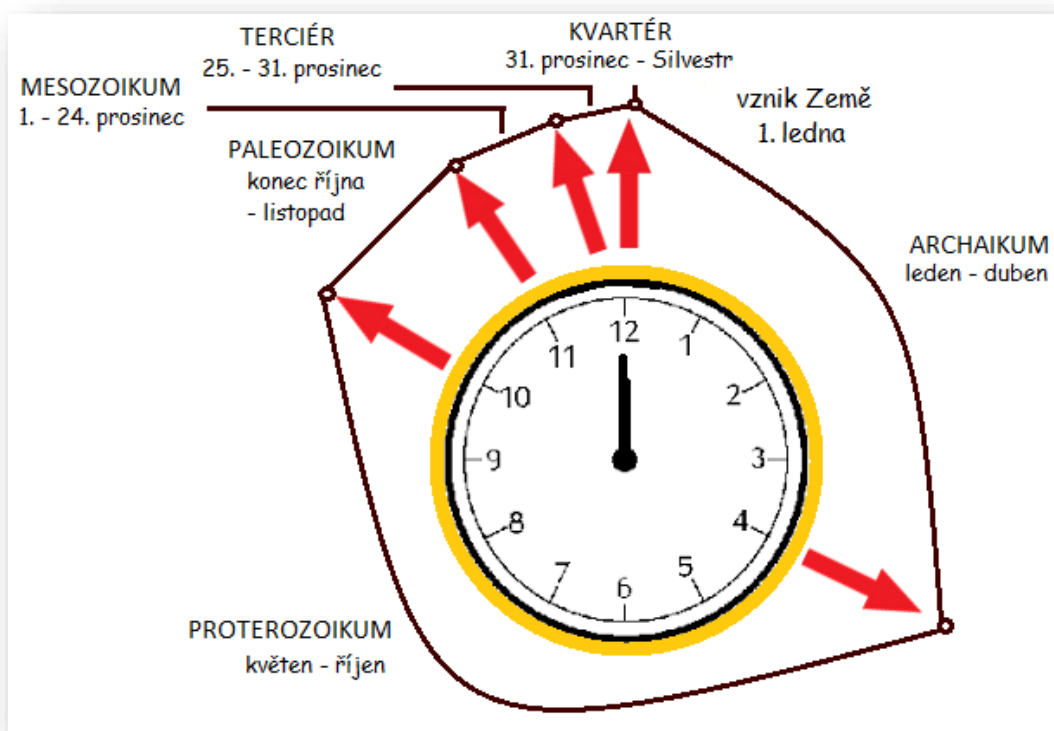
ÚVOD

Geologie, co o ní můžeme říci? Proč se jí zabýváme? V čem je pro nás důležitá? Na tyto otázky a mnohé jiné se zde budeme snažit nalézat odpovědi.

Můžeme na úvod začít tím, co je to geologie. Geologie je věda o planetě Zemi, složená z řeckého slova *gé* („Země“) a *logos* („vědění“). Lidé zabývající se geologií nazýváme geology. Geologové zkoumají složení a stavbu Země, její vznik a vývoj. To je hezká definice, ale jak to dělají? Vždyť naprostá většina hmot zemského tělesa je nedosažitelná. Od středu Země nás dělí 6 380 km masy hornin. Nejhlubší naše doly schopné dolovat nerostné suroviny sahají jen asi 4 km pod povrch a maximální vrty nepřesahují 12 km, to je hranice dosažitelná dnešní technikou. Chceme-li se 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, popř. na několika místech se prokousat kousíček pod kůži, jinak už jim zbývají pouze metody nepřímé.

Metodami nepřímými mohou měřit záření vycházející z nitra zvířete a fyzikální pole, která je obklopují. Další možností je vyvolat výbuch na hřbetě a měřit chvění kůže na břiše, mohou prozkoumat i „fiktotřesení“ vznikající pohybem hmot v útrobách. Budou-li naše blechy (neboli geologové) pečlivé, dozvědí se o svém nositeli mnoho. Ale pozor, je nutné si uvědomit, že nejde přímo o realitu, ale o pouhé modely, jak by to mohlo uvnitř vypadat!

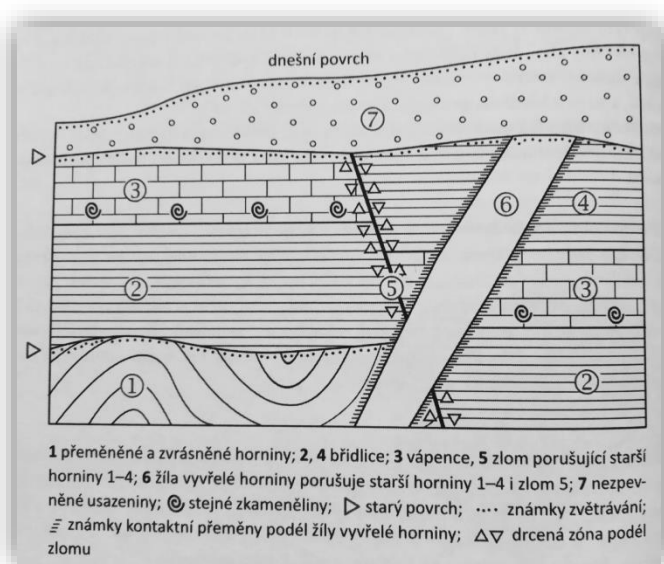
Další možnou abstrakcí, se kterou se geologové musí potýkat, je geologický čas. Země, je stará cca 4 600 milionů let, dinosauři vyhynuli před 66 mil. let, první naši lidští předkové se objevili před 2,5 milionem let. Jak si lze představit milion let? Jistě, rozumíme číslům na časové ose a dokážeme je 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 už zvládneme. Pro lepší znázornění použijeme ciferník hodin (viz Obr. 1).



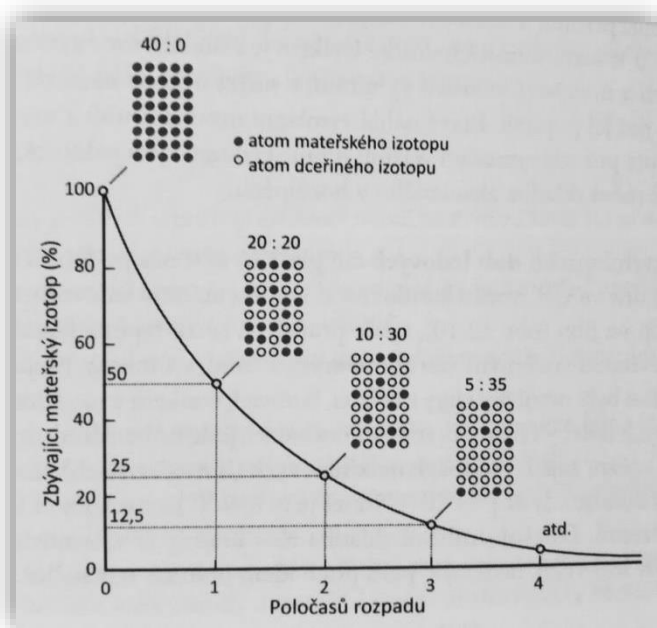
Obrázek 1 – Časová osa vývoje Země – Ciferník hodin odpovídá počtu měsíců kalendářního roku. Vznik Země připadá na 1. ledna. Období archaika a proterozoika byla opravdu dlouhá, zabírají nám skoro celý kalendářní rok. Paleozoikum trvalo v našem přirovnání pouze 1 kalendářní měsíc, to je 5 minut. Mesozoikum pouze 4 minuty a terciér poslední minutu, která odpovídá 7 dnům. A máme tu současnost, kvartér trvající pouze zlomek dne 31. prosince. Představme si to třeba jako oslavu Silvestra.

Přibližnou časovou osu jsme si sestavili. Ano, čtete správně, pouze „přibližnou“. Nemůžeme s určitostí říci, jestli jednotlivá geologická období trvala např. 300 milionů, nebo 305 milionů let. Lze odhadnout zhruba jejich délku pomocí metod určování stáří, pomocí relativního a absolutního datování. Relativní časovou škálu už byli schopni geologové sestavit už v 19. století. Jedná se o horninový záznam (viz Obr. 2), který mapuje relativní stáří fosilií (o těch později) a tím nám sděluje způsob, jakým se vyvíjely skupiny druhů přítomných v jednotlivých vrstvách jdoucích po sobě. Bohužel jednotlivé série hornin nám nic neříkají o absolutním stáří. Můžeme to přirovnat k tapetě na stěně ve starém domě, který měl hodně majitelů. Ze stěny odlupujeme 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. K určení času nám slouží datování absolutní, které nahrazuje relativní pojmy jako brzy, pozdě, dříve, potom. Princip absolutního datování (viz Obr. 3) na základě radioaktivního rozpadu prvků byl objeven na poč. 20. století, ale až po druhé světové válce byly vyvinuty dostatečně přesné přístroje pro měření obsahu izotopů těžkých prvků v minerálech a horninách (hmotnostní spektrometry). Díky tomu došlo k podložení relativního časového členění geologické historie Země absolutními daty.

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 fosiliím. Fosilie jsou zachovalé pozůstatky či otisky, které organismy žijící v minulosti zanechaly. 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



Obrázek 2 - Princip relativního datování – Číslo 1 – 7 udávají, v jakém pořadí geologická tělesa vznikala, aniž by bylo vyčísleno jejich skutečné (absolutní) stáří (Chváta, 2014).



Obrázek 3 – Princip absolutního datování – založeno na přesném změření obsahu mateřského izotopu (nejčastěji ^{238}U) a dceřiných izotopů, které vznikají jeho rozpadem. Od doby vzniku se v minerálu či hornině stálým tempem hromadí dceřiný izotop, zatímco obsah mateřského izotopu úměrně klesá. Z poměru jednotlivých izotopů lze pomocí nepříliš složité matematiky vypočítat dobu, v níž hromadění dceřiných izotopů započalo, tj. dobu vzniku minerálu či horniny (Chváta, 2014).

skládat geologickou minulost naší planety. Nejbohatšími zdroji fosilií jsou horniny usazené. Písek a bahno, erodované z půdy, se řekami přenáší do moří a močálů, kde se částice usazují na dně. Hromadí se a starší

vrstvy se vtlačují do horniny – písek do pískovce a bláto do jílovité břidlice. Jakmile se vodní a suchozemské organismy dostanou do moří a mokřiny zaniknou, usadí se spolu s horninami. Jen jejich malá část se zachová jako zkameněliny. Usazování není nepřetržité, ale probíhá v různých intervalech, tím vznikají jednotlivé vrstvy. Organické části mrtvého organismu, pohřbeného v sedimentu, se obvykle rychle rozkládají. Nicméně odolné látky, bohaté na minerály, např. krunýře mnoha bezobratlých a kosti a zuby obratlovců, se mohou zachovávat jako zkameněliny (viz Obr. 4 – A, B). Rostlina či živočich se může změnit i v kámen (viz Obr. 4 – C). Některé fosilie si

zachovávají i organický materiál, jsou velmi vzácné, např. list (viz Obr. 4 – G). Jiné zachovávají pouze otisky, odlitky (viz Obr. 4 – D). Paleontolog (studuje fosilie) zkoumá i jiné fosilie, např. zvířecí doupata nebo stopy (viz Obr. 4 – E). Další možností je i úmrtí živočicha v prostředí, ve kterém bakterie ani houby nemohou mrtvolu rozložit, poté může být celé tělo, včetně měkkých částí zachováno v podobě fosilie (viz Obr. 4 – F). Zmiňujeme organismy, možná vás napadne otázka, jaké organismy to byly, jak vypadali původní rostliny či živočichové. Ve kterém období vznikl had, slon, květiny? Tyto otázky si postupně zodpovíme.



Obrázek 4 – Galerie fosilií – A) zkamenělá kostra dinosaura v pískovci; **B)** Lebka – tvrdá část organismu, nejčastější fosilie; **C)** zkamenělý strom v Arizoně starý zhruba 190 milionů let (vznik této fosilie ztvrdnutím a to tak, že minerály nahradily organickou hmotu); **D)** pohřbené organismy, které se rozkládají, mohou zanechávat otisky, které mohou být vyplněny minerály rozpuštěnými ve vodě (odlitky vytvořené po minerálním zpevnění, jsou dvojníky organismů, jako je tomu v případě těchto trilobitů); **E)** stopy dinosaura starého 150 milionů let v Coloradu; **F)** tento štír, starý 30 milionů let, je uvězněn v jantaru; **G)** některé usazené fosilie, jako je třeba tento 40 milionů starý list, si zachovává organický materiál včetně DNA, který mohou vědci analyzovat (Campbell, 2006; Šefčík, 2018 – D).

Pokus: **Vyrob si vlastní zkamenělinu**

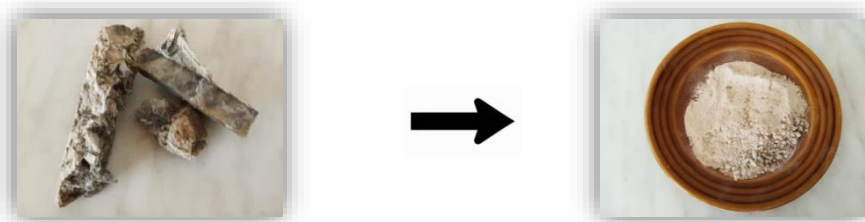
V úvodní části hodiny je dobré žáky seznámit s pojmem fosilie a probrat s nimi jejich různé druhy závislé na jejich vzniku. Následně by si každý žák vytvořil svou vlastní falešnou zkamenělinu. Možnost prohlédnutí a osahání i pravých zkamenělin vítaná (dle možností školy).

Potřebný materiál:

- plastelína
- sádra
- plastový kelímek (případně seříznutá spodní část PET lahve)
- zajímavý objekt na obtisknutí (např. ulita hlemýždě, lastura mlže, ohebný krček brčka připomínající dávného červa)
- voda
- novinový papír na zakrytí pracovní plochy
- dřívko na zamíchání sádry

◦ výroba sádry ze sádrovce:

1. sádrovec (minerál) rozdrtíme na jemný prášek (pomocí kladívka)



2. prášek ze sádrovce musíme zahřát, aby se odpařila voda (abychom získali hemihydrát = sádro) – zahříváme do zbělení prášku



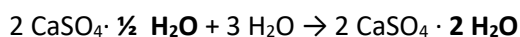
- k zahřátí je vhodné využít zahřívání v nádobě z odolného skla nad kahanem
- jinou možností je využití trouby – prášek ze sádrovce dáme na pečící papír a při nízké teplotě (100 - 130 °C) zahříváme

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 ½ hodiny)

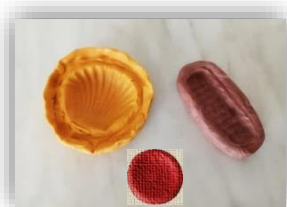
- při tuhnutí se zvětšuje mírně objem, čehož se využívá např. při vyplňování děr sádro

Klíčové otázky:

- Jakým způsobem lze vyrobit sádro?
- Co to znamená, když je v názvu obsaženo slovo „dihydrát“?
- Jaký je rozdíl mezi přírodním sádrovcem a energosádrovcem?
- Kde se využívá sádra?
- Co jsou to fosilie (zkamenělina)?
- Jaké druhy fosilií znáš?

◦ pracovní postup:

- Žáci mohou pracovat ve skupinách nebo sami
- žáci si donesli vlastní objekty na otisknutí a modelínu (dostali za úkol minulou hodinu); učitel má připravený dostatek materiálu také, kdyby někteří žáci zapomněli)
- pracovní plochu si žáci překryjí novinovým papírem
- z modelíny si vytvarují mističku se silnějším dnem (se silnějším proto, aby mohli obtisknout celý objekt)



- pokud mají všichni žáci připravenou „formu“ z plastelíny, můžou se pustit do přípravy sádrové hmoty (varianty: koupená sádra – příprava dle návodu na obalu/vlastní výroba ze sádrovce – viz výroba)

- zalití formy na zkameněliny sádro



- přenesení na novinách k oknu – lepší schnutí
- mezitím, co sádra schne, může probíhat dále diskuse na téma zkameněliny, či výroba sádry (viz otázky)
- po ztvrdnutí sádry odejmou žáci plastelínu a mají své „falešné“ zkameněliny



Nejprve se ale vrátíme k pojmu geologie. Řekli jsme si, že je to věda o planetě Zemi. Dost často můžeme slyšet, že geologie je nudná, proč se máme nějakou „šutrologii“ vůbec učit, jaký to má význam? Začneme pojmem „šutrologie“, stejně bychom mohli říci „kamenologie“, „lithologie“ (z lat. lithos), ale copak mluvíme jen o kamenech? Ne, je to geologie – nauka o ZEMI, tzn., že tu nemáme jen minerály a horniny, ale také živočichy, rostliny, půdu, vzduch, vodu apod. Je důležité si uvědomit, že vše je provázané se vším. Řeknete, dobře, není to jen o kamenech, ale stejně, když se o geologii bavíme, chybí mi tam akce, nic moc se nehýbe, nemění. S tím opět nesouhlasím, je pravda, že než se kontinenty dostaly do dnešní podoby, trvalo to několik milionů let, že to není stejné, jako když dáte psovi aport a on vám během pár vteřin donese zpátky míček. Trvá to, ale máme i pohyby, které mohou být stejně intenzivní a rychlé. Myslím tím zejména různé přírodní katastrofy, např. sesuvy půdy, zemětřesení či výbuchy sopky, při kterých může dojít k výrazné změně také během pár vteřin.

Ted' se dostáváme k tomu nejdůležitějšímu, k významu geologie. Geologie nejen, že poskytuje informace o vzniku a vývoji Země, ale i velmi praktické poznatky typu – kde najít ložisko nafty, kde jsou zásobníky podzemních vod, jak založit velkou budovu, tak, aby vydrželo podloží a budova se nesesunula apod. Geologie má tedy nezměrný význam v praktickém životě, více než si myslíme. Díky „šutrům“, jak byste je pravděpodobně označily, můžete chodit po Zemi, horniny tvoří prašné cesty, ale i asfalt vznikl z přírodních zdrojů. Asfalt vznikl z ropy a ta vznikla z odumřelých mořských mikroorganismů a drobných živočichů před mnoha miliony let. Nachází se ve svrchních vrstvách zemské kůry v usazených horninách, odkud je získávána vrty. Navíc geodiverzita je rozmanitost horninového podloží a tvaru reliéfu, a to je základem pro biodiverzitu,

neboli biologickou rozmanitost, tzn. pro variabilitu všech žijících organismů.

Už v minulosti civilizací hrály obrovskou roli suroviny, díky kterým často i zvítězily v bitvách, proto často 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 to, že některé zdroje pomalu dochází. Díky moderním technologiím se snažíme přírodní zdroje jako uhlí nahrazovat jinými zdroji, které by měly stejný účinek. 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, přicházíme tak 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 jejímž zdrojům jsme ještě naživu. Navíc i díky geodiverzitě se i u nás nachází krásné horské hřebeny, různé skalky, meandry ..., zkusme si na to při lyžování či pěší turistice vzpomenout a obdivovat krásu neživé přírody. Zakončila bych to už snad jen citátem od Karla Čapka: „*Kdo nemá pochopení pro kámen, neví mnoho o kráse světa.*“

Ted' už se dostáváme k dříve zmíněné časové ose vývoje naší Země. Přirovnání k ciferníku hodin pomůže žákům k lepší představě trvání jednotlivých geologických období. Stačí, aby věděli, jak dlouho přibližně trvala. Tabulka 1 nám ukazuje časovou osu doplněnou i o dataci geologických období a slíbené živočichy s rostlinami. V následujících částech příručky se budeme věnovat geologickým obdobím tak, jak šla 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. V posledním období, kvartéru (kenozoiku, čtvrtohorách), neopomeneme poznamenat i nerostné bohatství Země, které je tak důležité pro současného člověka, podíváme se i na samotný vývoj člověka a klimatické změny člověkem způsobené.

Možná jste si všimli, že bylo použito pro poslední geologické období více názvů, zejména *cizích*. Kvartér, 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 ne vždy byla přítomná, proto tyto názvy co nejvíce upozadíme a zvykejme si na nové označení.

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

Tip pro učitele: **Úvod do geologie**


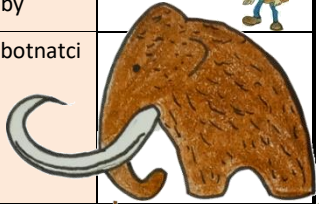
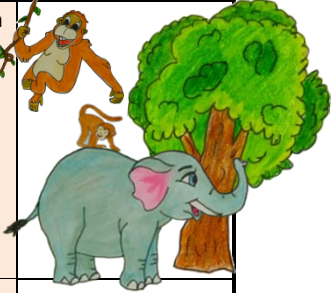


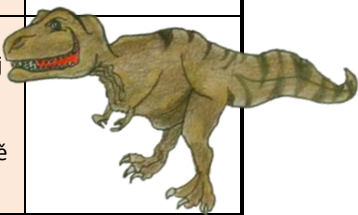

Úvodní hodinu je vhodné začít brainstormingem.

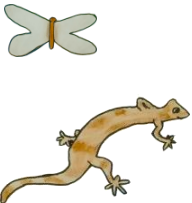
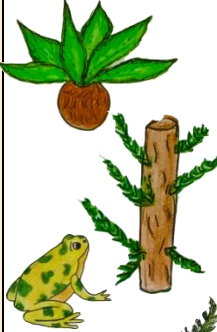
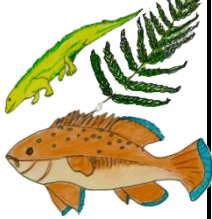


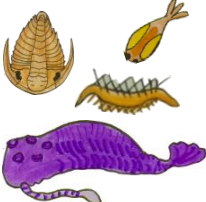


Klíčové otázky:

- Co vás napadne, když se řekne planeta Země? Kdy vznikla? Z čeho se skládá?
- Znáte nějaká geologická období?

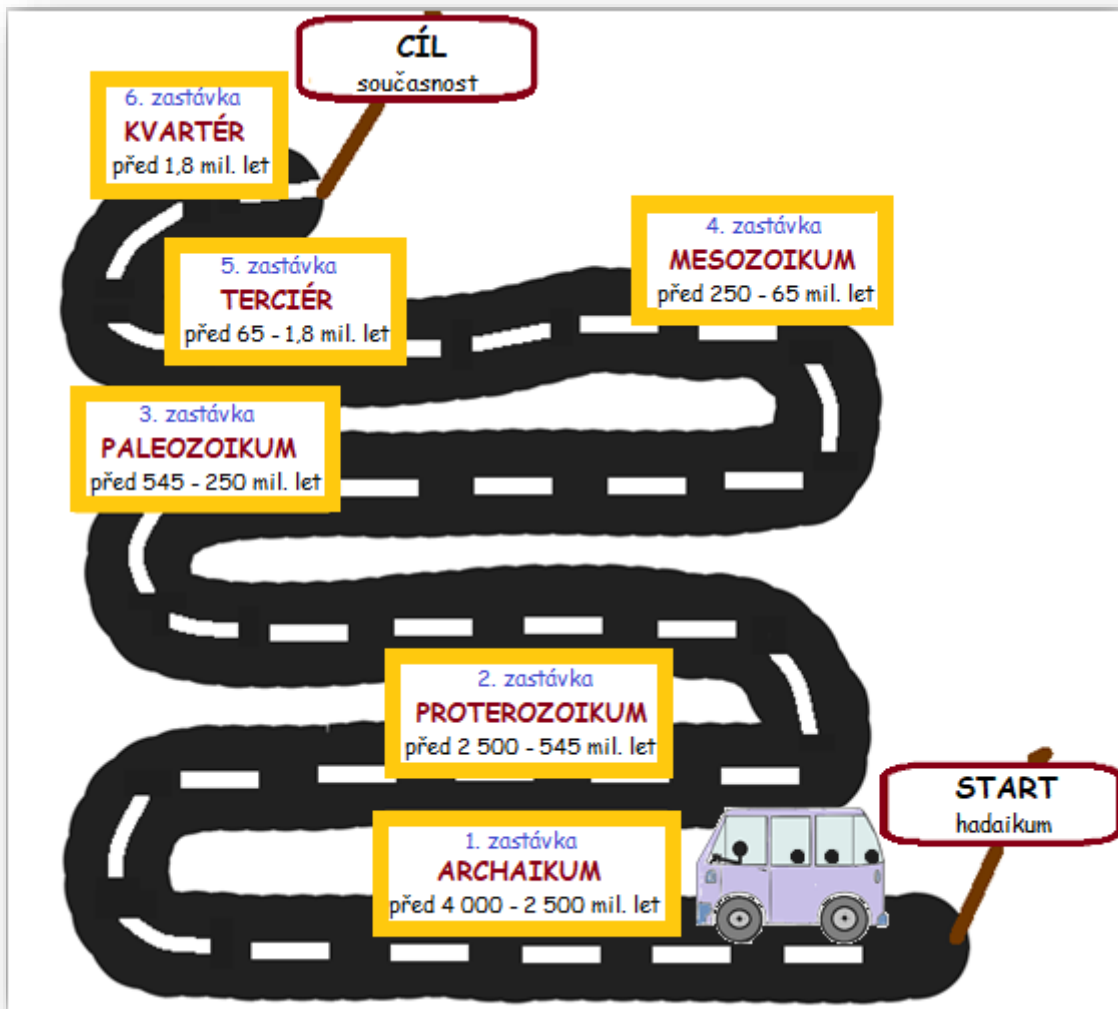
Následnou reakcí na otázky může být 15min. kreslení obrázků s popisky na papír A4, podle toho, co jednotlivé žáky napadlo (žáci kreslí jednotlivě či ve skupinách). Poté probíhá prezentace obrázků a diskuse o jednotlivých nápadech.

Tabulka 1 - Časová osa (Campbell, 2006; Švecová, Matějka, 2017)

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
kvartér (kenozoikum, čtvrtohory)	holocén	0,01	◦ oteplení po posledním zalednění	dokončen vývoj člověka do současné podoby	
	pleistocén	1,8	◦ střídání dob ledových a meziledových ◦ vznik dnešního reliéfu	srstnatí chobotnatci (mamut), nosorožci, rozvoj hominidů	
terciér (kenozoikum, třetihory)	neogén	24	◦ pozvolné ochlazení ◦ vznik hnědouhelných pánví ◦ 1. doba ledová	vznik mnoha skupin primátů, včetně lidoopů; rozvoj chobotnatců a koňovitých; opadavé listnaté stromy (bříza, dub, buk, javor aj.)	
	paleogén	65	◦ alpské vrásnění ◦ mapa světa se začíná podobat dnešní	větší rozšíření savců, ptáků, opylujícího hmyzu, dominance krytosemenných rostlin	
mesozoikum (druhohory)	křída	140	◦ teplé a vlhké klima ◦ uprostřed křídy největší záplava v dějinách ◦ alpské vrásnění (pokračuje dodnes) ◦ dopad velkého meteoritu	objevují se kvetoucí rostliny (krytosemenné), rozvoj ptáků, na konci vymření dinosaurů a jiných druhů	
	jura	200	◦ počátek postupného rozpadu Pangey na dnešní kontinenty ◦ zaplavení souše mořem	1. praptáci, rozvoj dinosaurů, rozvoj krytosemenných rostlin (a souběžně hmyzu)	
	trias	250	◦ celkové velké oteplení ◦ vznik mohutných vrstev vápenců a dolomitů	krajině dominují stromy se šiškami (nahosemenné), 1. krytosemenné rostliny, rozšíření dinosaurů, první savci	

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

Pracovní list: Časová osa vývoje Země



„Projeli jsme hadaikem (předgeologickým obdobím), které začalo vznikem Země před 4 600 mil. lety. Dále se řítíme do 1. zastávky. Za jak dlouho tam dojedeme? Kolik zastávek nás vůbec čeká? A kdy už konečně budeme v současnosti? Pojďme si to spočítat!“

1. úkol: Jak dlouho trvala jednotlivá geologická období? Odhadni.

- délka období v mil. let:

HADAIKUM: _____ mil. let

ARCHAIKUM: _____ mil. let

PROTEROZOIKUM: _____

PALEOZOIKUM: _____

MESOZOIKUM: _____

TERCIÉR: _____

KVARTÉR: _____

2. úkol: Spočítej v mil. let, jak dlouho trvala jednotlivá geologická období a přepočítej na procenta (%).

A) délka období v mil. let:

HADAİKUM: 600 mil. let
ARĀĀIKUM: mil. let
PROTEROZOİKUM:
PALEOZOİKUM:
MESOZOİKUM:
TERCIÉR:
KVARTÉR:

B) délka období v % (zaokrouhli na dvě desetinná místa):

HADAİKUM: 13,04 %
ARĀĀIKUM: %
PROTEROZOİKUM:
PALEOZOİKUM:
MESOZOİKUM:
TERCIÉR:
KVARTÉR:

◦ proved' zkoušku – zjistíš, jestli jsi počítal správně (po sečtení všech % by ti mělo vyjít 100%)

_____ ÷ 100%

ŘEŠENÍ:

2. úkol: Spočítej v mil. let, jak dlouho trvala jednotlivá geologická období a přepočítej na procenta (%).

A) délka období v mil. let:

HADAİKUM:	<u>600 mil. let</u>
ARCHAİKUM:	<u>1 500 mil. let</u>
PROTEROZOİKUM:	<u>1 955 mil. let</u>
PALEOZOİKUM:	<u>295 mil. let</u>
MESOZOİKUM:	<u>185 mil. let</u>
TERCIÉR:	<u>63,20 mil. let</u>
KVARTÉR:	<u>1,80 mil. let</u>

B) délka období v %:

HADAİKUM:	<u>13,04%</u>
ARCHAİKUM:	<u>32,61%</u>
PROTEROZOİKUM:	<u>42,50%</u>
PALEOZOİKUM:	<u>6,41%</u>
MESOZOİKUM:	<u>4,02%</u>
TERCIÉR:	<u>1,37%</u>
KVARTÉR:	<u>0,04%</u>

$$\begin{aligned} \circ \text{ zkouška: } & 13,04 + 32,61 + 42,50 + 6,41 + 4,02 + 1,37 + 0,04 \\ & = 99,99 \hat{=} 100\% \end{aligned}$$

Postup: 100% = 4 600 mil. let (stáří Země/600 + 1 500 + 1 955 + 295 + 185 + 63,20 + 1,80)

$$\begin{array}{l} \uparrow 100\% \dots\dots\dots 4\,600 \text{ mil. let} \uparrow \\ \underline{x\% \dots\dots\dots 600 \text{ mil. let}} \quad (\text{předgeologické období}) \end{array}$$

$$\begin{aligned} x : 100 &= 600 : 4\,600 \\ 4\,600x &= 600 \cdot 100 \\ 4\,600x &= 60\,000 \\ x &= \underline{13,04\%} \end{aligned}$$

(stejně spočítáme i délku ostatních období)

Shrnutí: Cílem této aktivity bylo nejen propojení s matematikou, ale zejména to, aby si žáci uvědomili odlišnou délku jednotlivých období vývoje naší Země. Doporučuji práci s pracovním listem propojit s Tab. 1 a seznámit žáky i s vývojem živočichů a rostlin.

Bonusové úkoly pro diskusi:

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 to fosilie? Uveď příklad.
6. Jaký význam má geologie?

odpovědi: 1. před 4 600 mil. let, předgeologické období trvalo cca 600 mil. let, 2. (viz Tab. 1), 3. přímé a nepřímé (viz Úvod), 4. relativní a absolutní datování (viz Úvod), 5. fosilie jsou zachovalé pozůstatky či otisky, které organismy žijící v minulosti zanechaly (př. viz Úvod), 6. věda o Zemi zkoumající její složení, stavbu a historický vývoj, důležitá pro biodiverzitu, poskytuje informace o zdrojích nerostných surovin, o zásobárně podzemní vody, velká úloha při stavbě měst, ochrana přírody

Klíčové otázky:

- Jaká období v historii naší Země byla nejdelší a která nejkratší?
- Jaké živočichy byste do jednotlivých období zařadili?

VESMÍR

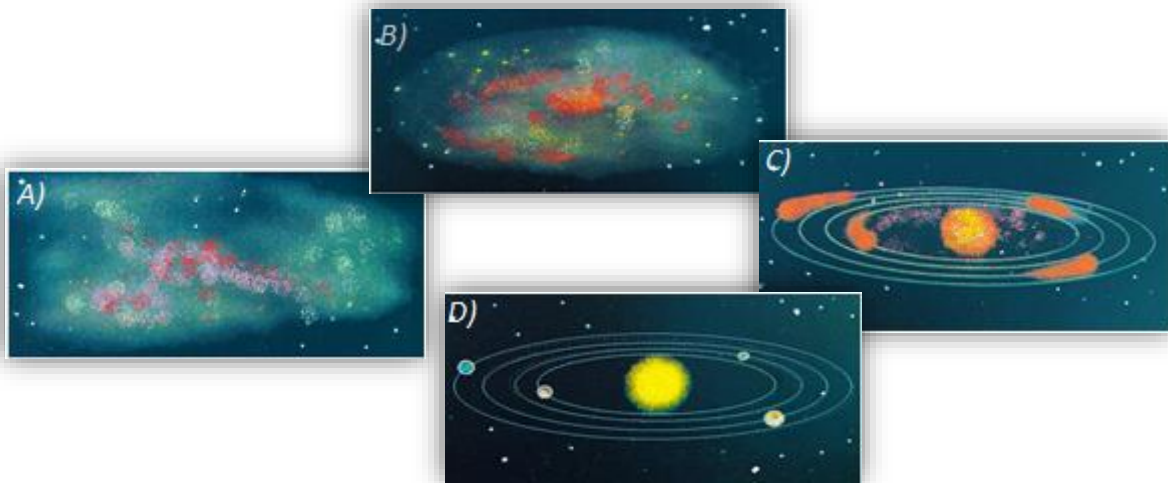
Vesmír je „vše, co existuje“, zahrnuje veškerou látku, energii a kosmický prostor. Vědci studující vesmír jako celek se nazývají kosmologové. Ti si nejsou dosud jistí, zda je vesmír konečný nebo nekonečný, ale odhalili i tak spoustu faktů. Zjistili, že se vesmír rozpíná a že nemá žádné okraje. Také přišli na to, že existence vesmíru započala před 13,7 miliardami let v nesmírné explozi zvané velký třesk (v aj *Big Bang*). Neznamená to ale žádný ohromný výbuch, je to jen pracovní označení pro krátké období (zlomek vteřiny trvajících), v němž vznikla hmota spolu s prostorem a časem, a začaly platit i fyzikální zákony. Od tohoto okamžiku můžeme počítat dějiny vesmíru. Jaká je historie vesmíru? A kdy vznikla Sluneční soustava a tím i naše planeta? Pojďme se na to podívat.

V prvních sekundách vzniku vesmíru docházelo k rychlému rozpínání hustého a žhavého plynu (viz Obr. 5, A), 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 (H_2), helia (He), a lithia (Li). Zcela převažoval vodík. Vesmír již v této době rozpínáním ochlazen asi na teplotu kolem 1 miliardy $^{\circ}C$ a svou hustotou se blížil dnešní vodě. Postupem (během 300 let) se vesmír ochladil cca na 10 tisíc $^{\circ}C$.

Gravitační síly rostly s přibývajícím hmotou ve vesmíru. V rozpínajícím plynu (v H_2 s příměsí He) se působením gravitační síly vytvořily zahuštěné oblasti (viz Obr. 5, B), ze kterých se později vyvinuly zárodky galaxií. Tyto zárodky se nadále díky jejímu působení shlukovaly a srážely, a tak postupně vznikly jednotlivé galaxie. Růst galaxií trval několik miliard let. Ve vesmíru existuje několik miliard galaxií.

Naše Galaxie (velké „G“ – 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 asi 150 miliard hvězd). U vzniku hvězd se opět uplatňuje gravitace působící shlukování částic do středu útvaru. Částice přitahované do středu mají velkou pohybovou energii, která se mění na tepelnou. 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 (viz Obr. 5, C). Z materiálu (ze zbytku plynů a prachu), který nebyl spotřebován na vytvoření hvězdy, se kolem hvězd může vytvořit kruhový útvar, ze kterého později vzniknou planety a jejich měsíce.

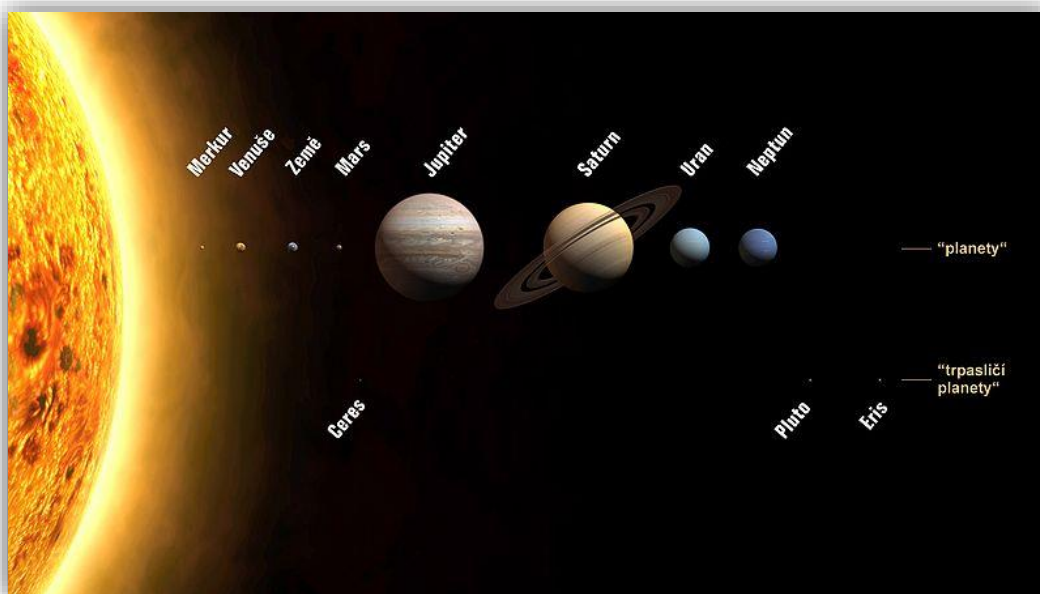
Jednou z hvězd je i naše Slunce (viz Obr. 5, D), vzdálené od středu Galaxie 30 tisíc světelných let. Slunce je centrální hvězdou Sluneční soustavy, od které je odvozen název. Sluneční soustava vznikla z mračna prachových částic, které se působením vlastní přitažlivosti nejen smršťovalo, zahřívalo, ale 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 5 – Vznik vesmíru a naší Galaxie (Čílek a kol., 2000)

Sluneční soustava se skládá nejen ze Slunce a naší planety Země, ale obsahuje i další planety jako Merkur, Venuše, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun (viz Obr. 6). Planety Merkur, Venuše, Země a Mars patří mezi kamenné planety zemského typu. Kamenné planety jsou nejbližší Slunci, jsou poměrně malé, většina nitra sestává z hornin (plášť) a z jádra bohatého na železo. Najdeme mezi nimi však rozdíly, Země je jediná planeta s atmosférou bohatou na kyslík, vodou na povrchu a rozsahem teplot, které zaručují, že většina vody se vyskytuje v kapalném skupenství. Voda přispívá k rozvoji života. Merkur má zcela bezvýznamnou atmosféru a na jeho povrchu můžeme pozorovat velké rozdíly teplot. Venuše je obklopena ovzduším zejména z oxidu uhličitého, který na její povrch působí výjimečně velkým tlakem

a udržuje vysokou teplotu. Mars je chladný, má řídkou atmosféru a voda tam existuje jako led blízko pólů a může být tekutá hluboko pod povrchem. Pás planetek odděluje tuto čtveřici zemských planet od plynných velkých planet (Jupiteru, Saturnu, Uranu a Neptunu). Jde o čtyři planety, které jsou vzdáleny od Slunce, označované jako „plynní obři“. Mají malá kamenná jádra a většinu jejich nitra tvoří tekutý H_2 a He , zatímco Uran s Neptunem obsahují i značné množství pevného H_2 a sloučenin jako voda, čpavek a metan. Díky plynné atmosféře jsou plynní obři zbarveni do zelenavé až modravé barvy. Za drahou Neptunu se rozkládá rozsáhlá oblast malých ledových těles jako je Pluto a zejména kometárních těles.



Obrázek 6 – Sluneční soustava (Original uploader was Power at cs.wikipedia, wikimedia commons, použití povoleno)

Úkol: Staň se na chvíli astronomem

Počkej, až se setmí, otevři okno, či běž ven a pozoruj Měsíc. K pozorování se hodí obyčejný dalekohled nebo divadelní kukátko. Co na Měsíci vidíš?

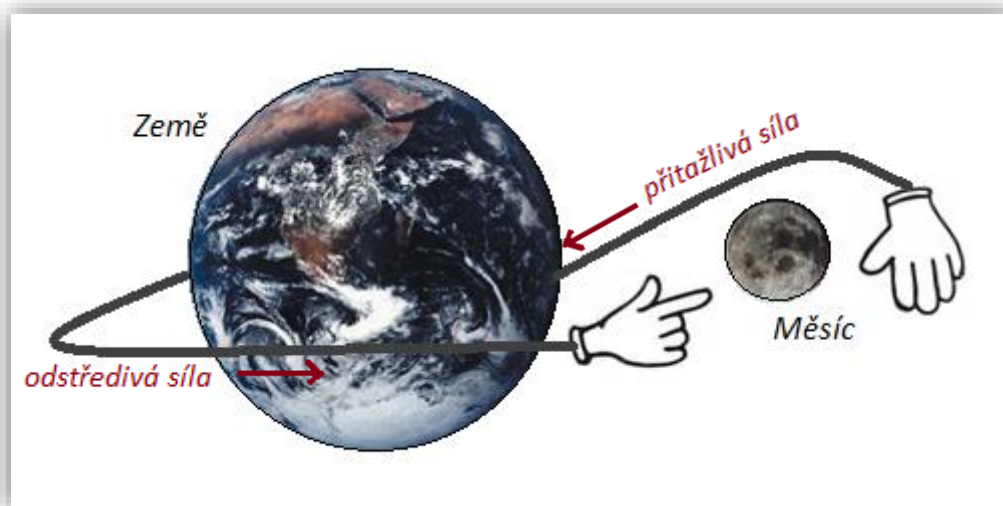
„Na Měsíci by si měl spatřit obrovské krátery, které pravděpodobně vznikly dopadem meteoritů či sopečnou činností. Stejně dříve vypadal i povrch Země, ale ta si na rozdíl od Měsíce udržela vodu a atmosféru. Díky tomu mohly probíhat zvětrávací procesy, které krátery rozrušily a smazaly z povrchu pryč.“

Klíčové otázky:

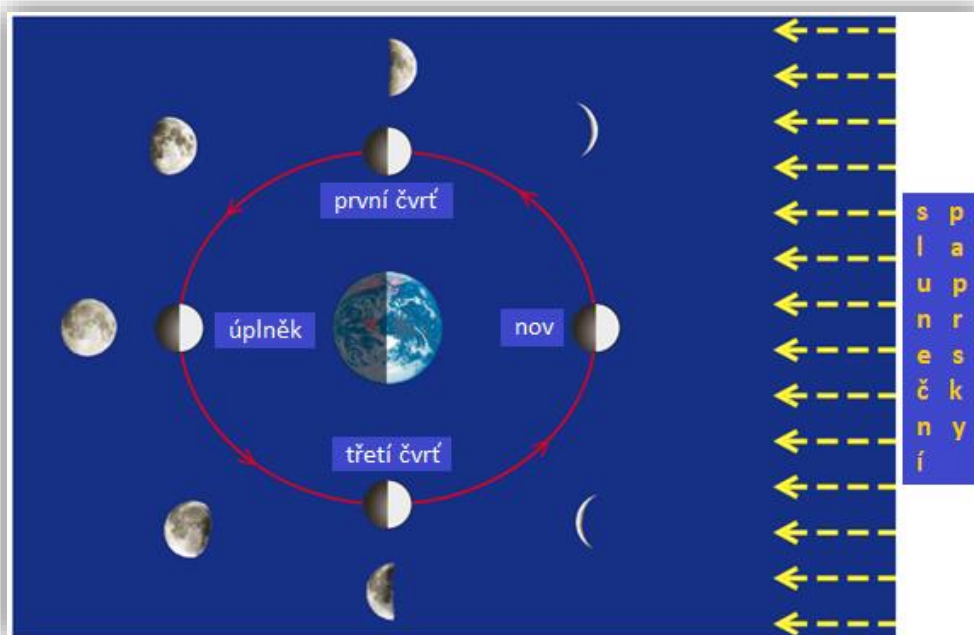
- Co lze na Měsíci spatřit?

Naše planeta Země se točí kolem své osy a kolem Země se točí Měsíc. Proč 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 (viz Obr. 7). Měsíc (viz Obr. 8) nejvýrazněji ovlivňuje planetu Zemi působením fyzikálních sil. To se projevuje především jako příliv a odliv. Střídání přílivu i odlivu má vliv na život v pobřežních oblastech, především tam, kde je rozdíl mezi přílivem a odlivem velký. Bez znalosti o přesné výšce hladiny v určitém čase se neobejdou např. rybáři nebo pracovníci v lodní dopravě. Proto se v přímořských zemích zveřejňují informace o výšce přílivu v určitém místě a čase. 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 ulice u přístavů.

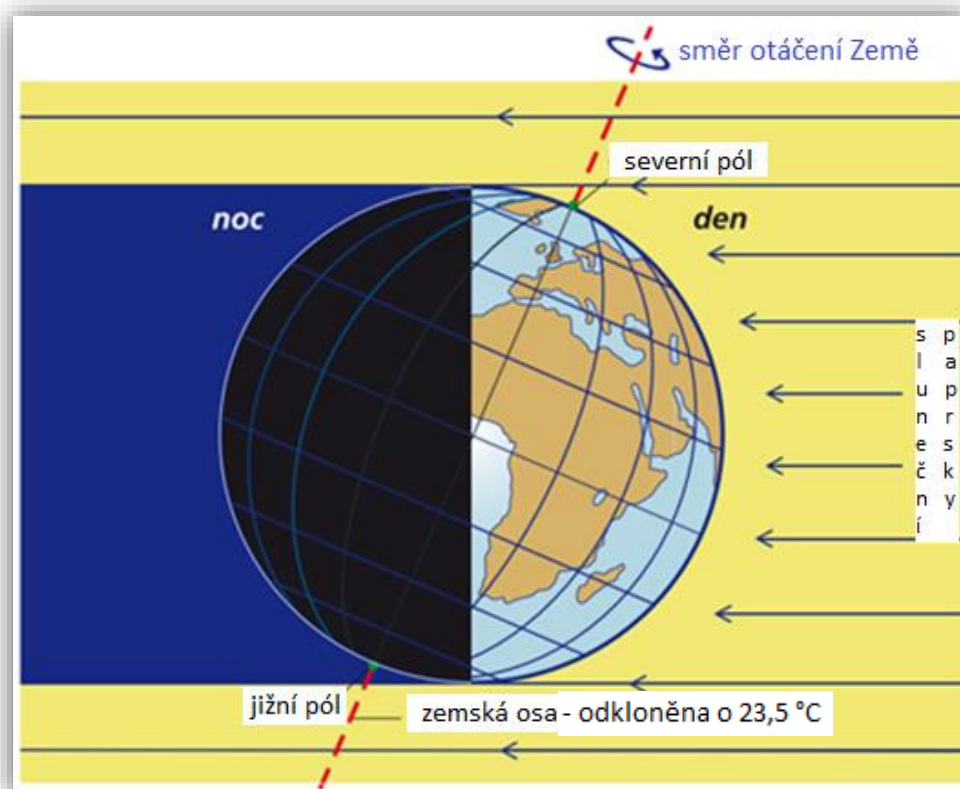
Proč se Země otáčí kolem své osy? Slunce dokáže osvítit vždy pouze jednu polovinu Země, na této polokouli je den, proto se Země otáčí kolem své osy, aby nárok na den byl na obou polokoulích stejný. Otáčení Země kolem své osy (viz Obr. 9) má tedy za následek střídání dne a noci. A co je příčinou střídání čtyř ročních období? Země se neotáčí jen kolem své osy, ale obíhá i kolem Slunce po dráze tvaru elipsy (viz Obr. 10). Země oběhne kolem Slunce vždy cca za 365 dní (1 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.



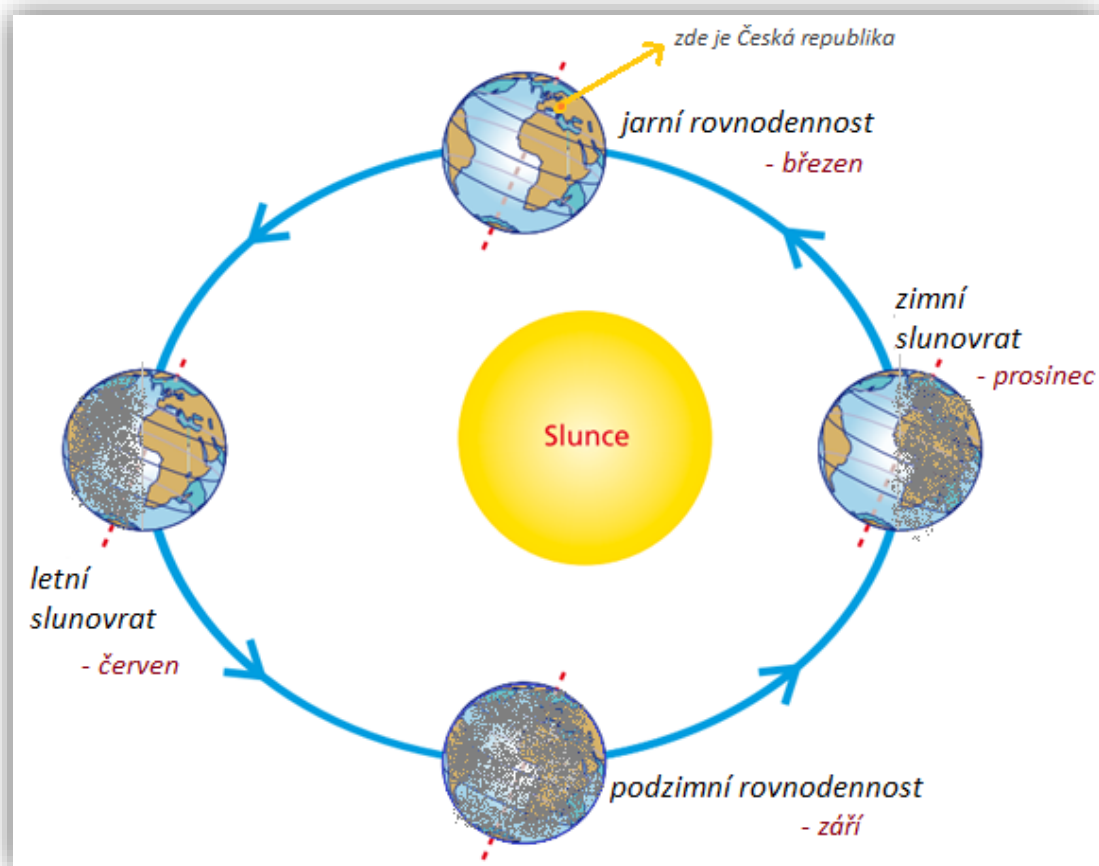
Obrázek 7 – Působení přitažlivé a odstředivé síly (upraveno, Červený a kol. 2009)



Obrázek 8 – Fáze Měsíce – Při úplňku vidíme celý kotouč Měsíce, a naopak při novu ho nevidíme vůbec. V době první a třetí čtvrti vidíme jen část Měsíce. Ze Země pozorujeme stále stejnou stranu Měsíce. Jde o stranu, která je přivracená k Zemi. Je to tím, že oběžná doba Měsíce kolem Země je stejně dlouhá jako doba jeho otočení kolem osy (upraveno, Červený a kol. 2009).



Obrázek 9 – Střídání dne a noci – Tím, že se Země otáčí kolem své osy, mění se její osvětlená a neosvětlená část. Dochází ke střídání dne a noci. Jedno otočení trvá Zemi přibližně 24 hodin. Pro nás tato doba představuje 1 den. (upraveno, Červený a kol. 2009)



Obrázek 10 – Oběh Země kolem Slunce (upraveno, Červený a kol. 2009)

Kdy nastává zatmění Slunce a kdy zatmění Měsíce? K zatmění Slunce dojde, když se kotouč Měsíce nasune před Slunce (viz Obr. 11). 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 (viz Obr. 12). Pokud je celý Měsíc ve stínu, pozorujeme úplné zatmění nebo se Měsíc může nacházet v částečném zatmění.

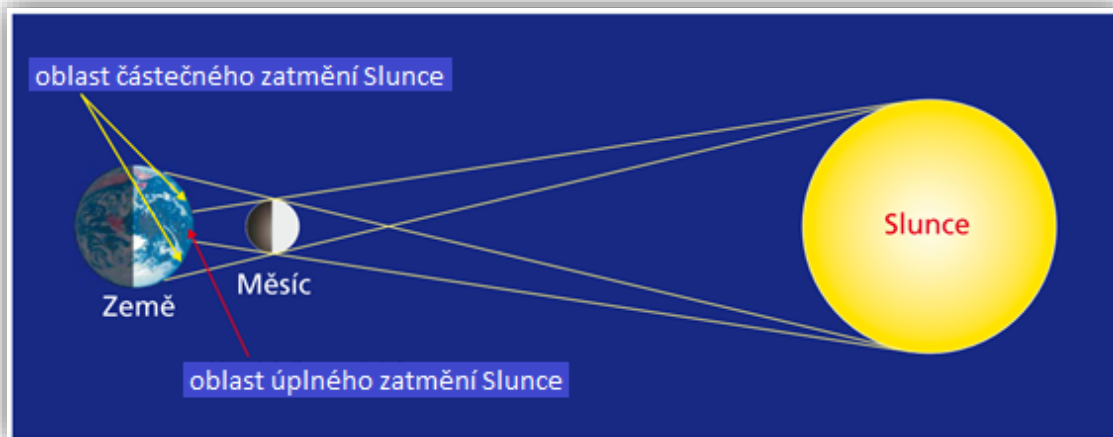
MIKULÁŠ KOPERNÍK

15-16. stol.

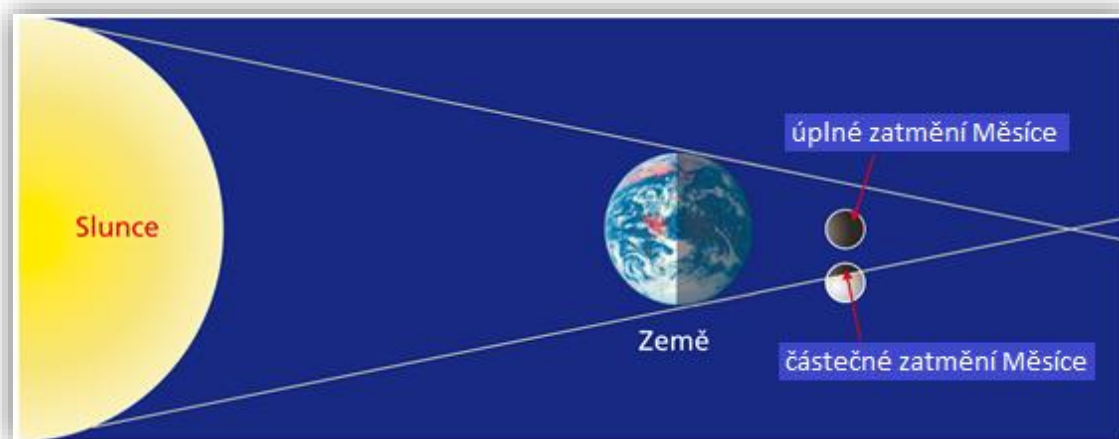
- polský astronom, duchovní, lékař
- tvůrce **heliocentrické (sluncecentředné) teorie vesmíru**

„Mikuláš Kopernik 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. Kopernikova heliocentrická teorie vesmíru byla publikována krátce před jeho smrtí a uplynula staletí, než byla obecně přijata.“





Obrázek 11 – Princip vzniku úplného a částečného zatmění Slunce (upraveno, Červený a kol. 2009)



Obrázek 12 – Princip vzniku úplného a částečného zatmění Měsíce (upraveno, Červený a kol. 2009)

ÚKOL: Zkus si sestavit zatmění Slunce a Měsíce

pomůcky: lampička, tenisový míček, fotbalový míč

postup: žáci navrhnou na základě předložených pomůcek postup řešení sami

výsledek: Fotbalový míč představuje Zemi, tenisový Měsíc a lampička Slunce. Sestavením do správného pořadí (viz Obr. 11, 12) žáci mohou simulovat zatmění Slunce či Měsíce. Lampička se zapne a kužel světla se namíří na Zemi (zde fotbalový míč), kterou jeden ze žáků drží rovnoběžně s kuželem vycházejícího světla. Měsíc je držěn za Zemí také rovnoběžně (viz Obr. 13). Podobný postup je i při zatmění Slunce, s tím rozdílem, že Měsíc je před Zemí.

modifikace: Úlohu lze upravit, co se týče pomůcek, které by si žáci mohli vyrobit sami. Fotbalový a tenisový míč lze nahradit Zemí a Měsícem z novinového papíru. Vrstvy novinového papíru se nanáší s tekutým lepidlem na nafouknutý balonek, nechá se uschnout, balonek se vyfoukne a dírka se zadělá znovu novinovým papírem s lepidlem (tip: Země je téměř kulatá, proto je lepší kulatý balónek, či klasický hodně nafouknout/v případě Měsíce koupit menší velikost balónků). 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.



Obrázek 13 – Příklad simulace zatmění Měsíce

Klíčové otázky:

- Kdy vznikne úplné či částečné zatmění Měsíce?
- Kdy vznikne úplné či částečné zatmění Slunce?

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, objevila se zde voda v kapalném stavu. Ta patří mezi nejdůležitější podmínky vzniku života na Zemi.

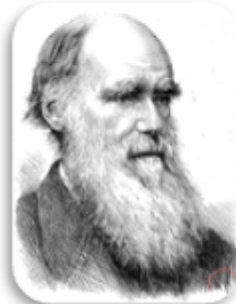
Již od dávných dob se člověk pokoušel vysvětlit nejen svou existenci, ale i výskyt ostatních živých organismů na Zemi. Už dříve vznikaly různé teorie na vývoj života na Zemi. Moderní teorii evoluce zpracoval přírodovědec Charles Darwin. Podívejme se do jeho medailonku.

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 (viz Obr. 14). Geologie, přesněji historická, podává

CHARLES DARWIN

19. stol.

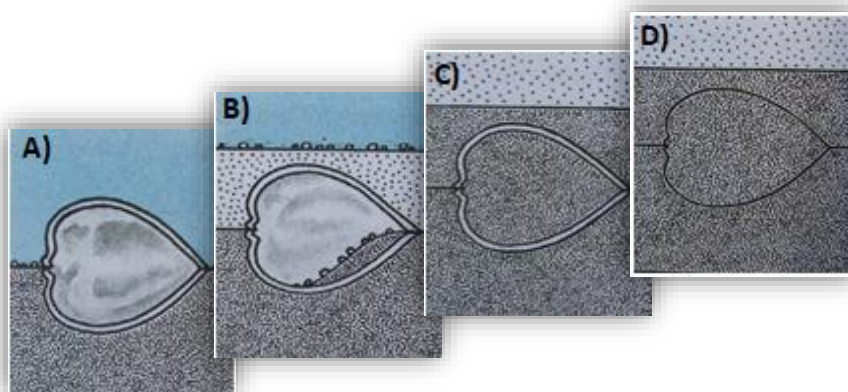
- anglický přírodovědec
 - zpracoval moderní teorii evoluce
- kniha: **O vzniku druhů přírodním výběrem**



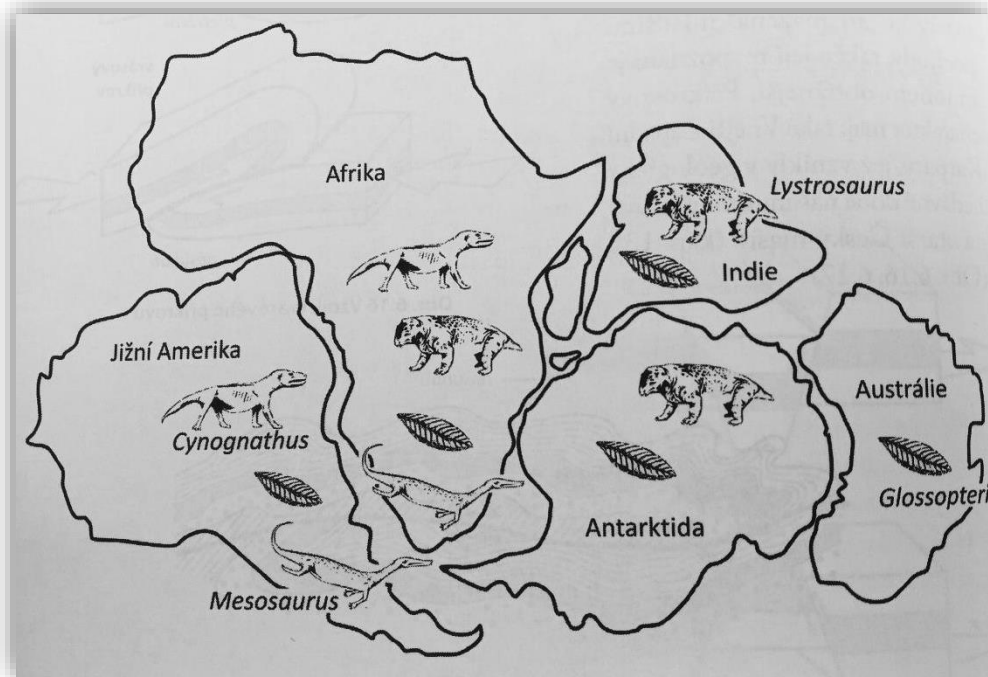
„Během cesty na lodi kolem světa si všiml příbuznosti a rozdílů mezi organismy. Právě tam pochopil, že mezi druhy existuje soupeřivost v získávání podmínek pro život. V této konkurenci vyhráli ti jedinci, kteří se

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 Ch. Darwina dochází i ke vzniku nových druhů. U příbuzných druhů žijících v různém prostředí vznikají v průběhu vývoje, který trvá miliony let, viditelné rozdíly např. ve stavbě těla.“

informace o stáří jednotlivých horninových vrstev. Geologické vrstvy obsahují shodné zkameněliny stejného stáří (viz Obr. 15). Neustále působící eroze nám toto zkamenělé bohatství postupně odtajní a můžeme se o minulém životě dozvědět více.



Obrázek 14 – Vznik zkameněliny a ukládání jednotlivých vrstev – A) uložení živočicha nebo jeho schránky na dno moře (pokud tam zbyde část organického materiálu živočicha – vše se rozloží); B) postupem času se uloží další vrstva sedimentů na vrstvě původní, schránka zakryta, do schránky proniká materiál ze dna; C) schránka zcela vyplněna; D) schránka je bohatá na minerály, proto vydržela a nerozložila se – dochází navíc k její přestavbě minerály rozpuštěnými ve vodě (vytvoření odlitku), (Černík a kol., 2016)



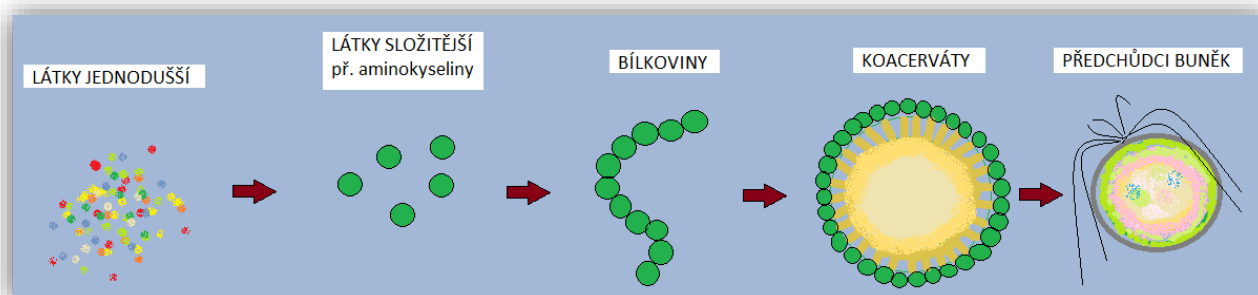
Obrázek 15 – Výskyt stejně starých zkamenělin na různých kontinentech – Jedním z důkazů dávného spojení kontinentů je výskyt některých zkamenělin. Jediná obří pevnina se dalším geologickým vývojem rozpadla na dnešní kontinenty, na nichž daleko od sebe nalézáme zkameněliny stejných živočichů a rostlin (Chvátal, 2014).

Počátek života

Život započal pravděpodobně před 4 miliardami let v praoceánu na počátku archaika, kterému předcházelo hadaikum = předgeologické období (*předgeologické proto, že se nám z této doby nedochovaly žádné horniny, neboť v té době byla Země příliš horká a horniny byly znovu roztaveny*). Vzniku prvních živých soustav předcházela dlouhotrvající chemický vývoj (viz Obr. 16), který začal vznikem složitějších látek (př. aminokyseliny) z látek jednodušších (oxid uhličitý, oxid uhelnatý, metan, amoniak, kyanovodík, vodní pára, voda). Z aminokyselin vznikly během dalšího chemického vývoje bílkoviny, které tvoří

základní složku života. V poslední části chemického vývoje bílkoviny pravděpodobně shluky nazývané koacerváty. Ty se postupně dále vyvíjely ve složitější útvary, které můžeme pokládat za předchůdce buněk. Zvládly se dělit (reprodukovat) a předávat informace o své stavbě prostřednictvím nukleových kyselin. Lze je označit za nejjednodušší organismy, které však ještě neměly typické buněčné jádro.

Existuje mnoho hypotéz o počátku života, my jsme navrhli jeden z možných způsobů.



Obrázek 16 – Chemický vývoj jako předstupeň vzniku prvních živých soustav

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.

ARCHAIKUM

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
ARCHAIKUM		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 diferenciacce 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, tím

i prvotní oceány, v nichž se usazovaly horniny. 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 (NH_3), metanu (CH_4) a vodíku (H_2). Proto nedocházelo k oxidacím a na povrchu bylo vše stabilní, prvky i sloučeniny. Nedocházelo ke zvětrávacím procesům.

Nejstarší archaické horniny nalezené na zemském povrchu (granitoidy, ortoruly, greenstone belts) dokládají existenci kontinentů a moří. Tyto nejstarší horniny pocházejí z Grónska, jižní Afriky a západní Austrálie (viz Obr. 17). Podle radiometrického datování mohou patřit do období před 3,8 – 4,0 miliardami (mld.) let. Podle datování jiných vědců je jejich stáří snad ještě větší (4,4 miliardy let).



Obrázek 17 – Mapa světa (upraveno, Červený a kol. 2009)

Vznik života na Zemi, jak jsme již dříve zmínili, započal v tomto období 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 na život šanci. 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 (viz obr. 18), 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 18 – Stromatolity - Žraločí zátoka, Austrálie (Švecová a kol., 2017)

V naší vlasti bohužel neznáme žádné dochované archaické celky hornin. 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.

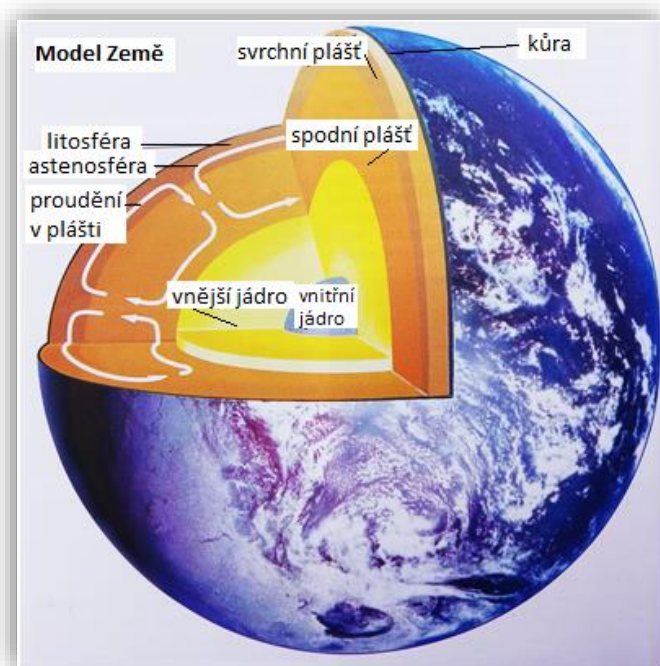
Na našem území byly však nalezeny hmoty, jejichž stáří se datuje až do počátku naší sluneční soustavy. Jedná se o železné a kamenné meteority (viz Obr. 19), jejichž stáří se podle radiometrických dat pohybuje kolem 4,5 mld. let, i když jejich pád se udal v historické nebo současné době.



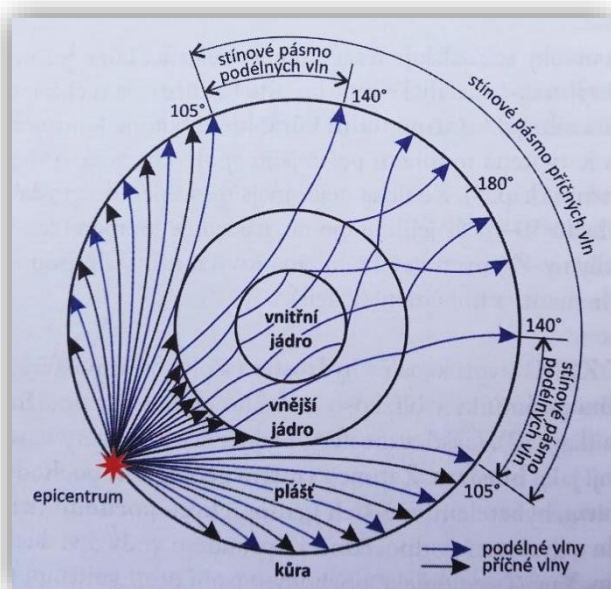
Obrázek 19 – Významné meteority z našeho území (vlevo větší železný od Broumova – spadlý r. 1847; vpravo menší kamenný z hromadného pádu u Stonařova – r. 1808), (Chlupáč a kol., 2011)

V období archaika se tedy uvnitř planety Země vytvořily tři sféry (jádro, plášť, i téměř kůra – ale dosud se neprojevila desková tektonika). Nejtěžší látky, zejména kovové prvky – železo (Fe) a nikl (Ni), klesly do středu. Naopak nejtěžší 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. 20). Geologové tyto *slupky* označují jako vrstvy. Poznání nitra je ale velmi obtížné. I nehlubší doly s těžbou nerostů a geologické vrty pronikly pouze do nejsvrchnější části Země do hloubky cca 12 km. Nejhlubším vrtem na světě je v Rusku Kolský superhluboký vrt, který se dostal až do hloubky 12,261 km a je zapsán i v Guinnessově knize rekordů. Tento vrt nebyl prováděn kvůli těžebnímu účelu, ale čistě jen kvůli geologickému průzkumu. Díky němu došlo cca k 12 000 nových objevů v geologii. Ale jak můžeme tedy sestavovat určitý model Země? Třeba díky šíření seizmických vln (viz Obr. 21) prostředím uvnitř Země, u kterých můžeme sledovat změnu rychlosti na rozhraní různě hustých

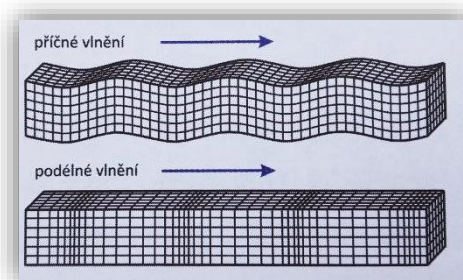
hmot. Spouštěčem seizmických vln může být zemětřesení (na to se podíváme později).



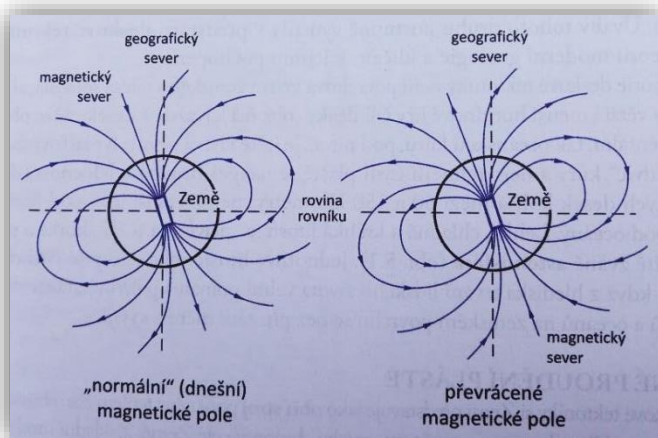
Obrázek 20 – Stavba Země (upraveno, Červený a kol. 2009)



Obrázek 21 – Průchod seizmických vln zemským tělesem – Vlny se lámou na rozhraní prostředí s různou hustotou. Příčné vlny neprocházejí zemským jádrem, což slouží jako důkaz, že vnější jádro planety je kapalné (Chvátal, 2014).



Zemské jádro není a nikdy nebude přístupné přímému zkoumání, nepřímý důkaz podobně jako seizmické 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 (Fe) a niklu (Ni) s příměsí dalších prvků (hlavně křemíku a síry). Skládá se z vnitřní a vnější části. Podle způsobu šíření seizmických vln (viz Obr. 21) 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 (viz Obr. 22). Vnitřní část jádra je pevná. Zemské jádro (viz Obr. 25) zaujímá nejhlubší nitro Země (od hloubky 2 900 km po střed Země v hloubce 6 378 km). Teplota zde přesahuje 5 000 °C.



Obrázek 22 – Magnetické pole Země – má prstencovitý tvar a je nakloněno vzhledem k ose otáčení planety, takže magnetické póly se značně liší od pólů geografických. Silné magnetické pole je důsledkem pohybu roztaveného železa vnějšího jádra kolem pevného vnitřního jádra (na principu dynamo). Je proměnlivé v prostoru i v 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 jsou jedním z důkazů na podporu teorie deskové tektoniky. Protože magnetické pole chrání povrch Země před elektricky nabitými částicemi slunečního záření, má zásadní význam pro existenci a rozvoj pozemského života (Chvátal, 2014).

Zemský plášť na rozdíl od kovového jádra má křemičitanové složení (křemičitany hořčíku a železa olivínového složení). Tvoří přibližně 2/3 hmoty Země (viz Obr. 25). 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 (viz Obr. 23). Díky těmto magmatickým výtahům lze horniny svrchního pláště můžeme studovat přímo, nejen na dálku z jejich fyzikálních projevů, jako je tomu u hlubších částí zemského tělesa. Xenolity lze vidět uvězněné v kamenu na patnicích ve městě a dost často i v dlažbě na nádražích.



Obrázek 23 – Uzavřenin plášťové horniny (olivínovce) v čedičové lávě (Chvátal, 2014)

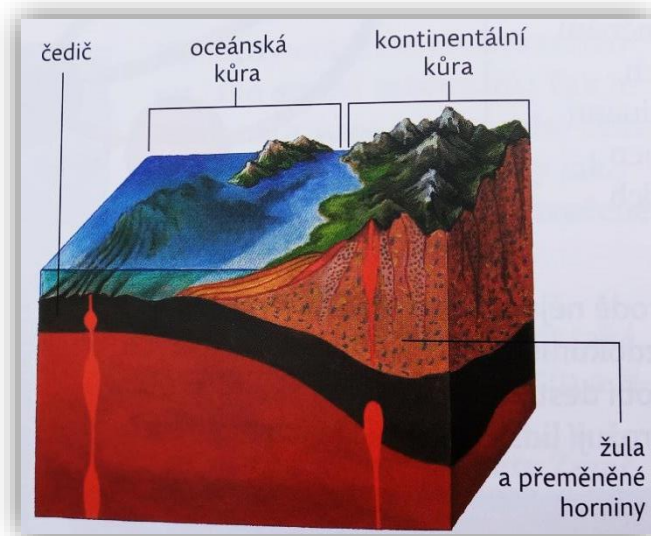
Zemský plášť (viz Obr. 25) zasahuje pod zemskou kůrou do hloubky 2 900 km. Nejsvrchnější část pláště spolu se zemskou kůrou (do průměrné hloubky 150 km) tvoří horninový („kamenný“) obal Země – litosféru. Ta je pevná, křehká a lehká vrstva rozlámanou na velké pláty zvané litosférické desky. Litosféra je velmi citlivá na otřesy. Moderní seizmografické přístroje dokážou zaznamenat dupání slonů na 30 km, kteří tak

svolávají své dručky, 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 (o té později).

Poslední pevnou vrstvou zemského tělesa je zemská kůra (viz Obr. 25), 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 (viz Obr. 24). Oceánská kůra je tvořena tmavou horninou, čedičem. Tlustší pevninská kůra v nížinách dosahuje hloubky 25 km, kdežto pod pohořími 60 km (pod Himalájemi dokonce až 80 km). 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 (Si), hliník (Al), draslík (K), sodík (Na), vápník (Ca) 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

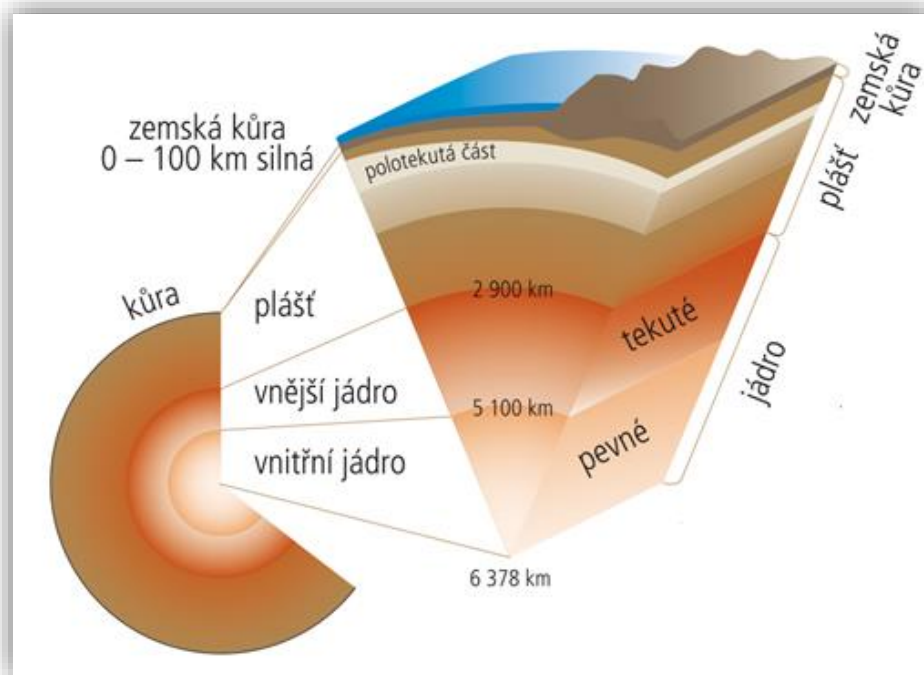
rozkladem a čerpáme z ní všechny nerostné suroviny nutné pro rozvoj a udržení civilizace.



Obrázek 24 – Oceánská a kontinentální kůra – Oceánská kůra je tenčí a podouvá se pod silnější kontinentální (upraveno, Červený a kol. 2009).

Oceánská kůra tedy vytváří oceány a kontinentální kůra buduje kontinenty, šelfy a kontinentální svahy. V dnešní době dochází např. k poklesu říčních delt a erozi kontinentálních šelfů v souvislosti se stavbou vodních nádrží, které zadrží až 80 % unášeného sedimentu, který tak nemá možnost být transportován řekami.

Kontinentální kůra, jak již víme, je tvořena pestřejším společenstvem vyvřelých, usazených a přeměněných hornin. Minerály hojně v zemské kůře jsou živce (50-60% tvoří jejího objemu), křemen (15%), slídy, olivíny, dále oxidy železa (magnetit, hematit) a uhličitany (kalcit). Na horniny a minerály se podíváme v terciéru.



Obrázek 25 – Stavba zemského tělesa (upraveno, Červený a kol. 2009)

Tip pro učitele: Stavba Země

1. Stavbu Země lze připodobnit k již zmíněnému jablku nebo i k slepičímu vejci (viz Obr. 26), které neuvaříte úplně natvrdo, poté rozříznete a diskutujete se žáky o mocnosti jednotlivých vrstev uvnitř Země (skořápka odpovídá tenké litosféře, velké množství bílku plášti, a menší množství žloutku jádru – které bude značit tekutost po neúplném uvaření).
2. 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.




Obrázek 26 - Připodobnění Země k vejci (upraveno, Červený a kol. 2009)

Klíčové otázky:

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

PROTEROZOIKUM

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
proterozoikum		2 500	<ul style="list-style-type: none"> ◦ velké zalednění ◦ kadomské vrásnění ◦ kyslík v atmosféře 	různí měkkí bezobratlí živočichové, různé řasy	

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. 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 zvětrávání zemského povrchu (svědectvím jsou červené pískovce známé např. ze Skotska, viz Obr. 27). Rovněž v této době klesala kyselost mořské vody, tak se usazovaly vápence, zvláště dolomity, a v suchém klimatu i evapority (sádrovec, kamenná sůl).



Obrázek 27 – Červený pískovec, Skotsko (Luhr, 2003)

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.

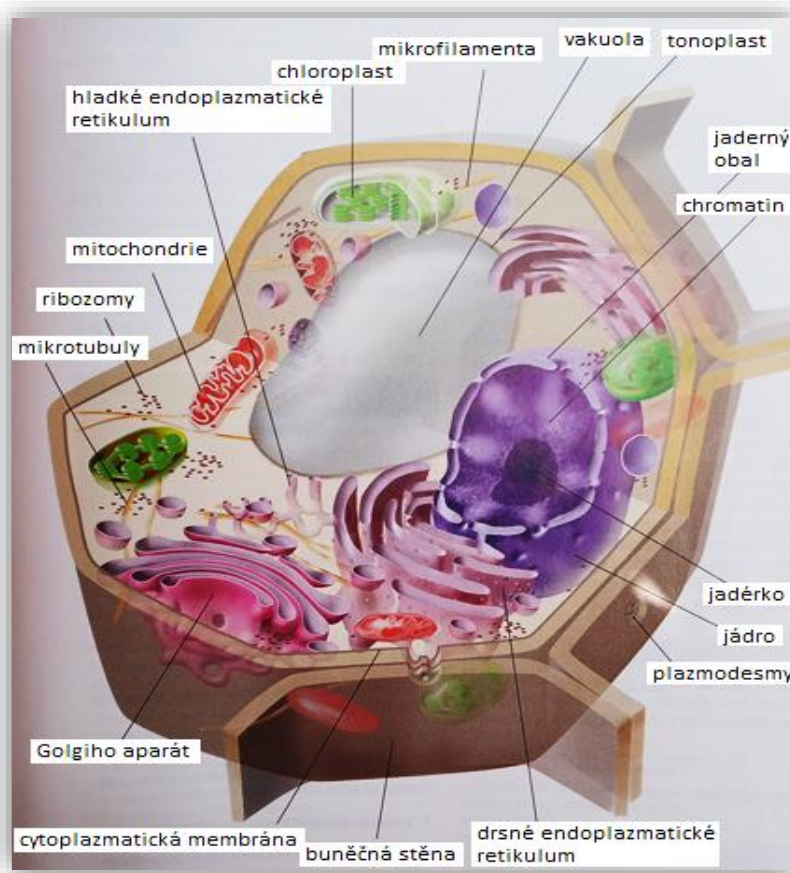
Během proterozoika proběhly v různých oblastech četné horotvorné pochody, které postupně vedly k formování štítů (př. baltský, sibiřský, kanadský, antarktický, indický, australský, brazilský, africký apod.) Každý z těchto štítů má složitou stavbu a skládá se z několika jednotek, které vznikaly postupně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

Proterozoikum spolu svrchním 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

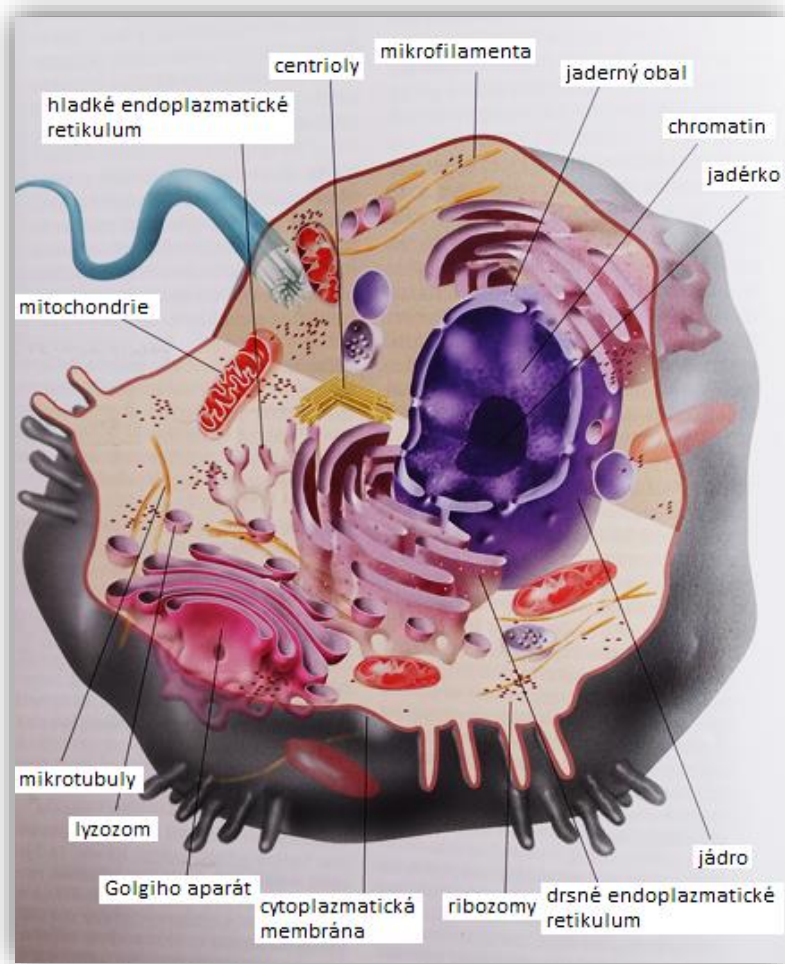
atmosféry, za druhé obsahují četnější a lépe zachované již zmíněné zkameněliny dokládající dřívější projevy života.

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 souš a podílely se na procesech zvětrávání již před dvěma miliardami let. První organismy s odděleným jádrem (eukaryotní) známe už z mladšího proterozoika a z nich se odlišily buňky rostlinné, živočišné a možná i další, nám neznámé (viz Obr. 28, 29). Zkameněliny nepochybných 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 (viz Obr. 30). 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.). Z dosud žijících kmenů byly ve svrchním proterozoiku zjištěny mořské houby – Porifera (viz Obr. 31). Tento rozmach živočišstva 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, Sibíře, Číny aj. U nás zatím nenalezeni – pravděpodobně kvůli nepříznivým klimatickým podmínkám, chladnému prostředí.



Obrázek 28 – Eukaryotní buňka – rostlinná (Závodská, 2006)



Obrázek 29 – Eukaryotní buňka – živočišná (Závodská, 2006)

Atmosféra tedy vzdušný obal Země má velký vliv na utváření života. Atmosféra sahá do výšky několika stovek kilometrů nad zemský povrch a tvoří ji vzduch. Vzduch obsahuje plyny - kyslík, dusík, oxid uhličitý, dále i vodní páru a další součásti. Hustota vzduchu a tedy i množství kyslíku, směrem do výšky klesá.

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



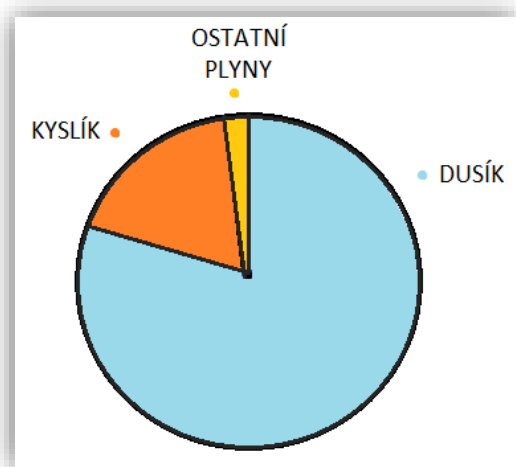
Obrázek 30 – Ediacarská fauna (Luhr, 2003)



Obrázek 31 – Mořské houby (Porifera), (Luhr, 2003)

Úkol: Porovnej zastoupení plynů v atmosféře

Zkus na základě obrázku odhadnout, kolik % kyslíku (O_2), dusíku (N_2) a ostatních plynů obsahuje vzduch.



řešení: Obsah vzduchu je 21 % kyslíku, 78 % dusíku a 1 % jiných plynných látek (zejména oxid uhličitý), dále i vodní pára, částičky prachu, mikroorganismy a různé průmyslové látky.

Klíčové otázky:

- Jaké plyny obsahuje vzduch?
-

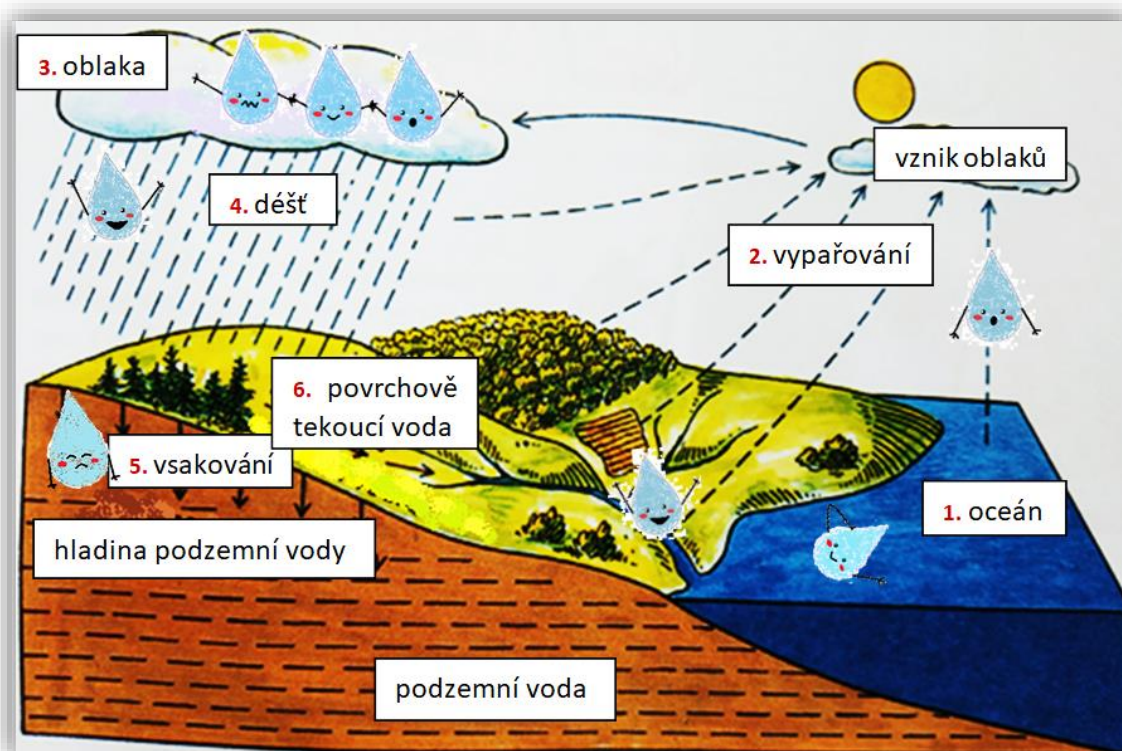
Podobně jako atmosféra je i voda důležitou, možná i důležitější, složkou při tvorbě a vývoji života. Jak se ocitla voda na Zemi? Spekuluje se, že dopadající komety a podobná ledová tělesa přinesla na Zemi většinu vody. Poté, co velké bombardování zemského povrchu na prahu archaika ustalo, začal zemský 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 v řekách a jezerech, ale i pod povrchem jako půdní voda a podzemní voda. V pevném skupenství, ve formě ledovců, 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

OBĚH VODY

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

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. 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 – v tomto případě musí dojít k vrtu.

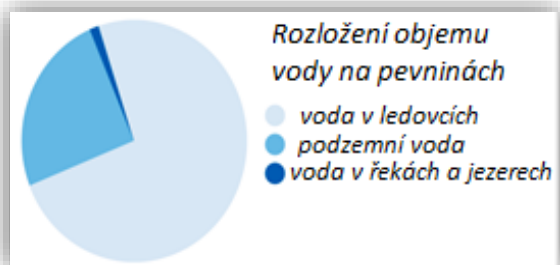
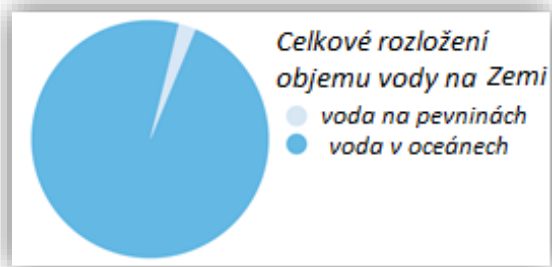
květináče, z jezer, z řek, a zejména z oceánů. Voda na Zemi je v neustálém oběhu, kterému říkáme oběh vody (viz Obr. 32). Nejdůležitější součástí oběhu na Zemi jsou srážky a vypařování. Voda se pohybuje podobně jako ve vašem květináči.



Obrázek 32 – Koloběh vody - Příběh kapky vody – Ahoj, já jsem kapka vody. 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, snášíme se dolů k zemi zase jako kapky (4). Dopadáme na zem, každý někam jinak. Já mám štěstí na měkký dopad a sježu po obrovském listu. Spoustu mých sourozenců se mnou loučí a vsakují se do země (5). Nezávidím jim tu tmu. 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 sourozenci (upraveno, Černík a kol., 2016).

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 ledovcích (viz Obr. 33). Člověku dostupná sladká voda tvoří jen nepatrnou část hydrosféry (cca 0,015 %), kdy mezi hlavní zdroje patří vodní toky a podzemní zásoby.

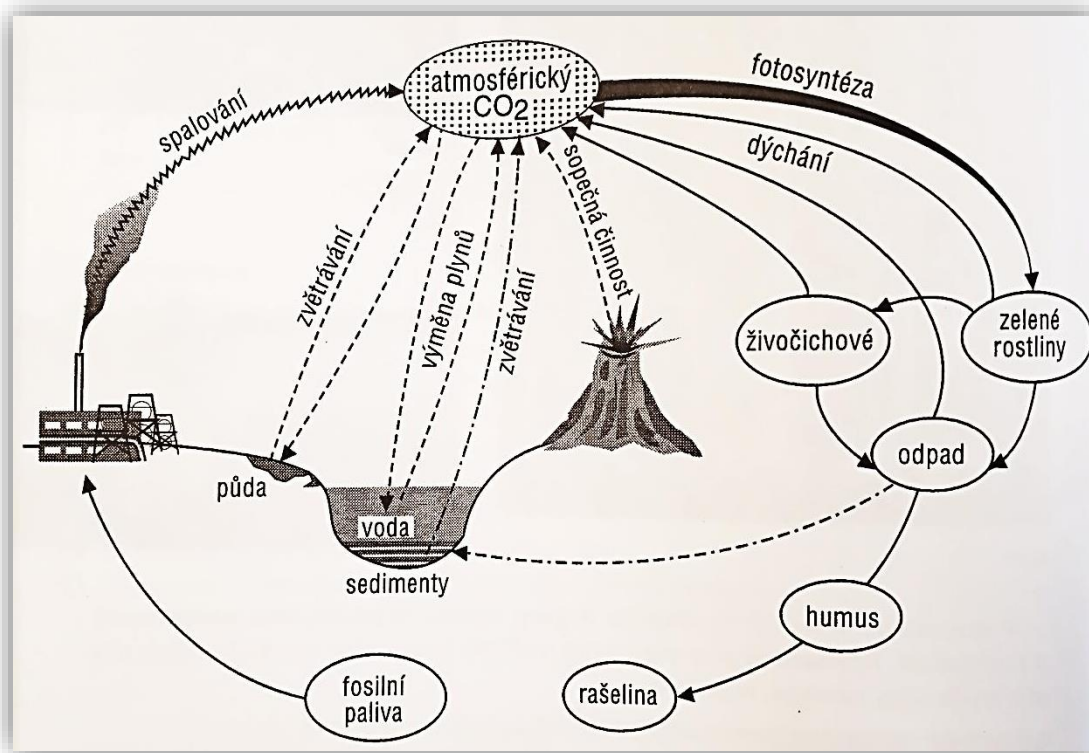


Obrázek 33 – Rozložení vody na Zemi (upraveno, Červený a kol. 2009)

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

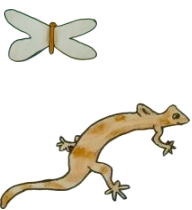
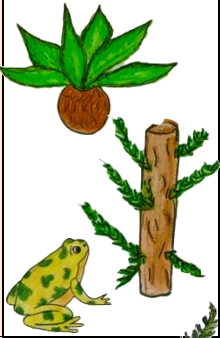
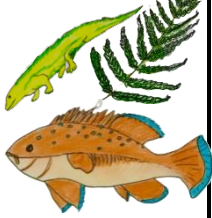


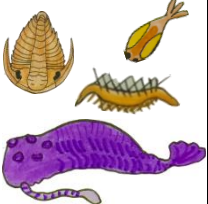
to vidět nejen na koloběhu uhlíku (viz Obr. 34), ale i v koloběhu fosforu. V lidském těle se fosfor nachází v zubech a kostech, dále také v buněčných membránách, nukleových kyselinách a ve sloučenině ATP (= adenosintrifosfát, který se účastní přenosu energie). Fosfor se z odumřelých těl uvolňuje do vody, putuje až do moře. V moři se stává součástí usazenin, které jsou poté zpevněny, vyvrásněny 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.



Obrázek 34 – Cyklus uhlíku v přírodě – 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 (Černík a kol., 2016).

PALEOZOIKUM

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

Paleozoikum trvalo cca 300 milionů let, lze jej rozdělit na starší (kambrium, ordovik, silur a devon) a mladší paleozoikum (karbon a perm).

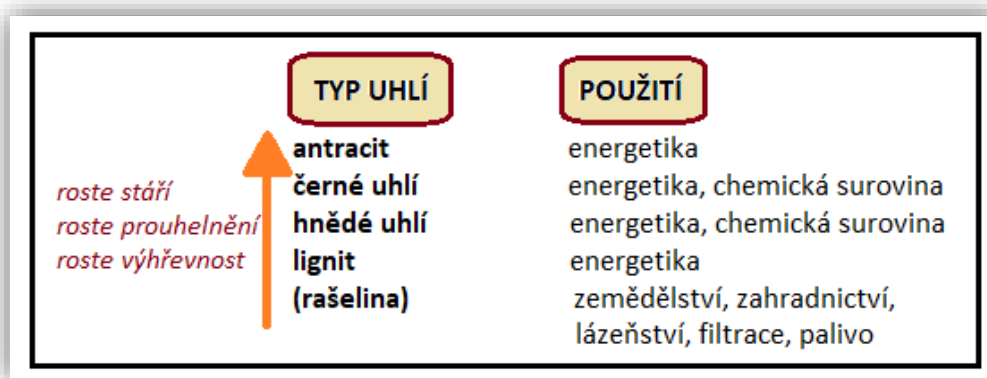
Paleozoické usazeniny a vyvřeliny jsou zachované v nepřeměněné podobě na mnoha místech světa. Usazeniny jsou často zpevněné a zvrásněné, zpravidla obsahují zkameněliny. Jedná se o nejrůznější typy hornin. Například v oblastech s teplým klimatem se často usazovaly vápence, naopak v chladnějších oblastech pískovce a jílové břidlice. V močálech mladšího paleozoika vzniklo černé uhlí.

Uhlí (viz Obr. 36) 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, zde ukázka hnědého uhlí, viz Obr. 35) 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 terciární (u nás terciární).



Obrázek 35 – Sloje hnědého uhlí – Povrchové dobývání v Podkrušnohoří vedlo k rozsáhlé devastaci krajiny, dnes tam probíhají rekultivační práce (Chvátal, 2014).



Obrázek 36 – Typy uhlí, (upraveno, Chvátal, 2014)



Obrázek 37 – Oblast Barrandienu, (upraveno, Švecová, 2017)

K oblastem významným pro studium paleozoických hornin patří část Českého masivu zvaná Barrandien (leží zhruba mezi Prahou a Plzní). Oblast (viz Obr. 37) je pojmenována po francouzském paleontologovi Joachimovi Barrandovi, který ji probádal a dlouho se věnoval jejímu paleontologickému výzkumu. Můžeme zde nalézt zachované nepřerušené vrstvy velké části paleozoika s velkým množstvím

zkamenělin. Joachim Barrande a jeho kniha „*Silurský systém středních Čech*“ zasloužil se o světovou slávu Českého krasu. S geologickou stavbou Barrandienu se lze seznámit v Geoparku Barrandien, který se nachází na náměstí v Berouně ve venkovní expozici v Muzeu Českého krasu. Lze tady vidět vystavené bloky hornin, které jsou reprezentací lokalit Barrandienu.

ÚKOL: Poznej příběh Barranda

Přečti si úryvky povídky Trilobit, ve které se dozvíš, jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande, známý francouzský paleontolog, u nás prvního trilobita a začal se zabývat paleontologií. Joachim Barrande vždy paleontologem nebyl, jeho původní povolání bylo stavební inženýr. Co ho přimělo profesi změnit? Pojd' si to přečíst.

Povídka: Trilobit

Jakub Arbes

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 chodívало 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 ku předu 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 štěrku... 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 štěrk. Za nedlouho ozývaly se z lomů pádné, třaskavé rány kladiv a drsné hlasy skaláků. 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 štěrku. 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 zahnělý kámen, jakým v okolí Prahy štěrkují 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 cizincovu; 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... Ocítl 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 poklizející 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 znovu bedlivě prohlížeti. V duši jeho rojily se různé myšlenky, až pak šlehla duši 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 učenice, který svým neúporným bádáním první poodhrnul závoj, za neproniknutelný pokládaný, kterýmž byl zahalen přirozený vznik naší zeměkoule.

(upraveno, Arbes, 1960)

ÚKOL pro vás:

1) Klíčové otázky:

- Co ses v povídce dozvěděl?
- Jakým způsobem pravděpodobně našel Joachim Barrande u nás 1. trilobita?
- Kdo to byl Jakub Arbes?

2) Zkus během 15 min. vymyslet krátkou básničku o min. 10 verších na téma trilobit.

- básnička musí obsahovat min. 5 slov z tohoto seznamu: trilobit, zkamenělina, lom, kámen, šterk, skalák, skalačka, Barrande, Barrandien

JOACHIM BARRANDE [žoašém barand] 18. - 19. stol.

- francouzský inženýr a paleontolog
- celosvětově známý vědec díky svému průzkumu geologických útvarů a zkamenělin z období paleozoikave středních Čechách



„Pojmenována podle něj geologicky významná oblast Barrandien (směrem Praha-Píseň)

a čtvrť v Praze (Barrandov).“

Paleozoikum je význačné obrovským rozvojem bezobratlých a později i vyšších rostlin, ryb a obojživelníků. Rozvíjely se celé ekosystémy, postupně byla osidlována další a další prostředí. Někdy toto období bývá nazýváno jako kambrická exploze života.

V následujících obdobích se toho vlastně už tolik nezměnilo – život se ve své rostlinné i živočišné linii rozvíjel obecně od jednodušších ke složitějším, jeho základní rozvrh ale zůstává nezměněn.

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 vyčerpá. Navíc by se mohlo zdát, že na vzrůstu hospodářského úspěchů 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 bylo uvolněno 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). 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 částice půdy a zabraňující tak erozi.

4) Klima

Úrodnost půdy ovlivňuje teplota, množství srážek a poměr srážek a výparů. Nejúrodnější 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.

TYPY PŮD

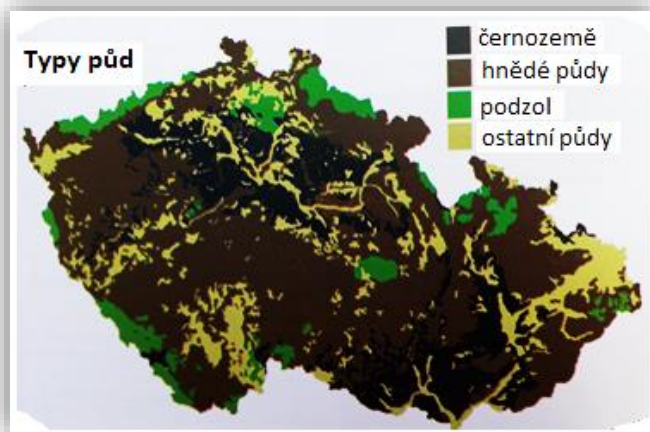
Půdy můžeme dělit podle obsahu jílových minerálů (půdy písčité, hlinité, jílovité), což je vlastnost důležitá pro zemědělství. Dalším způsobem je podle barvy a složení (viz Obr. 38, 39, 40):

a) Černoze = 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 prárie a jihoamerické pampy). Jsou velmi vyzrálé a dobře propustné.

b) Hnědé půdy = patří mezi nejrozšířenější typ na našem území. Jedná se o středně těžké půdy, které při dostatečném hnojení poskytují dobrou úrodu.

c) Podzoly = půdy méně úrodné. Obvykle se jedná o kyselé půdy vyšších poloh a chudých matečných hornin. Vznikly pod jehličnatými, zejména smrkovými lesy. V půdním profilu se uvolňuje železo (Fe) a hliník (Al), které se usazují v jeho spodní části a probíhá podzolizace.

d) Ostatní půdy



Obrázek 39 – Půdní typy v České republice (ČR), (upraveno, Cílek a kol., 2000)

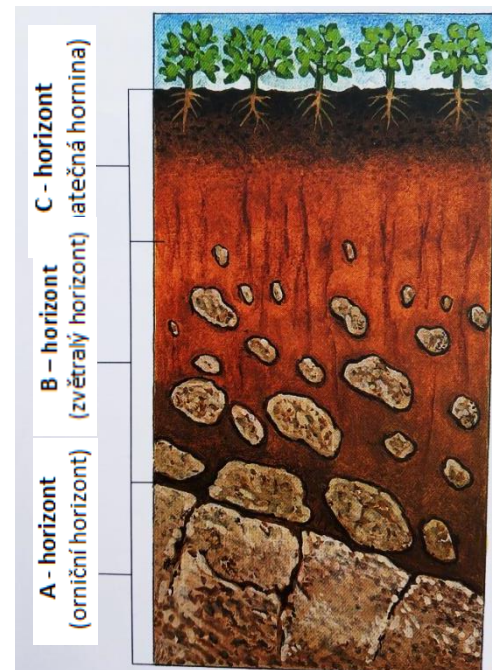
Obrázek 40 – Půdní horizonty – Horizont A je většinou tmavý, bohatý organickými látkami, tj. humusem (dochází v něm díky činnosti žížal a myší k neustálému míšení půdního materiálu). Horizont B má obvykle hnědo-žlutou barvu a je bohatý na minerální látky, které ke svému růstu potřebují rostliny. Horizont C tvoří kamenitý a jílovitý přechod k podložní matečné hornině. Matečná hornina (= substrát) je odvozena od slova matka, jako „matka“ půdy, z které půda vychází (upraveno, Cílek a kol., 2000).

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 38 – Půdní horizonty – zleva 1. černoze, 2. hnědoze, 3. podzol

Typický půdní profil se skládá ze tří horizontů, které se směrem dolů označují písmeny A, B, C (viz Obr. 39, 40). Horizonty se vytvářejí při vzniku půdy. Čím je půda vyzrálější, tím jsou horizonty četnější a lépe vyvinuté. Horizonty se vytváří najednou a vytváří tak půdní profil.



Procesy ohrožující půdu a způsoby péče o půdu:

- **Plošná eroze** = skrytá, pozvolná eroze. Působí při deštích, kdy je odnášena svrchní část půdy. Po jednom dešti ubývá pro oko téměř nezatelné množství, ale když se úbytky sečtou za jedno století, jedná se o decimetry. Jak to můžeme napravit, aby nedošlo k vymývání? Jednou z možností 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.

- **Hlubková eroze** vede ke vzniku stružek. Náprava je obdobná jako u plošné eroze.

- **Znečištění a kyselá dešť** mají velký vliv. Půdy jsou znečišťovány zejména nadměrným užitím syntetických hnojiv proti škůdcům (pesticidy). Doporučuje se hnojit spíše chlévským hnojem. U málo mocných půd způsobují velké nebezpečí také kyselá dešť, které jednak vyluhovávají a vymývají živiny potřebné pro růst plodin, a jednak rozkládají jílové minerály za vzniku hydroxidů hliníku, které oslabují např. stromy. Právě poškození lesních půd kyselými dešti je jednou z příčin lesních kalamit.

- **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.

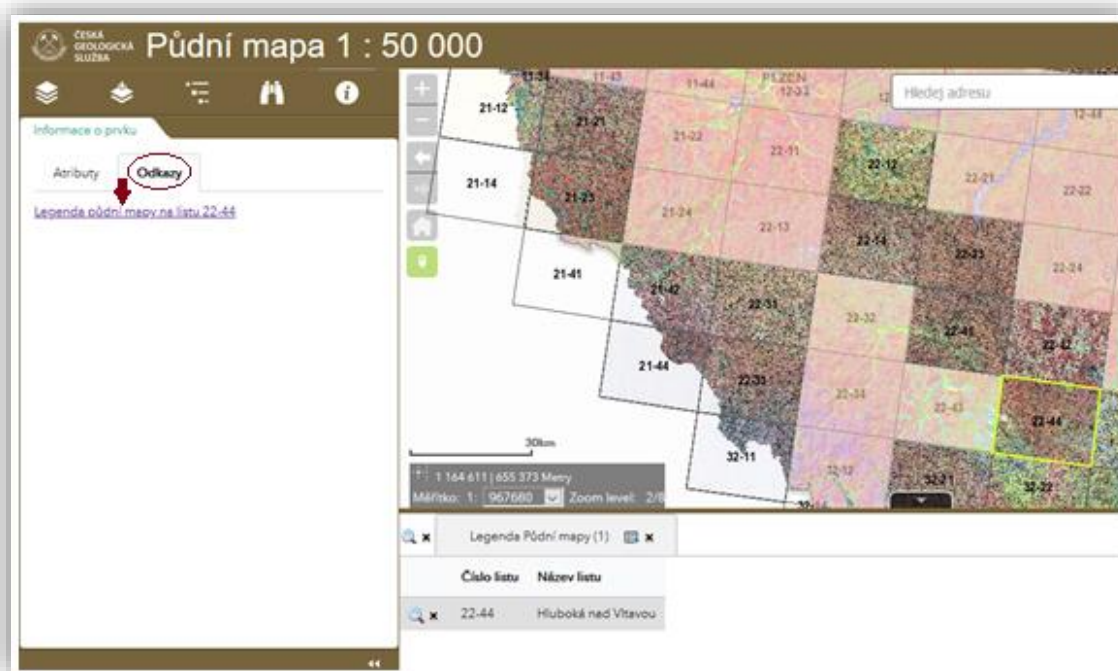
- **Nové výstavby** (stavby, silnice) ubírají půdu, kterou lze využít k výrobě potravin a energetických surovin.

Člověk tedy zasahuje do půdotvorného procesu významným způsobem, např. orbou, hnojením, kácením stromů, osevními postupy, stavbou apod.

Na ochranu půd existují tzv. pachtovní smlouvy, které jsou opatřením proti devastaci půdy. 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.

TIP PRO UČITELE: Poznej půdy ve svém okolí

1. Zjisti, jaké půdy se vyskytují v tvém okolí. Lze použít mapovou aplikaci České geologické služby na adrese: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>, kde klikneš *Půdy* → *Půdní mapa 1 : 50 000*. Rozevře se ti mapa ČR, tu si přiblíž a vyber svoji oblast. Následně klikni v levé části na záložku *Odkazy* a klikni na *Legenda půdní mapy na listu __* (viz Obr. 41). Zobrazí se ti legenda půdních typů (pod značkami máš dole vysvětlivky). Půdní typy si přečti, vypiš a krátce je charakterizuj.



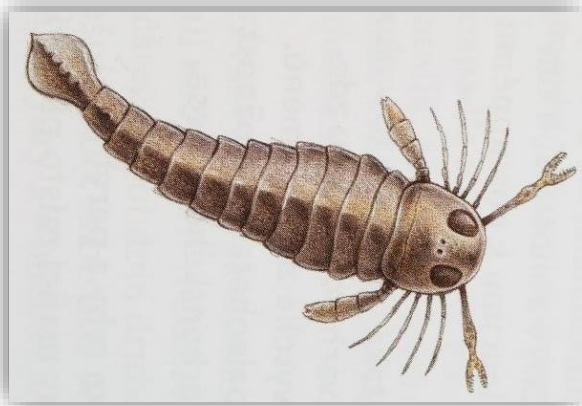
Obrázek 41 – Ukázka práce s mapou (Hluboká nad Vltavou – půdní typy, Půdní mapa 1 : 50 000. In: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>)

2. Zkoumej půdní horizont. Přines si nejméně tři vzorky půdy z různých míst svého okolí a půdy pozoruj. Zkus je přiřadit k určitému typu v legendě z předchozí úlohy.

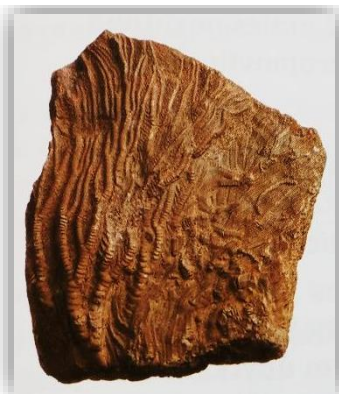
Klíčové otázky:

- Jaké půdní typy znáš?
- Čím se jednotlivé půdní typy liší?
- Jaké půdní typy se vyskytují ve tvém okolí?

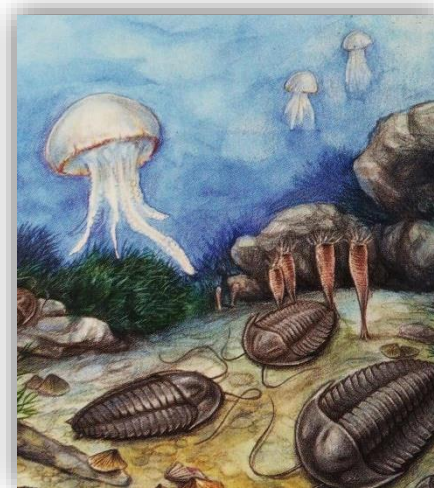
Již na počátku paleozoika (v kambriu) se objevili zástupci všech hlavních živočišných kmenů – mořské houby, koráli, žahavci, ramenonožci, měkkýši, členovci (např. trilobiti, štíři – viz Obr. 42), ostnokožci (hojně např. lilijice, živočichové stonkem přisedlí na dně, podobní rostlinným květům – viz Obr. 43) i nejstarší strunatci. Rozšíření jednotlivých skupin ale trvalo většinou velmi dlouho (viz Obr. 44). Kambriu dominují trilobiti (viz Obr. 4, 45). Trilobiti byli (vymřeli v permu) členovci žijící při dně, v pozdější části paleozoika byli hlubokovodní. Spíše než plaváním se pohybovali kráčením (měli dvouvětevné nohy se žábami). Tělo se skládalo z hlavy a ze třech podélných laloků, které byly děleny na hrud' a zadeček. 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 nepřítelem se stáčeli do klubíčka. Jejich nepřáteli dost často byli hlavonožci nebo dravé ryby. Celkově bylo dodnes popsáno více než 17 000 druhů trilobitů.



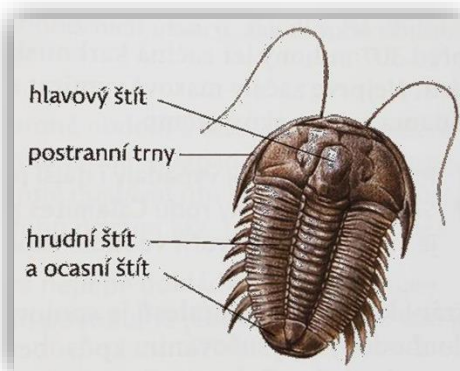
Obrázek 42 – Dravý štír – Byl postrachem oceánů, byl velký jako člověk a patřil mezi první predátory planety Země (Švecová, 2017).



Obrázek 43 – Lilijice (fosilie), (Švecová, 2017)



Obrázek 44 – Kambrické moře, (Švecová, 2017)



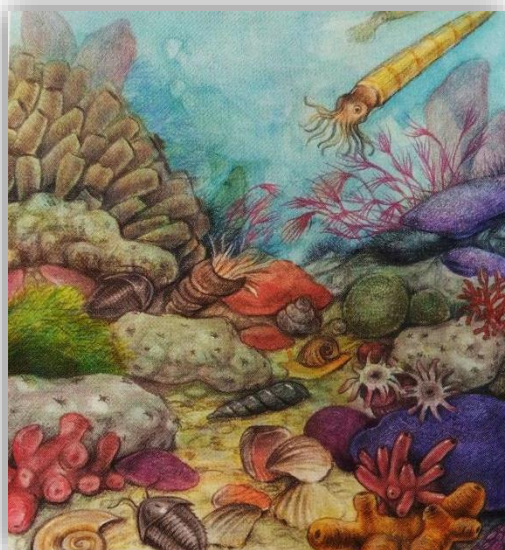
Obrázek 45 – Stavba těla trilobita, (Švecová, 2017)

Od ordoviku do konce paleozoika byli velmi hojní loděnkovití hlavonožci (viz Obr. 46), vzdáleně podobní dnešním sépiím, s kuželovitými nebo stočenými schránkami. Trilobiti dosahovali vrcholu. Dále byly i hojně mořské řasy a země byla osídlena rostlinami.

Již od siluru se v ekosystémech (viz Obr. 47) objevovali bezčelistnaté ryby, 1. čelistnaté ryby, graptoliti (vytvářeli drobné keříčkovité kolonie volně plovoucí při hladině moře, řazení do polostrunatců, viz Obr. 48), měkkýši a časné cévnaté rostliny.



Obrázek 46 – Loděnka hlubinná, (Švecová, 2017)



Obrázek 47 – Silurské moře, (Švecová, 2017)



Obrázek 48 – Graptoliti, Barrandien

Od devonu byly hojné kostnaté ryby, poté i 1. obojživelníci a hmyz.

Karbon je typický 1. jehličnany, cykasy, stromovitými plavuněmi (viz Obr. 49), 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. Vytváří se první plazi, jejich úplný přechod na souš je významným pokrokem ve vývoji organismů. Období dominují obojživelníci.

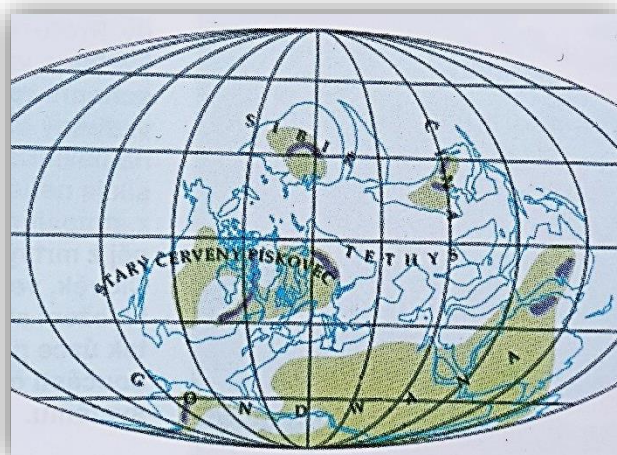


Obrázek 49 – Plavuň rodu *Lepidodendron*, (Švecová, 2017)

V permu se rozšiřují savcovití plazi a okřídlený hmyz (viz Obr. 50). Nastává nejrozsáhlejší vymírání v historii života Země, vymírá velké množství skupin živočichů (s nimi i trilobiti).



Obrázek 50 – Obří vážka – rozpětí křídel až 70 cm (Švecová, 2017)



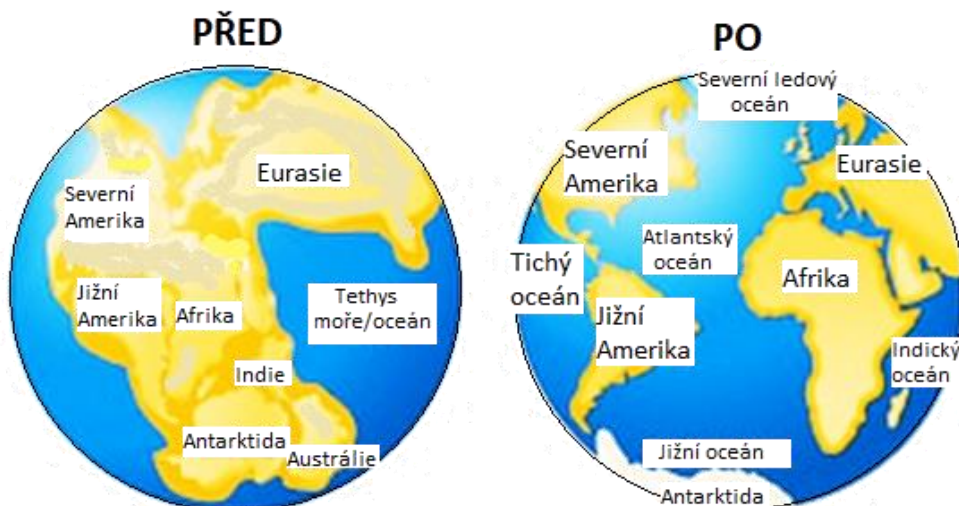
Obrázek 51 – Gondwana, (Švecová, 2017)

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 vyvrásněním horstev, dále např. i zdvihy a poklesy mořské hladiny nebo srážky Země s velkými meteority. Paleozoikum bylo celkově provázeno výkyvy teplot a chemického složení atmosféry. Teplá období byla charakteristická velkým rozsahem korálových útesů (tvořeny nejen koráli, ale i živočišnými houbami, řasami a mikroorganismy). Oproti tomu chladné výkyvy jsou doloženy pozůstatky zalednění.

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 (viz Obr. 51). 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 vrásnění (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.

Variské vrásnění 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 (alpínské vrásnění) projevovaly 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. Došlo k zásadní změně naší Země. Podstatná část dřívě vzniklých proterozoických hornin byla zasažena buď metamorfózou, nebo byla erodována a 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 (viz Obr. 52). Všude kolem se rozprostíral hluboký oceán. S názorem, že dnešní kontinenty byly kdysi spojeny v jediný superkontinent, přišel Alfred Wegener. Nazval ho Pangea, neboli Všezezemě. Wegener jako první přišel s názorem pohybu kontinentů, s deskovou tektonikou. Podložil to dokladem stejných hornin a zkamenělin na srovnatelných místech pobřeží Jižní Ameriky a Afriky (viz Obr. 15). Slabinou jeho hypotézy bylo nedostatečné vysvětlení mechanismu pohybu kontinentů. 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.



Obrázek 52 – Pangea a její rozpad – Vlevo obrázek ukazuje superkontinent Pangeu a kde by přibližně byly umístěny dnešní kontinenty. Pravý obrázek znázorňuje již dnešní podobu světa po rozpadu Pangey (upraveno, Luhr, 2003).

ÚKOL: Pojdme si hrát!

Zahrajte si ve dvojicích pexeso. Vyhrává ten, který nasbírá nejvíce správných dvojic. Po dohrání určí živočichy, kteří už jsou vyhynulí.



**MOŘSKÉ HOUBY
(HOUBOVCI)**



**KORÁLI
(ŽAHAVCI)**



**MEDÚZA
(ŽAHAVCI)**



**HLEMÝŽĎ
(MĚKKÝŠI)**



**TRILOBIT
(ČLENOVCI)**



**ŠTÍR
(ČLENOVCI)**



**LILIJICE
(OSTNOKOŽCI)**



**LODĚNKA
(MĚKKÝŠI)**



**GRAPTOLITI
(POLOSTRUNATCI)**



PLAVUŇ



**ŘASY
(ZELENÉ ROSTLINY)**



**BEZČELISTNATÉ
RYBY**



**ŠTIKA
(ČELISTNATÉ RYBY)**



1. OBOJŽIVELNÍCI



**JEHLIČNANY
(NAHOSEMENNÉ
ROSTLINY)**



**PRESLIČKA
(KAPRAĎOROSTY)**



**KAPRADINA
(KAPRAĎOROSTY)**



**STROMOVITÉ
CYKASY**



**OBŘÍ VÁŽKA
(HMYZ)**




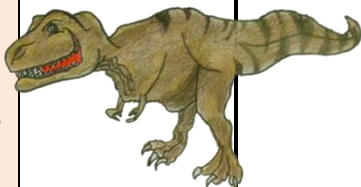

1. PLAZI

- **řešení:** trilobiti, graptoliti

Klíčové otázky:

- Jaké živočichy a rostliny jsme mohli nalézt již v paleozoiku?
- Jací živočichové jsou již z tohoto období dnes vyhynulí?

MESOZOIKUM

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
mesozoikum	křída	140	<ul style="list-style-type: none"> ◦ teplé a vlhké klima ◦ uprostřed křídý největší záplava v dějinách ◦ alpinské vrásnění (pokračuje dodnes) ◦ dopad velkého meteoritu 	objevují se kvetoucí rostliny (krytosemenné), rozvoj ptáků, na konci vymření dinosaurů a jiných druhů	
	jura	200	<ul style="list-style-type: none"> ◦ počátek postupného rozpadu Pangey na dnešní kontinenty ◦ zaplavení souše mořem 	1. praptáci, rozvoj dinosaurů, rozvoj krytosemenných rostlin (a souběžně hmyzu)	
	trias	250	<ul style="list-style-type: none"> ◦ celkové velké oteplení ◦ vznik mohutných vrstev vápenců a dolomitů 	krajině dominují stromy se šiškami (nahosemenné), 1. krytosemenné rostliny, rozšíření dinosaurů, první savci	

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 jednolitý zemský superkontinent rozpadal (viz Obr. 52). Desky světadílů se od sebe oddalovaly, nedocházelo k jejich srážkám a nevznikala ani tak velká pohoří. Naopak se vytvářely nové oceány. Až koncem křídý se začaly přibližovat bloky Afriky a Euroasie

a začaly uzavírat rozlehlé moře nazývané Tethys. U některých kontinentů však došlo ke srážce a došlo k alpskému vrásnění (viz Obr. 53), které pak pokračovalo v terciéru, a jeho dozvuky jsou patrné dodnes. Během vrásnění dochází ke vzniku pohoří. 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 53 – Pohoří vytvořená alpiským vrásněním (upraveno, Luhr 2004)

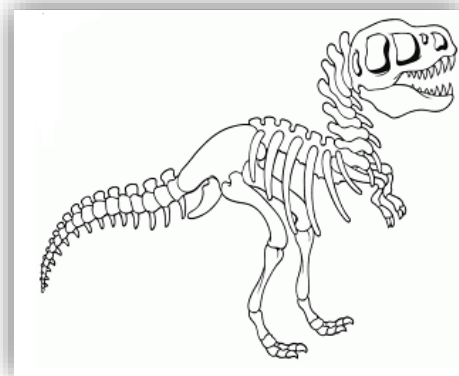
Ohromná rozloha kontinentů na počátku mesozoika (před rozpadem Pangey) byla příhodná pro rozvoj velkých býložravců. Této možnosti využili i plazi. Využívali příznivého teplého podnebí i možnosti šířit se bez překážek po dosud jednolitěm prakontinentu.

Mesozoikum bývá přímo nazýváno věkem plazů, protože plazi byli během mesozoika velmi rozmanití a početní. Někteří dosáhli mimořádných tělesných rozměrů. Uvádí se hmotnost kolem 100 tun u dinosaurů, kteří ovládli vodu, souš i vzduch. Objevili se už v triasu, v počátečním období mesozoika. Byli to nejprve drobní tvorové velikosti zhruba dnešní kočky nebo psa. Ohromných rozměrů dosahovali až v období jury a křídly. Dinosauri byli býložraví i draví. Druhy s výraznými pancíři byly často mrchožravé. Existovali létaví pterosauři (viz Obr. 54) a životu v moři byli přizpůsobeni ichtyosauři (viz Obr. 55) a plesiosauři (viz Obr. 56). Jejich vzhled byl velmi mnohotvárný, někteří chodili po dvou, jiní po čtyřech. Někteří měli drápy, jiní kopýtka, jedni plnou tlamu hroživých zubů, druzí byli bezzubí, a někteří se dokonce pyšlili kachními nebo papouščími zobáky. Dinosauri se stavbou těla odlišovali od všech ostatních plazů a navíc byli teplokrevní. Proč

mohli být tak velcí? Odpověď lze nalézt ve stavbě kostry (viz Obr. 57), 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). Neopomenutelným faktorem, který ovlivňoval velikost, nebyl ani dostatek potravy, jak pro predátory, tak pro býložravce. U vodních byl výhodou pobyt ve vodě, která mohutné tělo nadnášela. Přímé důkazy o výskytu dinosaurů na našem území (ČR) 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 vznikli ptáci, takže dinosauri vlastně nevymřeli bez potomků.



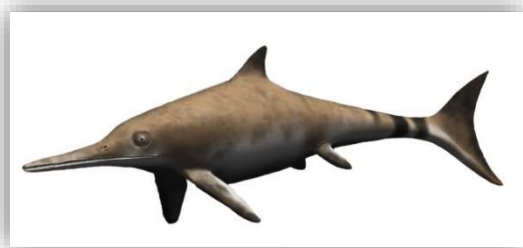
Obrázek 54 – Pterosaurus – schopen aktivního letu. Spíše než do dinosaurů ho řadíme samostatně jako sesterskou vývojovou skupinu (Benton, 2002).



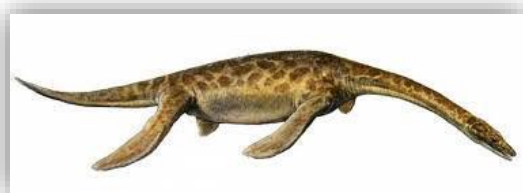
Obrázek 57 - Kostra dinosaura (Luhr, 2004)

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.

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 (viz Obr. 58). Toho ovšem nepokládáme za přímého předka ptáků, ale za člena slepé vývojové větve.



Obrázek 55 – Ichtyosaurus – žil v mořích a oceánech, charakteristický je hydrodynamický tvar těla (Benton, 2002).



Obrázek 56 – Plesiosaurus – dlouhokrký mořský plaz, který měl končetiny přeměněny v ploutve, podobně jako Ichtyosaurus (Benton, 2002).



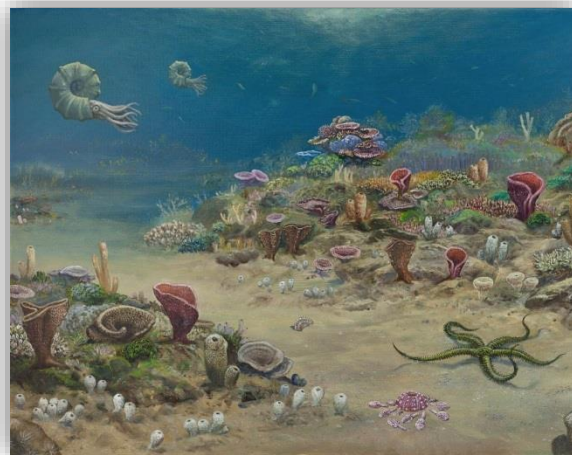
Obrázek 58 – Archaeopteryx – pravděpodobně byl převážně býložravý, kdy hmyz srážel křídly. Podle stavby zubů a ostrých drápů se usuzuje, že byl i masožravcem (Benton, 2002).

Významný byl v mesozoiku také vývoj ryb. Postupně převládly tzv. kostnaté ryby (viz Obr. 59), mezi které patří i většina ryb dnešních. Jejich evoluční výhodou oproti předchůdcům je zejména vylepšená stavba čelisti, umožňující účinnější lov.



Obrázek 59 – Ryba z mesozoika (Luhr, 2004)

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 (viz Obr. 60). 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 (viz Obr. 61, 62). Obě tyto skupiny náležely k třídě hlavonožců. Amoniti koncem mesozoika vymřeli, belemniti zanikli v terciéru. V období křídý zaznamenal významný rozvoj plankton. Tyto miniaturní organismy budovaly své skelety buď z uhlíčitanu vápenatého, nebo z oxidu křemičitého.



Obrázek 60 – Moře v mesozoiku (Luhr, 2004)



Obrázek 61 – Amoniti (Luhr, 2004)



Obrázek 62 – Belemniti (Luhr, 2004)

V rostlinstvu mesozoika převládaly nahosemenné rostliny (viz Obr. 63). Časté byly stromové formy jehličnanů a cykasů. V období svrchní křídý 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. 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.



Obrázek 63 – Rostlinstvo v mesozoiku (Luhr, 2004)

Mesozoikum bylo ukončeno katastrofickou událostí, během které vymřeli všichni dinosaurů a mnoho dalších skupin včetně některých mořských bezobratlých a mikroskopického rostlinného planktonu. Nejčastěji je toto vymírání spojováno se

srážkou Země s planetkou. Na místě dopadu (impaktu) vznikl kráter, který byl pozdější erozí postupně zahrazen (podobné krátery lze vidět na Měsíci, kde k jejich zahrazení dochází mnohem pomaleji). 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 mesozoika, 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. 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.

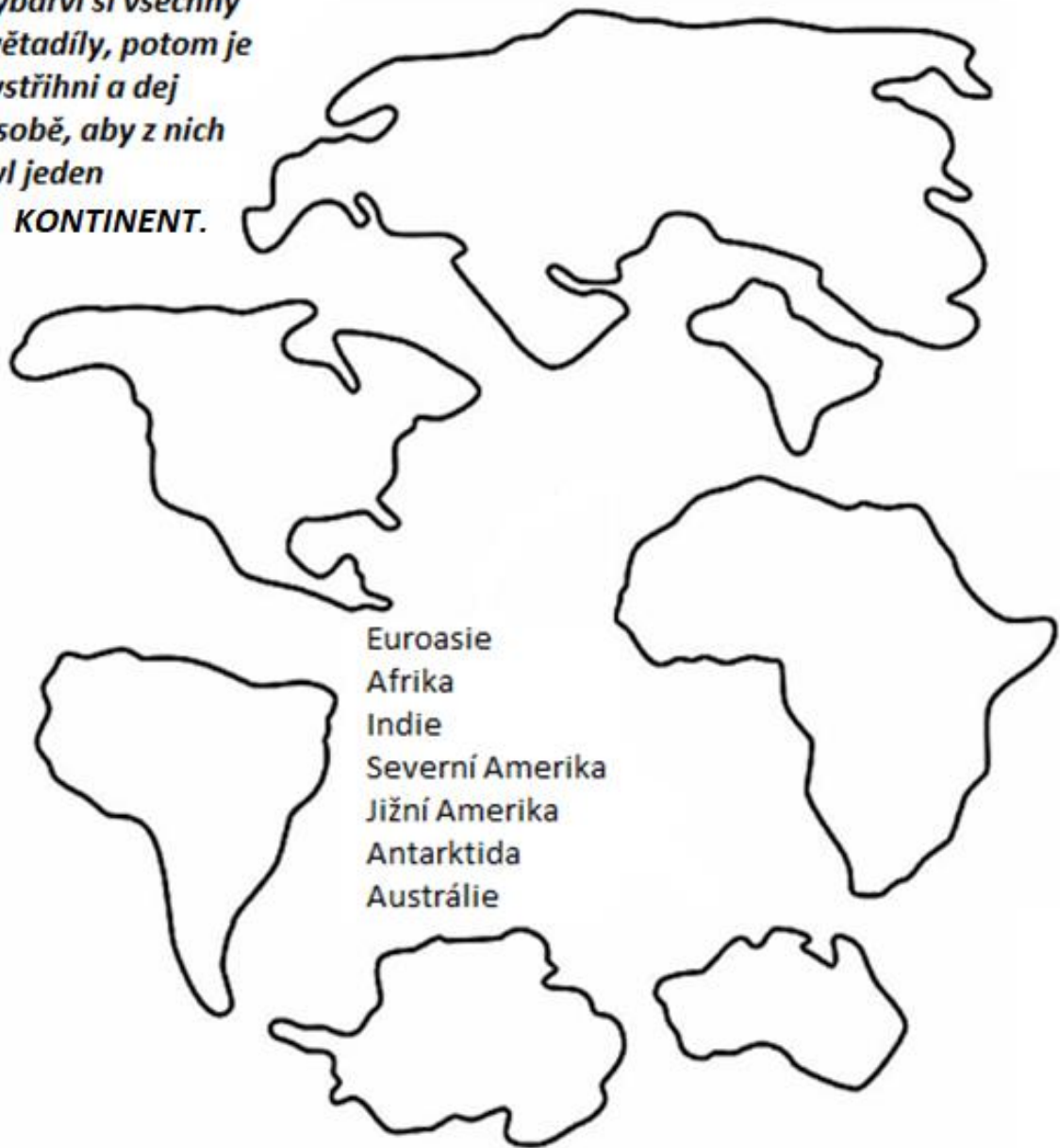


Obrázek 64 – Dopad tělesa na Zemi (Luhr, 2004)

Tip pro učitele:

1. ÚKOL: **Skládanka Pangey**

*Vybarvi si všechny
světadíly, potom je
vystřihni a dej
k sobě, aby z nich
byl jeden
KONTINENT.*



◦ řešení:



Klíčové otázky:

- Jaké umístění měly kontinenty v době Pangey?
- Jak vypadá svět dnes?

2. ÚKOL: Jak přišli dinosauři ke jménu?

Samotný „dinosaurus“ je velmi výstižný. Jeho autorem je Richard Owen. Dinosaurus znamená doslova hrozný plaz (deinos = hrozný, saurus = plaz). Někteří totiž dosahovali hmotnosti 40 – 70 tun a výšky přes 5 m. Obecně dinosauři dostávali svá jména podle nějaké charakteristiky, např. stavby těla, způsobu lovu. Někdy to však může být i místo, kde byly nalezeny jeho pozůstatky.

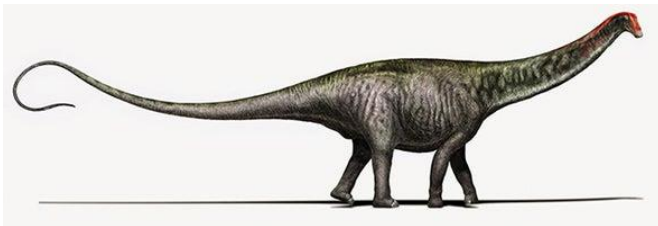
Vyhledej v literatuře nebo na internetu min. 5 příkladů názvů dinosaurů a odvoď, od čeho jsou odvozeny. Následně dinosaura překresli.

př. řešení:

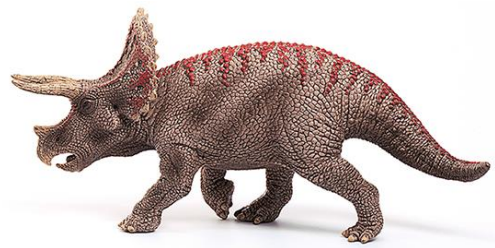
Saurophagus = požírač ještěřů (*sauros* = ještěř, *phagein* = sníst, požírat)



Brontosaurus = hřmotný ještěř (*sauros* = ještěř, *bronté* = hrom)



Triceratops = hrozná třírohá tvář



Archeopteryx = staré křídlo (*archo* = starý, starobylý; *pteryx* = křídlo)



Brachiosaurus = ramenatý ještěř



◦ **literatura vhodná k čerpání:**

Benton, M. (1998). *Dinosauři a jiná prehistorická zvířata – Kapesní atlas*. Praha: OTTOVO nakladatelství.

Socha, V. (2010). *Encyklopedie dinosaurů ve světle nejnovějších objevů*. Praha: LIBRI s.r.o. nakladatelství.

Klíčové otázky:

- Do jaké systematické skupiny řadíme dinosaury?
- Jaké druhy dinosaurů znáš?
- Od čeho bývají nejčastěji odvozeny jejich názvy?

3. ÚKOL: **Souboj dinosaurů**

Podívej se na film Cesta do pravěku. Objeví se tam Stegosaurus, s jakým dinosaurem se tam utkal? A jak to dopadlo? Kdo je tvůrcem tohoto filmu?

Napiš odpověď cca na půl stránky A4.

◦ **řešení:** Stegosaurus se střetl s Tyranosaurem. Stegosaurus uhynul, Tyranosaurus byl těžce zraněn. Film vytvořil Karel Zeman.

Klíčové otázky:

- Do jaké systematické skupiny patří dinosauři?

4. ÚKOL: **Jurský park**

Podívej se na film Jurský park. Popiš stručně děj, hlavní zápletku (můžeš to předvést jako divadelní představení, složit básničku, písničku, využít obrázky či pantomimu, ...). Jak se jmenoval druh býložravých dinosaurů, kterého si děti na stromě chtěly pohladit? Jak se jmenuje autor knižní předlohy tohoto filmu? Kdo film režíroval?

Napiš odpověď cca na půl stránky A4.

◦ **řešení:**

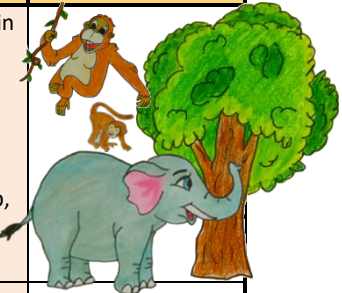

děj: Po objevu miliony starého DNA se skupina vědců zkusí skupina vědců vytvořit přírodní park s dinosaury za podpory milionáře. Park potřebuje schválení, proto milionář přiveze experty na posouzení. Hlavní zápletkou je zrada zaměstnance, který za vidinou zisku ukradne embrya a při té příležitosti vypne elektrická zařízení v celém parku a dinosauři utečou ze svých výběhů. V té době zrovna pozvaní experti spolu s vnoučaty milionáře jsou na vyhlídkové jízdě po parku. Nastává boj o holý život.

Druh býložravých dinosaurů patří do Sauropoda a jmenoval se Brachiosaurus. Autorem knižní předlohy je Michael Crichton. Film zrežíroval známý režisér Steven Spielberg.

Klíčové otázky:

- Do jaké systematické skupiny patří dinosauři?

TERCIÉR

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
terciér	neogén	24	<ul style="list-style-type: none"> ◦ pozvolné ochlazení ◦ vznik hnědouhelných pánví ◦ 1. doba ledová 	vznik mnoha skupin primátů, včetně lidoopů; rozvoj chobotnatců a koňovitých; opadavé listnaté stromy (bříza, dub, buk, javor aj.)	
	paleogén	65	<ul style="list-style-type: none"> ◦ alpské vrásnění ◦ mapa světa se začíná podobat dnešní 	větší rozšíření savců, ptáků, opylujícího hmyzu, dominance krytosemenných rostlin	

Terciér bývá nazýván jako období savců, kteří v této době dosáhli velkého rozvoje. Toto období začalo cca před 65 mil. lety a skončilo před téměř 2 mil. lety, tedy zhruba 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 (viz Obr. 52). Pokračovalo alpské vrásnění (viz Obr. 53), kdy díky srážkám litosférických desek došlo k vyvrásnění dnešních vysokých pohoří, např. Himalájí, And, Alp či Karpat. Kolizemi litosférických desek byla spuštěna i sopečná činnost, která na mnoha místech světa přetrvává dodnes a dala vzniknout vulkanickým pohořím.

VNITŘNÍ GEOLOGICKÉ JEVY

SOPKY

Sopečnou činnost řadíme mezi vnitřní geologické děje, které jsou vyvolané vnitřní energií Země. 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.

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.

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.

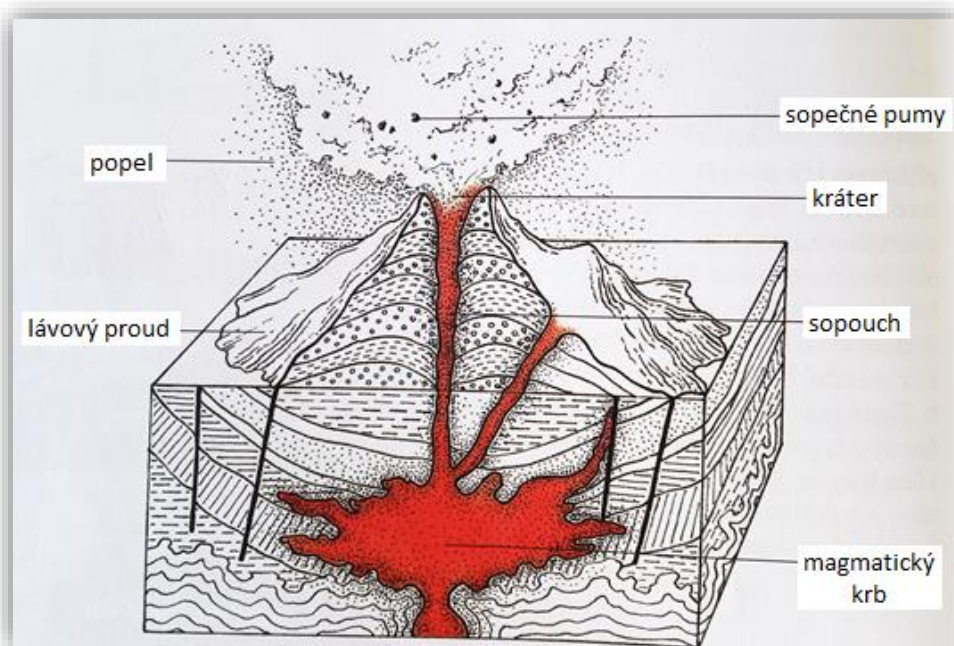
Vnitřní geologické děje mají za následek vznik vyvěřelých a přeměněných hornin, pohyb

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.

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 (viz Obr. 65), který je nejčastěji ve spodní části litosféry. S kráterem ho spojuje sopečný komín nazývaný sopouch či jícen.



Obrázek 65 – Stavba činné sopky (Černík a kol., 2016)

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 ve vyvěle horniny. Magma vytékající na zemský povrch se nazývá láva.

Výraznou sopečnou činností vznikla sopečná pohoří s charakteristickým reliéfem krajiny. Jednotlivé sopky mají obvykle tvar kuželů nebo kup (viz Obr. 66). Záleží na obsahu látek v magmatu. Vyléváním tekutější lávy se tvoří štítovitá nebo deskovitá tělesa – lávové

příkrovy nebo protáhlé lávové proudy (viz Obr. 67). Vylévání lávy bývá provázeno sopečnými výbuchy s vyvrhováním žhavého mračna sypkého materiálu - popela, prachu a sopečných pum (viz Obr. 68). Jeho hromaděním, popř. zpevněním se tvoří hornina tuť. Hromaděním sypkého materiálu – strusek se tvoří struskové kužely. Sopky, ve kterých se střídají výlevy lávy s výbuchy, jsou sopky smíšené neboli stratovulkány. Bočníkovité drobnější útvary na dně oceánů se nazývají polštářová láva, která vznikla při styku žhavé lávy s vodou (viz Obr. 69).



Obrázek 66 – Tvary sopek (Černík a kol., 2016)



Obrázek 68 – Sopečná puma (Černík a kol., 2016)



Obrázek 67 – Utuhlá lávová pole na Islandu (Černík a kol., 2016)



Obrázek 69 – Polštářová láva (= pillow lava), (Luhr, 2004)

Většina činných sopek (viz Obr. 70) se vyskytuje v aktivních oblastech zemské kůry, např. na rozhraní dvou litosférických desek a v některých horských oblastech. 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 a východní Afrika. Ještě více činných sopek je na dně oceánů.



Obrázek 70 – Sopečná erupce činné sopky (Černík a kol., 2016)

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

Nejznámější sopečnou katastrofou v historii je zničení Pompejí a Herculanea po výbuchu Vesuvu v roce 79 našeho letopočtu. Dalším významným výbuchem je výbuch sopky Tambora v Indonésii v roce 1815, který si vyžádal téměř 100 000 lidských obětí. Katastrofální následky měl i výbuch indonéského sopečného ostrova Krakatoa v roce 1883, kdy následná příbojová vlna usmrtila na 35 000 obyvatel na sousedních ostrovech. Náhlé sopečné výbuchy a jejich druhotné jevy (př. příbojové vlny) mají

katastrofální následky, proto tu máme vulkanology, kteří se zabývají předpovídáním sopečné aktivity a výzkumem sopek.

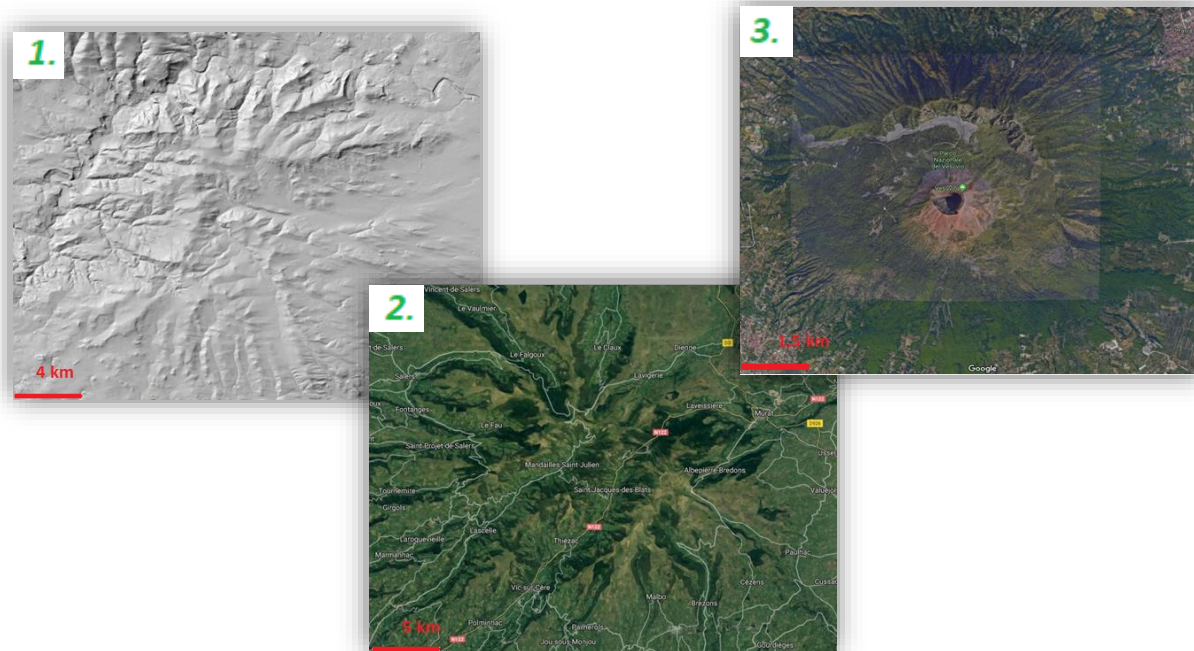
Také na území České republiky byly v geologické minulosti činné sopky. Výsledkem terciérní sopečné činnosti jsou např. Doupovské hory, České středohoří a některé části Nízkého Jeseníku (viz Obr. 71). Terciérní sopky vymezuje Oherský rift (viz Obr. 72). Některé sopky v Čechách byly činné ještě v kvartéru, před necelým 1 milionem let (např. Komorní či Železná hůrka u Chebu). Nečinné sopky u nás však dost často podléhají erozi, jejich původní tvary lze odhadovat pouze podle stále aktivních sopek ve světě. V porovnání lze uvést nečinný stratovulkán Doupovské hory, Cantal ve Francii a činný stratovulkán Vesuv (viz Obr. 73). U prvních dvou zmíněných nemůžeme pozorovat zachovalé kužele, neboť vulkány jsou již zvětřelé. Oproti tomu aktivní Vesuv se stále dotváří a je možné vidět výraznou kupoli. Všechny tři vulkány spojuje radiální tvar.



Obrázek 71 – Velký Roudný v Nízkém Jeseníku, Česká republika



Obrázek 72 – Oherský rift – geologická jednotka tvořena tektonickým příkopem, hlavní místo výskytu terciérních sopek u nás. Název dostal podle řeky Ohře protékající touto oblastí (Chváta, 2014).



Obrázek 73 – 1. Doupovské hory v České republice, 2. Cantal ve Francii, 3. Vesuv v Itálii (Pokorná, 2019)

Mezi jevy doprovázející sopečnou činnost patří 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 k posopečným jevům a na území ČR se s nimi setkáme pouze výjimečně, např. v národní přírodní rezervaci Soos u Chebu a ve Zbrašovských aragonitových jeskyních v Teplicích nad Bečvou. Podobně i vývěry horkých a minerálních vod se rovněž vážou na sopečné oblasti nebo hluboké zlomy v zemské kůře a nazývají se vřídla. K ohřívání a obohacování vody o minerální látky dochází ve větší hloubce. 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 (viz Obr. 74).



Obrázek 74 – Gejzír Strokkur na Islandu (Luhr, 2004)

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, který doprovázel výrazný bahnotok ničící vše okolo, stromy, zvěř atd. Došlo k velké ekologické katastrofě. Naštěstí velké množství lidí stihli evakuovat. Velké erupce jsou doprovázeny dost často i velkými zemětřeseními. Ve společnosti činných sopek i přesto žijí miliony lidí.

PRACOVNÍ LIST – SOPEČNÁ ČINNOST:

Pomůcky:

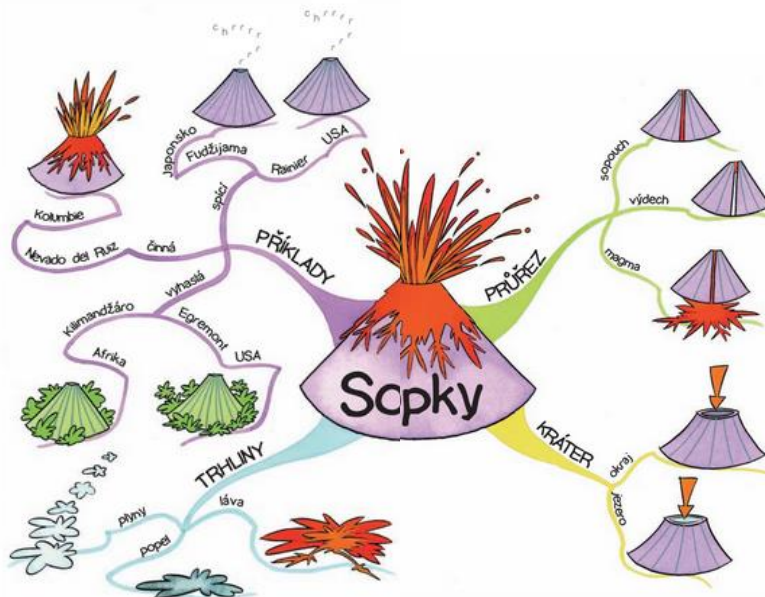
- pro 1 žáka: větší tácek, sklenička, 1 balení plastelíny, 1 sáček jedlé sody, 2 sáčky potravinářského barviva, 1 špejle, 3 kapky mycího prostředku, „velký panák“ octa (40 ml), mistička medu, voda, 100 g hrubé mouky, čajová lžička, čistý papír (A4), příručka s pracovním listem, psací potřeby

Postup:

1. stručný teoretický úvod k vulkanické činnosti (Co to je? Jak vzniká? + rozdělení hornin, časový profil Země, druhy sopek apod.) – zbytek lze najít v příručce
2. provedení pokusu č. 1 na viskozitu lávy (popis pracovního postupu viz příručka – Pronikni do tajů vulkanické činnosti)
3. provedení pokusu č. 2 – VYBUCHUJÍCÍ SOPKA – každý si vytvoří vlastní vulkán (popis pracovního postupu viz příručka – Pronikni do tajů vulkanické činnosti) – nutný dohled vyučujícího kvůli bezpečnosti! a případným nesrovnalostem (vyučující celý pokus komentuje)
4. vyplnění pracovního listu (na konci kontrola)
5. úklid pracoviště

Možné modifikace či úpravy:

- pro lepší pochopení a zapamatování lze vytvořit se žáky myšlenkovou mapu – př. :



zdroj: Myšlenkové mapy pro děti - Efektivní učení - Tony Buzan

Klíčové otázky:

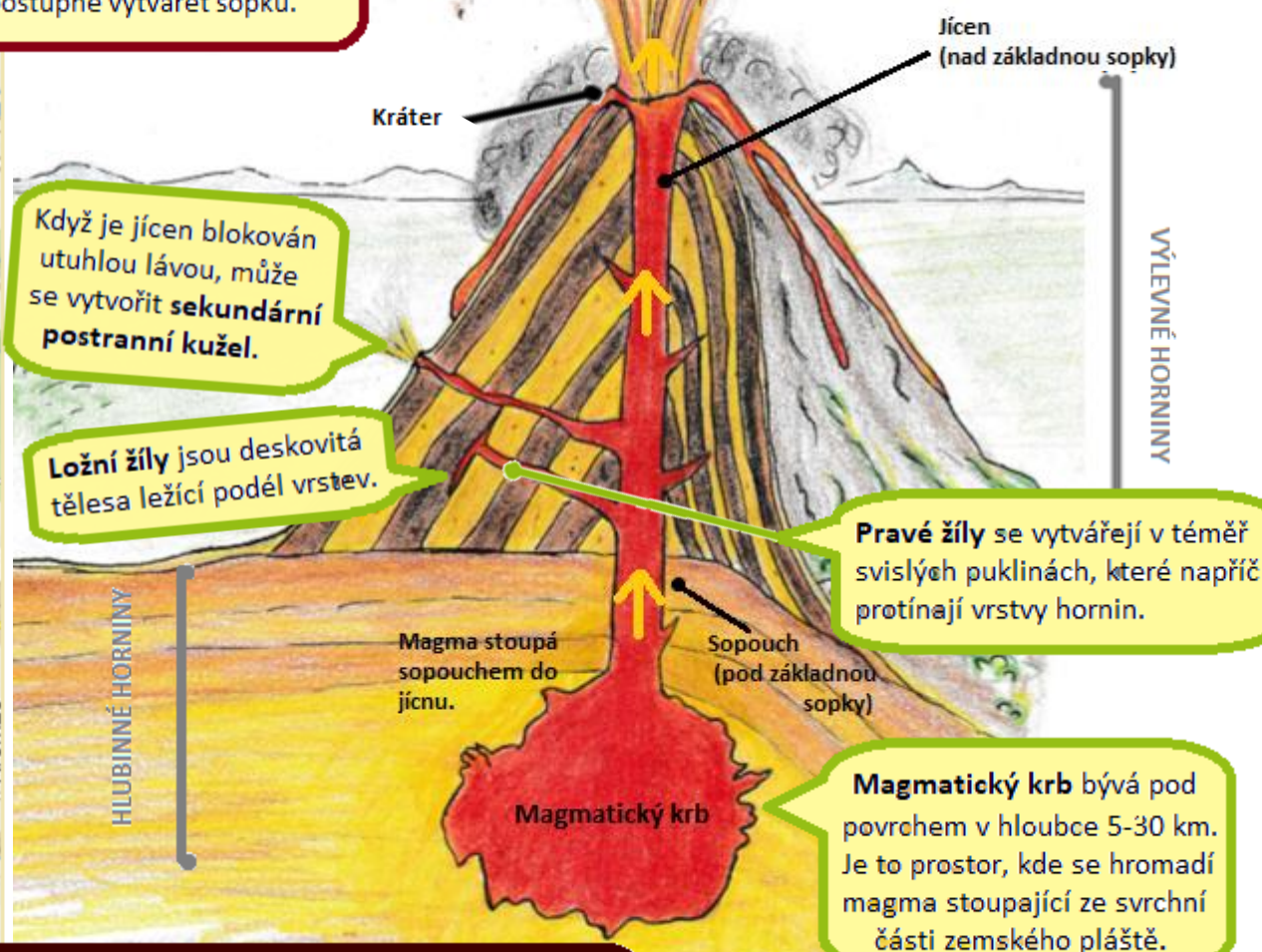
- Z jakých částí se skládá sopka?
- Jak vzniká vulkanická činnost?
- Jaký je rozdíl mezi magmatem a lávou?
- Jaké druhy sopek znáš?

Pronikni do tajů vulkanické činnosti - řez vybuchující sopkou:

Sopky (= vulkány) se podobně jako zemětřesení vyskytují na hranici **litosférických desek**. Když **tlak pod kůrou vzroste**, magma (roztavená hornina) a plyn stoupají vzhůru.

Magma chladne a tuhne v **kůře** nebo může prorazit na povrch, kde se nazývá **láva** (t. = 700-1200 °C). Láva se může vynořit tenkými **trhlinami**, nebo může být vytlačena skrz širší **sopouch** a postupně vytvářet sopku.

Sopka vyvrhuje nejen **lávu** na povrch, ale vypouští i velké množství svých **výparů, prachu a plynu do atmosféry**. Často z jícnu vulkánu létají i **sopečné bloky a bomby** (tj. úlomky horniny vyvržené ze sopky).



VYVŘELÉ HORNINY (MAGMATICKÉ)

- vznikly utužením roztavené hmoty (magnetu)
- k jejich vzniku byla nutná vysoká teplota
- pokud masa taveniny utuhla hluboko pod zemským povrchem, hovoříme o vyvřelinách **HLUBINNÝCH** – např. **žula**
- vyvřeliny **VÝLEVNÉ** vznikají utužením lávy na zemském povrchu nebo mělko pod povrchem – např. **čedič**
- vyvřeliny **ŽILNÉ** obvykle tvoří menší tělesa – **žíly** (při jejich vzniku tavenina pronikla do puklin, které vyplnila a utuhla) – např. **pegmatit**

UŽITEK ZE SOPEK:

Horniny vznikající činností sopek nazýváme **vyvřelé** (magmatické). Často obsahují cenné rudy a minerály, např. **diamanty, zlato a měď**.

I přes neustálou hrozbu erupcí využívá mnoho lidí úrodnou půdu na svazích sopek k obdělávání.

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 řídká 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)
př. *Paricutín v Mexiku*

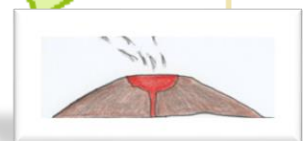


STRATOVULKÁN

- můžeme zde pozorovat střídající se **vrstvy lávy a popela**, které vytvářejí kuželovité složené sopky se strmými svahy
př. *Vesuv v Itálii*

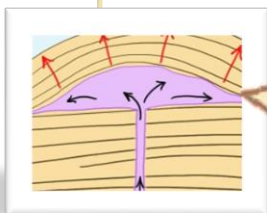


- #### ŠTÍTOVÝ VULKÁN
- vzniká z **neviskózní lávy**
 - je **nízký, plochý**
př. *Mauna Kea - Havaj*



LAKOLIT

- sopečný tvar, který často doprovází ostatní sopky
- jedná se o bočníkovité **těleso utuhlé pod povrchem**, které často nadzdvihne vrstvy ležící nad ním
př. v ČR - *Bořeň, Bezděz*



POKUS:

Dozvěděli jsme se, že existuje různě hustá láva, která svými vlastnostmi ovlivňuje výsledný tvar sopky.

- **1. úkol:** UŽITÍM POTRAVINOVÝCH SUROVIN ZKUS NAPODOBIT RŮZNOU HUSTOTU LÁVY!
- **2. úkol:** JEDNOTLIVÉ VYTVOŘENÉ LÁVY PŘIŘAĎ KE KONKRÉTNÍM VULKANICKÝM TVARŮM!

Postup:

- *med pomocí lžičky lij na papír a sleduj rychlost rozlévajícího medu*
- *v mističce smíchej vodu a hr. mouku do žádané hustoty*

...poté pokračuj 2. úkolem v zadání

POMŮCKY K POKUSU:

- *med*
- *hrubá mouka + voda*
- *mističky, čajové lžičky, čisté papíry*



POKUS - VYBUCHUJÍCÍ SOPKA:

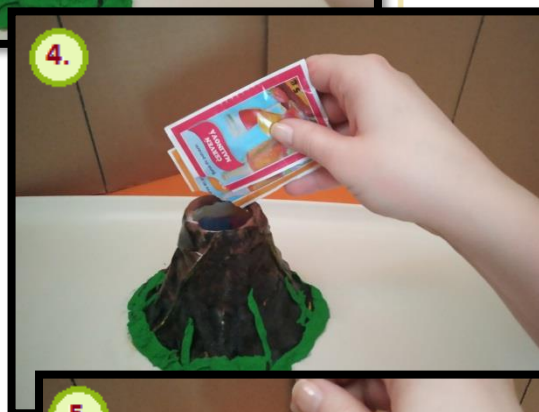
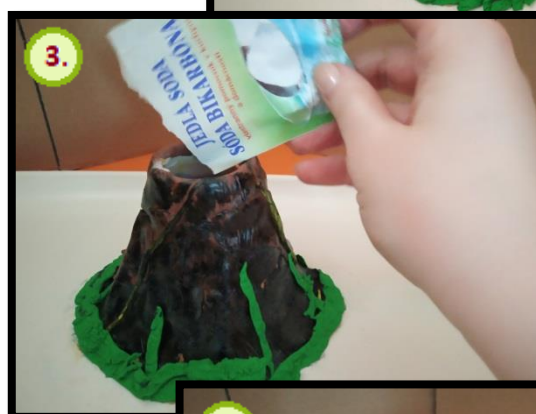
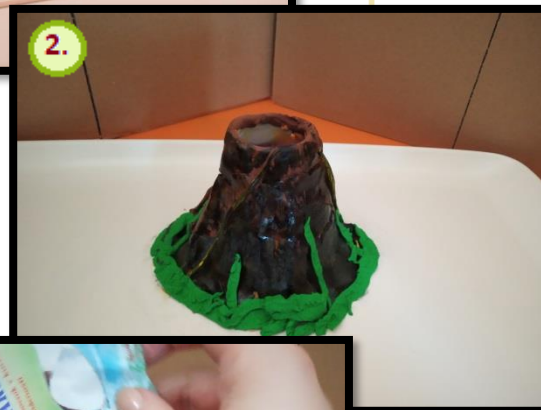
Vyrobíme si model vulkánu, který po naplnění určitými potravinovými surovinami bude chrlít „lávu“.

POMŮCKY:

- větší tácek
- sklenička (menší s úzkým hrdlem)
- plastelína (1 balení/10 ks)
- 1 sáček jedlé sody
- 2 sáčky potravin. barviva (vhodné různé barvy)
- 1 špejle
- 3 kapky mycího prostředku (saponátu)
- „velký panák“ octa (40 ml)

PRACOVNÍ POSTUP:

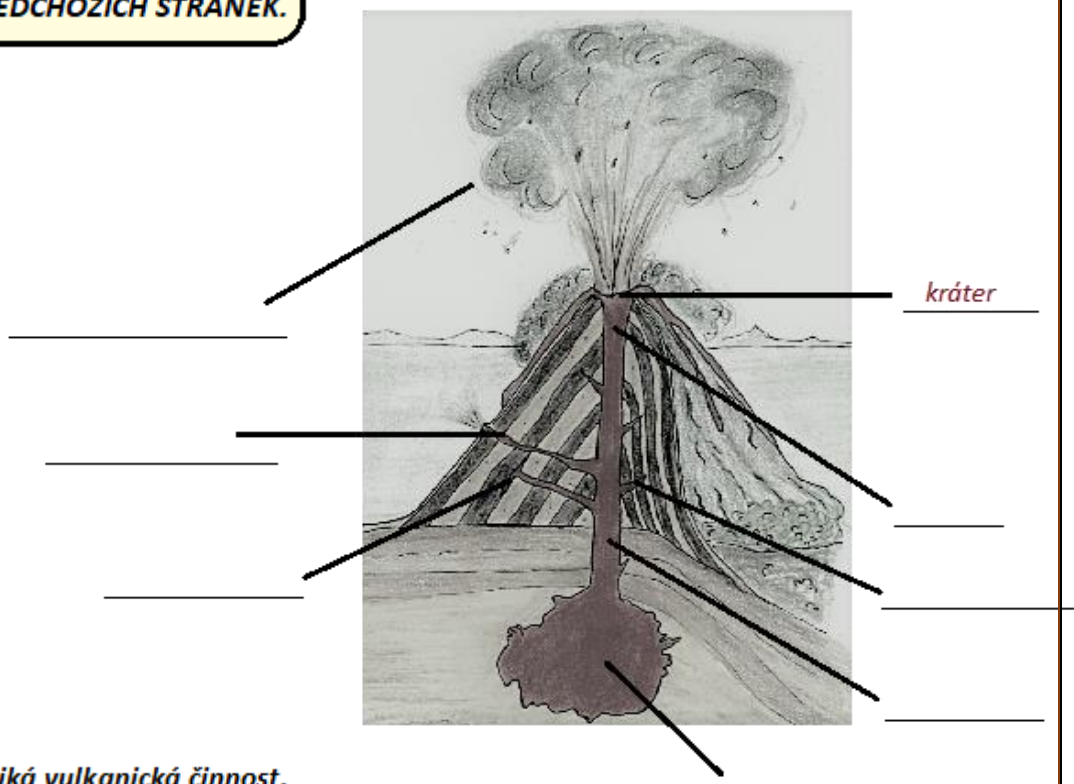
1. PŘIPRAV SI VEŠKERÉ POMŮCKY
2. NA STŘED TÁČKU POLOŽ SKLENIČKU, JEJÍ STRANY OBALUJ PLASTELÍNOU, DOKUD NEVYTVOŘÍŠ TVAR SOPEČNÉHO KUŽELE
3. DO „JÍCNU“ SOPKY NASYP JEDLOU SODU
4. DÁLE PŘIDEJ POTRAVINÁŘSKÉ BARVIVO
5. SODU S BARVIVEM DOBŘE PROMÍCHEJ POMOCÍ ŠPEJLE
6. PŘIDEJ DO JÍCNU SOPKY MYCÍ PROSTŘEDEK
7. NAKONEC NALIJ OCET a USTUP KOUSEK DÁLE!
8. SLEDUJ VÝSLEDNOU REAKCI



PRACOVNÍ LIST:

- 1. ZKUS ODPOVĚDĚT NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY BEZ POMOCI PŘEDCHOZÍHO MATERIÁLU.**
- 2. NÁSLEDNĚ SVÉ ODPOVĚDI POROVNEJ S OBSAHEM PŘEDCHOZÍCH STRÁNEK.**

- 1. ot. : a) Popiš obrázek sopky, její jednotlivé části.**
b) O jaký sopečný tvar se jedná?
odpověď: _____



- 2. ot. : Popiš, jak vzniká vulkanická činnost.**

- 3. ot. : Který druh hornin tam nepatří?. Zakroužkuj.**
a) zemské
b) vyvřelé
c) přeměněné
d) usazené

- 4. ot. : a) Co je magma?** _____

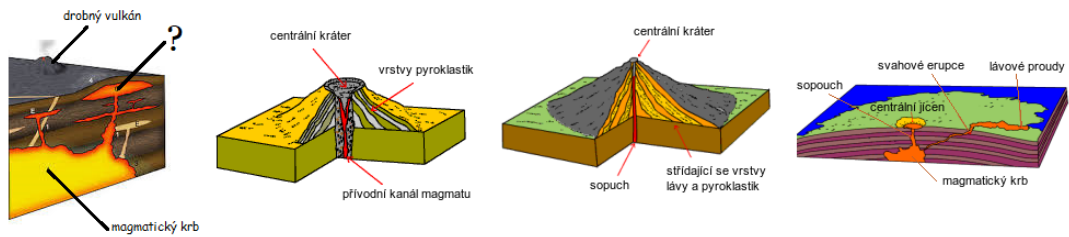
- b) Co je láva?** _____

- 5. ot. : Vysvětli, co jsou vyvřelé horniny?**

? NA ZAMYŠLENÍ:

Sopky v České republice jsou vyhaslé. Chtěl bys, aby u nás byly i sopky aktivní? Jsou aktivní sopky nebezpečné? Jakým způsobem nás mohou popř. ohrozit?

6. ot. : Vytvoř správné dvojice.



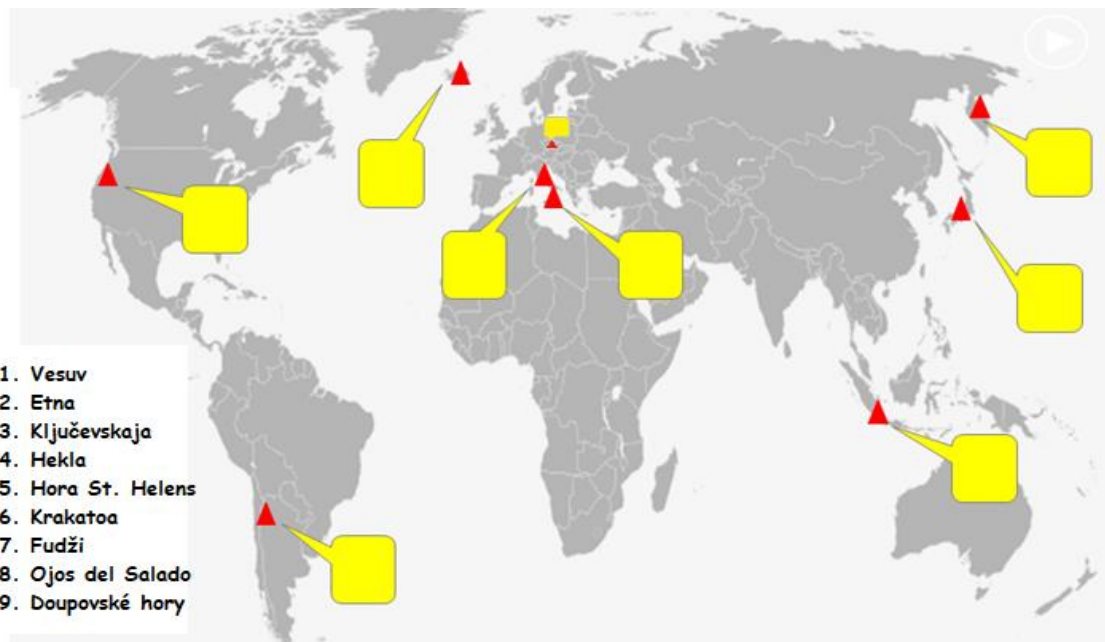
struskový kužel

lakolit

štítový vulkán

stratovulkán

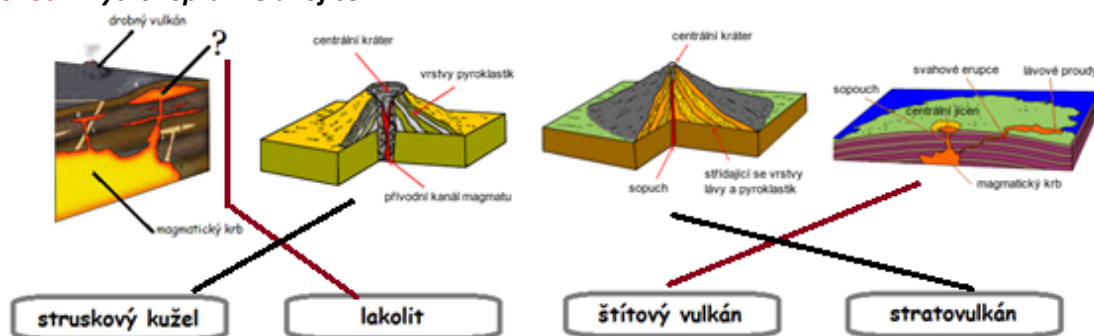
7. ot. : Pomocí atlasu najdi umístění sopek (1-8). Doplň mapu (jednotlivá čísla sopek piš do žlutých čtverečků). Doplň do tabulky stát, ve kterém se jednotlivé sopky nacházejí + jestli jsou neaktivní/stále aktivní.



SOPKA	Kde se nachází?	AKTIVNÍ – ANO/NE
1. Vesuv		
2. Etna		
3. Ključevskaja		
4. Hekla		
5. Hora St. Helens		
6. Krakatoa		
7. Fudži		
8. Ojos del Salado		
9. Doupovské hory		

ŘEŠENÍ:

6. ot. : Vytvoř správné dvojice.



7. ot. : Pomocí atlasu najdi umístění sopek (1-8). Dopln mapu (jednotlivá čísla sopek piš do žlutých čtverečků). Dopln do tabulky stát, ve kterém se jednotlivé sopky nacházejí + jestli jsou neaktivní/stále aktivní.



1. Vesuv
2. Etna
3. Ključevskaja
4. Hekla
5. Hora St. Helens
6. Krakatoa
7. Fudži
8. Ojos del Salado
9. Doupovské hory

SOPKA	Kde se nachází?	AKTIVNÍ – ANO/NE
1. Vesuv	Itálie	Ano
2. Etna	Itálie - Sicílie	Ano
3. Ključevskaja	Kamčatka - poloostrov	Ano
4. Hekla	Island	Ano
5. Hora St. Helens	Washington - USA	Ano
6. Krakatoa	Indonésie	Ano
7. Fudži	Japonsko	Ano
8. Ojos del Salado	Chile	Ano
9. Doupovské hory	Česká republika	Ne

PETROLOGIE

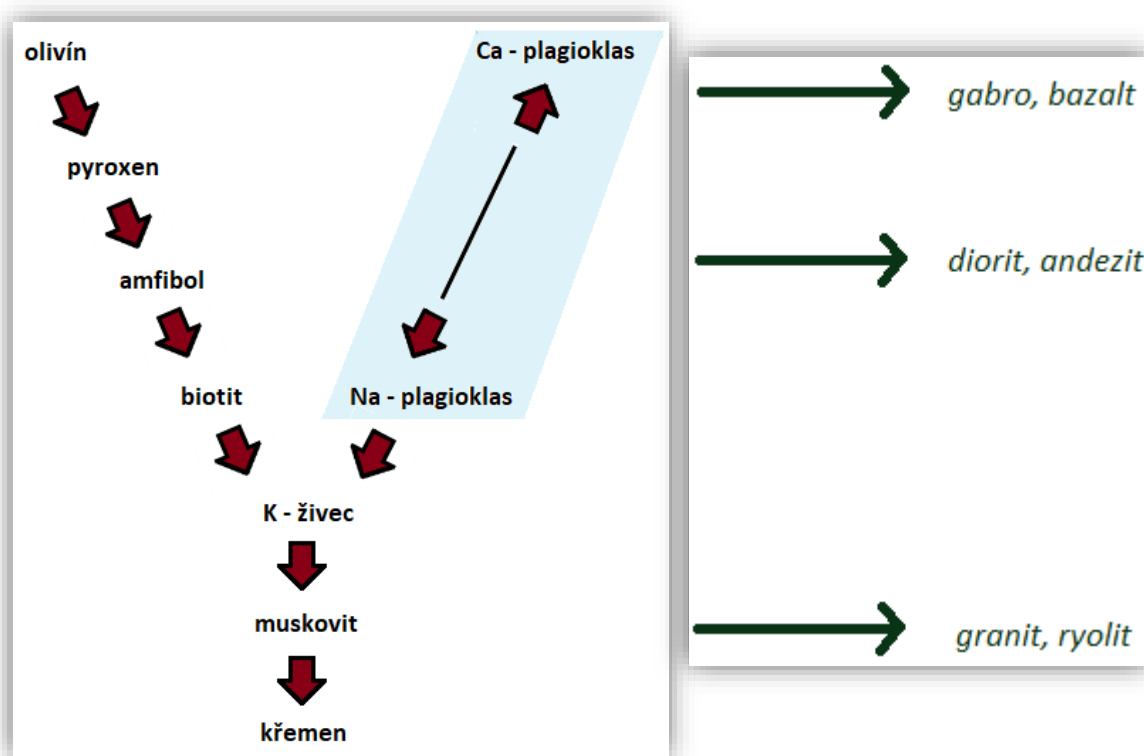
Několikrát jsme tu zmiňovali horniny či minerály. Petrologie je věda zabývající se vznikem, složením, vlastnostmi a výskytem hornin. Horniny tvoří „kamenný“ obal Země – litosféru. Místa vystupují přímo na povrch (např. ve skalních výchozech a v umělých odkryvech), většinou je však zakrývá půda.

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.

a) 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 (SiO_2) a oxid hlinitý (Al_2O_3), v různém poměru jsou zastoupeny i oxidy železa (Fe), hořčíku (Mg), vápníku (Ca), sodíku (Na) a draslíku (K). Tyto látky spolu reagují a při ochlazování magmatu krystalizují v nerosty.

Krystalizace nerostů v tuhoucím magmatu probíhá postupně. Nejprve krystalizují tmavé nerosty (augit, amfibol, biotit) spolu se sodnovápenatými živci, později světlé nerosty (draselný živec, muskovit) a jako poslední křemen (viz Obr. 75).



Obrázek 75 – Bowenovo schéma krystalizační posloupnosti (upraveno, Teodoridis, 2016)

Podle místa vzniku dělíme horniny na hlubinné a povrchové (výlevné). Hlubinné

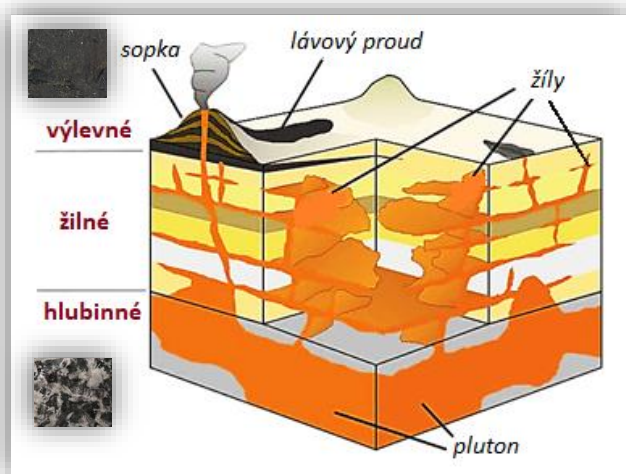
vyvřeliny tvoří v zemské kůře masivy (rozsáhlá tělesa). Ty se mohou v následujících

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 velkozrné, neboť jsou uloženy ve větší hloubce a mají dost času vykristalizovat – tuhnutí probíhá klidně i několik milionů let (viz Obr. 76). Oproti tomu výlevné horniny se vylitím na povrch dostávají do kontaktu s vnějšími geologickými činiteli (vodou, sněhem, větrem) a ihned utuhnou, proto jsou jemnozrné až celistvé. Máme ještě horniny žilné, které svou strukturou jsou přechodem mezi hlubinnými a výlevnými. Nachází se ve středních hloubkách, při svém vývoji se pravděpodobně vtěsaly do nějaké žíly, od toho název. Do žilných řadíme např. pegmatit (viz Obr. 77), který má strukturu „tlačanky“ – obsahuje jak velké krystaly minerálů, tak jemnozrný materiál.



Obrázek 76 – Pegmatit (Švecová a Matějka, 2017)

Horniny lze dělit i podle chemického složení magmatu (viz Tab. 2) na kyselé (obsah $\text{SiO}_2 > 65 \%$), které pochází z magmatu viskózního (ne tak tekutého, hustějšího) a po vylití ze sopky se nedostane tak daleko. Druhým stupněm je magma intermediální (obsah SiO_2 52 - 65 %), poté magma bazické (obsah SiO_2 44 - 65 %), které je velmi tekuté. Lárový proud z tohoto magmatu teče rychleji a daleko. Méně jak 44 % obsahuje už jen magma ultrabazické, kam řadíme horninu peridotit, která je pravděpodobně hlavní ve složení svrchního pláště Země.



Obrázek 77 – Dělení hornin podle místa vzniku (Luhr, 2004)

Tabulka 2 - Rozdělení magmatických hornin podle chemického složení a zrnitosti (upraveno, Teodoridis, 2016)

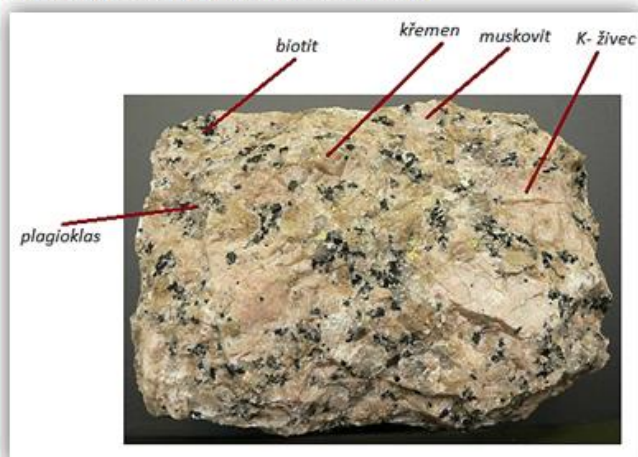
	HLUBINNÉ	ŽILNÉ	VÝLEVNÉ
KYSELÉ	granit = žula	pegmatit	ryolit
INTERMEDIÁLNÍ	granodiorit		fonolit
BAZICKÉ	diorit		andezit
	gabro		bazalt = čedič
ULTRABAZICKÉ	peridotit		

ŽULA = granit (název odvozen od *granum* = zrno)

- nejrozšířenější hlubinná vyvřelina
- tvořena především světlými minerály – **křemen**, **živec** (draselný a plagioklas), **muskovit**, ale i minerály tmavými (**biotit**)
- částice minerálů jsou ve všech směrech stejně – stavba žuly je všesměrná
- velikost krystalových zrn obvykle dosahuje několika milimetrů, krystaly živců někdy tvoří větší vyrostlice
- žula má **kvádřovitou odlučnost** – využití při těžbě i zpracování
 - používá se jako **stavební, obkladový a sochařský kámen, na dlažební kostky, štěrk atd.**
- těží se na **Českomoravské vrchovině** (u Mrákotína), **ve Středočeské pahorkatině, na Liberecku**
- žula se běžně vyskytuje v okolí, ale i v některých našich pohořích (v Krkonoších, Jizerských horách, na Šumavě)
- jejím výlevným bráchou je **ryolit**, který má úplně stejné složení, akorát má jemnější strukturu než žula, pegmatit je mezi nimi (také stejné složení)



Nejznámější žulový sloup vyrobený před 80 lety v Mrákotíně u Telče, kraj Vysočina – nachází se na Pražském hradě.



žula



kvádřovitá odlučnost žuly (Krkonoše)

ZNĚLEC = fonolit

- **světle šedá až nazelenalá** výlevná vyvřelina
- tvoří nápadné kupy **v Českém středohoří**, např. **Milešovka, Bořeň u Bíliny, Bezděz**
- má název podle zvonivého zvuku, který vydává **při nárazu** (i při našlápnutí)
- těží se pro **štěrk** i jako surovina pro výrobu **barevného skla**



znělec



Milešovka – nejznámější znělcová hora u nás, nejvyšší vrchol Českého středohoří

ANDEZIT

- **světle až tmavě šedá** výlevná hornina
- obsahuje **tmavé nerosty**, je jich však méně než v čediči
- je součástí mnoha světových pohoří - např. **jihomoamerických And**, podle kterých je pojmenován
- hrubozrnný brácha je **diorit**



andezit

ČEDIČ = bazalt

- nejhojnější výlevná hornina sopečná hornina u nás
- obsahuje **sodnovápenaté živce a tmavé nerosty** (např. augit)
- je **jemnozrnný až celistvý**
- na stěnách lomů lze vidět **sloupcovitou odlučnost**
- tvoří mnoho **sopečných pohoří**, vylévá se i do moře
- běžně se vyskytuje **v Českém středohoří a Doupovských horách, na České tabuli** (Říp, Trosky)
- používá se jako **stavební kámen** nebo se **drtí na štěrk**
- zpracovává se také tavením **při vysokých teplotách** a vyrábějí se z něho **odolné dlažby, potrubí apod.**
- používá se i na **výrobu plsti**, která slouží k zateplování domů
- hrubozrnný brácha je **gabro**



čedič



Čedičové varhany na Panské skále (natáčela se zde pohádka Pyšná princezna)

MELAFYR

- neobvyklá sopečná hornina připomínající **složením čedič či andezit**
- obsahuje **drobné bublinky po sopečných plynech** (bublinky často poté vyplní jiné minerály)
- u nás např. **v Podkrkonoší**



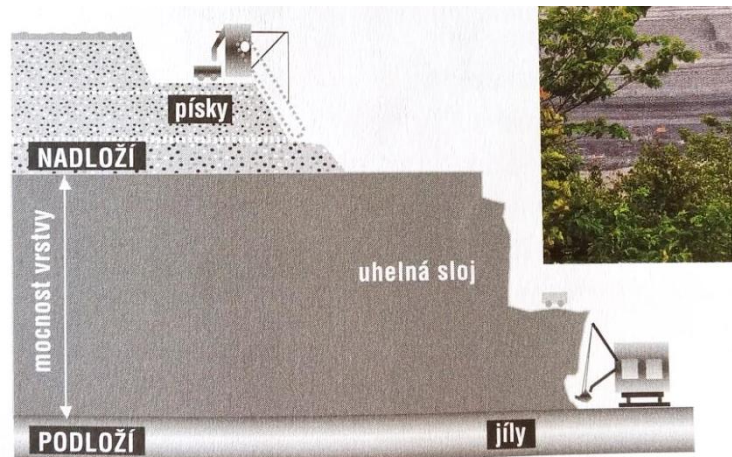
melafyr

b) 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 přemístovány 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. Soubor vrstev tvoří souvrství – v něm vrstva nejvíce na spodu (obsahující nejstarší horniny) tvoří podloží vrstev nad ní, mladším (viz Obr. 78).



Obrázek 78 – Souvrství (Chvátal, 2014)

1) úlomkovité

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

ŠTĚRK

- hrubozrnná nezpevněná usazená hornina tvořená **ostrohrannými nebo zaoblenými** úlomky (> 2 mm)
- možnost nálezu např. **v oblastech svahových sesuvů**
- patří k nim také usazeniny **ledovcového původu**
- stmelěním štěrků vzniká **brekcie** (s ostrohrannými úlomky) nebo **slepenec** (se zaoblenými úlomky)
- u nás se těží z říčních nánosů zejména **pro výrobu betonu**



štěrk



brekcie



slepenec

PÍSKY

- nejrozšířenější **nezpevněná** hornina
- vznik **činností tekoucí vody, moře i větru**
- tvořeny úlomky o velikosti **0,1 – 2,0 mm**
- velmi často mají velký **obsah křemene**
- jejich zpevněním vznikají **pískovce** – vytváří velké útvary – **skalní města**
- písky jsou základní **stavební surovinou**
 - pokud mají dobré složení, používají se také jako **písky sklářské a slévárenské**
 - pískovec je **sochařsky i kamenicky dobře zpracovatelný materiál**



pískovec



Prachovské skály - pískovcové skalní město, Český ráj

ZAJÍMAVOST: V minulosti, v době stavby pyramid, bylo na Cheopsovu pyramidu potřeba 6,5 miliónů tun pískovcových kvádrů, což výrazně změnilo krajinu v místě těžby.

JÍLY

- **nezpevněná** ekonomicky významná sedimentární hornina
- používá se **při výrobě žáruvzdorných hmot** a také jako **cihlářská a keramická surovina**
- jejich zpevněnou formou je **jilovec**
- mezi jílovité zpevněné sedimenty patří také **opuka**



jíl



jilovec



opuka



rotunda z opuky

SPRAŠE

- vznikly **uložením prachových částic v suchých oblastech** v oblasti východní Evropy a střední Asie během poslední doby ledové
- na nich se postupem času vytvořily zemědělsky **úrodné půdy – černozemě**



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

ZAJÍMAVOST: Velká devastace krajiny proběhla i při stavbě Velké čínské zdi, na kterou se spotřebovalo 0,7 Gt hornin a hlíny.

2) chemické (zajímavost)

Chemické (chemogenní) sedimentární horniny vznikají srážením a krystalizací minerálů rozpuštěných ve vodě. Podle chemického složení je můžeme rozdělit do několika skupin. Nejvíce jsou rozšířeny horniny uhličitanové, především **VÁPENCE**. Jako dekorační kámen se využívá **TRAVERTIN**, což je uhličitanový sediment vysrážený

z pramenů bohatých na vápník a CO_2 . 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 - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.



travertin – obkladový kámen



Hornina dolomit se podílí na stavbě masivu Dolomity (Alpy, Itálie)

3) organické

Organické (organogenní) usazené horniny vznikají usazováním odumřelých rostlinných nebo živočišných těl.

VÁPENEC

- nejrozšířenější organická usazená hornina
- vzniká **nahromaděním schránek mořských živočichů** (měkkýši, koráli, řasy)
 - dost často se vápencích objevují jako **fosilie**, nahromaděné zachovalé schránky těchto živočichů
- hlavním a také jediným minerálem vápenců je **kalcit**
- důležitá surovina **při výrobě vápna a cementu**
- užití i jako **obkladový či dlažební kámen**



organogenní vápenc

RAŠELINA

- tvoří se **hromaděním zbytků odumřelých rostlin** (především mechu rašeliníku) za **nedostatečného přístupu vzduchu**
- vznik **v rašeliníšti**
- výskyt **v rovinatém terénu, buď v nížinách** (v močálech, opuštěných ramenech řek apod.), nebo **na plochých horských hřbetech** (s hojnými srážkami)
- svrchní vrstva rostlin narůstá na odumřelých zbytcích rostlin – tak se postupně vytvoří až několikametrové vrstvy rašeliny
- používá se **při lázeňské léčbě, v zahradnictví, někde i jako palivo**



rašeliníště, Vysočina

UHLÍ

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

● ČERNÉ UHLÍ

- pochází především z **mladších období prvohor**
- vzniklo ze **zbytků stromovitých plavuní, kapradin, přesliček a prvních nahosemenných rostlin**
- u nás se dnes ještě těží **v ostravsko-karvinské pánvi** (kolem Karviné)



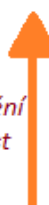
● HNĚDÉ UHLÍ

- **mladší než černé**, vzniklo **v mladších třetihorách** ze zbytků **jehličnatých a listnatých stromů**
- je **méně prouhelněné než černé uhlí**
- u nás se těží **v podkrušnohorských pánvích** (zejména v okolí Mostu)



TYP UHLÍ

*roste stáří
roste prouhelnění
roste výhřevnost*



antracit
černé uhlí
hnědé uhlí
lignit
(rašelina)

POUŽITÍ

energetika
energetika, chemická surovina
energetika, chemická surovina
energetika
zemědělství, zahradnictví,
lázeňství, filtrace, palivo



„Ahoj! My se ještě neznáme. Říkají mi Zkumavka. Proč? To nevím, možná je to podle té lahvičky, co používáme ke zkoumání v hodinách chemie. Já tuze ráda něco zkoumám.“



„Dneska jsem si zrovna říkala, že začíná přituhovat, brzo je tu zima. Kožíšek už mi nestačí, proto si ráda přitopím v kamínkách. Nejrady mám černé uhlí. Ouu, to je potom teplo.“

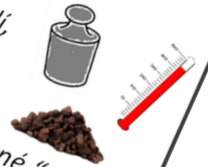


„Ale jak uhlí vůbec vzniká? Pojdme se na to podívat.“

1. „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 přidáváme pod sazenice na zahrádce, určitě ji znáte.“



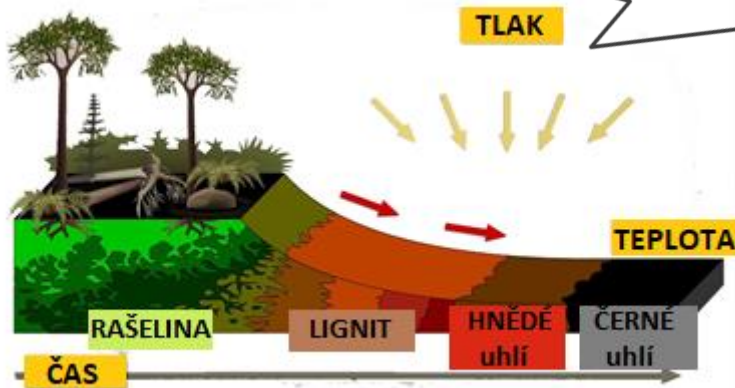
4. „Jak stoupá teplota a tlak v rašelini, tak tam ubývá kyslík a voda. Jůů, konečně dochází k prvnímu prouhelňování. Ale ještě to není černé uhlí, ale teprve **lignit**, možná už tam vykukuje i **uhlí hnědé**. To ale nechci, to není moc výhřevné.“



2. „Jé, prší, to je ale vody. Na rašelinu se nám navalilo spoustu bahna a písku. Čím více toho je, tím více to rašelinu stlačuje.“



5. „ÁÁ, už tu je, **černé uhlí**. Konečně se hnědé uhlí změnilo na černé. Na antracit už čekat nebudu.“



3. „Ze zbytků rozkládajících se rostlin hluboko dole se uvolňuje teplo. Navíc bych řekla, že i teplo ze zemského jádra sálá až na ně.“



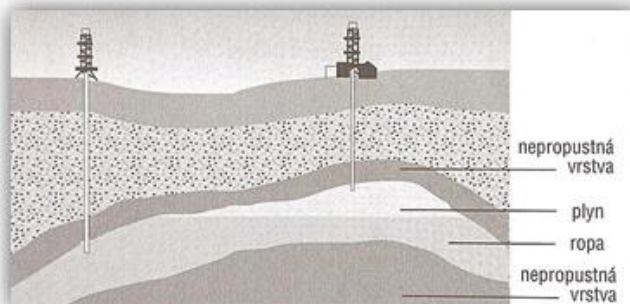
6. „Teď už jen počkat, než mi ho v dole vytěží.“



6.

UHLOVODÍKY TEKUTÉ - ROPA, ZEMNÍ PLYN a UHLOVODÍKY PEVNÉ - ASFALT

- 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
- důležitý zdroj energie a surovina chemického průmyslu
- ropa a zemní plyn se k nám dopravují ropovody



Ropný vrt a vrt pro zemní plyn (Černík a kol., 2016)

c) PŘEMĚNĚNÉ (= METAMORFOVANÉ) HORNINY

Tvoří se přeměnou (metamorfózou) dříve vzniklých hornin – vyvřelých, usazených i už přeměněných. Přeměňují se díky působení **velkého tlaku** způsobenému tíhou nadložních vrstev, **vyšší 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 metamorfovaných hornin patří **RULA, SVOR, FYLIT, MRAMOR**. U nás se podílejí na stavbě většiny horských oblastí (Krkonoš, Hrubého Jeseníku, Orlických hor, Šumavy,...). Příkladem ruly je **ORTORULA**, metamorfovaná hornina vzniklá přeměnou vyvřelých hornin (granitu).



Jílová břidlice, přeměněná hornina



Ortorula, přeměněná hornina

MRAMOR

- krystalický vápenec, který se vytvořil přeměnou vápence
- skládají ho různě **velká zrna kalcitu**
- často je **bílý, někdy s tmavšími pruhy**
- leštitelný mramor se používá **k dekoracím účelům**
- těží se např. **v Jeseníku**



mramor



Parthenón, hlavní chrám antických Athén je postaven z mramoru

ZAJÍMAVOST:

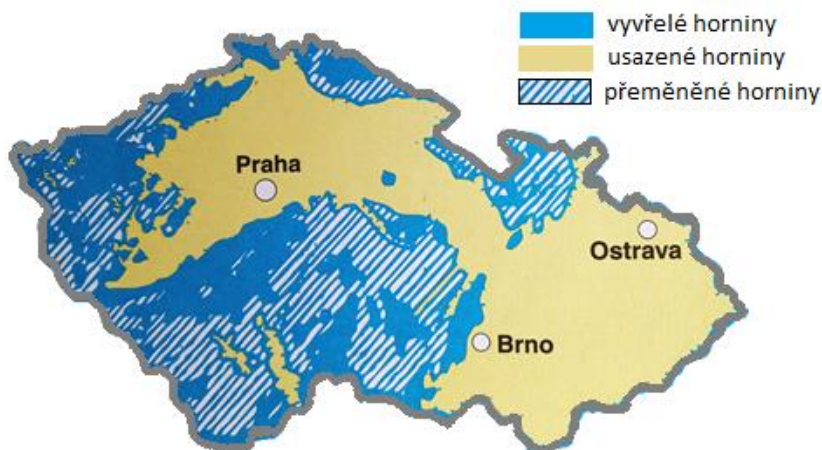
Přeměny hornin mohou probíhat kontaktně (pouze v nejbližším okolí, nejčastěji vliv magmatu), regionálně (postiženy jsou celé oblasti, vliv vrásnění při styku litosférických desek) nebo tzv. šoková přeměna, která souvisí s dopadem meteoritu. Teplo uvolněné při dopadu meteoritu roztaví okolní horniny až na sklo. Tavenina bývá ohromnou silou vymrštěna do vzduchu, kde zchladne a ztuhne. Zpět na zemský povrch mohou utuhlá skla dopadnout ve značné vzdálenosti od místa dopadu meteoritu. Hezkým příkladem jsou jihočeské vltavíny (viz Obr. 80), které však nemají původ zde u nás v České republice, ale jejich pravlastí je kráter Ries u města Nördlingen v Německu (viz Obr. 79). Město bylo postaveno přímo v kráteru. Zde můžeme vidět obrovskou sílu, která vltavíny vymrštěla až k nám.



Obrázek 79 – Nördlingen v kráteru Ries, Německo (Luhr, 2004)



Obrázek 80 – Přírodní vltavín (Chvátal, 2014)



Obrázek 81 – Rozmístění hornin v České republice (Černík a kol., 2016)

Zvláštní skupinou hornin jsou **METEORITY**, hmoty mimozemského původu dopadlé na zem z meziplanetárního prostoru. Odhaduje se, že Země tímto způsobem „ztloustne“ až o statisíce tun ročně. Díky početným nálezům na ledových pláních Antarktidy a v pouštích má dnes věda k dispozici desetitisíce meteoritů. Podle složení je rozlišujeme na kamenné (viz Obr. 82), kamenoželezné a železné meteority. 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. Posloupná řada je tedy meteoroid → meteor → meteorit.



Obrázek 82 – Kamenný meteorit – chondrit (Chvátal, 2014)

HORNINOVÝ CYKLUS

<https://khanovaskola.cz/video/1732-horninovy-cyklus>

„Ahoj! To jsem já, Zkumavka. Hovím si tady a koukám na tento obrázek. Moc tomu nerozumím, tolik šípek. Prý horninový cyklus, co to je? Našla jsem ale pokus, který by nám to mohl pomoci pochopit. Jdeme na to 😊.“



Pomůcky:

10 – 15 bonbónů
(např. žvýkáci Jelly Beans, nebo jiné roztavitelné)
1 lžice medu
1 lžice škrobu
pečicí papír/alobal dle potřeby
při práci s horkou hmotou



„Tak se prvně podíváme na horniny usazené. Jak vznikají? Voda a vítr roztrhají nějakou horninu na malé kousky. Ty se shromažďují ve vodních tocích, zejména v řekách. Vítr je zavane na písečné duny nebo spadnou na vrstva těchto úlomků hornin zvětší a vrchní začnou tlačit na ty spodní. Ty se pak spojí v usazenou horninu. Dobré na tom je, že stále můžeme vidět úlomky původních hornin, ze kterých sediment vznikl.“



„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.“



„A co se s ní stane dál při působení tepla a tlaku? Změní se na horninu přeměněnou. Tepla 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 přeměněnou horninu. Pro zvýšení tlaku hmotu zmáčkne. Mírně rozejdeme 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.



Vyvřelá hornina 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 jednotlitou 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 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.



Všechny tři typy hornin jsou propojené a tvoří horninový cyklus.

Uf, to byla fuška, ale už tomu rozumím, a co vy?“

Klíčové otázky:

- Jaké druhy horniny znáš?
- Jakým způsobem probíhá horninový cyklus?

MINERALOGIE

Mineralogie se zabývá nerosty (minerály), jejich vnitřní stavbou, vzhledem, fyzikálními a chemickými vlastnostmi, možnostmi jejich využití.

Nerosty neboli minerály jsou stejnorodé přírodní. Jejich složení můžeme vyjádřit chemickou značkou nebo vzorcem. Vytvářejí horniny nebo vyplňují dutiny a pukliny v horninách. Horniny jsou přírodní 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. Nerosty vznikají nezávisle na činnosti člověka, neřadí se mezi ně např. uměle vyrobené drahé kameny. V současné době je popsáno téměř 5 000 minerálů a každým rokem je objeveno asi 40 nových.

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.

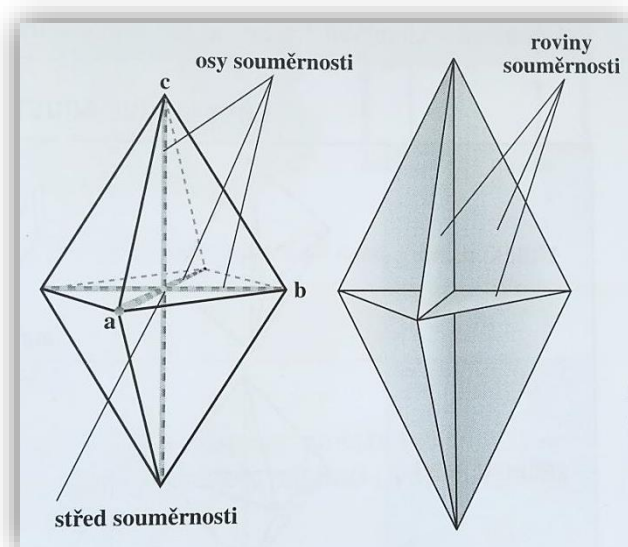
Nerosty se vyskytují v zemské kůře jako krystaly nebo jako beztvaré (amorfní), které nevytvářejí ani drobné krystaly.

Krystal je geometrické těleso, které je tvořeno krystalovými plochami s hranami a vrcholy. Mezi prvky souměrnosti (viz Obr. 83) patří:

1. Rovina souměrnosti – myšlená plocha, kterou můžeme proložit krystalem, aby vznikly dvě shodné zrcadlové poloviny

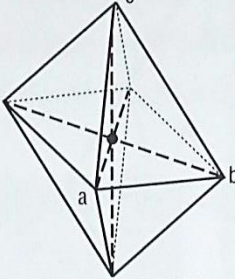
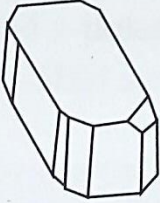
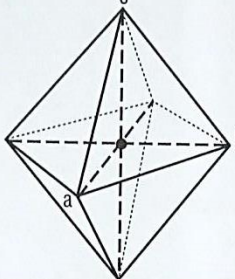

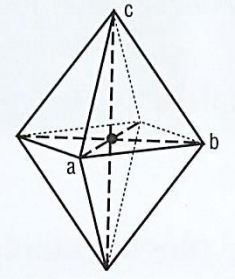
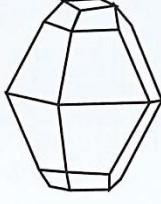
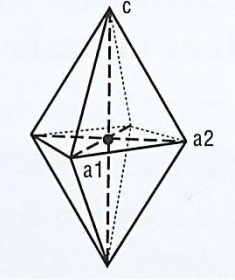
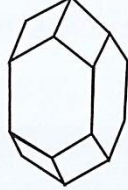
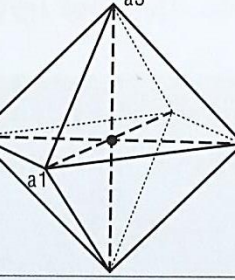
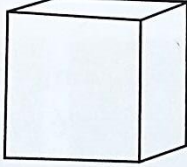
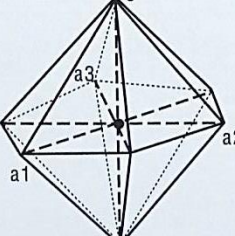
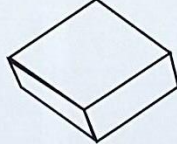
2. Osa souměrnosti – myšlená přímka, která prochází středem krystalu a krystal tak můžeme podle ní otáčet o 360°

3. Střed souměrnosti – střed krystalu



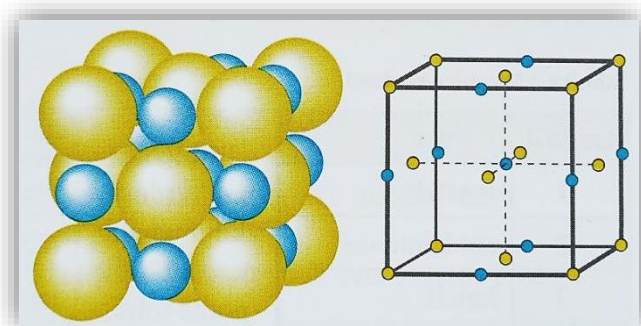
Obrázek 83 – Prvky souměrnosti krystalu (Černík a kol., 2016)

Podle počtů prvků souměrnosti lze krystaly rozdělit do sedmi soustav (viz Obr. 84):

<p>TROJKLONNÁ</p>		 <p>modrá skalice</p>
<p>JEDNOKLONNÁ</p>		 <p>sádrovec</p>
<p>KOSOČTVEREČNÁ</p>		 <p>síra</p>
<p>ČTVEREČNÁ</p>		 <p>zirkon</p>
<p>KRYCHLOVÁ</p>		 <p>sůl kamenná</p>
<p>ŠESTEREČNÁ A KLENCOVÁ</p>		 <p>kalcit</p>

Obrázek 84 – Krystalové soustavy a příklady krystalů (Černík a kol., 2016)

Vnitřní stavba krystalů je tvořena krystalovou mřížkou (viz Obr. 85). Vzniká např. při ochlazení nerostné hmoty, kdy částice (atomy, ionty, molekuly) ztrácejí svou pohybovou energii a zaujmají rovnovážné polohy. Výsledkem je krystalový tvar, ale i následné různé fyzikální vlastnosti.



Obrázek 85 – Krystalová mřížka soli kamenné NaCl (Černík a kol., 2016)

VLASTNOSTI NEROSTŮ:

1. Fyzikální

- **Hustota**

jednotka: g/cm³

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- **Tvrdost**

- se porovnává s Mohsovou [mózovou] stupnicí tvrdosti (viz Obr. 86)

1	Mastek	}	Lze rýpat nehtem
2	Sůl kamenná		
3	Kalcit	}	Lze rýpat měděným plíškem
4	Fluorit		
5	Apatit	}	Lze rýpat ocelí
6	Živec		
7	Křemen	}	Lze rýpat do skla
8	Topaz		
9	Korund		
10	Diamant		

Obrázek 86 – Mohsova stupnice tvrdosti

Úkol: Mineralogie

Určete stupeň tvrdosti předložených nerostů. Najděte, k čemu se používají velmi tvrdé nerosty, např. diamant?

◦ **řešení:** 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.

Klíčové otázky:

- Jakými způsoby lze zjistit tvrdost minerálů?
- Jaké znáš tvrdé nerosty a k čemu se používají?

• Štěpnost

= schopnost nerostů oddělovat se při mechanickém působení (nožem, kladívkem) podle rovných lesklých ploch

- výbornou štěpnost má např. slída, velmi dobrou také kalcit a nedokonalou granát



slída (zleva), kalcit, granát - pyrop

• Lom

- o lomu mluvíme v případě, když po rozbití nerostu jsou plochy nerovné



opál – lasturnatý lom

• Pevnost a soudržnost

- podle toho, jak jsou schopny nerosty odolávat tlaku

2. Optické

• Propustnost světla

- podle toho, jaké množství světelných paprsků propustí, rozlišujeme nerosty úplně průhledné, průsvitné (poloprůhledné, spíše mléčné) a neprůsvitné

• Vryp a barva

- jako vryp označujeme barvu prášku daného nerostu po jeho poškození – barva prášku nemusí odpovídat vnější barvě nerostu

Úkol:

Určete barvu vrypu předloženého nerostu hematitu. Shoduje se s vnější barvou nerostu? (hematitem udělej rýhu na neglazovaném materiálu – např. spodní strana hrnečku)

◦ řešení: Barva hematitu je červenošedočerná, barva jeho vrypu je červená.

Klíčové otázky:

- Jakými způsoby lze zjistit barvu vrypu minerálů?

3. Chemické

- vyplývají z chemického složení nerostů a ze struktury jejich krystalové mřížky

popř. je zkoušíme tavit ve zkumavkách či používáme jiná chemická činidla

- ověřujeme je rozpouštěním ve vodě nebo v kyselinách a roztocích hydroxidů,

JAN SVATOPLUK PRESL

18. – 19. stol.

- český vědec národního obrození
- zasloužil se zejména o **názvosloví rostlin a chemických prvků**
- je i tvůrcem **českého názvosloví v mineralogii**, např. zavedl pro minerál český název nerost



„V rámci tvoření názvosloví v mineralogii vydal spis „Nerostopis čili Mineralogia“. Patřil k němu obrazový atlas krystalů, kdy některé z nich sám nakreslil. Krystal zde nazývá „hlať“ – toto slovo se ale neujalo.

Presl se chtěl za každou cenu vyhnout mezinárodním pojmům (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 „kryolit“. Mineralogové se raději dorozumívají mezinárodními názvy.“

Úkol:

Určete předložené nerosty. Ke zkoumání můžeš využít vodu, roztok kyseliny, sklo, neglazovaný povrch, magnet apod.

◦ **řešení:** K určování žáci dostali sůl (poznají podle rozpuštění ve vodě), křemen (rýpe do skla), mastek (poznají po rýpnutí nehtem), kalcit (po styku s kyselinou – např. HCl bouřlivě šumí), hematit (udělá červenou rýhu na neglazované ploše), magnetit (má magnetické vlastnosti).

Klíčové otázky:

- Jakými způsoby lze zkoumat vlastnosti minerálů?



Staň se na chvíli geologem:

Aktivita slouží k procvičení právě získaných znalostí o vlastnostech minerálů a hornin. Cílem je na základě následujícího klíče dojít k jejich určení. Vybrány byly minerály a horniny, které pro své specifické vlastnosti lze poměrně snadno určit. Klíč je doplněn i o stránku s fotografiemi, která slouží v závěru k porovnání a případnému ujištění. Při prvotním určování ji ale žáci nemají k dispozici, aby nebyli příliš ovlivněni obrázky a soustředili se přímo na vlastnosti vzorku.

Pokud nemáte ve škole úplnou sbírku, nevádí, můžete se žáky vyrazit na lokality (viz dále) a najít si vzorky sami. Další aktivitou může být tvorba školní sbírky. Pokud vám ve sbírce i tak budou nadále nějaké chybět, nezoufejte, v dnešní době jsou velmi rozmohlé nejrůznější burzy častěji minerálů než hornin, ale i na ty se dá narazit. Navíc internet je plný nejrůznějších nabídek, zejména na sociálních sítích, a pokud do svého požadavku zadáte, že to potřebujete na výuku, tak vám to pošlou i třeba jen za poštovné, minimálně však se slevou.



Klíčové otázky:

Jakými způsoby lze zkoumat vlastnosti minerálů a hornin?



Je vzorek stejnorodý?

ANO

- je to minerál

NE

- přejdi na str. 2 na horniny



GEOLOGIE

- URČOVACÍ KLÍČ -

VYSVĚTLIVKY:

STEJNORODÝ – stejnorodou strukturu má minerál
RŮZNORODÝ – různorodou strukturu má hornina, která je složená z více minerálů

Rýpe do skla?

ANO

NE

Má červenou až bordó barvu?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **PYROP**

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **KŘEMEN**

Dá se do něj rýpnout nehtem?

ANO

NE

Při otírání o papír zanechává šedou skvrnu?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **GRAFIT**

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **MASTEK**

Dá se do něj rýpnout měděným drátem či mincí?

ANO

NE

Je rozpustný ve vodě?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **HALIT**

Při reakci s HCl šumí?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **KALCIT**

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **MUSKOVIT**

Je magnetický?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **MAGNETIT**

Má červenou barvu vrypu?

ANO

NE

GRATULUJI, v rukou držíš pravděpodobně **HEMATIT**

VYSVĚTLIVKY:



hrubozrnná hornina, zrna viditelná pouhým okem



středně zrnitá až jemnozrnná hornina, zrna viditelná lupou



HORNINY

Je vzorek složen z mozaiky různých nerostných krystalů?

ANO

NE

Je tato magmatická hornina hrubozrnná?

ANO

NE

Pozoruj na vzorku lesklé plošky a po styku s HCl šumí?

ANO

NE

Je hornina tmavé barvy?

ANO

NE

Je hornina jemnozrnná?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **KRYSTALICKÝ VÁPENEC**

Lze vidět zdeformovanou strukturu po působení tlaku?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **GABRO**

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **ŽULU/GRANIT**

Je hornina světlé barvy?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **ORTORULU**

Lze ze vzorku seškrábnout zrna, „drolí“ se?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **RYOLIT**

Při poklepu zní?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **PÍSKOVEC**

Je ve vzorku zkamenělina a po použití HCl šumí?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **ZNĚLEC**

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **BAZALT/ČEDIČ**

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně nejvyšší uhlí **ANTRACIT**

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **ČERNÉ UHLÍ**, které vitrinitů obsahuje mnohem méně.

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně sedimentární **VÁPENEC**

Při otěru o papír zanechává stopy?

ANO

NE

Vzorek je lesklý, s velkým množstvím vitrinitů (lesklých plošek)?

ANO

NE

GRATULUJI, v ruce držíš pravděpodobně **HNĚDÉ UHLÍ**

Stopa je černé barvy?

ANO

NE

ANO

NE

Stopa je hnědé barvy?

DOPROVODNÉ FOTOGRAFIE – MINERÁLY a HORNINY:



křemen



foto David Ševčík

křemen - ametyst



foto David Ševčík

křemen – záhněda



foto David Ševčík

křemen - křišťál



foto David Ševčík

křemen – citrín



foto David Ševčík

křemen - morion



foto David Ševčík

křemen – růženín



křemen



mastek



hematit



grafit = tuha



halit



magnetit



foto David Ševčík

granát – pyrop



kalcit



světlá slída = muskovit



žula = granit



ryolit



gabro



bazalt/čedič



fonolit = znělec



pískovec



sedimentární vápenec (+ fosilie)



hnědé uhlí



černé uhlí



antracit



krystalický vápenec



ortorula

foto vlastní/David Ševčík

Naleziště minerálů:

Pyrop – České středohoří, Český ráj, Kolínsko, Třebívlice, Křemžská kotlina

Křemen – téměř všude; Kozákov, Cínovec, Příbram, Soběslav, Golčův Jeníkov, Nová Paka, (variance křemene - amethyst - Bochovice, Jickovice, Kojatín, Nové Veselí, Jickovice), (záhněda - Vysočina (Pikárec, Bobrlvka, Bohdalec), Kovářov), (křišťál - Jeseníky, Smrkovice, Starov u Volyně, Dražič, Soběslavsko), (citrín - Vysočina - Bohdalec, Suky, Rousměrov, Pikárec...Bohdalec), (morión - Tuleky, Stohlavce, Havlíčkovobrodsko, Vysočina), (růženín - Písek - lom U Obrázku, Dolní Bory na Vysočině)

Grafit – Český Krumlov, Jeseníky, Katovice - Kněží hora

Mastek – Kutná Hora, Sobotín, Krkonoše, Krtec

Magnetit – Vlastějovice, Měděnec, Kutná Hora, Sobotín, Klet

Hematit – Kozákov, Blatná, Ejpvovice, Štramberk, Křemžská kotlina, Vrančice, Příbram, Jáchymov

Halit – Sedmihorky, v ČR moc není

Kalcit – Příbram, Kozákov, Barrandien, Krty u Strakonic, Štramberk, Rabí, Hrádek u Horažďovic

Muskovit – Kříženec, Písečná u Jeseníku; brizolit/březolit; Písek, Dolní Bory, Otov, Poběžovice, pegmatity Českomoravské vrchoviny; muskovit je téměř všude v horninách, ale největší lupínky jsou v pegmatitech u Otova na Domažlicku, kde je součástí i beryl

Naleziště hornin:

Gabro – u Benešova, u Týnce nad Labem

Bazalt - Klatovy, Kralupy, Barrandien, Podkrkonoší, Broumovsko, České středohoří, Doupovské hory, Trosky

Fonolit – Bílina (Bořeň), Milešovka, Bezděz

Žula = granit –Novohradské hory, Jizerské hory, Šumava, Vysočina, Horní Slavkov, Krkonoše, Krušné hory, Smrčiny, Slavkovský les

Ryolit – Teplicko, Bílina

Pískovec - hlavně Kokořínsko, Český ráj, Českosaské Švýcarsko; Nýrov, Rudice, Spešov, Srní, Střeleč, Svitavy, Velký Luh, Blansko

Vápenec – sedimentární - Barrandien (Český kras), Moravský kras, Pálava

Černé uhlí – hornoslezská pánev

Hnědé uhlí – sokolovská pánev, severočeská pánev

Antracit - Lhotice

Ortorula – Krušné hory, Vysočina

Krystalický vápenec – Krkonoše, Šumava

Třídění nerostů podle chemického složení:

1. PRVKY

MĚĎ

- **značka:** **Cu**
- **barva:** kovově červená, někdy nahnědlá
- **další vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- **výskyt:** v ČR minimální výskyt, Maďarsko, Velká Británie (VB), USA
- **použití:** vodiče, elektrotechnika, slitiny



měď



měděný drát



měděný okap

STŘÍBRO

- **značka:** **Ag**
- **barva:** kovově bílá, později černá
- **další vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- **výskyt:** Kutná Hora, Jihlava, Jáchymov, Norsko, Kanada
- **použití:** elektrotechnika, fotografie, šperkařství, mincovnictví



stříbro



investice do stříbra
– slitky, mince



stříbrné šperky

ZLATO

- **značka:** Au
- **barva:** kovově žlutá, vryp žlutý
- **další vlastnosti:** vynikající tepelná a elektrická vodivost
- **výskyt:** Jílové u Prahy, Kašperské Hory, Zlaté Hory v Jeseníkách; Kanada, Rusko (Sibiř)
- **použití:** měnový kov, mincovnictví, elektrotechnika, šperkařství, folie pro ozdobné účely, náhrobky



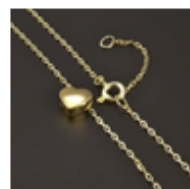
zlato



investice do zlata
– slitky, mince



klenoty



zlaté šperky

SÍRA

- **značka:** S
- **barva:** žlutá
- **výskyt:** Polsko, Itálie, USA
- **použití:** chemický průmysl (sloučeniny síry, vulkanizace kaučuku), pyrotechnika, textilní průmysl (bělení), potravinářství (dezinfekce)
- **pozn.** – při spalování se oxiduje na štiplavý SO_2



síra



sírné výpary



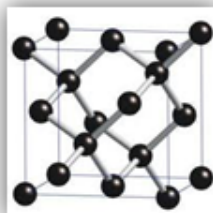
sírné doly – Indonésie
- sběrači síry dýchají
výpary síry, nedožívají
se ani 30 let



síra – zásypy, dezinfekce

TUHA = grafit

- **značka:** C
- **soustava:** šesterečná
- **barva:** tmavě šedá až černá
- **další vlastnosti:** vodič elektřiny
- **výskyt:** v metamorfovaných horninách – Český Krumlov, Jeseníky
- **použití:** elektrody suchých článků, v atomových reaktorech, žáruvzdorné nádoby, náplně do tužek
- **pozn.** – zanechává stopu na papíře



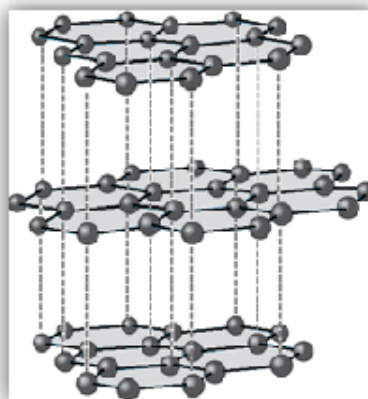
krystalová mřížka diamantu



grafit



tužka s tuhou



krystalová mřížka grafitu

DIAMANT

- **značka:** C
- **soustava:** krychlová
- **barva:** bezbarvý, žlutá, hnědá, zelená, modrá
- **další vlastnosti:** nejtvrďší známá látka (Mohsova stupnice tvrdosti: t = 10)
- **výskyt:** Jihoafrická republika, Rusko (Jakutsko), Brazílie
- **použití:** šperkařství, technické účely (vrtání, řezání, broušení)
- **pozn.** – v ČR se našly pouze dva diamanty v oblasti Třebenic v Českém středohoří



diamant



šperky
s diamantem



diamantový brusný kotouč do brusky

NEZkreslená věda: Co je diamant? - <https://www.youtube.com/watch?v=-p8326ceods>

2. SULFIDY

PYRIT

- **složení:** FeS_2
- **barva:** zlatožlutá
- **výskyt:** Zlaté Hory v Jeseníkách (hydrotermální žily); Španělsko
- **použití:** dříve používán k výrobě kyseliny sírové
- **pozn.** – od zlata se liší černým vrypem



3. HALOGENIDY

SŮL KAMENNÁ (= halit)

- **složení:** NaCl
- **barva:** bezbarvá až naředlá
- **další vlastnosti:** velmi dokonalá štěpnost podle hran krychle (3 stěny)
- **výskyt:** Slovensko (Solivar u Prešova), Rakousko (Alpy)
- **použití:** potravinářský a chemický průmysl



FLUORIT

- **složení:** CaF_2
- **barva:** nejčastěji zelený, fialový
- **výskyt:** Krušné hory, Harrachov
- **použití:** surovina pro výrobu sloučenin fluoru, příměs při tavení rud



4. OXIDY

KŘEMEN

- **složení:** SiO_2
- **barva:** různé odrůdy - čirý křišťál, hnědá záhněda, fialový ametyst, růžový růženin, žlutý citrín
- **výskyt:** zcela běžný minerál; u nás ametyst např. Podkrkonoší, růženin na Písecku
- **použití:** sklářský průmysl, optické přístroje, radiotechnika, drahý a ozdobný kámen
- **pozn.** – do „rodiny“ křemene patří i minerály jaspis, achát, pazourek



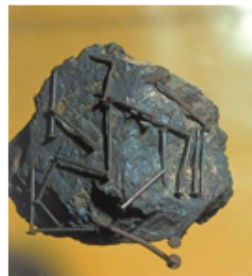
pazourek používali
pravěcí lidé k výrobě
nástrojů

zajímavost: Výroba skla

Sklo má rozsáhlé využití pro technickou výrobu (okenní tabule, obkladačky, zrcadla), optickou (brýle) či užitkovou (poháry, skleničky, lustry). Základní surovinou je křemičitý písek (oxid křemičitý, křemen), do něhož se přimíchává soda, potaš (uhlíčan draselný) a vápenec. Suroviny jsou promíseny a taveny ve speciálních pecích. Vzniklá sklovina se dále tvaruje, chladí a dále zpracovává. Sklo s vysokým obsahem křemene se využívá např. na výrobu zapékacích mís či laboratorního skla. Velký význam má také neprůstředné sklo, které se vyrábí laminováním, kdy mezi silné tabule odolného skla se vloží plastová fólie a následně se to zapeče. Výroba skla je známá již z Mezopotámie (2 tisíciletí před našim letopočtem).

MAGNETIT

- **složení:** Fe_3O_4
- **barva:** černý, lesk polokovový
- **další vlastnosti:** ferromagnetický (je přitahován magnetem)
- **výskyt:** Krušné hory (Měděvec), Vlastějovice (u Ledče nad Sázavou); Švédsko, Rusko (Ural)
- **použití:** nejvyšší železná ruda
- **pozn.** – horniny s velkým obsahem magnetitu mohou odklánět stříčku kompasu (u nás např. Říp)



magnetický magnetit s hřebíky

HEMATIT

- **složení:** Fe_2O_3
- **barva:** červenočerná, vryp červený
- **výskyt:** Krušné hory
- **použití:** železná ruda, výroba barev, drahý kámen
- **pozn.** – způsobuje červené zbarvení půd, hornin i skalních výchozů



hematit jako drahý kámen

5. UHLIČITANY

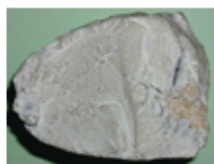
KALCIT

- **složení:** CaCO_3
- **barva:** většinou bezbarvý
- **další vlastnosti:** rozkládá se v běžných kyselinách (bouřlivě šumí)
- **výskyt:** Příbram, České středohoří, Český a Moravský kras, Island
- **použití:** průmysl stavebních hmot (vápence, mramory), dekorační kámen, sochařství, potravinářský průmysl



MAGNEZIT

- **složení:** MgCO_3
- **barva:** bílá až našedlá
- **výskyt:** Křemže v ČR, Slovensko
- **použití:** výroba žáruvzdorných keramických hmot, vyzdívky hutnických pecí, chemický průmysl (barviva, zubní pasty, filtrace olejů), surovina hořčíku (Mg)



6. SÍRANY

SÁDROVEC

- **složení:** $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- **barva:** nejčastěji bezbarvý, bílý, (někdy i zbarvený příměsemi)
- **výskyt:** Kobeřice u Opavy; Rakousko, Itálie, Španělsko
- **použití:** průmysl stavebních hmot (sádra, cementy), lékařství (sádrový obvaz)



cement



sádrový obvaz

7. FOSFOREČNANY

APATIT

- **složení:** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$
- **barva:** zelený, hnědý, světle fialový
- **výskyt:** Písecko, Cínovec; Rusko (poloostrov Kola)
- **použití:** výroba hnojiv, kys. fosforečné a dalších sloučenin fosforu
- **pozn.** – mikroskopické krystalky apatitu se vyskytují v zubech a kostech obratlovců, včetně člověka



hnojivo



kosti a zuby člověka

8. KŘEMIČITANY

OLIVÍN

- **barva:** žlutozelený až olivově zelený
- **výskyt:** Kozákov, v mnoha čedičích Českého středohoří; Norsko, Egypt, Brazílie
- **použití:** drahý kámen



olivín

GRANÁT

- **složení:** **křemičitan** s proměnlivým obsahem **Al, Mg, Fe a Ca**; hořečnatý granát se nazývá pyrop/český granát
- **barva:** různé odstíny červené
- **výskyt:** v okolí Křemže a Holubova v ČR; Rusko
- **použití:** drahé kameny, hodiny, brusivo, řezání vodním paprskem



MUSKOVIT (světlá slída)

- **složení:** **SO₂, K, Al + H₂O, F**
- **barva:** bezbarvý s perleťovým leskem
- **další vlastnosti:** vynikající štěpnost
- **výskyt:** ve svorech a pegmatitech (u Mariánských lázních); Rusko, Indie
- **použití:** brizolit (druh omítky), izolační materiál – žáruvzdorná okénka („americká“ kamna), optika



brizolit



okénka amerických kamen

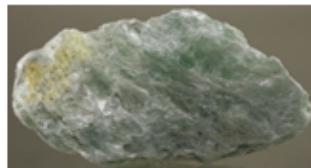
BIOTIT (tmavá slída)

- **složení:** SO_2 , K, Mg, Fe + H_2O , F
- **barva:** hnědý až černohnědý
- **další vlastnosti:** vynikající štěpnost
- **výskyt:** v horninách vyvřelých (žuly, Litomyšl); Kanada, Grónsko
- **použití:** izolační materiály



MASTEK

- **složení:** SO_2 , Mg + H_2O
- **barva:** bílá, zelenavá
- **další vlastnosti:** nejměkčí minerál, lze rýpat nehtem
- **výskyt:** u nás vzácně (Sobotín v Hrubém Jeseníku); Turecko, USA
- **použití:** výroba žáruvzdorné keramiky a vyzdívek pecí, jemně mletý (klouzek) se používá v kosmetice (pudry, mýdla, líčidla), krejčovská křída, výroba uměleckých předmětů (Čína)



krejčovská křída

KAOLINIT

- **složení:** SO_2 , Al + H_2O
- **barva:** bílý
- **další vlastnosti:** otírá se o prsty – zanechává bílé skvrny
- **výskyt:** Karlovarsko, Plzeňsko, Znojensko
- **použití:** výroba porcelánu, plnivo do papíru, barvy, zubní pasty
- **pozn.** – tzv. jílový minerál, který najdeme v jílech, břidlicích a půdách
 - důležité stavební suroviny (cihlářské hlíny)



zubní pasta



cihlářské hlíny

ORTOKLAS (živec draselný – K) +
PLAGIOKLAS (živec sodnovápenatý – Na –Ca)

- **výskyt:** běžné minerály vyvřelých hornin
- **použití:** keramika



ortoklas



plagioklas

9. ORGANICKÉ MINERÁLY

JANTAR

= zkamenělá pryskyřice třetihorních jehličnanů

- **barva:** medově žlutá
- **výskyt:** u nás vzácně (Jizerská louka, Moravská brána); Švédsko, Ukrajina, Rusko)

zkamenělá
pryskyřice
s uvězněným
hmyzem



Otázka: *V jakém filmu se objevil komár uvězněný v jantaru jako důležitá pomůcka při výzkumu?*

- **řešení:** Film se jmenuje Jurský park a izolovali zde z komára DNA dinosaurů.

Tipy pro učitele:

1. projít se žáky okolí a nechat je hledat horniny (popř. minerály) kolem sebe, např. ať najdou žulu.
2. exkurze – navštívit zajímavou geologickou lokalitu (viz seznam)
3. navštívit muzeum se sbírkou minerálů a hornin (např. v Českých Budějovicích stálá expozice v Přírodovědném oddělení v Jihočeském muzeu – lze propojit i zde s jinými expozicemi - obratlovci, bezobratlými)
4. tipy na poznávačku:
 - pokud nemáte vzorky ve škole, lze orientačně nahlédnout na:
 - **obrazový katalog hornin:** <http://horniny.kvalitne.cz/fos86.html>
 - **přehled minerálů:** <http://www.minerally.org/jihoceske-minerally/mineralogicky-system>

Vyvřelé i usazené terciérní horniny najdeme vzhledem k jejich geologickému mládí na mnoha místech světa. Usazené horniny jsou někdy zpevněné, ale často jsou zpevněné jen zčásti (jíly až jílovce) nebo vůbec (písky, jíly). Z pozůstatků pralesní vegetace se vytvořily sloje hnědého uhlí. Terciérní usazeniny jsou však často i zdrojem ropy a zemního plynu. **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 (viz Obr. 87). 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. S ložisky ropy jsou často spojena i ložiska **zemního plynu**, který je směsí plynných 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 našim nejcennějším nerostným surovinám však patří **kaoliny**, což jsou horniny vzniklé zvětráváním hornin bohatých živci (žul, arkóz, rul) v teplém a vlhkém terciérním podnebí a obsahující podstatné množství jílového minerálu kaolinitu. 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 nejkvalitnějších kaolinů jsou v západních Čechách, mj. Karlovarsko, Plzeňsko (viz Obr. 88), významná jsou i ložiska na jižní Moravě. V České republice se v současnosti získává asi 10 % celkové světové produkce kaolinu. Kaolin patří u nás k významným produktům.



Obrázek 87 – Ropná plošina u pobřeží Brazílie (Chvátal, 2014)



Obrázek 88 – Těžba kaolinu u Krásného Dvora u Podbořan (Chvátal, 2014)

NEZkreslená věda: Co je to ropa? –

<https://www.youtube.com/watch?v=loZXfAm6rF0>

NEZkreslená věda: Plasty kolem nás –

<https://www.youtube.com/watch?v=PHpXKWQdNLA>

ZEMĚTŘESEŇÍ

Dalším významným vnitřním geologickým projevem je zemětřesení. Dochází při něm k otřesům zemské kůry, z nichž některé mají katastrofální následky (viz Obr. 89). Zemětřesení je nejčastěji vyvoláno pohybem

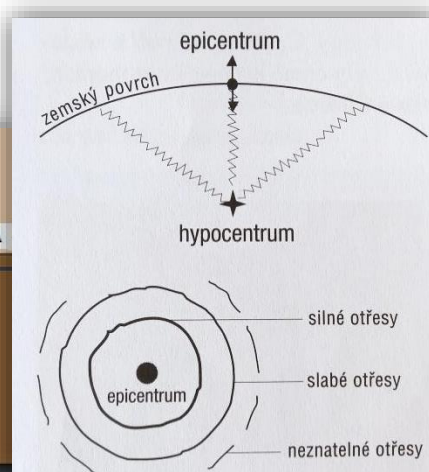
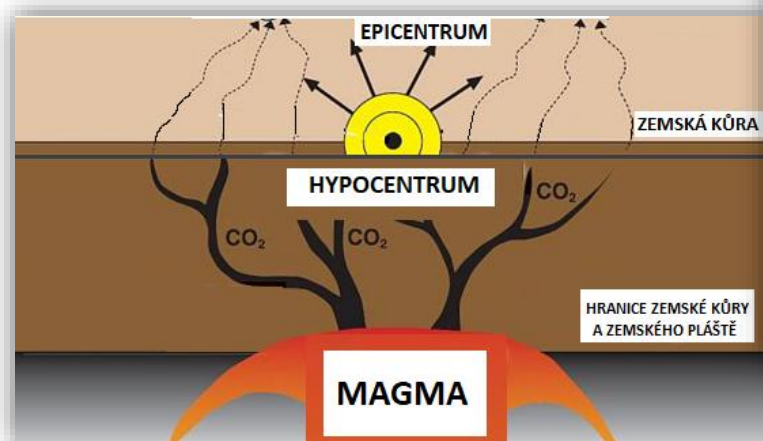
litosférických desek a látkovými změnami v zemské kůře a plášti. Menší rozsah mají otřesy způsobené sopečnou činností. Někdy dokonce zemětřesení sopečnou činnost spustí.



Obrázek 89 – Následky zemětřesení (Luhr, 2004)

Místo, kde zemětřesení vzniká, se nazývá ohnisko čili hypocentrum (viz Obr. 90a). Obvykle bývá v hloubce 30 – 60 km, výjimečně v hloubce několik set km. Z hypocentra se záchvěvy – zemětřesné

(seizmické) vlny – šíří zemským tělesem. Místo na povrchu Země přímo nad hypocentrem se nazývá epicentrum, v jehož blízkosti jsou účinky zemětřesení nejsilnější.



Obrázek 90 a – Zemětřesení (Luhr, 2004; Černík a kol., 2016)

Přístroj, který zaznamenává zemětřesení a měří jeho intenzitu – je seizmograf. Síť seizmických stanic je rozmístěna po celém světě. Výzkum a vyhodnocení šíření

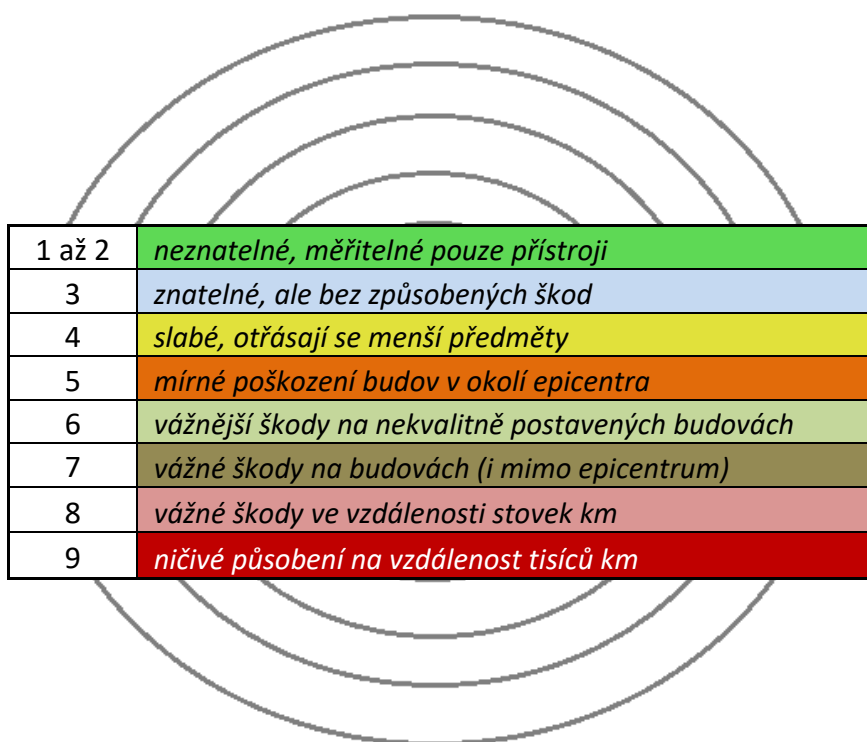
seizmických vln je jedním z úkolů geofyziků. Předpovídání zemětřesení je však dosud nesnadné a málo spolehlivé.

K měření intenzity zemětřesení se nejčastěji používá Richterova stupnice (v rozsahu 0 – 9 stupňů, viz Obr. 91). Nejčastější a nejsilnější zemětřesení jsou v neklidných oblastech zemské kůry a to zejména na rozhraní litosférických desek (viz Obr. 94), např. při pobřeží Tichého oceánu (východní Asie, západní pobřeží Ameriky – zlom San Andreas – viz Obr. 90b), v oblastech při Středozemním moři (jižní Evropa, severní Afrika). 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 alpinské vrásnění, v Podkrušnohoří (okolí Chebu) a v Podkrkonoší. Historicky

významné je pouze komárenské zemětřesení, které mělo sílu 8 – 9 Richterovy stupnice a zemřelo při něm přes 60 lidí.



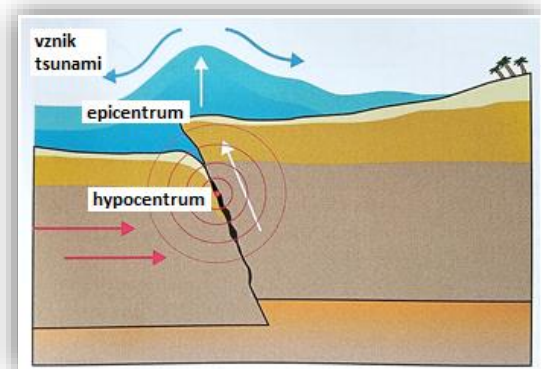
Obrázek 90 b – Kalifornie - zlom San Andreas (Luhr, 2004)



Obrázek 91 – Richterova stupnice pro určení síly zemětřesení – 1 – 2 – téměř nepoznatelné, poznají pouze citliví lidé; 3 – lustry se třesou, dá se to přirovnat k projíždění těžkého nákladního auta; 4 – drčení oken, cinkot přístrojů a nádobí; 5 – lze rozpoznat v krajině, praskání oken; 6 – vrávorání při chůzi, padají předměty, rozbíjí se nádobí; 7 – jen těžko lze stát, trhliny ve zdech; 8 – padají komíny, poškození budov, pohybující se těžký nábytek; 9 – vážné poškození domů, trhliny v půdě (upraveno, Faměra a kol., 2017).

Největších hodnot Richterovy stupnice (cca 8 stupňů) dosáhla např. zemětřesení v San Francisku (v r. 1906), v Číně, v Japonsku (1923). Jedno z velkých zemětřesení se odehrálo na ostrově Haiti v lednu 2010 (síla přes 7 stupňů). Navíc v pobřežních oblastech hrozí riziko příbojových vln (tsunami) vyvolaných zemětřesením na dně moře (viz Obr. 92), např. v Lisabonu (1755) a v Indickém oceánu (2004). Pohybují se rychlostí několika set km/h, na pobřeží dosahují výšky více než 10 m. V těchto ohrožených oblastech se snaží předcházet ničivým následkům zemětřesení zejména používáním vhodných stavebních metod i materiálů.

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



Obrázek 92 – Tsunami – ničivé vlny, vznikají následkem zemětřesení, způsobují velké ztráty na lidských životech i materiální škody. Název tsunami vznikl spojením japonských slov tsu (přístav) a nami (vlna), (Faměra a kol., 2017).

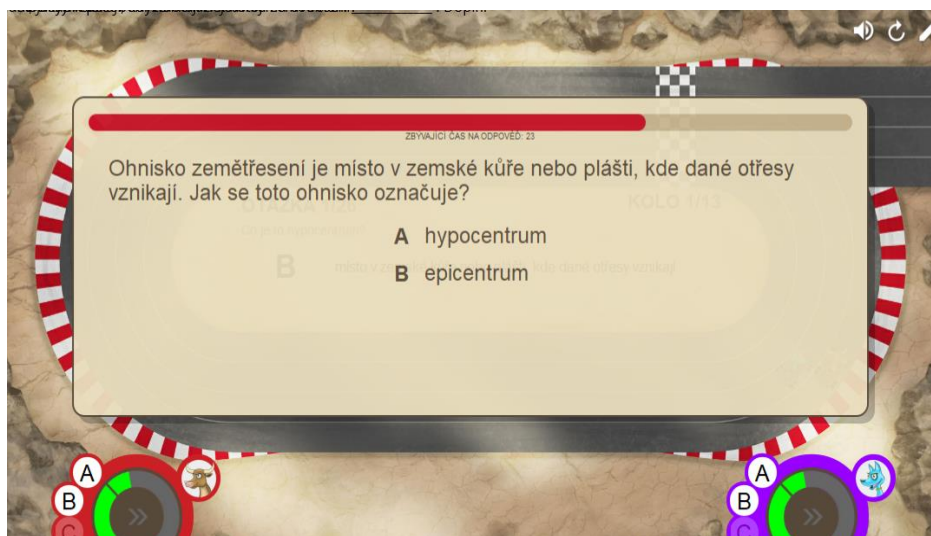
PRACOVNÍ LIST – ZEMĚTŘESEŇÍ:

Hlavním cílem je upevnit znalosti z geologie se zaměřením na endogenní procesy. Pracovní list je doplněn pokusem, po jehož vypracování by si žáci měli lépe představit jednotlivé stupně Richterovy škály. Celá výuková aktivita je zaměřena na Kalifornii, kde se nachází významný zlom San Andreas, kvůli němuž vznikají častá zemětřesení v této oblasti. Tato aktivita slouží k doplnění hodiny, popř. ke zpestření. I když činnost je určena pro žáky 9. ročníku, předpokládá se pomoc učitele buď už v průběhu práce s ním, nebo až po skončení vyplnění žáky formou diskuse.

Doplněk pro učitele k pokusu:

Laťky představují červené čáry na mapě Kalifornie, které značí zlom San Andreas (viz Obr. 90). Jsou to aktivní oblasti s různými prasklinami, na kterých se nacházejí běžně města. Praskliny vznikají kvůli zlomu San Andreas, neboť v této zlomové linii pod povrchem dochází ke střetu litosférických desek, které se „stůknou“ (hypocentrum) a dojde k šíření vln až na povrch (epicentrum), v Kalifornii síla zemětřesení většinou 4. Kruh uprostřed na kartonu značí epicentrum. Žáci uvidí po postavení kostiček cukru, kde po otřesech jsou změny největší a kde menší. Záleží na stupnici Richterovy škály, kdy u epicentra je zemětřesení nejsilnější (9) a pomalu od středu ke krajům jeho intenzita klesá. Záleží také na kvalitě staveb, jakým způsobem jsou stavěné, některé jsou zemětřesení přizpůsobené a dokážou jeho slabým projevům vzdorovat. Po proběhlém zemětřesení je nutné, aby budovy zkontroloval statik.

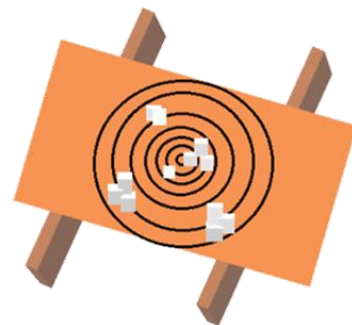
+ aktivita SmartNotebooku – ukázka:



Klíčové otázky:

- Jaké stupně Richterovy škály pro sílu zemětřesení znáš?

ZEMĚTŘESENÍ - opakování

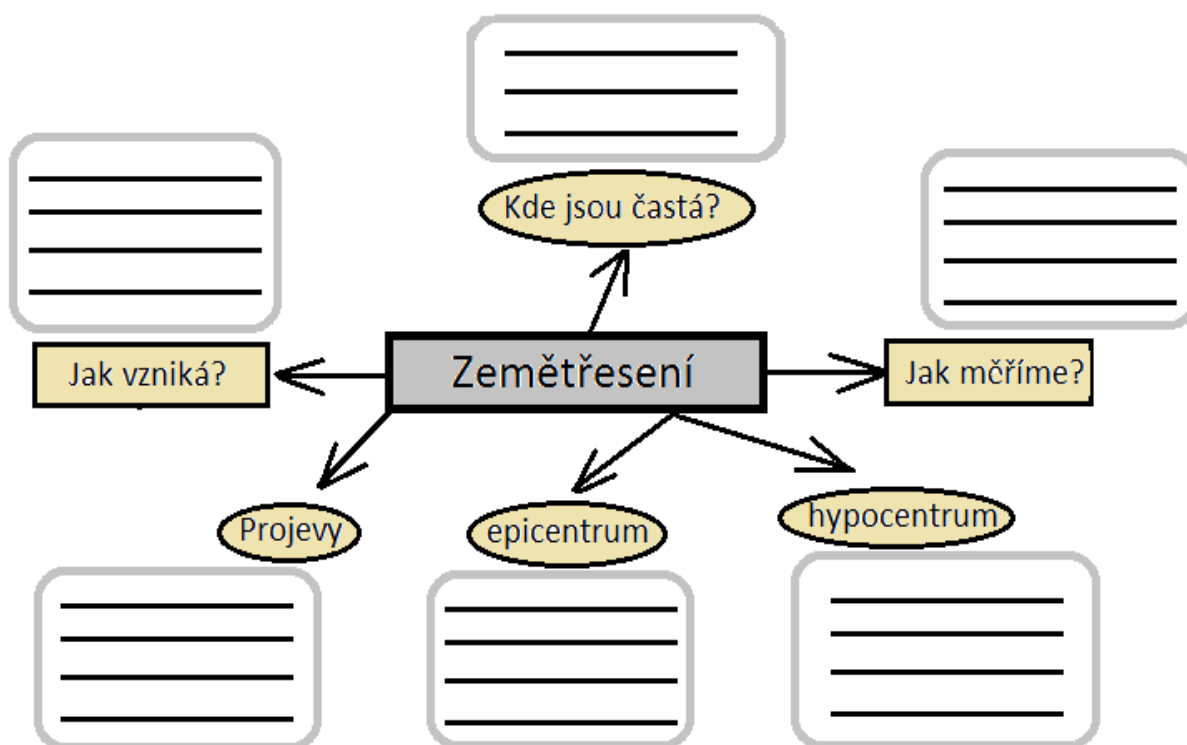


Úkol č. 1 – Pokus se zemětřesením:

- **pomůcky:** 2 prkýnka, karton, kostky cukru, psací potřeby
- **postup:** → Říd' se instrukcemi učitele.
→ **souhrn:** 1. prkýnka postav vedle sebe na vzdálenost cca 20 cm
2. polož na ně karton pomalovanou stranou nahoru
3. z kostek cukru postav jednotlivé budovy
4. jemně „klepej“ do kartonu ve směru do epicentra
5. sleduj, co se bude dít s jednotlivými budovami

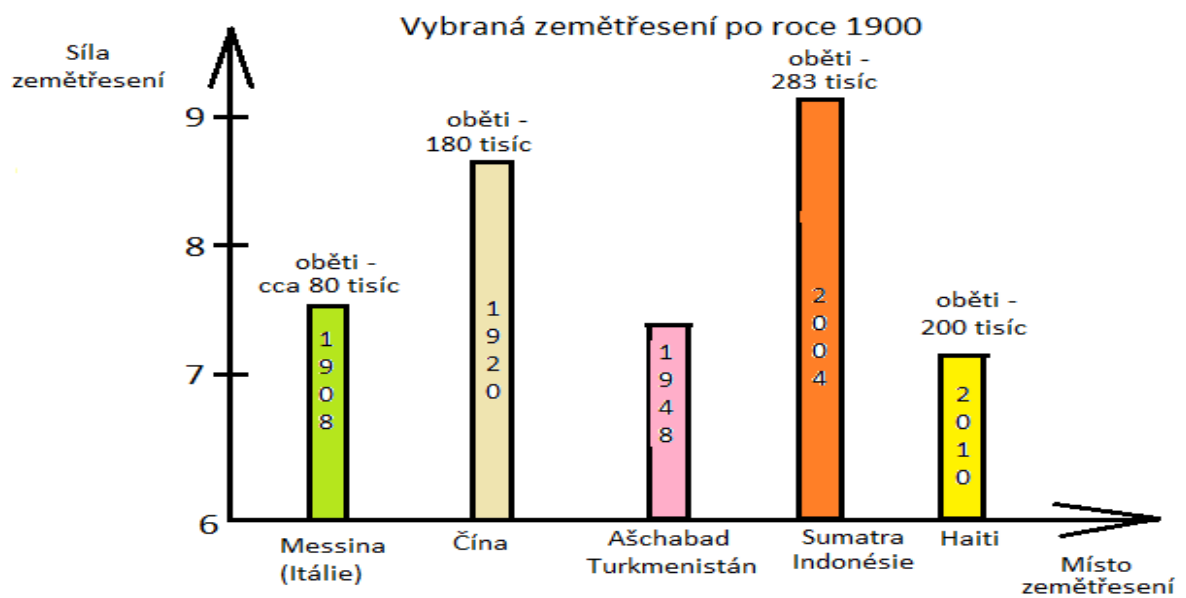
- **výsledky:** Na co jsi přišel? Padaly všechny budovy ve stejnou dobu? Co jsi tímto pokusem zjistil?

Úkol č. 2 – Doplněte informace do pojmové mapy:





Úkol č. 4 - Dle grafu odpovězte na otázky:

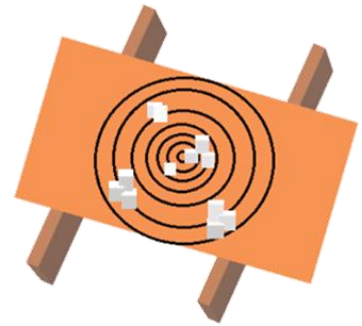


a) Ke kterému ze zmíněných zemětřesení došlo na území Evropy? - _____

b) Jaké zemětřesení bylo nejsilnější? - _____

c) A které zemětřesení z grafu bylo nejslabší? - _____

ZEMĚTŘESENÍ - řešení



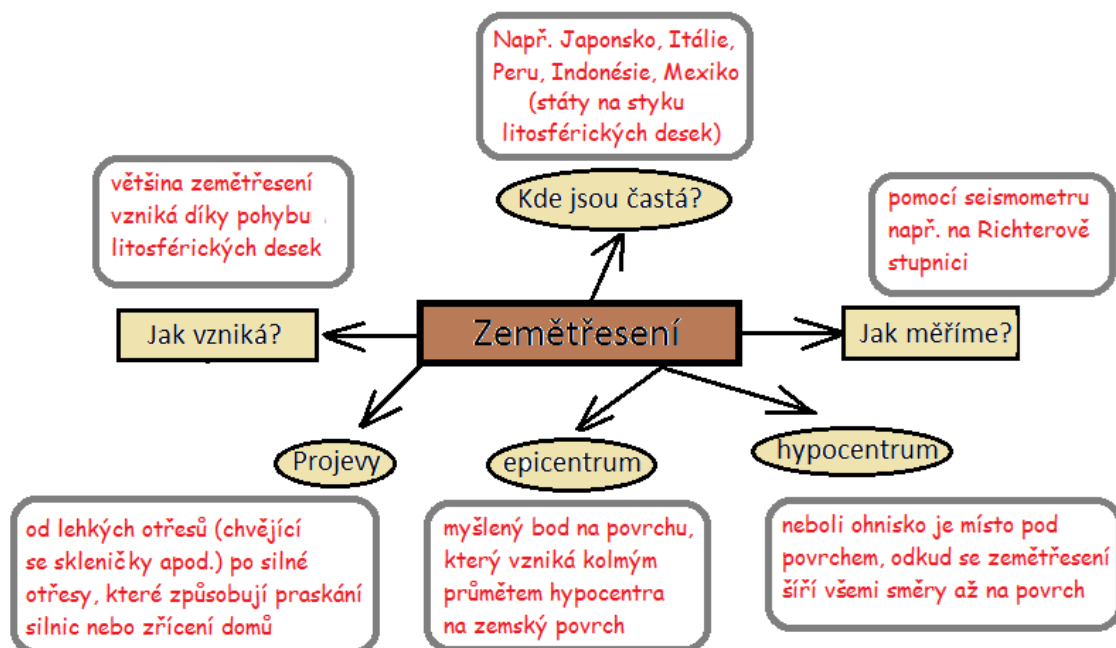
Úkol č. 1 – Pokus se zemětřesením:

- **pomůcky:** 2 prkýnka, karton, kostky cukru, psací potřeby
- **postup:** → Říd' se instrukcemi učitele.
→ **souhrn:** 1. prkýnka postav vedle sebe na vzdálenost cca 20 cm
2. polož na ně karton pomalovanou stranou nahoru
3. z kostek cukru postav jednotlivé budovy
4. jemně „klepej“ do kartonu ve směru do epicentra
5. sleduj, co se bude dít s jednotlivými budovami

- **výsledky:** Na co jsi přišel? Padaly všechny budovy ve stejnou dobu? Co jsi tímto pokusem zjistil?

Budovy ve středu padaly dříve než na okrajích. Proč? Kvůli tomu, že uprostřed je epicentrum – zemětřesení v tomto místě je nejsilnější a postupně k okrajům slábně.

Úkol č. 2 – Doplňte informace do pojmové mapy:

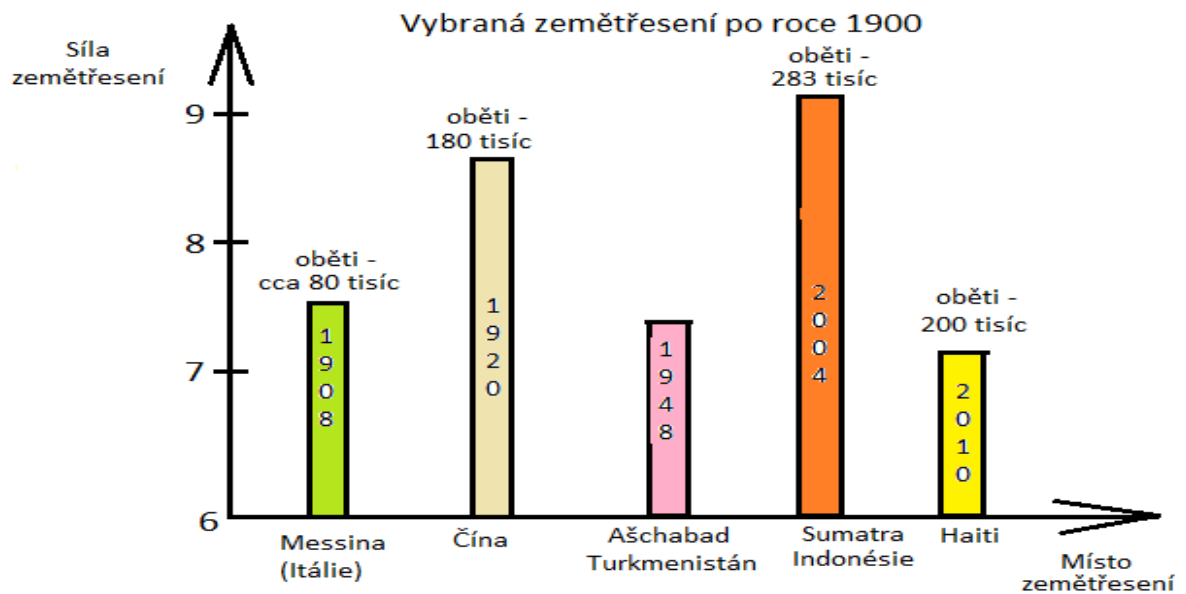


Úkol č. 3 - Zakreslete do mapy tyto státy, v nichž se vyskytují častá zemětřesení:

- b) Japonsko b) Itálie c) Chile d) Kalifornie
 e) Indonésie f) Mexiko g) Čína



Úkol č. 4 - Dle grafu odpovězte na otázky:



- d) Ke kterému ze zmíněných zemětřesení došlo na území Evropy? - **v Messině (Itálie)**
 e) Jaké zemětřesení bylo nejsilnější? - **v Sumatře (Indonésii)**
 f) A které zemětřesení z grafu bylo nejslabší? - **na Haiti**

Co je příčinou zemětřesení?

pokus: <https://www.youtube.com/watch?v=Flgksa3x11w>

zdroj pokusu: <https://www.youtube.com/watch?v=HYp-AYjLE0>

Otázky ke SmartNotebooku:

- 1) **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

- 2) **Ohnisko zemětřesení je místo v zemské kůře nebo plášti, kde dané otřesy vznikají. Jak se toto ohnisko označuje?**
 - a) hypocentrum
 - b) epicentrum

- 3) **Co je to epicentrum?**
 - a) bod na povrchu, který je nejbližší k oblasti vzniku otřesů
 - b) bod povrchem, kde zemětřesení vzniká
 - c) bod mezi hypocentrem a exocentrem

- 4) **Co udává hloubka ohniska?**
 - a) vzdálenost mezi epicentrem a hypocentrem
 - b) jak hluboko je ohnisko pod vodou

- 5) **Podle hloubky ohniska rozlišujeme 3 druhy zemětřesení. Jaká to jsou? Vyber správnou variantu.**
 - a) mělká, středně hluboká a hluboká
 - b) vysoká, střední, nízká
 - c) mírná, středně mírná, silná

- 6) **Zkus odhadnout správné dva druhy možných otřesů.**
 - a) pevninské a podmořské
 - b) vysoké a nízké
 - c) horní a dolní

- 7) **Co způsobují pevninské (=kontinentální) otřesy?**
 - a) způsobují většinou okamžité škody na budovách a ztráty na životech
 - b) způsobují škody ve vodě
 - c) jsou příčinou obrovských vln v moři

- 8) **Co způsobují podmořské otřesy?**
 - a) jsou příčinou vzniku vln tsunami
 - b) způsobují škody na budovách

- 9) **Jak se nazývá člověk, který se zabývá měřením zemětřesení?**
 - a) seismolog
 - b) seismograf
 - c) seismografie

10) Pomocí jakého přístroje lze zemětřesení měřit?

- a) pomocí seismografu (=seismometru)
- b) pomocí seismologa
- c) pomocí metru
- d) pomocí provázku

11) Jedna z tradičních stupnic užívaných při měření zemětřesení se nazývá:

- a) Richterova
- b) Novákova
- c) Rankerova
- d) Zemětřesná stupnice

12) Jak se nazývá věda zabývající se zemětřesením?

- a) seismologie
- b) seismograf
- c) seismometr
- d) seismolog

13) Kolik stupňů má Richterova stupnice?

- a) 1-9
- b) 1-8
- c) 1-3
- d) 1-10

14) Při jakém stupni bude zemětřesení největší?

- a) 9
- b) 6
- c) 4

15) Otřesy vznikají, když dochází k náhlému uvolnění _____ . Doplň.

- a) energie
- b) vody
- c) větru

16) Odhadni, jakým způsobem vznikají nejčastěji zemětřesení?

- a) při střetu litosférických desek
- b) při sesuvu půdy
- c) sopečnou činností
- d) při zřícení jeskyně

17) Kde dochází k častým zemětřesením?

- a) Japonsko, Itálie, Kalifornie, Čína, Turecko
- b) Japonsko, Česká republika, Kalifornie, Čína, Turecko
- c) Japonsko, Itálie, Kalifornie, Čína, Česká republika
- d) Česká republika, Itálie, Kalifornie, Čína, Turecko

- 18) Zkus tipnout, kde bylo naměřeno nejsilnější zemětřesení 9,0 stupně Richterovy škály?
- a) Chile
 - b) Argentina
 - c) Česká republika
 - d) Slovensko
- 19) 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
- 20) Kdy dochází k zemětřesení?
- a) když o sebe třou dvě litosférické desky
 - b) když jsou dvě litosférické desky alespoň několik desítek km od sebe
- 21) Jak se jmenuje tektonický zlom v Kalifornii?
- a) San Andreas
 - b) San Lucia
 - c) San Pepo
 - d) Kostas
- 22) Podle čeho je San Andreas pojmenován?
- a) podle jezera
 - b) podle stromu
 - c) podle člověka
- 23) Zlom byl poprvé identifikován v roce 1895 profesorem geologie Andrewem Lawsonem z Kalifornské univerzity v Berkeley.
- a) pravda
 - b) nepravda
- 24) Richterovu škálu vymyslel roku 1935 Charles Richter ve spolupráci s Benem Gutenbergem na Kalifornském technologickém institutu (Caltech).
- a) pravda
 - b) nepravda
- 25) Richterova škála se užívá jako jediná k měření zemětřesení.
- a) pravda
 - b) nepravda
- 26) Česká republika díky své geotektonické struktuře, kterou tvoří převážně blok Českého masivu, vykazuje malou seismickou aktivitu.
- a) pravda
 - b) nepravda

DESKOVÁ TEKTONIKA

Několikrát jsme se tu zmínili o litosférických deskách (viz Obr. 94). Jak souvisí s litosférou (viz stavba Země)? Litosféra totiž není souvislá, skládá se z různě velkých 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 středoocéánských hřbetů. Nejznámější je Středoatlantský hřbet, procházející podélně dnem atlantského oceánu (viz Obr. 93). 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 zemské oceánské kůry proto vzrůstá od středoocéánských hřbetů směrem k pevninám. 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 (viz Obr. 95).

Hlubokomořské příkopy (viz Obr. 95) jsou prohlubně na dně oceánu, kde dochází k podsouvání jedné oceánské desky pod

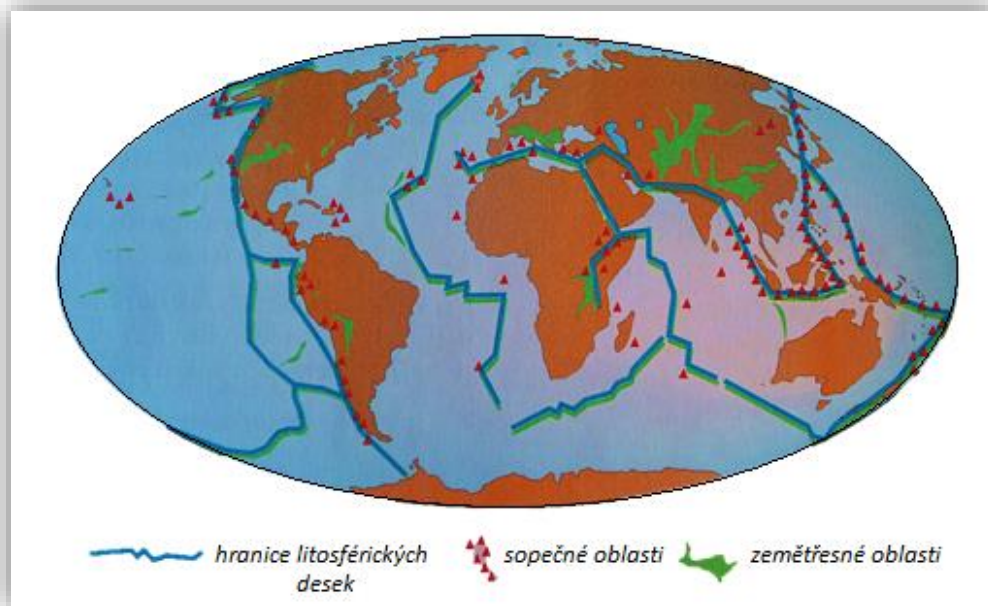


Obrázek 93 – Schéma Středoatlantského hřbetu

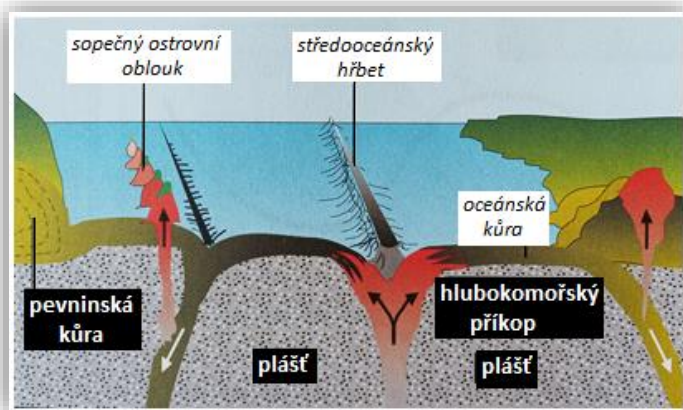
druhou. Tento proces zajišťuje zanikání zemské kůry, neboť jinak by se neustálým přirůstáním obvod planety neustále zvětšoval. Tento proces provází sopečná činnost, o čemž svědčí přítomnost sopečných ostrovů poblíž některých hlubokomořských příkopů. Nejhlubším známým podmořským příkopem je Mariánský příkop v západní části Tichého oceánu, hluboký 11 034 km.

Podsouváním oceánské desky pod pevninskou desku vzniká pásemné pohoří. Příkladem je západní pobřeží Jižní Ameriky s Peruánskočilským příkopem a horským pásmem And.

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 Himaláj, které vzniklo střetem asijské a indické desky. Podobně vznikly Alpy, Karpaty a Pyreneje.



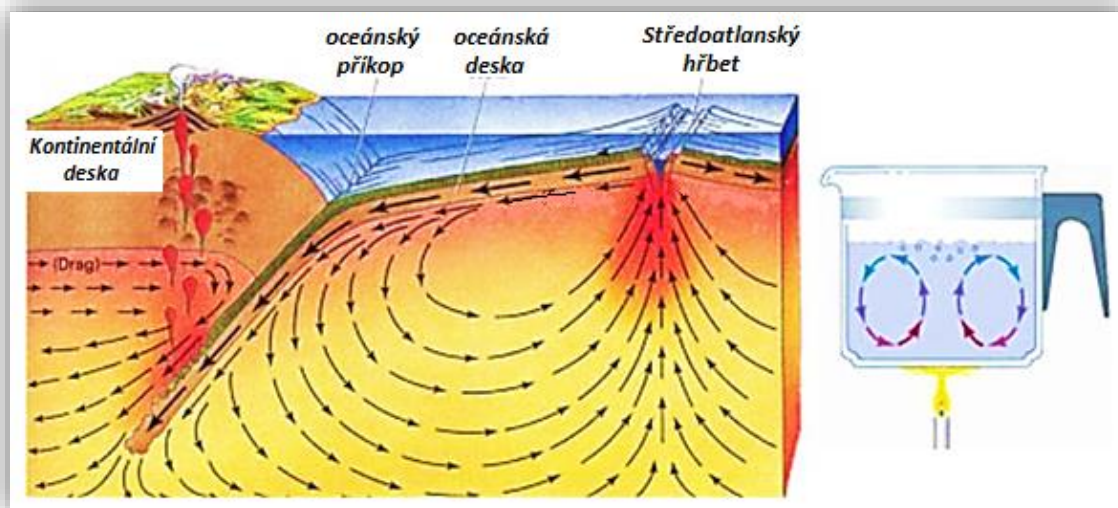
Obrázek 94 – Rozmístění litosférických desek, sopečných a zemětřesných oblastí (Černík a kol., 2016)



Obrázek 95 – Vznik a zánik zemské kůry (Černík a kol., 2016)

Pevninské desky dříve tvořily velký kontinent zvaný Pangea. Ta se během mesozoika postupně rozdělila na jednotlivé světadíly a jejich části. Co je příčinou pohybu kontinentů? Nejprve se musíme podívat až k jádru země, které je velmi horké. Když pomalu 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. Podobně to 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 (viz Obr. 96). Lze tento jev pozorovat i v zemském plášti. Teplé masы hornin proudí k povrchu,

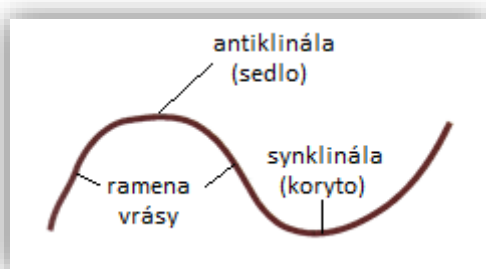
ochlazují se a opět klesají směrem k jádru. Při tomto velmi pomalém pohybu unášejí litosférické desky, podobně jako říční proud unáší ledové kry. Místo říčního proudu tam je ale poloplastická vrstva (astenosféra) a místo ledové kry pevná litosféra. Jak probíhá tedy mechanismus pohybu litosférických desek? Uprostřed oceánu se nachází velká trhlinka (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 středoocéánského hřbetu a jednak na obě strany odtlačuje již utuhlou zemskou oceánskou kůru. 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 cm/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 látek v horninách (odlišná od umístění magnetického pólu Země) a nálezy zkamenělin stejných rostlin a živočichů na pevninách nyní od sebe vzdálených.



Obrázek 96 – Konvekční proudění v zemském pláští a při vaření vody (šipky znázorňují konvekční proudění), (upraveno, Luhr, 2004)

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 (viz Obr. 97) jsou jednoduše zprohýbané vrstvy hornin vzniklé dlouhodobým působením bočního tlaku. Tvoří je část vyklenutá – antiklinála (sedlo) a dolů prohnutá – synklinála (koryto), vzájemně spojené ramenem (**Tip pro učitele:** lze nasimulovat listem papíru, na který tlačíme ze stran). Přetržením středního ramena vznikne vrásový přesmyk. Velikost vrás je různá, od zlomků cm po desítky metrů. Hezkou ukázkou poskytuje např. Barrandova skála v Praze (viz Obr. 98).

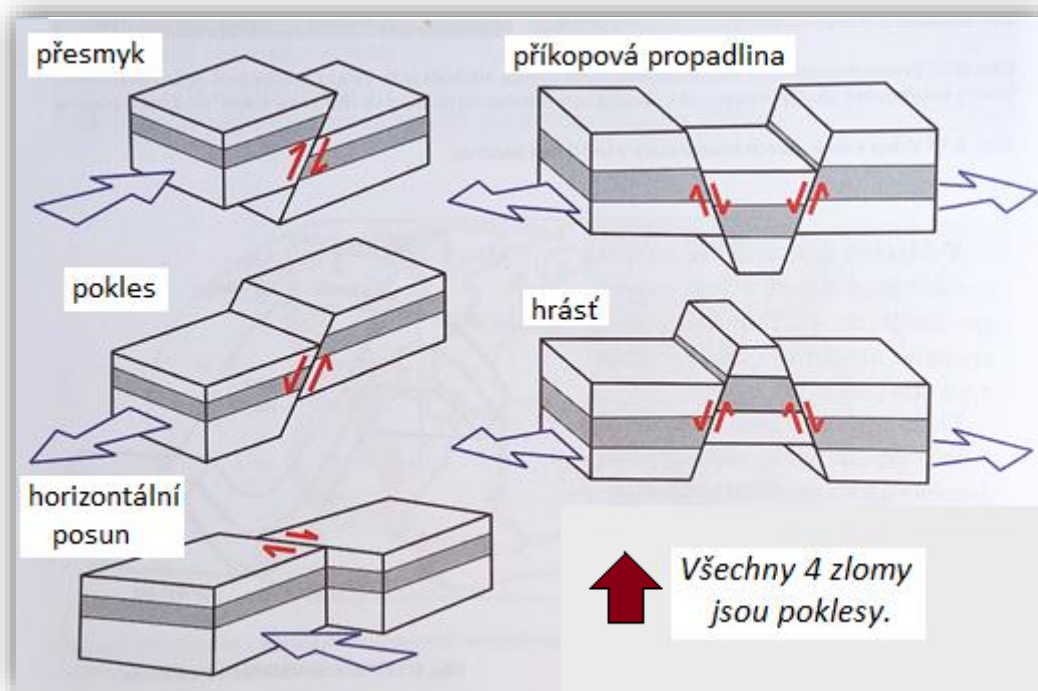


Obrázek 97 – Vrása a její části (Chvátal, 2014)



Obrázek 98 – Ukázka vrásy v přírodě – Barrandova skála, Praha (Černík a kol., 2016)

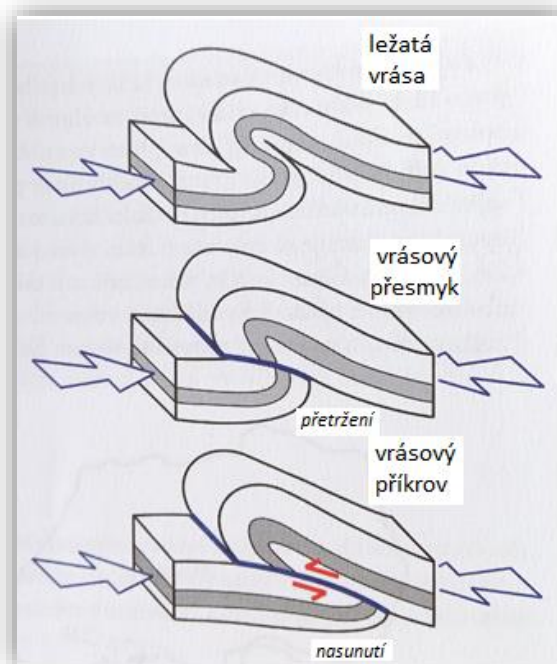
Zlomy vznikají porušením souvislého horninového bloku (viz Obr. 99). Podél těchto poruch dochází tlakovými nebo tahovými silami k pohybu horninových ker. Posunem kry podél poruchy směrem dolů vznikne pokles, při poklesnutí střední kry vznikne příkopová propadlina. Při přesouvání jedné kry přes druhou se tvoří kerný přesmyk. Zdvihem střední kry může vzniknout kerné pohoří – takto vznikly např. některé části našich pohraničních pohoří (Krkonoš, Krušných a Orlických hor).



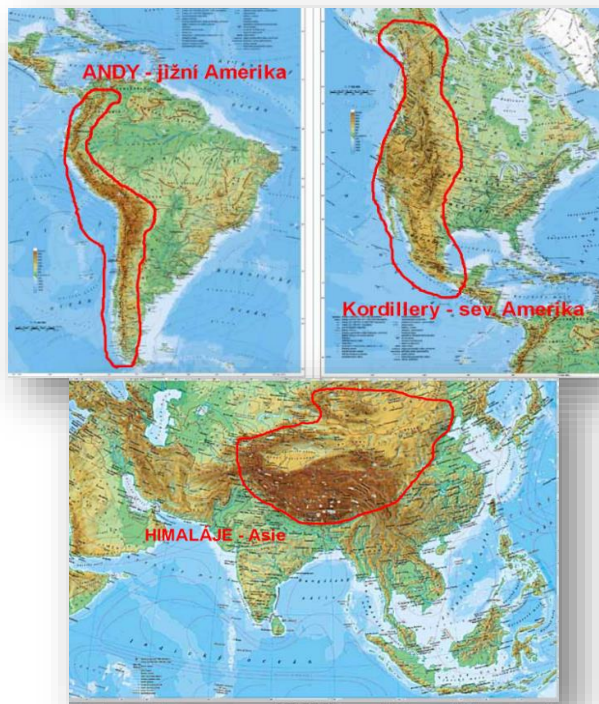
Obrázek 99 - Druhy zlomů (Chvátal, 2014)

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 (viz Obr. 100) a pohoří jimi tvořená se označují jako příkrovová (např. Alpy, Karpaty). Pohoří protáhlá v celá pásma (s délkou několika desítek až set km) se nazývají pásemná pohoří – Andy, Kordillery, Himaláje (viz Obr. 101). 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), hercynské (variské) - v mladším paleozoiku a alpské vrásnění (od mesozoika trvá dodnes, postihuje Afriku, Asii a Evropu – vznik nejvyšších pohoří těchto kontinentů – Alpy a Himaláje – viz Obr. 101, 102).



Obrázek 100 – Vznik vrásového příkrovu (Chvátal, 2014)



Obrázek 101 – Pásemná pohoří (Luhr, 2004)



Obrázek 102 – Alpy (Luhr, 2004)

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)

1. zvětrávání

Mechanismus zvětrávání vede k rozpadu hornin, např. následkem výrazných teplotních výkyvů v průběhu dne a noci (dochází k nim zejména v pouštích). I v chladnějších oblastech dochází k projevům, k mrazovému zvětrávání (viz Obr. 103). Jak to probíhá? 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 kořeny rostlin prorůstající horninami. Někdy probíhají látkové změny nerostů a hornin a tím vzniká chemické zvětrávání. 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

2. působení zemské tíže

Zemská přitažlivost způsobuje pohyb zvětralin, 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

3. 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.

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.

živců se tvoří kaolinit a jílové nerosty obohacující půdu o minerální látky, což slouží jako živiny pro rostliny.



Obrázek 103 – Rozpad skály mrazovým zvětráváním (Černík a kol., 2016)

apod. Druhou možností je pohyb pozvolný. K sesouvání dochází zejména na svazích tvořených různě pevnými horninami. Sesouvající materiál pak ničí komunikace a obydlí. V horském prostředí je zvláště nebezpečný rychlý pohyb sněhu, tj. lavina.

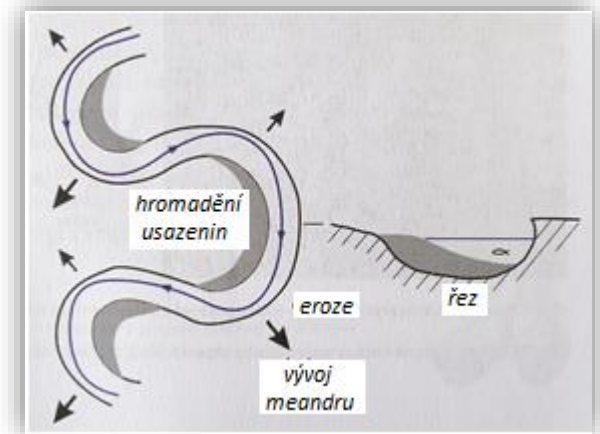
Odtok vody může být plošný (ron), který vzniká zejména po vydatném dešti, nebo soustředěný (v říčním korytě). Zvláště v krajině bez rostlinného pokryvu vede ron ke splachu půdy a vymílání ronových rýh (viz Obr. 104).



Obrázek 104 – Ronové rýhy

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 do hloubky i do stran. Voda unáší úlomky rozrušené horniny, které se pohybem zaoblují a zmenšují na štěrky → na zrna písku → na menší částice. Ve středním i dolním toku řeky dochází k vytváření meandrů (viz Obr. 105) a slepých ramen. 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.



Obrázek 105 – Vývoj říčního meandru – na nárazovém břehu dochází k erozi, na opačném břehu se naopak hromadí usazeniny. Výsledkem je posouvání meandrů ve směru toku (Chváta, 2014).

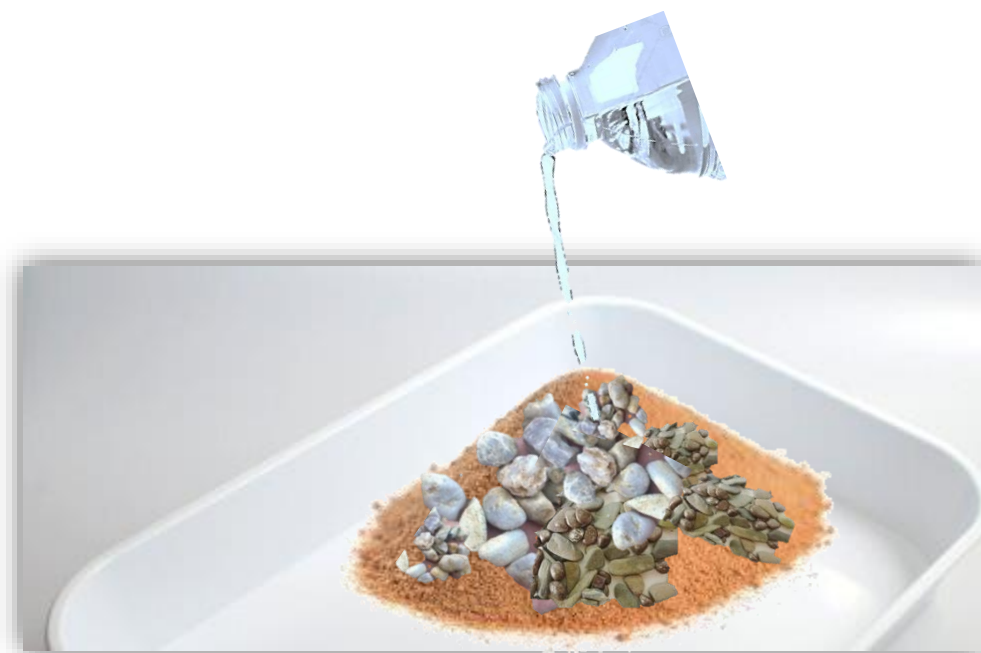
Pokus – Působení vody na ukládání materiálu

Pomůcky:

- plastová nádoba/krabice vystlaná fólií (velikost cca 20 × 30 cm)
- písek (aby z něj šel udělat kužel vysoký cca 20 cm)
- štěrk (různé velikosti)
- drobné kamínky
- láhev s vodou (min. 1,5 l)

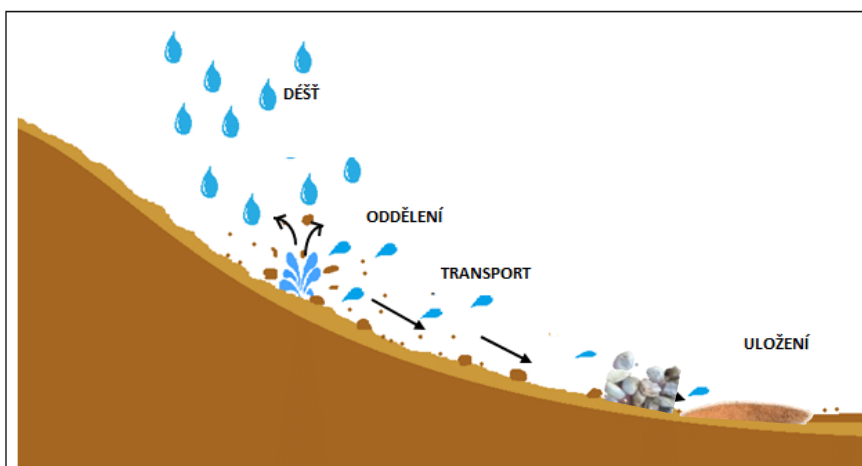
Postup:

1. u jedné strany nádoby vytvaruje kužel ze suchého písku a nádobu mírně nakloníme
2. nerovnoměrně na písek rozmístíme štěrk a kamínky
3. lijeme na vrchol kuželu vodu a sledujeme, co se děje



Co se stalo? Jakým způsobem se jednotlivý materiál posunul?

◦ **řešení:** Kužel písku s kameny simuluje situaci v přírodě při přívalemé dešti. Při mírném dešti se voda vsákne do půdy a krajinu to výrazně nepozmění, oproti tomu při přívalemé dojde k transportu materiálu, jeho vytřídění a následnému uložení. Nejdříve a nejdále bude odnesen lehčí materiál, takže písek. Poté drobné kamínky a nakonec může dojít k drobnému posunu i větších kusů štěrku. Stejně to funguje i v přírodě:



Klíčové otázky:

- Jakým způsobem se krajina mění při přívalovém dešti?
- Jakým způsobem dochází k vytřídění materiálu?

Za spoluúčinnosti tekoucí vody a zvětrávacích procesů 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 nezřídka 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), Broumovské vrchovině (Adršpašsko-teplické skály, Broumovské stěny), Děčínské vrchovině (Pravčická brána – viz Obr. 106) atd. Většina z nich jsou chráněná území.



Obrázek 106 – Pravčická brána – národní přírodní památka, vznikla v pískovcích křídového stáří (Černík a kol., 2016)

Chemickým a mechanickým působením vody vznikl ve vápencových územích typ krajiny zvaný kras. Mezi krasové útvary (viz Obr. 107) řadíme hlavně škrapy (= členité ostré vápencové skalky) a závrt (=oválné sníženiny povrchu, které vznikly rozpouštěním vápenců nebo propadnutím stropu jeskyně).



Obrázek 107 – Škrapy (vlevo) a závrt (vpravo), (Černík a kol., 2016)

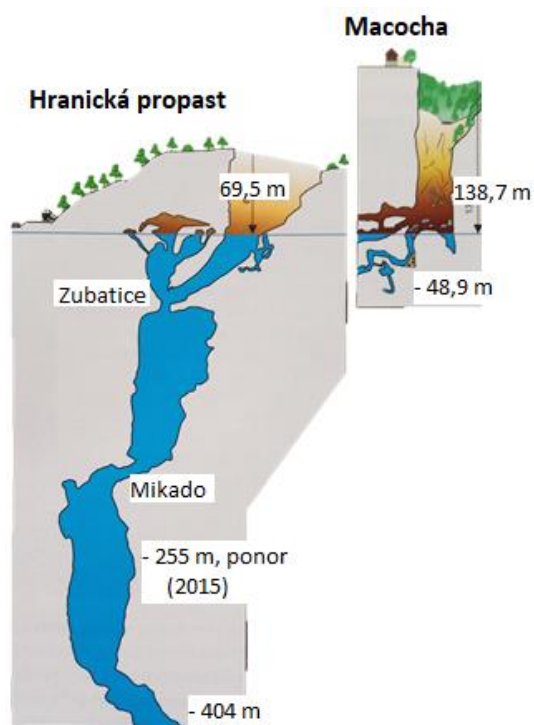
K podzemním krasovým útvarům patří jeskyně a propasti. Jeskyně v Moravském krasu či Českém krasu se vyznačují krápníkovou výzdobou. Krápníky vznikají díky povrchové vodě, která obsahuje rozpuštěný oxid uhličitý vnikající puklinami a vrstvami do vápenců a následně je rozkládá. Vzniká

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). Svislé krasové dutiny, které ústí k povrchu jsou propasti (viz Obr. 108). U nás je nejznámější **Macocha**

(hloubka 138 m) v Moravském krasu. Pozoruhodným útvarem je i **Hranická propast** u Teplíc nad Bečvou s hlubokým jezírkem, jehož dna doposud nebylo dosaženo. Hranická propast je nejhlubší zatopenou sladkovodní jeskyní světa s hloubkou zatopené části min. 404 m (viz Obr. 109).



Obrázek 108 – Hranická propast (vlevo), Macocha (vpravo)



Obrázek 109 – Schéma hloubky Hranické propasti a Macochy (upraveno, Faměra a kol., 2017)

Vápencová krasová území jsou významným stanovištěm vzácných druhů rostlin

a živočichů, proto je i většina z nich chráněna.

Úkol: Jak vznikají krápníky?

Úvod: Krápníky, které zdobí jeskyně, jsou krasové útvary, které vznikají rozpouštěním a opětovnou krystalizací vápence.

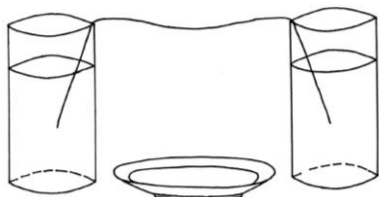
druhy:

- 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

Pomůcky: 2 sklenice, provaz smotaný ze 4 kusů asi 35 cm dlouhé vlněné nebo bavlněné příze, lžička, talíř, noviny, soda na praní

Postup:

- do poloviny sklenic připrav nasycený roztok sody s horkou vodou
- mezi sklenice postav talíř
- konce provázku ponoř do sklenic tak, že střed provázku bude nad talířem
- sklenice i s talířem postav na slunné místo na noviny, aby sis neumazal podložku
- sleduj každý den (po dobu týdnu) změny na provázku, dokud se všechna voda neodpaří



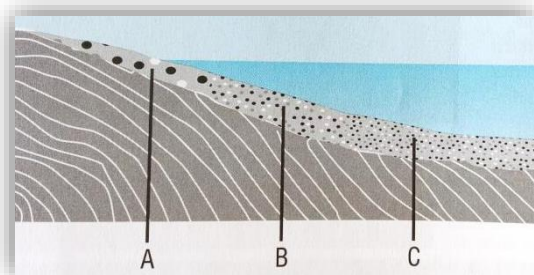
Vysvětlení: Roztok vzlíná postupně po provázku. Přitom se roztok odpařuje a vznikají krystaly. Roztok postupně odkapává z provázku na talíř. Nejdříve se tvoří na středu provázku stalaktit a pod ním na talíři stalagmit. Po několika dnech se krystaly spojí a vytvoří stalagnát.

Domaluj obrázky:

stalaktit	stalagmit	stalaktit a pod ním stalagmit	stalagnát

*zdroj: Domácí chemické pokusy pro žáky 2. stupně základní školy –
https://is.muni.cz/th/84245/pedf_m/chem._pokusy_pro_zaky_2.st._ZS.pdf*

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, štěrky, 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 (viz Obr. 110), 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.



Obrázek 110 – Postupné usazování a třídění usazenin v moři (A - štěrky, B - písky, C - jílové usazeniny), (Chváta, 2014)

V polárních 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 – ledovec (viz Obr. 111). Horský ledovec vyplňuje kotlovitou prohlubeň – kar.

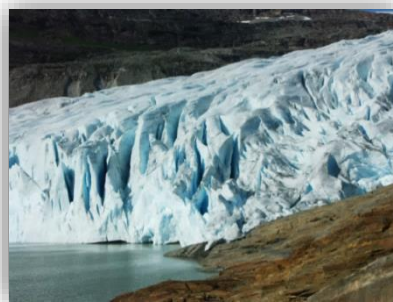
Úkol:

1. Zjistěte název ledovcových údolí v Krkonoších. Uveďte příklad.

◦ **řešení:** Ledovcová údolí vymodelována ledovci se nazývají trogy. V Krkonoších se nachází např. Labský důl nebo Obří důl.

2. Jmenuj některá ledovcová jezera v České republice.

◦ **řešení:** Černé, Čertovo, Plešné, Prášilské, Laka, Mechové



Obrázek 111 – Ledovec (Chváta, 2014)

Ledovec s sebou unáší horninový materiál spadlý z rozrušených svahů apod. 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 (např. v Alpách, Vysokých Tatrách). Stopy po činnosti ledovců – kary, vanovitá údolí, morény – jsou svědectvím, že i některá naše pohoří, např. Krkonoše a Šumava, byla v geologické minulosti zaledněná. V současnosti jsou nám nejbliže horské ledovce v Alpách.

Plošně rozsáhlejší jsou pevninské ledovce pokrývající podstatnou část Antarktidy, Grónska a dalších území v polárních krajinách. 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.

4. 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, např. 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 a odnosu hornin. Po zmenšení rychlosti větru dochází k ukládání částic. Nápadné jsou zejména útvary navátých písků – duny, v pouštních oblastech (viz Obr. 112). Větrm naváté uloženy nejjemnějších prachových částic

(s větším obsahem uhličitanu vápenatého) se nazývají spraše, na kterých často vzniká úrodná půda.



Obrázek 112 – Duny v poušti v Maroku (Černík a kol., 2016)

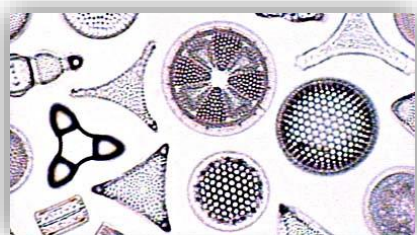
Naváté písky se dochovaly z dob meziledových (zejména z období dlouhodobého sucha) i na našem území, např. v Polabí, v CHKO Třeboňsko a na jihovýchodní Moravě. Většinou jsou pokryty borovými lesy.

5. činnost organismů

Organismy (mikroorganismy, houby, rostliny, živočichové) patří k významným vnějším geologickým činitelům. Uplatňují se zejména

při vzniku půd. V poslední době se výrazně podílí tvořivá a rušivá činnost člověka.

V mořských ekosystémech nedošlo v terciéru k výrazným změnám. Většinou převažovaly ty organismy, které se uplatňují i v dnešních mořích – kostnaté ryby, plži, mlži, koráli a řasy. Pokračuje rozvoj řas z minulých období – zvláště vápnitého nanoplanktonu, rozsivek (diatom – hornina diatomit se těží v Borovanech u Českých Budějovic, viz Obr. 113) a horninotvorných ruduch. Výrazné změny lze ale pozorovat v prostředí suchozemském. Hromadné vymírání na konci mesozoika způsobilo vyhynutí mnoha skupin živočichů, zejména 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.



Obrázek 113 – Různé tvary rozsivek

Na začátku terciéru byly téměř všechny kontinenty pokryty pralesní vegetací (viz Obr. 118, 119), 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 (tedy polovinu roku nepřetržitě světlo a druhou polovinu tma), 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. 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. (viz Obr. 114). Obávaným predátorem v terciéru krajině byl šavlozubý tygr (viz Obr. 115), jehož velké horní špičáky dlouhé 14 cm byly účinným nástrojem k lovu kopytníků a neustále tygrům dorůstaly. 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 osudným a koncem terciéru toto zvíře vymřelo. Ke konci terciéru došlo k výraznému ochlazení a k velkému rozšíření ledovců. První z dob ledových nastala tedy už na konci terciéru.



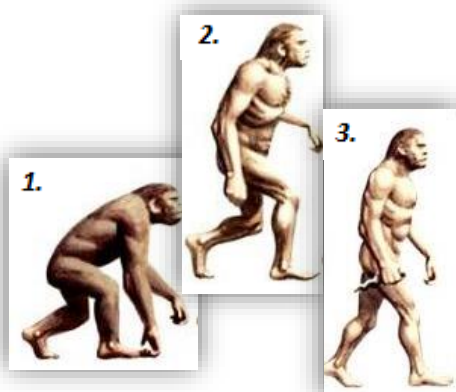
Obrázek 114 – Terciérní fauna (Luhr, 2004)



Obrázek 115 – Šavlozubý tygr (Luhr, 2004)

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* (viz Obr. 116), který obýval Afriku koncem terciéru. Od *Australopithecus* se patrně vydělil rod *Homo* – člověk. 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 naší vlasti.



Obrázek 116 – Vývoj člověka - 1. *Australopithecus*, 2. *Homo habilis*, 3. *Homo erectus*, 4. *Homo sapiens* (Luhr, 2004)

Během terciéru se rozšířili i ptáci (viz Obr. 117). 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 (viz Obr. 119). Významné byly také jehličnany – smrky, borovice, sekvoje. Jejich chůdovité kořeny jim umožňovaly růst v močálech (viz Obr. 118). Dřeviny poté zapadaly do bahna a postupem času za zvýšeného tlaku a bez přístupu vzduchu došlo k jejich prouhelňování, které dalo vznik **hnědému uhlí**.



Obrázek 117 – *Phorusrhacos* – terciérní dravý pták (Švecová a Matějka, 2017)

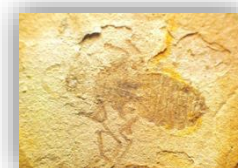


Obrázek 118 – Terciérní flóra (Luhr, 2004)



Obrázek 119 – Listnaté stromy v terciéru (Luhr, 2004)

Spolu s rostlinami se vyvíjel i hmyz (viz Obr. 120), kdy se rozšířilo opylování rostlin, a to podnítilo další vývoj rostlin i hmyzu samotného, který se stal nejpočetnější skupinou živočichů.



Obrázek 120 – Fossilní záznam larvy vážky – nalezena v terciérních vrstvách Sokolovské pánve (Chváta, 2014)

ÚKOL: ČERNÉ uhlí vs HNĚDÉ uhlí

Jaký je rozdíl mezi černým a hnědým uhlím? Zamysli se nad jejich stářím a všimni si také rostlin, ze kterých vznikly.

Napiš na ½ strany A4.

◦ řešení:

Černé uhlí vzniklo v mladším paleozoiku ze stromovitých plavuní, přesliček a kapradin. Hnědé uhlí oproti tomu až v terciéru z jehličnanů. Tedy hnědé uhlí je mladší i ve spektru rostlin, které zuhelnatěly (černé uhlí z výtrusných rostlin, hnědé až z pozdějších jehličnanů).

Klíčové otázky:

- Jaký je rozdíl mezi černým a hnědým uhlím?
- Jakým způsobem uhlí vzniká?
- Jaké další druhy uhlí znáš?

KVARTÉR

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČICHOVÉ	obrázky
kvartér	holocén	0,01	<ul style="list-style-type: none"> ◦ oteplení po posledním zalednění 	dokončen vývoj člověka do současné podoby	
	pleistocén	1,8	<ul style="list-style-type: none"> ◦ střídání dob ledových a meziledových ◦ vznik dnešního reliéfu 	srstnatí chobotnatci (mamut), nosorožci, rozvoj hominidů	

Kvartér jsou v porovnání s předchozími obdobími krátkým časovým úsekem, začal teprve před cca 2 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 jsou období vývoje člověka.

Už během kvartéru docházelo k postupnému ochlazení. Zhruba před sedmi 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 ochlazení Země. Počátkem kvartéru se začal tvořit ledovec i na severní polokouli, ve Skandinávii a v Severní Americe. Jeho část, grónský ledovcový štít, 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 1 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 (nejdou to ale druhy známé z dnešní Afriky).

V dobách ledových sahal pevninský ledovec až do střední Evropy a na několika místech dosáhl dokonce severního okraje České republiky. Nárůstem ledovců došlo k úbytku vody v oceánech (hladina klesla asi o 120 m). Proto byl v ledových dobách vynořen např. Beringův průliv mezi Asií a Severní Amerikou. Tento „most“ umožnil stěhování lidí i živočichů na americký kontinent. Díky němu přišli indiáni z Asie do Ameriky. Podívejme se např. na mongoly (viz Obr. 121), kteří se podobají některým indiánským kmenům.



Obrázek 121 – Mongolská dívka (Luhr, 2003)

Podnebí srovnatelné s klimatem ledových dob (kombinaci chladu a sucha) dnes nalezneme pouze v Tibetu. Toto podnebí je

typické pro tundry a stepi, které obývali např. mamuti, srstnatí nosorožci, polární lišky a sobi. Mamuti (viz Obr. 122) 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. Této

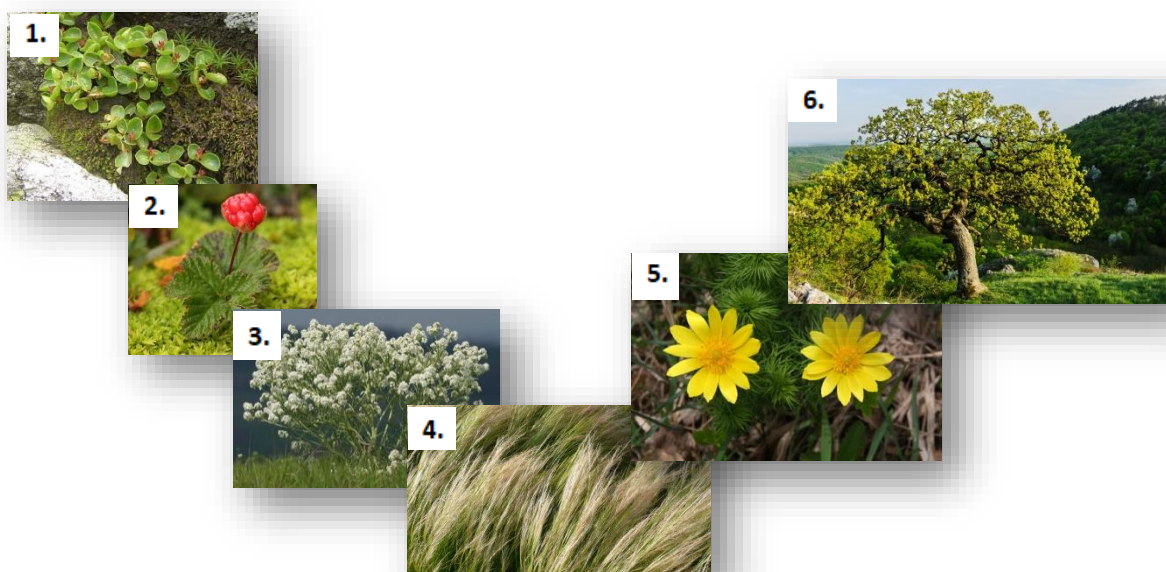
potravě, tvrdé a těžko zpracovatelné, byl přizpůsoben i chrup, zejména stoličky (obrušovaly se a několikrát se za život se obměnily). Kostí mamutů byly nalezeny i na mnoha místech v Čechách a na Moravě (Dolní Věstonice). Na Sibiři lze dokonce najít i zamrzlé mamuty se zachovalými měkkými částmi těla.



Obrázek 122 – Zdařilá rekonstrukce podoby mamuta (vlevo) a mamut nalezen v ledu na Sibiři (vpravo), (Faměra a kol., 2017)

V kvartéru rostly např. mechy a lišejníky. K severským tundrovým rostlinám patří např. vrba bylinná, ostružiník moruška. Po poslední době ledové došlo k výraznému oteplení a dnes nalézáme pozůstatky teplomilné

květeny z meziledové doby – katran tatarský, kavyl vláskový, hlaváček jarní nebo dub šípák (viz Obr. 123).



Obrázek 123 – Květena – 1 – vrba bylinná, 2 – ostružiník moruška, 3 – katran tatarský, 4 – kavyl vláskový, 5 – hlaváček jarní, 6 – dub šípák (Luhr, 2003)

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 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 bránila horstva Alp. Některé druhy dokázaly v meziledových dobách tuto překážku překonat, jiné však nikoliv.

Kvartérní usazeniny najdeme např. v říčních terasách, které se tvořily v meziledových 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. Nejhojnější usazenin ledových dob jsou spraše (viz Obr. 124), což jsou vrstvy jemného prachu vzniklého drcením hornin

ledem. Během kvartéru se vyvinuly i současné půdní profily. Významnou usazeninou v kvartéru je i samotný led, kdy díky studiu jeho vrstviček v ledových štítech Antarktidy a Grónska získáváme informace o vývoji podnebí. Dna většiny současných moří a oceánů jsou pokryta dosud nezpevněnými kvartérními usazeninami.



Obrázek 124 – Spraše (Luhr, 2003)

Poslední období kvartéru a jeho studium není otázkou jen geologie, ale i antropologie. Antropologie se zabývá studiem vývoje lidské civilizace a způsobem, jakým ovlivňuje civilizace své prostředí – se zabývá archeologie. Velmi důležité je i studium klimatických změn v kvartéru pomocí paleoklimatologie, protože díky tomu můžeme předpovídat budoucí klimatické změny (globální oteplení; další doba ledová).

LOŽISKA A JEJICH VZNIK

Ložisky 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).

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 popsal spisovatel Jack London v knihách Bílý tesák a Volání divočiny. London vycházel ze svých vlastních zkušeností. Významným kovem spadajícím mezi rudy je železo, které se v čisté formě vyskytuje v přírodě málo. Naproti tomu je bohatě obsaženo v mnoha minerálech a horninách (např. magnetit, hematit). Slovem železo nazýváme nejen prvek (Fe), ale i jeho slitiny s jinými kovy, např. z vytěžených rud 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 Cu a Sn), který se dříve používal k výrobě zbraní a nástrojů. V současnosti se používá k odlévání soch. Další významnou slitinou je mosaz (slitina Cu a Zn) používaná v současnosti na výrobu např. žesťových hudebních nástrojů. Dural (slitina Al + Cu + další kovy) se využívá např. v automobilovém, leteckém a lodním průmyslu. Nerudy 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.

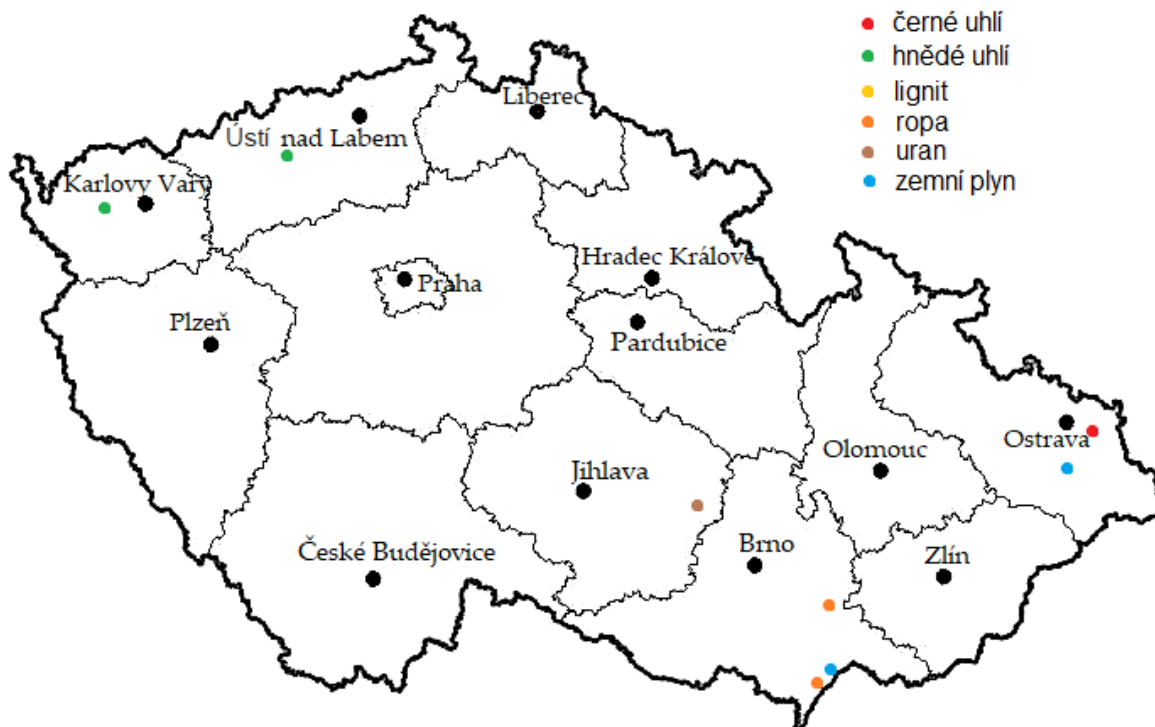
Podle způsobu vzniku lze také rozdělit ložiska do několika skupin, např. ložiska magmatického původu, hydrotermální ložiska či ložiska sedimentárního původu. Hydrotermální ložiska vznikají díky průniku teplých roztoků po puklinách, kde vyluhují horninu, postupně se ochlazují a krystalizují z nich rudní minerály (nejčastější zlato, stříbro, měď apod.). Ložiska sedimentárního původu jsou nerudy, které vznikly při zvětrávání, transportu a usazování hornin. Jedny z nejdůležitějších z nich jsou ložiska kaolinu, který se používá pro výrobu porcelánu, keramiky, jako plnivo do papíru, do zubních past apod. Ložiska kaolinu můžeme u nás nalézt na Karlovarsku, na Plzeňsku a v oblasti Znojma. 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 hrncířském kruhu. Významným příkladem sedimentárních ložisek jsou fosilní paliva. Lze takto označit palivové suroviny velkého geologického stáří, jako jsou ropa, zemní plyn a uhlí. Se vznikem uhlí už jsme se v terciéru seznámili díky veverce Zkumavce.

Nyní se podíváme na rozmístění ložisek na území ČR (viz Obr. 125, 126). 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 šterkopísků či cihlářských surovin, je u nás velké množství - pro jejich velký počet nejsou uváděny jednotlivé lokality výskytu těžby současné ani minulé (viz aktuální údaje o nerostných surovinách). Další nerostné

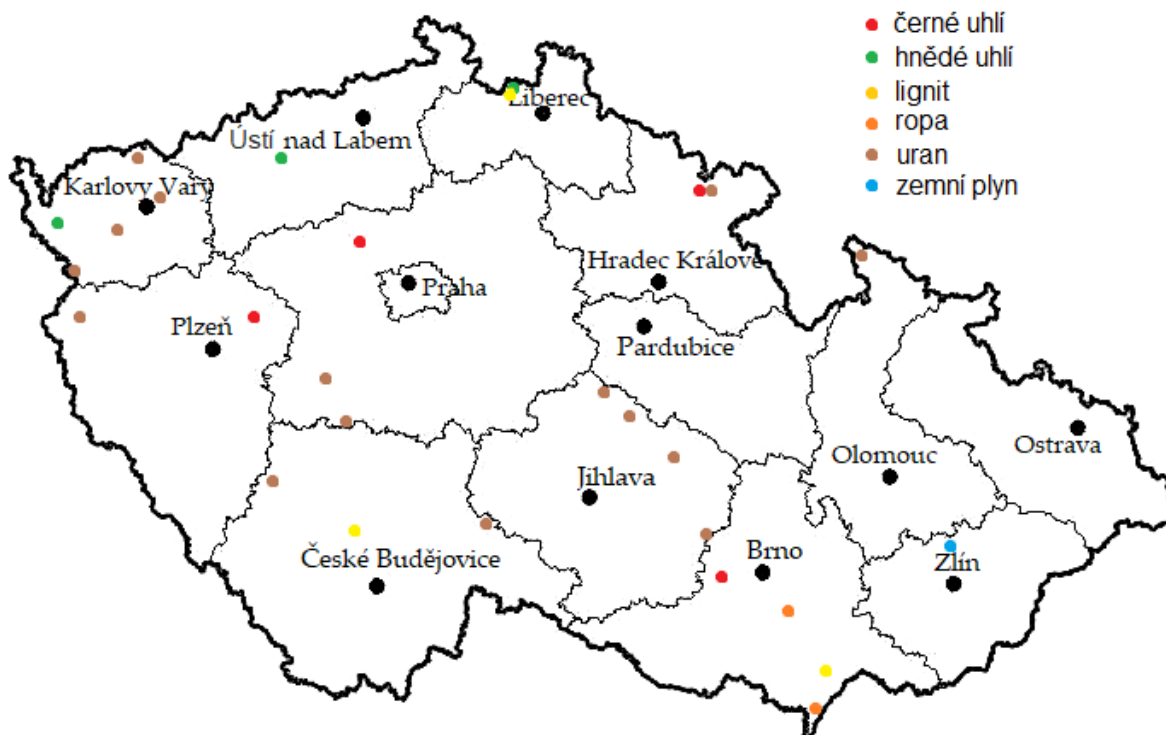
suroviny se těží v dnešní době na našem území již poskrovnu, neboť velké množství surovin je již vytěženo kvůli jejich hojnému využívání v různých průmyslových oblastech

(viz Obr. 125 – 129, Tab. 3 – 8). Aktuální údaje o nerostných surovinách v ČR na adrese: <http://www.geology.cz/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje>

Energetické nerostné suroviny



Obrázek 125 – Aktuální lokality těžby energetických nerostných surovin (Starý a kol., 2019)



Obrázek 126 – Lokality těžby energetických nerostných surovin v minulosti (Starý a kol., 2019)

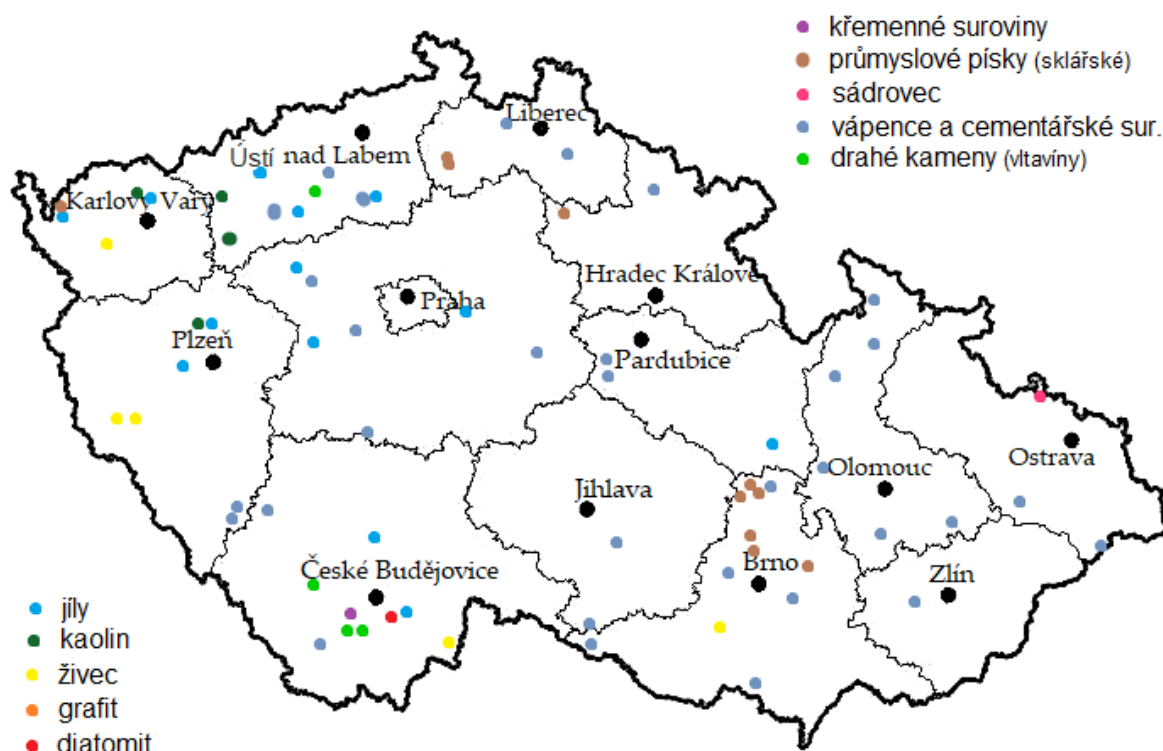
Tabulka 3 – Seznam lokalit výskytu energetických nerostných surovin (Starý a kol., 2019)

NÁZEV SUROVINY	LOKALITY SOUČASNÉ TĚŽBY	LOKALITY TĚŽBY V HISTORII
černé uhlí	česká část hornoslezské pánve	např. podkrkonošská pánev, středočeská pánev (Kladensko), plzeňská pánev
hnědé uhlí	sokolovská pánev, severočeská pánev	např. chebská pánev
lignit	žádné	vídeňská pánev, českobudějovická pánev, česká část žitavské pánve
ropa	vídeňská pánev, karpatská pánev	část ložisek v Jihomoravském kraji už vytěžena
uran	Rožná	např. Příbram, Jáchymov, Olší, Horní Slavkov, Javorník, Chotěboř
zemní plyn	oblast jižní a severní Moravy, podzemní zásobník plynu Příbram	např. ve Zlínském kraji

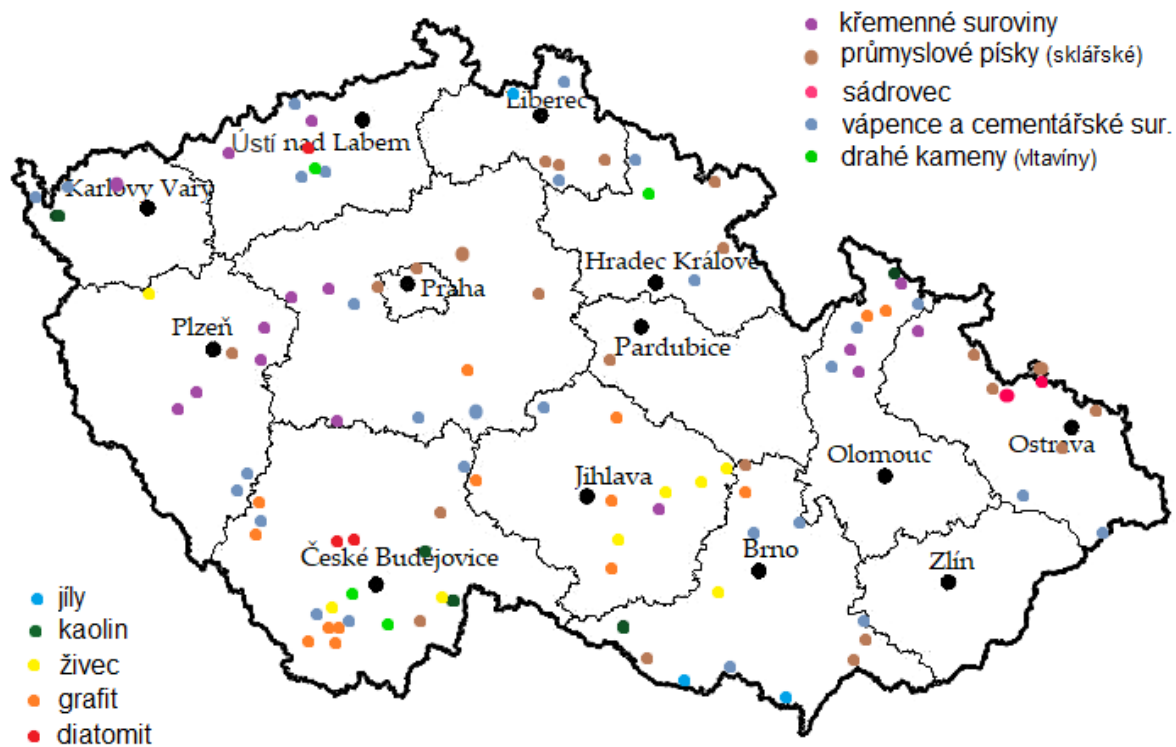
Tabulka 4 – Použití energetických nerostných surovin (Chváta, 2014)

NÁZEV SUROVINY	POUŽITÍ
černé uhlí	palivo, výroba koksu
hnědé uhlí	palivo
lignit	palivo
ropa	palivo pro dopravu, výroba plastů, výroba léků a pesticidů
uran	jaderné využití
zemní plyn	v dopravě, klimatizace, použití pro výrobu elektřiny, plynové krby

Nerudní suroviny



Obrázek 127 – Aktuální lokality těžby nerudních surovin (Starý a kol., 2019)



Obrázek 128 – Lokality těžby nerudních surovin v minulosti (Starý a kol., 2019)

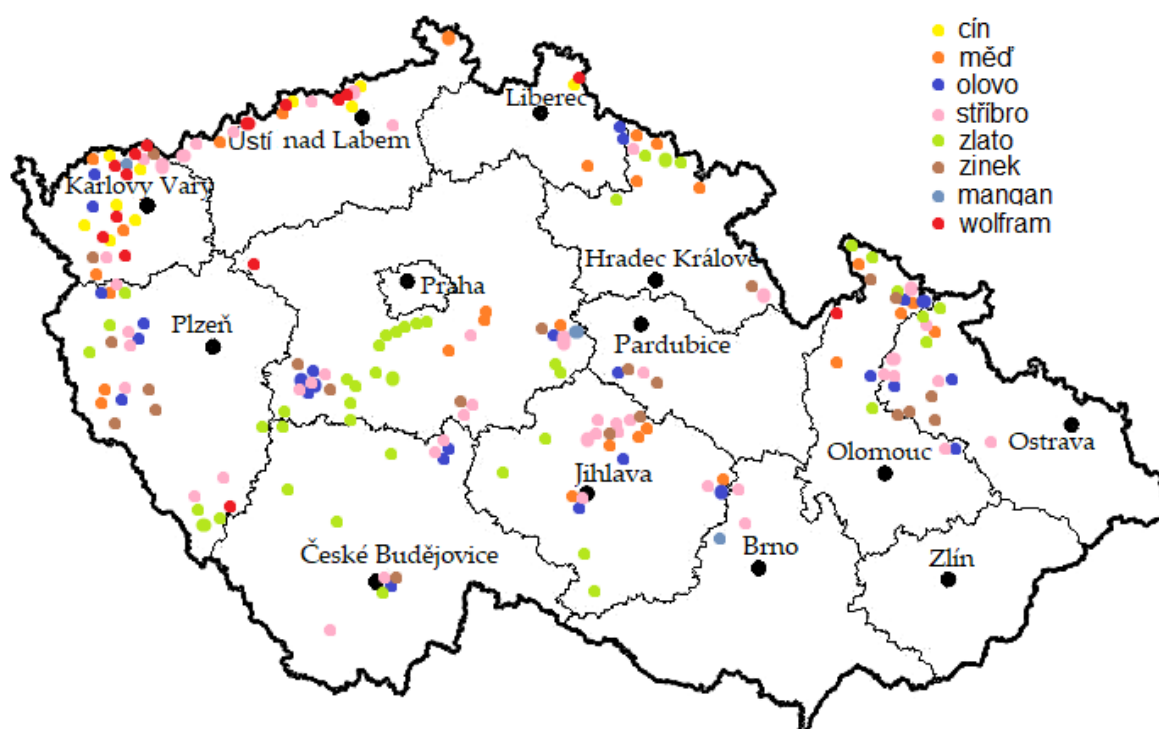
Tabulka 5 – Lokality výskytu nerudných surovin (Starý a kol., 2019)

NÁZEV SUROVINY	LOKALITY SOUČASNÉ TĚŽBY	LOKALITY TĚŽBY V HISTORII
jíly	např. okolí Prahy, jihočeské pánve, plzeňská pánev, severočeská pánev, chebská a sokolovská pánev	např. na Moravě, žitavská pánev
kaolin	Karlovarsko, Kadaňsko, Podbořansko, Plzeňsko	Znojemsko, chebská pánev, třeboňská pánev, Vidnava
živec	např. Halámky, Bratčice, Hrušovany u Brna, Luženičky, Ždánov, Krásno – Vysoký kámen, Mračnice	např. Krabonoš, Tušť – Halámky, Medlov, Ivančice – Němčice, Meclov, Beroun – Tepelsko, Zhořec, Smrček, Štíhllice, Chvalšiny, Markvartice u Třebíče
grafit	žádné	např. Velké Vrbno, Bližná, Český Krumlov (Rybářská ulice; Městský vrch), Lazec – Křenov, Spolí
diatomit	Borovany - Ledenice	Jihočeský kraj (severně od Českých Budějovic), Ústecký kraj
křemenné suroviny	Vrábče - Boršov	např. Černava, Chomutov, Jeníkov, Kaliště, Kyšice, Sklená Huť, Velká Kraš, Železná, Dětkovice, Krašovice
průmyslové písky (sklářské)	např. Nýrov, Rudice, Spešov, Srní, Střeleč, Svitavy, Velký Luh, Blansko	např. Provodín, Babolky, Boskovice, Deštná – Dolní Smržov, Mladějov v Čechách
sádrovec	Kobeřice ve Slezsku - jih	např. Kobeřice ve slezsku – sever, Rohov-Strahovice, Sudice, Třebom
vápence a cementářské sur.	např. Barrandien, Železné hory, středočeská ostrovní zóna, česká křídlová pánev	téměř v každém kraji ložisko
drahé kameny (vltavíny)	Podsedice-Dřemčice, Hrbov u Lhenic, Chlum nad Malší, Ločenice-Chlum	Dolní a Horní Olešnice, Třebívlice, Vestřev, Besednice, Slavče-sever, Vrábče-Nová Hospoda, Bochovice, Rašov, Velká Kraš

Tabulka 6 – Použití nerudných surovin (Chváta, 2014))

NÁZEV SUROVINY	POUŽITÍ
jíly	v mokrém stavu těsnící vrstva (podklad pod přehradu), v cihlářství, hrncířství a keramické výrobky, tužky
kaolin	při výrobě porcelánu, papíru, žáruvzdorné cihly, gumárenství
živec	při výrobě keramiky a glazur, datování v geologii a archeologii
grafit	tuha v tužkách, moderátor v jaderných reaktorech, vyzdívkou ve vysokých pecích, elektrody
diatomit	dříve na výrobu dynamitu, dnes na výrobu filtrů, izolátorů, stavebnictví, zemědělství
křemenné suroviny	základní sklářská surovina, filtry
průmyslové písky (sklářské)	sklářský průmysl
sádrovec	pálená sádra, přísada do cementů, sochařství, medicína, hnojivo
vápence a cementářské suroviny	cukrovary, výroba celulózy, hutní výroba, odsiřování, cement, stavebnictví
drahé kameny (vltavíny)	šperkařství

Rudní suroviny



Obrázek 129 – Lokality těžby v minulosti a ložiska evidovaná – v současné době nejsou těženy žádné rudní suroviny (Starý a kol., 2019)

Tabulka 7 – Lokality výskytu rudních surovin (Starý a kol., 2019)

NÁZEV SUROVINY	LOKALITY SOUČASNÉ TĚŽBY	LOKALITY TĚŽBY V HISTORII
cín	žádné	Cínovec, Krásno
měď	žádné; evidovaná oblast výskytu: Křižanovice, Kutná Hora, Zlaté Hory	např. v Krušných horách, Tři Sekery, v podkrkonošské a vnitrosudetské pánvi, Staré Ransko
olovo	žádné; evidovaná oblast výskytu: Horní Benešov, Horní Město, Křižanovice, Kutná Hora, Oskava, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory	Březové Hory, Příbram, Bohutín, Oloví, Stříbro, Havlíčkův Brod, Ratibořické Hory, Stará Vožice, Černovice
stříbro	žádné; evidovaná oblast výskytu: Horní Benešov, Horní Město, Kutná Hora, Oskava, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory	Příbramsko, Jáchymovsko, Havlíčkobrodsko, Jihlavsko, Ratibořské hory, Stará Vožice, Rudolfov, Stříbro, Hrob, Mikulov, Nažavské hory, Vejprty, Hora sv. Kateřiny
zlato	žádné; evidovaná oblast výskytu: Vacíkov, Smolotely, Jílové u Prahy, Podmoky, Mikulovice u Jeseníka, Zlaté Hory	Břevenec, Kašperské hory, Modlešovice, Mokrsko, Prostřední Lhota, Suchá Rudná, Voltýřov
zinek	žádné; evidovaná oblast výskytu: Horní Benešov, Horní Město, Křižanovice, Kutná Hora, Oskava, Ruda u Rýmařova, Zlaté Hory	Březové Hory, Příbram, Bohutín, Stříbro, Havlíčkův Brod, Staré Ransko
mangan	žádné; evidovaná oblast výskytu: Chvaletice, Řečany	Karlovarský a Jihomoravský kraj
wolfram	žádné; evidovaná oblast výskytu: Kašperské Hory, Krásno, Cínovec	Karlovarský, Ústecký, Liberecký a Středočeský kraj

Tabulka 8 – Použití rudních surovin (Chváta, 2014)

NÁZEV SUROVINY	POUŽITÍ
cín	odolný proti korozi - potravinářství (plechovky), trubky, kotle, reaktory; staniol, slitina Sn + Cu = BRONZ
měď	odolnost proti korozi – střešní krytiny, okapy, trubky; vodivá – elektronické součástky; tepelná vodivost – kotle, chladiče
olovo	ochrana před gama paprsky, akumulátory
stříbro	v elektronickém průmyslu, výroba CD i DVD nosičů, šperkařství, fotografický průmysl
zlato	šperkařství
zinek	elektrody, barvy a nátěry (antikorozní povlaky), gumárenství, k výrobě mosazi (Cu a Zn)
mangan	přísada do slitin
wolfram	výroba žárovkových vláken

V 60. a 80. letech se spalovalo málo kvalitní hnědé uhlí s vysokým obsahem síry, což vedlo ke kyselým dešťům, 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 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. Asijské uhlí se totiž prodává v Evropě levněji. Tuto nepříznivou situaci však může změnit např. růst dopravních nákladů. 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 rašelínu, která byla dříve vyhledávanou energetickou surovinou

v rozvíjející holandské ekonomice. 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.

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

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. 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 nevyrabí

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. Mezi možnosti, kam ukládat radioaktivní materiál jsou vytěžené uranové doly (materiál zalit betonem, uložen min. do 1 km hloubky – viz Obr. 130). 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 (viz Obr. 131). Výkon větrné elektrárny 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 nepěkné začlenění do krajiny (tím získává odpůrce). Energie z vody se využívá zejména z oceánů, které jsou jejími velkými akumulátory. Dobře se využívá teplotního rozdílu mezi teplou vodou při hladině a chladnou vodou v hloubce. Jinak se dá využít i přílivů, tzv. přílivové elektrárny, které využívají periodického kolísání výšky mořské hladiny. Zvláštním zdrojem v dnešní době je i biomasa, která je perspektivní díky snadné produkci a nižšímu zatížení životního

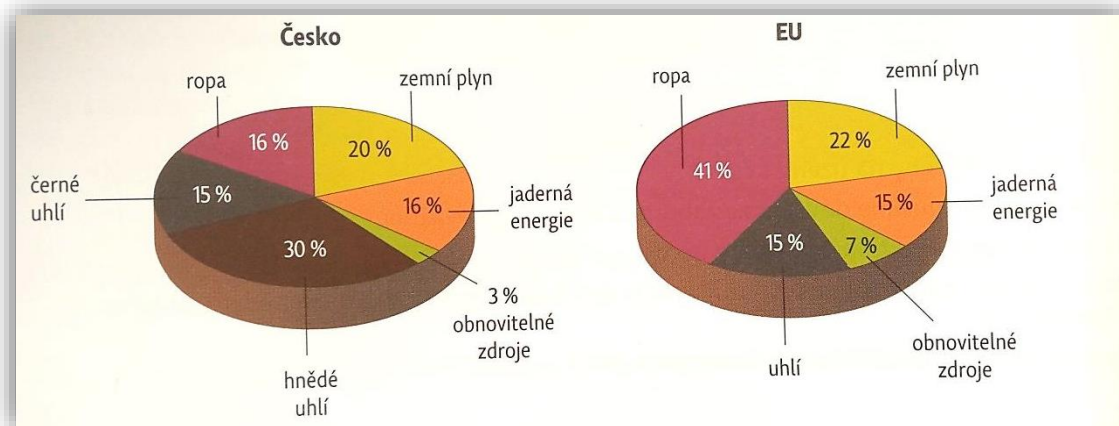
prostředí při jejím spalování. Pro výrobu biomasy se pěstují rychle rostoucí byliny (zejména trávy) nebo dřeviny. Některé z těchto bylin jsou vhodné i k výrobě technických olejů přidávaných do pohonných hmot. Z hlediska životního prostředí se jeví jako nejčistší a nejšetrnější zdroj využití slunečního záření. K přeměně energie se využívají solární systémy, které jsou velmi účinné. Prozatím ale řadíme tento alternativní zdroj do těch nejdražších. Tyto alternativní zdroje jsou obnovitelné na rozdíl od uhlí, ropy (neobnovitelné). V dnešní době (viz Obr. 132) 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, ropy a zemního plynu) vzniklých v dávné minulosti Země. I přes to se mnoho států se při výrobě elektrické energie snaží nahrazovat neobnovitelné zdroje zdroji obnovitelnými.



Obrázek 130 – Úložiště kontejnerů s radioaktivním materiálem (Švecová a Matějka, 2017)



Obrázek 131 – Alternativní zdroje energie – 1 – vodní elektrárna Orlík, 2 – větrná elektrárna, 3 – získání energie ze slunečního záření – solární technologie, 4 – spalování biomasy (dřevěných štěpk), (upraveno, Luhr, 2003)



Obrázek 132 – Využití obnovitelných a neobnovitelných energetických zdrojů v ČR a EU (Švecová a Matějka, 2017)

Většina rudních dolů je u nás uzavřena, neboť v porovnání se světem máme zanedbatelné množství těchto surovin. Historicky bylo významné území Čech a Moravy v oblasti Jeseníků, které poskytovalo po dobu mnoha staletí kovy vyvážené daleko za hranice země. Světově se nepředpokládá nedostatek rudních surovin, protože díky moderním technologiím a recyklaci získáváme kovy. Další možností, které jsme schopni, je nahrazení kovů speciálními keramickými

materiály a slitinami železa, jehož zásoby jsou prakticky nevyčerpatelné.

Nerudní suroviny patří u nás k nejméně významným. Naším bohatstvím jsou jíly, sklářské písky, kvalitní vápence a již zmíněný kaolin. Díky rozvoji moderních technologií, jako je přenos informací pomocí skleněných vláken, se zvyšuje poptávka i po čistém křemenu. Z vrstvených keramických hmot se také začínají vyrábět části automobilových motorů.

Pracovní list – nerostné suroviny:

(zdroj: upraveno, Srba, 2013)

1. Ve větách najdi 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. Zařaď správně do tabulky.

rašelina černé uhlí zemní plyn ropa hořlavá břidlice hnědé uhlí

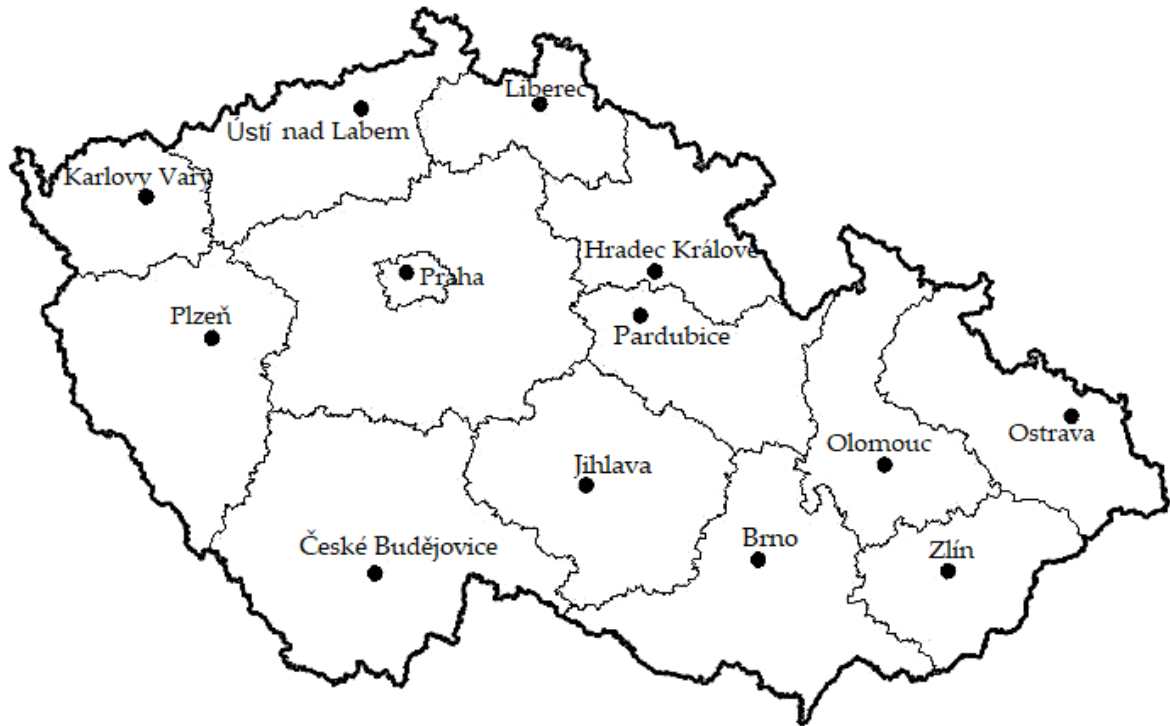
paliva	
pevná	
kapalná	
plynná	

3. Výrobky přiřpiš k surovině.

keramika, vápno, sklo, koupele, svítiplyn, teplo, tepelná elektrárna, porcelán, petrolej, dlažební kostky, léky, zábaly, cement, umělá hmota, koks

surovina	výrobek
rašelina	
ropa	
sklářské písky	
černé uhlí	
vápenec	
hnědé uhlí	
stavební kámen	
kaolin	

4. Zakresli do mapy nejméně 5 nerostných surovin těžených v současnosti. Vytvoř legendu. Zamysli se nad otázkou, proč tato ložiska ubývají?



odpověď: _____

5. Ty, jako moderní člověk, každý den užíváš nepřeberné množství předmětů vyrobených z nerostných surovin. Napiš všechny předměty, které jsi použil od rána do této doby a zkus odvodit, jaká nerostná surovina se využila na jeho výrobu/transport/způsob použití.

př. talíř z porcelánu (pro výrobu použita nerostná surovina kaolin)

Pracovní list – nerostné suroviny - řešení:

(zdroj: upraveno, Srba, 2013)

1. Ve větách najdi 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 nejlí lidi.

Velký dromedár prská, menší prská také.

Nikdy nelží ve chlévě.

2. Zařaď správně do tabulky.

rašelina černé uhlí zemní plyn ropa hořlavá břidlice hnědé uhlí

paliva	
pevná	hnědé a černé uhlí, rašelina, hoř. břidlice
kapalná	ropa
plynná	zemní plyn

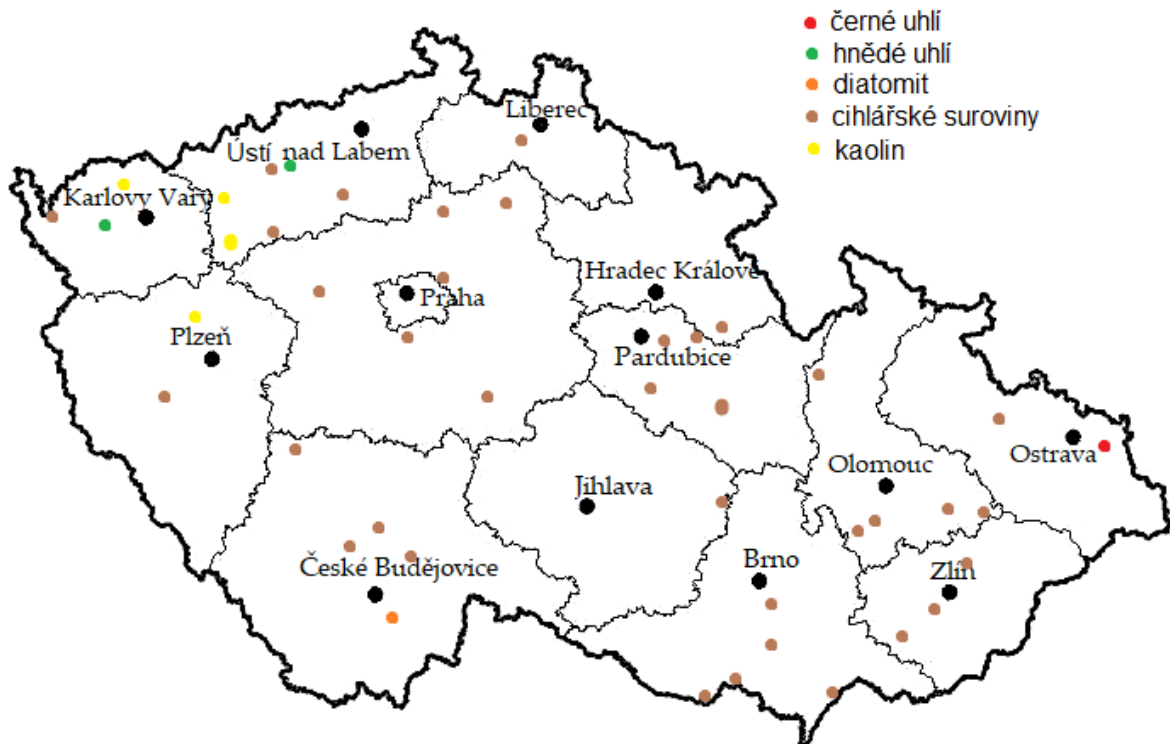
3. Výrobky přiřpiš k surovině.

keramika, vápno, sklo, koupele, svítiplyn, teplo, tepelná elektrárna, porcelán, petrolej, dlažební kostky, léky, zábaly, cement, umělá hmota, koks

surovina	výrobek
rašelina	bahenní zábaly, koupele
ropa	petrolej, léky, umělá hmota
sklářské písky	sklo
černé uhlí	koks
vápenec	vápno, cement
hnědé uhlí	svítiplyn, teplo, tepelná elektrárna
stavební kámen	dlažební kostky
kaolin	keramika, porcelán

4. Zakresli do mapy nejméně 5 nerostných surovin těžených v současnosti. Vytvoř legendu. Zamysli se nad otázkou, proč tato ložiska ubývají?

např.



odpověď: Kvůli intenzivní těžbě a následné spotřebě nerostných surovin.

5. Ty, jako moderní člověk, každý den užíváš nepřeberné množství předmětů vyrobených z nerostných surovin. Napiš všechny předměty, které jsi použil od rána do této doby a zkus odvodit, jaká nerostná surovina se využila na jeho výrobu/transport/způsob použití.

př. talíř z porcelánu (pro výrobu použita nerostná surovina kaolin)

např. mobil, televize, příbor, dopravní prostředek, dům/škola, plastová láhev ...

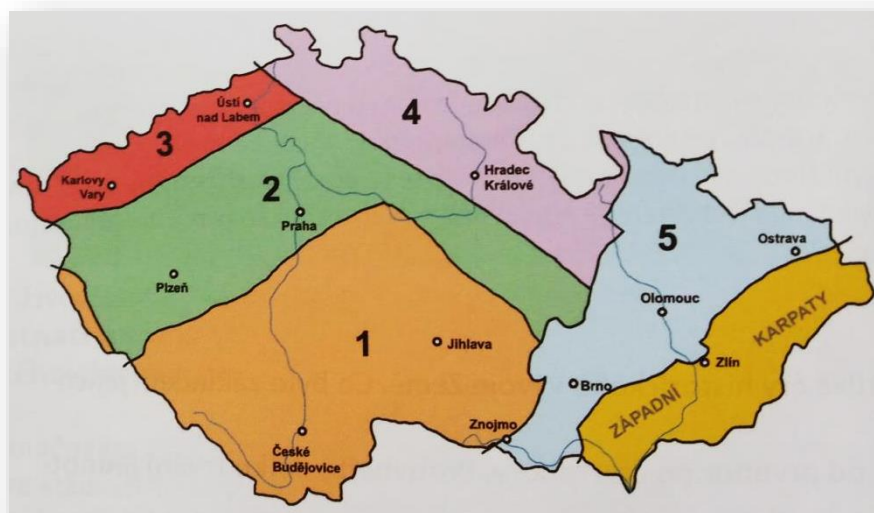
Klíčové otázky:

- Jaká rozlišujeme paliva?
- Jaké nerostné suroviny užíváš v běžném životě?

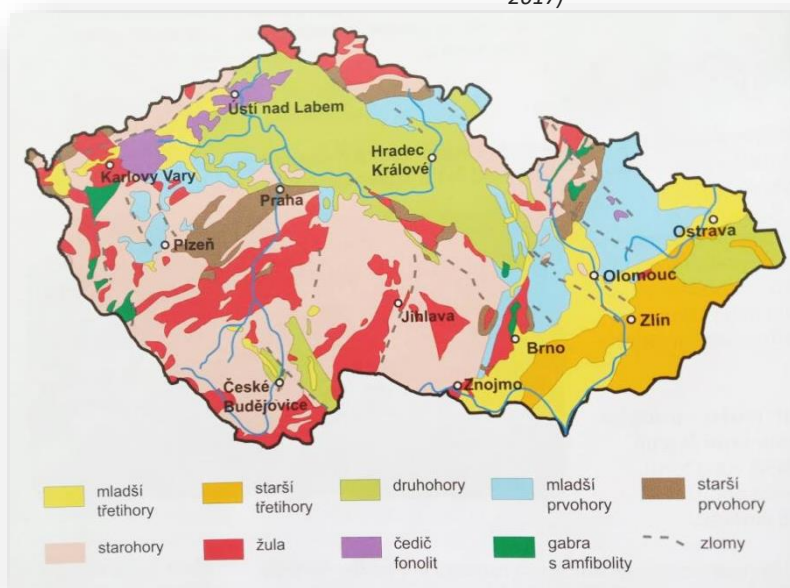
GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČR

Geologická stavba ČR 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 oběma celky je zakryta terciárními usazeninami. Hranici lze přibližně vymezit – Znojmo – Brno – Vyškov – Přerov – Ostrava. Český masiv byl vyvrásněn variským vrásněním na rozhraní staršího a mladšího paleozoika. 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 (viz Obr. 133). Západní Karpaty prodělávaly až do terciálu samostatný vývoj a byly vzdáleny od Českého masivu. V terciálu byly na Český masiv nasunuty. Západní Karpaty jsou součástí alpsko-karpatského horstva, které se vyvrásnilo alpiským vrásněním v mesozoiku a terciálu. Pro zajímavost lze na (viz Obr. 134) vidět rozmístění hornin na našem území tříděných podle doby vzniku.



Obrázek 133 – Geologická stavba Českého masivu – 1 – moldanubická oblast, 2 – středočeská, 3 – sasko-durynská, 4 – lužická, 5 – moravsko-slezská (Švecová a Matějka, 2017)



Obrázek 134 – Rozmístění hornin na našem území podle geologických období vzniku (Švecová a Matějka, 2017)

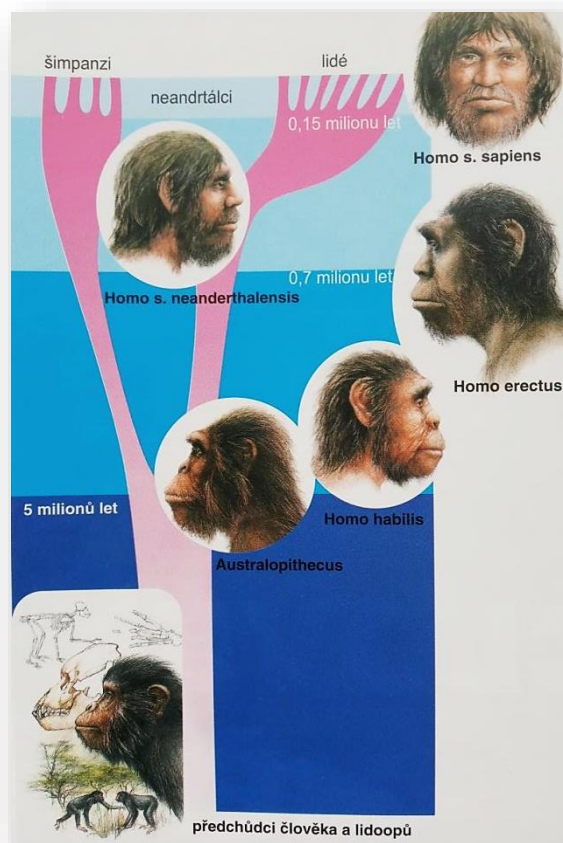
VÝVOJ ČLOVĚKA

Na přelomu mesozoika a terciéru došlo kvůli dopadu velkého meteoritu k vymření všech suchozemských zvířat, zejména dinosaurů. Během 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, či kopytníci. Jedna jejich větev byla později nazvána primáti (= „první, nejpřednější“ mezi ostatními savci). Do primátů řadíme zejména opice, člověka a jejich předchůdce.

Primáti vznikli v teplých oblastech (v tropických, či 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. Primáti 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 posuňky 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 (viz Obr. 135), který žil cca před 2 – 3 miliony let především v Africe. Po něm následoval Homo habilis („zručný člověk“), jež měl už větší mozek a byl schopen vytvářet nástroje. Člověka zručného nahradil Homo erectus, tj. člověk vzpřímený, který je přímým předchůdcem člověka. Nálezy člověka vzpřímeného pochází kromě Afriky i z Jáv a Číny (stáří okolo 1 milionu let). A nakonec tu máme „člověka moudrého, moudrého“ = Homo sapiens sapiens, jehož vznik sahá do doby před 150 tisíci lety. Tento člověk moderního typu byl velmi úspěšný v lovu a s tím souvisela výroba rozmanitých nástrojů

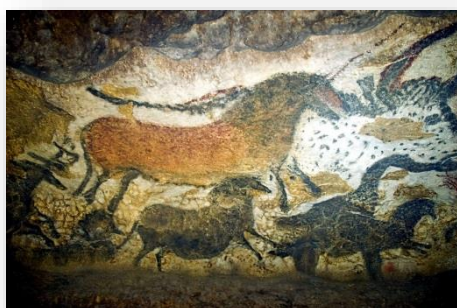
nejen z pazourku, ale i z kostí, parohů, klů a ze dřeva. Vyráběli pěstní klíny, oštěpy, šípy či kostěné jehly (viz Obr. 136). Dokázal ovládat oheň a příbytky stavěl z kostí a kůží ulovených zvířat nebo větví. Lovecké rituály pravděpodobně doprovázely různé hliněné figurky zvířat nebo skalní převisy. K vrcholům umění patří nástěnné malby a rytiny – k nejznámějším patří vyzdobená jeskyně Lascaux [laskó] ve Francii (viz Obr. 137). Svět náboženství nám podhalují různé sošky lidských postav. V dokonalém stavu se dochovala známá Věstonická venuše, která je z pálené hlíny. Dolní Věstonice jsou také místem nálezů nejstarší keramiky světa (viz Obr. 138).



Obrázek 135 – Strom vývoje života – před 5 miliony lety se z jednoho kmene vydělily dvě větve – jedna směřující k šimpanzům (našim nejbližším příbuzným, se kterými máme téměř shodnou genetickou informaci) a k lidem. Asi před 700 tisíci lety se lidská větev dále rozdělila na slepý výhonek směřující k neandrtálcům, kteří vymřeli. Další linie směřovala k modernímu člověku, který se postupem času rozrůznil do mnoha úzce příbuzných ras (Čilek a kol., 2000).



Obrázek 136 – Pravěké nástroje (Luhr, 2003)



Obrázek 137 – Malby v jeskyni Lascaux [laskó] ve Francii (Luhr, 2003)



Obrázek 138 – Věstonická venuše (Luhr, 2003)

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) žilo jen

pár set lovců a sběračů, jejichž vliv na krajinu byl zanedbatelný. Ve střední době kamenné (mezolitu, stáří 10 – 6 tisíc let) 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. Teprve až mladá doba kamenná (neolit, stáří 8 – 6 tisíc let) 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 stažena do řek, které se tím stávaly širší a mělké. V pozdní době kamenné (eneolitu, stáří 6 – 4 tisíce let) člověk ovládl divoké předky koně a krávy – využíval je k orbě. Tím došlo ke zvětšení množství potravin a tím i lidí. Podél řeky např. Nilu vznikla první města. Došlo také k budování rozsáhlých zavlažovacích kanálů. Následná doba bronzová a železná (stáří 4 – 2 tisíce let) nám přinesla velký rozvoj pastevectví, který způsobil rozsáhlé odlesnění. V Antice si naopak nevěděli rady s půdou, která byla silnými zimními dešti odnášena do moře. Mnoho tehdejších přístavů bylo dokonce zaneseno půdou a leží několik km od pobřeží. Středověk (konec 13. stol.) nám přinesl obohacování krajiny – vytvořena mozaika polí, pastvin a lesů. Rozsáhlá těžba kovů je typická pro raný novověk (počátek 16. století). Sklárný a železárný spalující obrovské množství dřeva. Krajina se mění do současné podoby, ale města jsou dosud velmi malá. V současnosti, moderní době, dochází k stavbě měst sahajícím daleko za hradby a vznikají rozsáhlé továrny. Tím dochází v okolí měst k „velkému ničení krajiny“. Zvětšuje se také množství odpadů, zhoršuje se kvalita vody či ovzduší. Rojí se obavy, že tohle všechno povede ke zničení planetárního života a následně snížení počtu lidí.

V již zmíněné době kamenné žilo nanejvýš několik desítek 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. Jejich města stojí na písčitéch horninách, kdy často čerpají vodu z hlubokých vrtů pod městem. Tím se zmenšuje objem podložních hornin a města klesají většinou 30 cm/rok, v případě Číny až 6 m/rok. Odhaduje se, že v roce 2050 bude žít až 10 miliard lidí, což s sebou přinese závažné problémy – nedostatek vody, surovin, znečištění ovzduší a jiné globální problémy.

Voda je základem pro život, nejenom člověk, ale každý živý organismus obsahuje a potřebuje vodu. Člověk bez vody zahyne během několika dní. Voda dokáže být blahodárná, ale i nebezpečná. Prvním jmenovaným nebezpečím jsou klimatické změny, kdy podnebí v průběhu staletí neustále kolísá. Nastávají období povodní a následně zase období sucha. Další hrozbou je uvolňování anorganických a organických látek do vody. Znečištění anorganickými látkami způsobí hlavně umělá hnojiva, průmyslové i městské odpady a i samotné srážky obsahující stopově arsen, kadmium či rtuť. Do organických látek řadíme např. 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 organickým nebezpečím jsou ropné skvrny, které jsou hrozbou pro mořské vody (viz havárie u břehů Brazílie). Mezi zvláštní případ znečištění patří eutrofizace, která vzniká v rybnících, do kterých jsou splavovány dusičnany. Dusičnany pohnojí vodu a rybník se tak pokryje zelenými řasami, které však rychle spotřebují kyslík v rozpuštěné vodě a rybník tak začne páchnout a dařit se tam

bude jen pár mikroorganismů. Obecně se u nás doporučuje koupání na začátku léta než na konci, kdy jsou vody již silně eutrofizovány (viz Obr. 139).



Obrázek 139 – Silně eutrofizovaná voda (Luhr, 2003)

Podobně jako voda i vzduch je pro planetu velmi důležitý. S množstvím zvyšujícího se obyvatelstva roste i znečištění vzduchu. Obáváme se velkých klimatických změn. Člověk kromě plynů zesilujících skleníkový efekt (viz video - Paxi – Skleníkový efekt) a vedoucích k zeslabení ozonové vrstvy, tzv. ozonové díře, uvolňuje do ovzduší i další látky. Mezi nejvíce 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). 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. A poslední ze jmenovaných jsou oxidy dusíku, které vznikají hlavně ve spalovacích motorech a účastní se řady reakcí v atmosféře. Poblíž dálnice a ve městech mohou vyvolávat usychání stromů.

Paxi – Skleníkový efekt –

<https://www.youtube.com/watch?v=jLO-6B4efr8>

Svět budoucnosti se bude ještě více globalizovaný, ale také regionalizovaný. Města, ve kterých už bude žít 80 % obyvatel Země, si budou na celém světě stále více

podobná, ale krajiny nikoliv. Naším cílem je udržet funkční krajinu, ve které se dá uspokojivě žít, ale která je nositelkou veškeré geologické a biologické rozmanitosti. Krajinu,

kteřá dokáže zmenšovat následky přírodních pohrom i činností člověka. Je na nás, abychom se i přes všechno snažili naši krajinu chránit.

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 dříve.

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 teplejšími 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, 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 letokruhách stromů či díky mořským korálům (jejich růst ovlivněn teplotou a salinitou oceánu).

V současnosti se nacházíme v teplejší době, kdy na počátku 21. století se koncentrace oxidu uhličitého pohybovaly okolo hodnot 385 ppm (parts per milion – díly/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 nebyly. Za rychlý nárůst koncentrací všech skleníkových plynů v atmosféře může industrializace (průmyslová výroba, těžba surovin), používání fosilních paliv, změny vlastností povrchu (výstavby, odlesňování, ...), regulace hydrologického systému (stavba přehrad, zavlažovací systémy) či zemědělství.

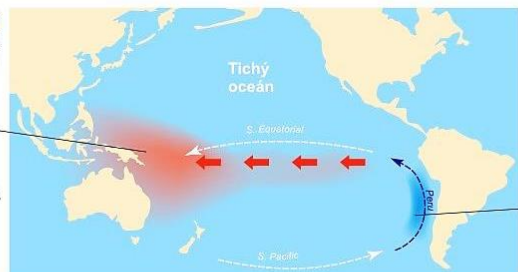
Země se tomu přizpůsobila již zmíněným globálním oteplováním, které s sebou přináší řadu negativních jevů v oblasti životního prostředí či fungování ekosystémů, včetně ovlivnění vodního hospodářství, zemědělství (zásobování potravinami), lesního hospodářství nebo zvyšování hladin moří a oceánů. Toto vše má výrazný dopad 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 také dochází samozřejmě kvůli zvyšující se teplotě na celé Zemi, tedy globálnímu oteplování. Dále se suchem souvisí změny povrchové teploty oceánů, změny atmosférické cirkulace (jev El Niño – viz Obr. 140) či velikost sněhové pokrývky. Změna sněhové pokrývky, ledovců a hladin oceánů souvisí s absorbováním až 80 % tepla dodaného

do klimatického systému, např. se to projevuje postupným ústupem horských ledovců. Sněhová pokrývka 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).

Normální proudění

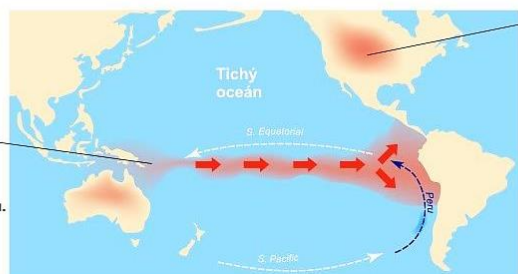
Rovníkové větry tlačí teplou vodu na západ Tichého oceánu.



Studená voda podél jihoamerického pobřeží

El Niño

Rovníkové větry tlačí teplou vodu na západ Tichého oceánu.



Teplejší zima

Obrázek 140 - Změna proudění při jevu El Niño proti normálnímu roku (meteocentrum.cz, dostupné z: <https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/el-nino-a-la-nina>)

Výhledově můžeme očekávat nadále zvyšování teploty nejen v Evropě, ale i v celém světě. U nás v ČR se měření klimatu věnuje stanice Praha – Klementinum, která má u nás 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. Lze však monitorovat a vyhodnocovat změny teploty v posledních cca 30 letech, z čehož vychází výrazný nárůst teploty už v 80. letech 20. století. Srážkové změny jsou v rámci tohoto tepelného ostrova zanedbatelné. Jinak celkově celá ČR v posledních letech zaznamenává 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 v Českém hydrometeorologickém ústavu. 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 čeho jsou schopny modely globální (GCM – 200 – 300 km).

Jaké jsou dopady změny klimatu v ČR? 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 aktivaci řady patogenních škůdců (př. současný problém – kůrovec – lýkožrout smrkový). Přestože se dřevinná skladba našich lesů pomalu pozměňuje (více listnatých stromů) na úkor smrku, i přesto je ho 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 souvisí např. se špatným životním stylem, takže je nelze připisovat pouze vlivu klimatu.

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. 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.

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? Jejím úkolem je studium, popis a pochopení vztahů organismů k prostředí, ve kterém tyto organismy žijí – nejen vztahy k neživé složce tohoto prostředí, ale i k ostatním organismům, které ho obývají. Další náplní ekologů je hledání souvislostí v přírodě a vysvětlení, jak živá a neživá příroda funguje – např. proč někteří ptáci odlétají do teplých krajín a jiní ne, proč na pouštích nerostou stromy apod.

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. Spadá sem i ochrana přírody a studium dopadů růstu lidstva na ovzduší, vodu, půdu atd.

Ekologie je tedy vědní obor, který studuje, jak funguje příroda, a to od jednotlivých organismů až po ekosystémy a celou planetu Zemi. Naproti tomu environmentalistika se věnuje především studiu negativních vlivů člověka na jeho okolí a praktickým opatřením, která tyto dopady lidské činnosti omezují. Při návrzích environmentalisté vychází i z poznatků ekologů.

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 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

(viz Obr. 141) rozumíme převážně chemické a fyzikální vlastnosti ovzduší, půdy a vodního prostředí. Biotické (viz Obr. 142, 143) 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,...). Jednotliví jedinci (= „ohraničená živá bytost“ – rostlina, živočich...) stejného druhu se sdružují v populacích. Populace je tedy soubor jedinců téhož druhu, kteří se nacházejí v daném čase společně na určitém

místě. Jednotlivé populace různých druhů vytvářejí společenstva (biocenózy), které obývají určité místo ve stejném čase (viz Obr. 142). Jejich stanoviště se nazývá biotop. Jsou tedy v kontaktu s neživou přírodou, poté mluvíme o ekosystémech. Ekosystém je tedy tvořen jak živou složkou (společenstvy

organismů), tak i složkou neživou, která organismy obklopuje (půda, vzduch, slunce,...). Různé typy ekosystémů vytvářejí krajinu (viz Obr. 144) a tak by šlo pokračovat až na úroveň globálního ekosystému – biosféry.

SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ



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

TEPLO



- zdroj: zejména infračervené záření ze slunce a některé metabolické procesy v organismech
- organismy se adaptují na teplotní výkyvy prostředí (př. zimní spánek, diapauza,...)

VODA



- 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 tělech organismů
- tvoří životní prostředí mnoha organismů (př. ryby)
- na Zemi nepřetržitě probíhá tzv. koloběh vody
- oceánské (mořské) proudy rozvádějí teplo na planetě

PŮDA



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

VZDUCH



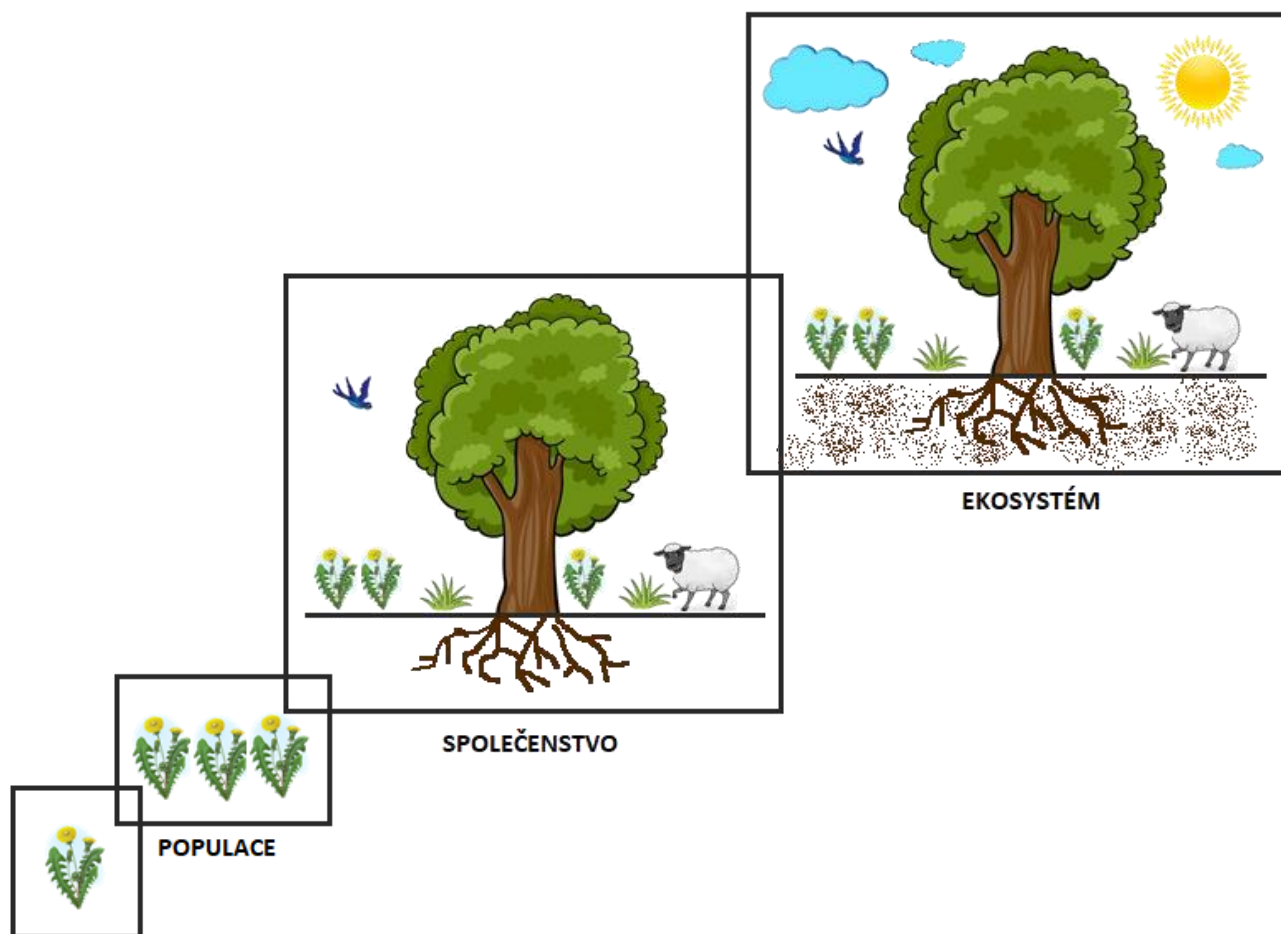
- atmosféra ohřívá Zemi a chrání ji před UV zářením (ozonová vrstva)
- zdrojem kyslíku (dýchání) a oxidu uhličitého (fotosyntéza) – látky nezbytné k životu
- prostředí pro suchozemské živočichy – ovlivňuje je svými fyzikálními vlastnostmi (proudění, hustota, ...) i chemickým složením (obsah O_2 , CO_2)

MINERÁLNÍ LÁTKY



- pronikají ze zemské kůry do vody a půdy, z nich je pak získávají organismy
- důležité: biogenní (C, O_2 , H_2 , Ca...) a stopové prvky (Fe, Mn...)
- některé minerální látky mohou být pro organismy i nebezpečné (např. těžké kovy)

Obrázek 141 – Abiotické faktory = souhrnně neživá příroda. O všech už jsi slyšel v přírodopise dříve, zde si můžeš zopakovat ty nejdůležitější (upraveno, Faméra a kol., 2017).



JEDINEC

Obrázek 142 – Biotické faktory – Jedinec (= „ohraničená živá bytost“ – rostlina, živočich...). Populace je soubor jedinců téhož druhu, kteří se nacházejí v daném čase společně na určitém místě. 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,...).

MUTUALISMUS



Oboustranně výhodné soužití jedinců, kteří pospolu rostou, přežívají či se rozmnožují lépe, než kdyby žili odděleně.

př. opylovači pomáhají rostlinám efektivně šířit pylová zrna a na oplátku od rostlin získávají odměnu v podobě nektaru

PREDACE A PARAZITISMUS



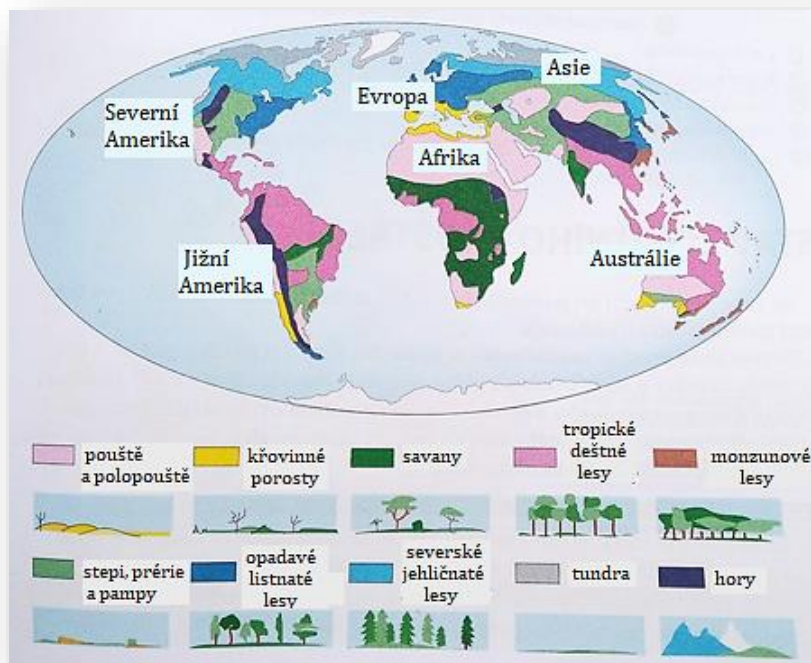
Z ekologického hlediska jsou si podobné, v obou případech je to vždy pro jednoho výhodnější. Predátor ale svou kořist většinou zabije, na rozdíl od parazita, který svého hostitele většinou nezabije, jen ho využívá ke svému prospěchu (zabít nechce, není to jeho cílem, neboť by sám zahynul). př. predátorem může být liška, která uloví zajíce; parazitem může být např. sající pijavice

KONKURENCE



Soužití druhů, které si ve využívání zdrojů konkurují (omezují se). Je to vztah oboustranně negativní. př. různé druhy zelených rostlin rostou vedle sebe a soutěží o zdroje (sluneční záření, minerální látky, vodu)

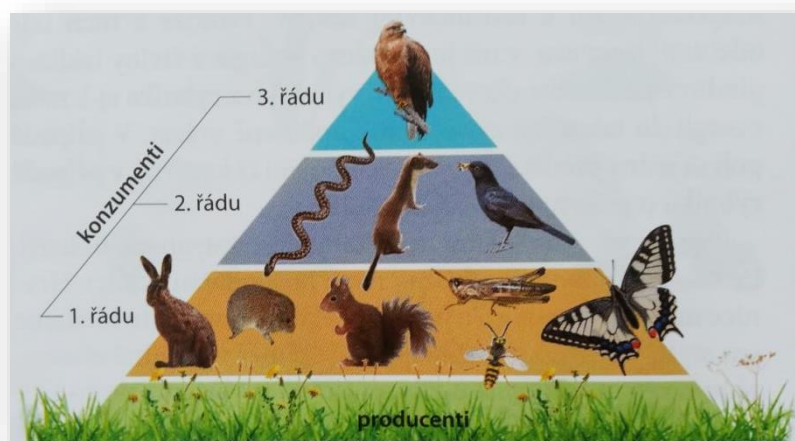
Obrázek 143 - Negativní i pozitivní vztahy, které vznikají při dlouhodobém soužití ve společenstvu (upraveno, Faměra a kol., 2017)



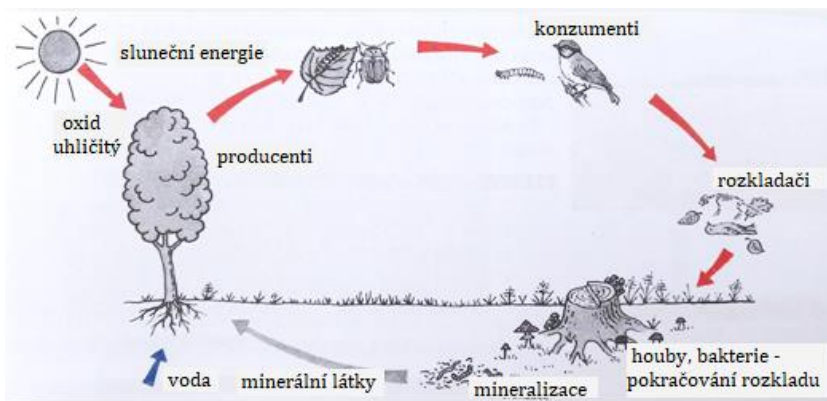
Obrázek 144 – Rozložení biomů na světě (Faměra a kol., 2017)

Různé skupiny organismů plní v ekosystému různé funkce (viz Obr. 145). Producenti (např. zelené rostliny) přijímají energii ze slunečního záření a pomocí ní si z jednoduchých anorganických látek (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 tak je to pořád dokola, neustálý koloběh látek (viz Obr. 146).



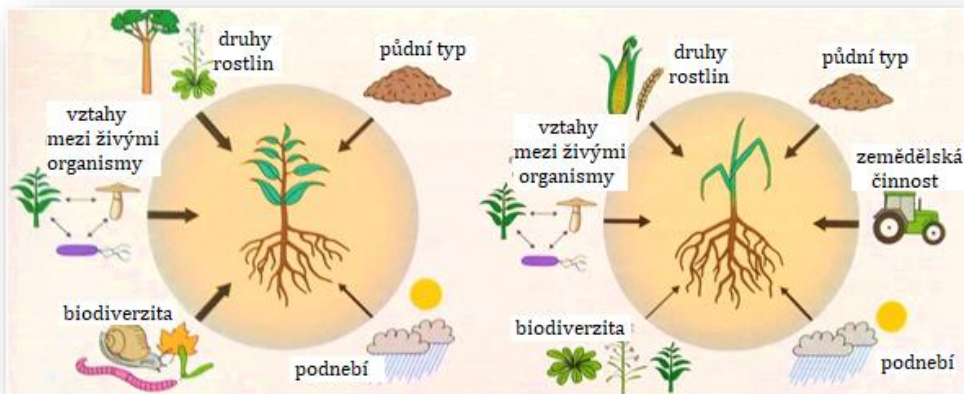
Obrázek 145 – Potravní pyramida – zobrazuje potravní vztahy v přírodních společenstvech. Základem řetězce jsou rostliny, které konzumují býložravci, a ti pak slouží jako potrava všežravců nebo masožravců (Faměra a kol., 2017).



Obrázek 146 – Schéma koloběhu látek (Faméra a kol., 2017).

Ekosystémy lze rozdělit podle vlivu člověka na dvě skupiny – ekosystémy přirozené (přírodní) a umělé (viz Obr. 147). Přirozené ekosystémy jsou takové, do kterých člověk nezasahuje (u nás např. pralesovité porosty, horské 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 sklízí či výlovem berou z přírody energii a živiny, musí je následně pracně vracet zpět (především umělým hnojením či kypřením).

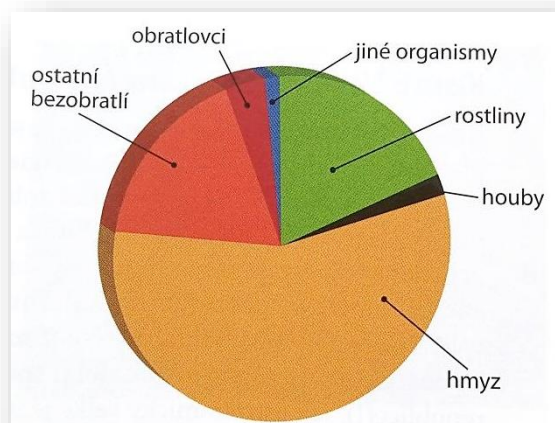


Obrázek 147 – Srovnání přirozeného (vlevo) a umělého (vpravo) ekosystému (Faméra a kol., 2017)

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. Nejpočetnějším druhem je hmyz (viz Obr. 148). Biodiverzita je však proměnlivá a závisí na životních podmínkách. 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 užívá hodně organismů), stáří tropických ekosystémů (dostatek času ke vzniku mnoha druhů) a pestrost stanovišť

(umožňuje život mnoha druhům, různé specializace).



Obrázek 148 – Graf rozložení diverzity druhů na Zemi (Faměra a kol., 2017)

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 (1. významnou technologií – 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, velké oteplení – to způsobuje tání ledovců a zvedání vody oceánů), ozonovou díru, ztrátu biodiverzity – kvůli mizení přírodního prostředí (viz Obr. 149), nadměrné využívání zdrojů či biologické invaze. Co je to ozonová díra? Ozon v ozonové vrstvě atmosféry

snadno reaguje s určitými plyny (např. chlorem) a následně se rozpadá. To se projevuje ztenčením ozonové vrstvy, což se označuje jako ozonová díra, ve které dochází k zvýšenému průniku ultrafialového záření z vesmíru (to může způsobit např. rakovinné bujení). Freony, plyny rozkládající ozon, již byly zakázány, zřejmě tedy došlo k zastavení ztenčování ozonové díry. Do původního stavu se ale bude navracet dlouho. A co znamená invaze? Biologická invaze je šíření nepůvodních druhů na určitém území. Invaze není ničím novým, už dříve, v geologické minulosti, docházelo k masivním přirozeným invazím při spojování kontinentů (např. Jižní a Severní Ameriky – dříve spojeny, mohly organismy přecházet) nebo při střídání dob ledových a meziledových (díky poklesu hladiny oceánů a tím usnadnění migrace). 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 lidské populace, či rostliny, které si konkurují ve zdrojích s rostlinami původními).

ZNEČIŠTĚNÍ VZDUCHU

· fosilní paliva, pesticidy, odpady, ropné skvrny

Delfinovec čínský
(znečištění, říční doprava)



NEPŮVODNÍ DRUHY

· např. kočky a krysy na ostrovech, norek americký v Evropě

Alexandr réunionský
(přivezení krys a prasat)



DRANCOVÁNÍ

· masový lov druhů pro jídlo, obchodování, léky
· těžba dřeva a surovin, rybolov

Kladivoun velký
(loven pro ploutve)



GLOBÁLNÍ ZMĚNA KLIMATU

· mizení stanovišť a potravy změnami teploty
· narušení migračních zvyklostí

Korál Rhizopsammia wellingtoni
(oteplení oceánu)



NIČENÍ STANOVIŠŤ

· zemědělství, infrastruktura (průmysl, urbanizace atd.)

Orangutan sumaterský
(plantáže palmy olejně)



Obrázek 149 – Ohrožené druhy (Faměra a kol., 2017)

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 poškozují člověk i půdu.

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 (viz Obr. 150).

Šetři elektrickou energií

- nenechávej zbytečně rozsvíceno
- po nabití mobilu vytahuj nabíječku ze zásuvky
- nenechávej zbytečně otevřenou lednici
- spotřebiče vypínej úplně, nenechávej je v pohotovostním režimu



Chraň vodu

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



Chraň ovzduší



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

Vybírej a šetři

- tříd odpad, elektroniku nevyhazuj do popelnice
- vyhýbej se zboží, jehož výroba poškozuje životní prostředí (plasty)
- zajímej se o to, co kupuješ (některé výrobky obsahují složky poškozující životní prostředí)
- vybírej si co nejméně balené potraviny
- nakupuj jen tolik potravin, kolik spotřebuješ
- nepoužívej jednorázové zboží – utěrky, ubrousky, tašky
- nepotřebné věci (např. oděvy) nabídní charitě

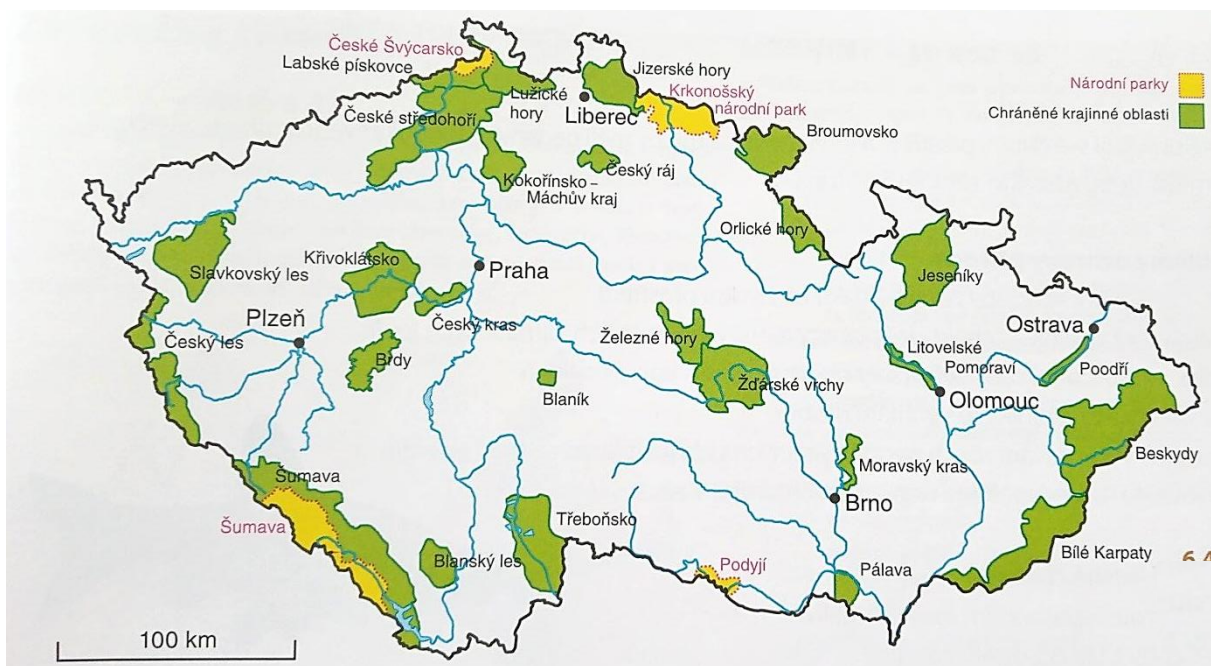


Obrázek 150 - Zásady ochrany životního prostředí (upraveno, Faměra a kol., 2017)

Ve světě se ochraně přírody věnuje organizace UNESCO, která spravuje síť biosférických rezervací, které chrání reprezentativní ukázky kulturních i přírodních krajín. Mezi další světové významné organizace patří Mezinárodní svaz ochrany přírody (IUCN), Světový fond na ochranu přírody (WWF) nebo Greenpeace. 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. V České republice zajišťuje státní ochranu přírody Agentura ochrany přírody a krajiny (AOPK ČR) a úřady (především krajské a obecní). Působí u nás

i řada nevládních organizací a hnutí zabývajících se ochranou přírody, např. Český svaz ochránců přírody, Hnutí Duha, Děti Země apod.

Jednou z možností ochrany přírody je vytváření chráněných území (viz Obr. 151), 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 přisnosti ochrany (viz Obr. 152).



Obrázek 151 – Mapa chráněných území v ČR (Faměra akol., 2017)

VELKOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Národní park

př. Krkonošský národní park



- přísně chráněné území velké rozlohy s nejméně zachovalou přírodou
- ochrana přírody je nadřazena jiným činnostem

VELKOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Chráněná krajinná oblast

př. 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

př. 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

př. Adršpašsko-teplické skály



- nej přísnější stupeň ochrany území malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou celostátního nebo mezinárodního významu (zpravidla s omezením vstupu)

MALOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Národní přírodní památka

př. Barrandovské skály



- přísně chráněný vysoce zachovalý přírodní útvar malé rozlohy celostátního nebo mezinárodního významu

MALOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Přírodní rezervace (PR), přírodní památka (PP)

př. Arba (PR)

př. Čertovy skály (PP)



- přísně chráněné území (přírodní útvar malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou regionálního významu)

PRACOVNÍ LIST – Lovci mamutů:

1. Přečti si ukázkou z knihy Eduarda Štorcha - Lovci mamutů. Podle textu vyplň následující tabulku.

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 obličje nežli ústy.,

„Kopčeme, chytat koroptve!“ pobídl hoch a jeho druh a hned šel tím směrem, kam koroptve zapadly

Kopčem souhlasně zakvikal a následoval svého nejlepšího kamaráda, vždy veselého Veverčáka. Ještě dva chlapi 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 dále 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 připletly 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 zahnali 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 nezkalil. 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 chytajícími 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.

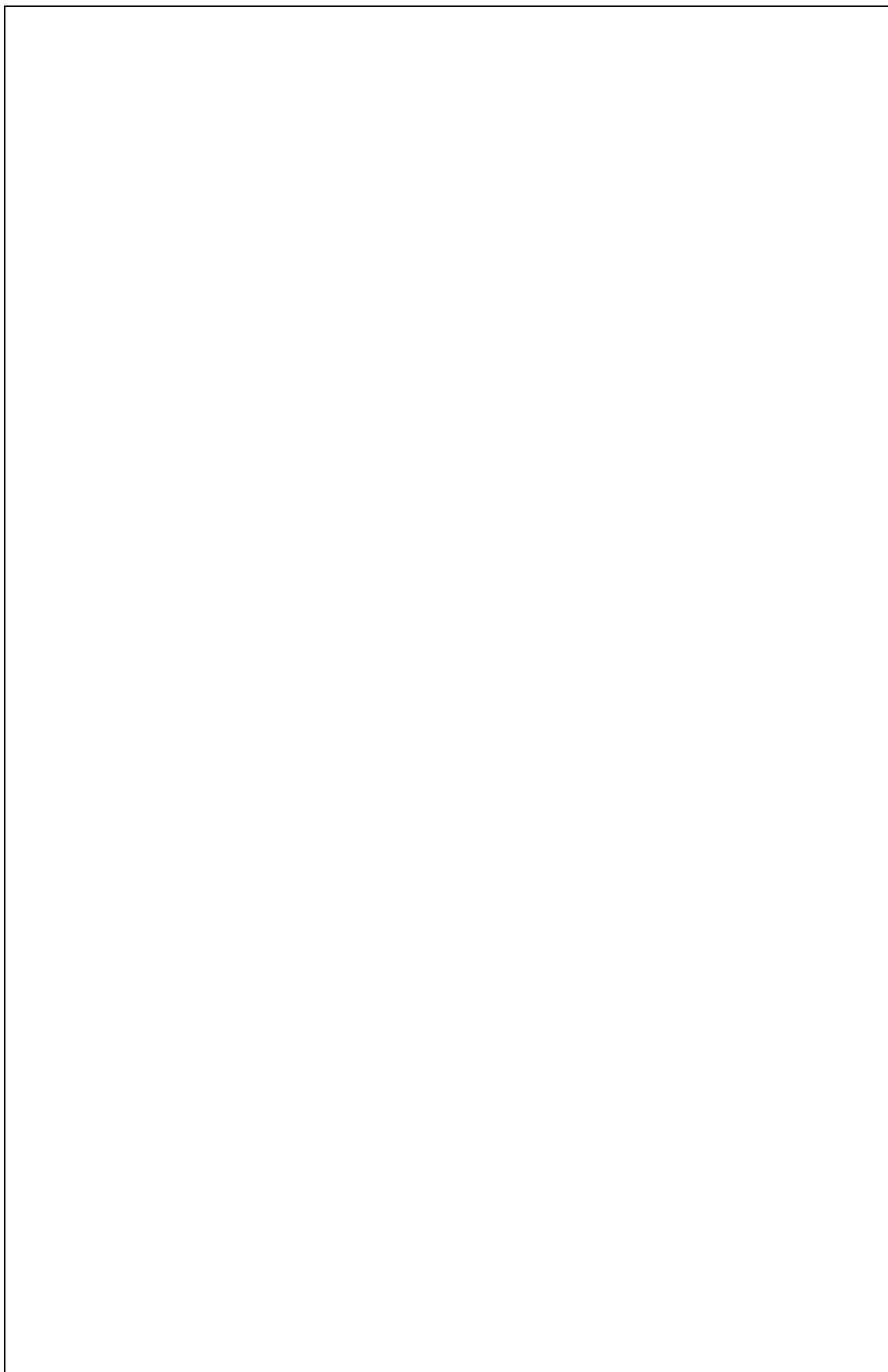
Veverčák chňapl rukou a chytil velikou luční kobytku. Hbitě odtrhl nohy a krovky s křídly a snědl ji. Kopčem si setřel pot z obličeje, neboť jej štípal v očích, a díval se zpět na pahorek, kde zůstaly hrající si děti.

Tam se něco děje.

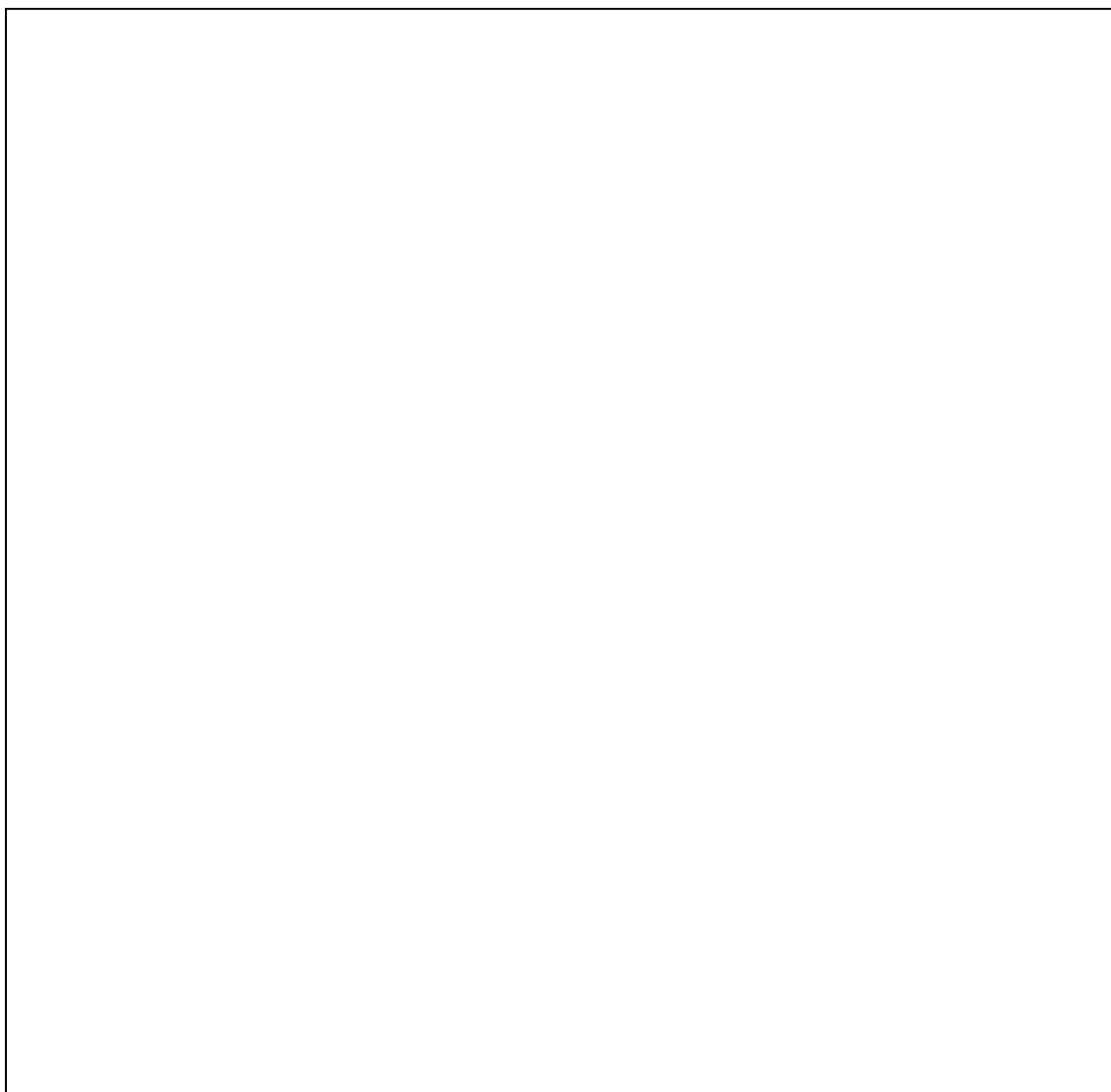
(Štorch, 1977)

Vlastnosti ceněné lovci mamutů	Věta z textu jako důkaz

2. Popiš různé způsoby lovu mamutů, které využívali pravěcí lidé v knize Eduarda Štorcha – Lovci mamutů.



3. Nakresli, jak si představuješ podobu Kopčema, nejstatečnějšího chlapce z tlupy.



4. 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 mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem)

Řešení

Vlastnosti ceněné lovci mamutů	Věta z textu jako důkaz
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 lučňí kobytku.....
odvahu	Kopčem se neleká ani boje s úskočným vlkem

2. Popiš různé způsoby lovu mamutů, které využívali pravěcí lidé v knize Eduarda Štorcha – Lovci mamutů.

Řešení jsou 2, v kapitole: Mamuti, Na mamuta

4. 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 pravěké nálezšti mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem)

Figurka nazvána podle místa nálezu - Věstonická Venuše. Vytvarována byla z hlíny a následně vypálena v ohni.

Klíčové otázky:

- Co ses v knize dozvěděl?
- Jakým způsobem lze ulovit mamuta?
- Kdo to byl Eduard Štorch?

Tip pro učitele: **Od stromu k papíru**

Tématem je recyklace papíru, jako metoda znovuopětovného využití již použitého papíru. Cílem je, aby si žáci uvědomili, jak je důležité třídít papír a zamysleli se nad jeho spotřebou.

Pomůcky pro 1 skupinu: staré papíry („šmíráky“ – tj, již papíry použité – pro naši potřebu jsou vhodné z jedné strany popsané a z druhé 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, knihy aj.), 2 listy balicího papíru (savého)

Nepovinné pomůcky: barevné nitě a provázky, útržky papírků, krepového papíru, vylisované květiny aj. - na ozdobení papíru

Časová dotace: 2 vyučovací hodiny

Postup:

1. Vyučující navodí atmosféru, pustí hudbu se zvuky zvířat a lesa, rozdá žákům tzv. „šmíráky“ a řekne jim, ať každý načrtne strom. Poté se všechny stromy shromáždí na jedné lavici a představují nám les.

2. Vyučující se následně zeptá, co je podle žáků nutné udělat se stromy, aby z nich vznikl papír? Abychom mohli ze stromů vyrobit papír, je nutné stromy pokácet. Každý žák si vezme svůj papír se stromem a přetrhne ho v polovině, tím ho pokácel. Učitel se zeptá, co se se stromy děje dál? Ze stromů se musí odstranit větve. Žáci opět ze svých výkresů odtrhnou větve. Další fází je pila, takže své stromy natrhají ještě na menší kousky. A poslední jeho cesta je do papírny, přesuneme všechny papírky do plastové nádoby na papírovou hmotu. Následně kousky roztrhají ještě na menší, aby tak naznačili zpracování papíru v papírnách.

3. Učitel žákům promítne video výroby papíru.
(např. <https://www.youtube.com/watch?v=PloDH2lu5rw>)

4. Následně se vrhnou jednotlivé skupinky na výrobu papíru. Do nádoby s již natrhanými výkresy se přidá ještě natrhaný 1 výtisk novin. Následně se to zalije teplou vodou (na 1 stránku novin 1 l vody). Poté necháme papír ve vodě měknout 15 min. Po uplynutí doby papír rozmělníme mixérem, či nastrouháme na struhadle (při užití struhadla musíme vymačkat přebytečnou vodu). V této chvíli lze papír i obarvit např. potravinářským sypkým barvivem.

5. Připravíme si podkladovou desku, na ni rozprostřeme savou látku a na látku položíme list balicího papíru. Na tento podklad rozprostřeme a vymačkáme papírovou hmotu do požadovaného tvaru, abychom po vyschnutí už nemuseli papír stříhat.

6. V této chvíli lze ještě papír ozdobit (provázky, nitěmi, kousky barevného papíru, lisovanými květy). Poté hmotu přikryjeme savým papírem, látkou a destičkou – a zatížíme závažím.

7. Takto lisujeme několik hodin (cca 5 -7 hodin). Po uplynutí doby sejmeme závaží a dosušíme volně na vzduchu.

8. V následující vyučovací hodině (popř. do týdne) budou papíry již zcela suché. Nakonec je dobré se žáky vše shrnout a prodiskutovat.

Klíčové otázky:

- Jakým způsobem lze snížit spotřebu stromů na výrobu papíru?

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, které je dobré, aby si žáci odnesli (viz ZAPAMATUJ – přehledové tabulky). Lze doplnit exkurzemi, výlety, jež

jsou především na konci školního roku vítány - viz Zajímavé geologické lokality na adrese –

<http://www.geology.cz/svet-geologie/vylety>.

Vhodnou aktivitou by byla i práce s knihami vytvořenými díky České geologické službě, které jsou psány velmi zábavnou formou (viz S geologem po České republice) či obsahují návrhy na rozmanité geologické pokusy (viz Geologie pro zvědavé 1, 2) – na adrese -

<http://www.geology.cz/svet-geologie/ucitele>.

Tip ro učitele: Shrnutí geologických období

Třídu rozdělíme do 6 skupin, každá skupina si vylosuje jedno geologické období a téma zpracuje během dvou vyučovacích hodin (popř. v mimoškolní době). Způsob ztvárnění období si každá skupina zvolí podle svých schopností a zájmů. Někdo třeba předvede scénku, báseň, píseň, nebo vytvoří krátké video, kresbu, křížovku, něco vymodeluje. Z přiděleného období si mohou vybrat libovolnou věc – událost, zvíře, rostlinu nebo soustavné předvedení období. Je to čistě na nich. Následně každá skupina předvede svůj výtvar nebo co nacvičila (skupiny seřadíme posloupně, jak šla jednotlivá geologická období za sebou). Po prezentaci každé skupiny proběhne zpětná vazba, co se jim povedlo, co naopak by bylo vhodné ještě doplnit a krátké závěrečné shrnutí geologického období.

Klíčové otázky:

- Jak dlouho trvala jednotlivá geologická období?
- Jaké události uvedené období provázely?
- Jaké rostliny jsou pro toto období typické?
- Jak by si charakterizoval období z hlediska živočichů?

ZAPAMATUJ – přehledové tabulky

- **geologie** = věda o planetě Zemi
 - **geologové** = lidé zabývající se geologií
 - zkoumají složení a stavbu Země
 - **stáří Země**: 4 600 milionu let
 - **fosilie** = zachovalé pozůstatky či otisky, které organismy žijící v minulosti zanechaly
 - **paleontolog** = člověk, který zkoumá fosilie
-
- **VESMÍR** = vše, co existuje - veškerá látka, energie a kosmický prostor
 - vznik před 13,7 miliardami let velkým třeskem
 - ve vesmíru několik miliard galaxií – naše galaxie = **Mléčná dráha**
 - **Sluneční soustava** – centrem Slunce a okolo něj planety (Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun)
 - stáří Sluneční soustavy a tedy i Země – 4 600 milionu let
 - Země a Měsíc – drženy u sebe díky přitažlivé a odstředivé síle
 - Měsíc působí fyzikálními silami na Zemi – příliv a odliv
 - Země se otáčí kolem své osy – střídání dne a noci, trvá to 24 hod.
 - Země i obíhá kolem Slunce – střídání čtyř ročních období – trvá to 1 kalendářní rok – cca 365 dní
 - voda jako nejdůležitější podmínka vzniku života na Zemi
 - **Charles Darwin**

CHARLES DARWIN

19. stol.

- anglický přírodovědec
- zpracoval **moderní teorii evoluce**
kniha: **O vzniku druhů přírodním výběrem**


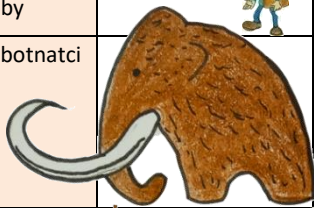
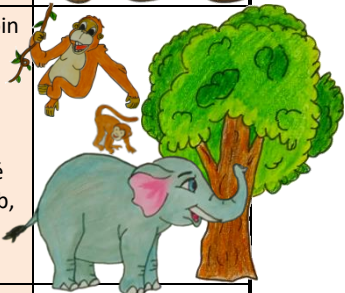


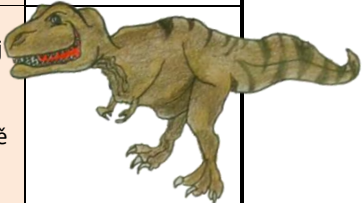



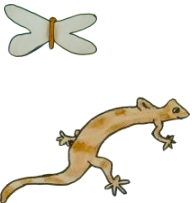
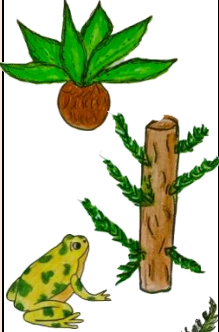
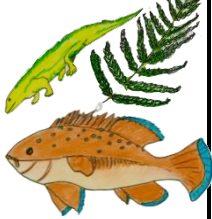


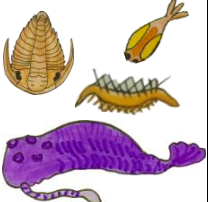


„Během cesty na lodi kolem světa si všiml příbuznosti a rozdílů mezi organismy. Právě tam pochopil, že mezi druhy existuje soupeřivost v získávání podmínek pro život. V této konkurenci vyhráli ti jedinci, kteří se

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 Ch. Darwina dochází i ke vzniku nových druhů. U příbuzných druhů žijících v různém prostředí vznikají v průběhu vývoje, který trvá miliony let, viditelné rozdíly např. ve stavbě těla.“

- počátek života: před 4 miliardami let v praoceánu na počátku archaika
 - živým soustavám předcházela chemický vývoj (látky jednodušší → látky složitější → bílkoviny → koacerváty → předchůdci buněk)

◦ **ÉRY:**

ÉRA	ÚTVAR	před mil. lety	významné geologické události	ROSTLINY a ŽIVOČIČOVÉ	obrázky
kvartér (kenozoikum, čtvrtohory)	holocén	0,01	◦ oteplení po posledním zalednění	dokončen vývoj člověka do současné podoby	
	pleistocén	1,8	◦ střídání dob ledových a meziledových ◦ vznik dnešního reliéfu	srstnatí chobotnatci (mamut), nosorožci, rozvoj hominidů	
terciér (kenozoikum, třetihory)	neogén	24	◦ pozvolné ochlazení ◦ vznik hnědouhelných pánví ◦ 1. doba ledová	vznik mnoha skupin primátů, včetně lidoopů; rozvoj chobotnatců a koňovitých; opadavé listnaté stromy (bříza, dub, buk, javor aj.)	
	paleogén	65	◦ alpské vrásnění ◦ mapa světa se začíná podobat dnešní	větší rozšíření savců, ptáků, opylujícího hmyzu, dominance krytosemenných rostlin	
mesozoikum (druhohory)	křída	140	◦ teplé a vlhké klima ◦ uprostřed křídy největší záplava v dějinách ◦ alpské vrásnění (pokračuje dodnes) ◦ dopad velkého meteoritu	objevují se kvetoucí rostliny (krytosemenné), rozvoj ptáků, na konci vymření dinosaurů a jiných druhů	
	jura	200	◦ počátek postupného rozpadu Pangey na dnešní kontinenty ◦ zaplavení souše mořem	1. praptáci, rozvoj dinosaurů, rozvoj krytosemenných rostlin (a souběžně hmyzu)	
	trias	250	◦ celkové velké oteplení ◦ vznik mohutných vrstev vápenců a dolomitů	krajině dominují stromy se šiškami (nahosemenné), 1. krytosemenné rostliny, rozšíření dinosaurů, první savci	

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

◦ STAVBA ZEMĚ

◦ zemské jádro

- 1/3 hmoty Země
- obsahuje železo (Fe) a nikl (Ni)
- vnitřní (pevná) a vnější část (tekutá)
- důsledkem pohybu vnějšího zemského jádra vůči vnitřnímu je magnetické pole Země
- teplota zde přesahuje 5 000 °C

◦ zemský plášť

- 2/3 hmoty Země
- křemičitanové složení
- spodní (není přístupná zkoumání) a svrchní část (vzorky hornin přístupné díky sopečné činnosti)

- nejsvrchnější část pláště + zemská kůra = **LITOSFÉRA** (pevná, křehká a lehká vrstva rozlámanou na velké pláty - litosférické desky)

- astenosféra – pod litosférou
= vrstva natavených (a tedy plastických) hornin, na níž litosférické desky díky své nižší hustotě „plavou“

◦ zemská kůra

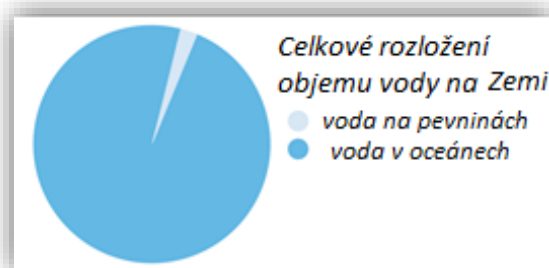
- oceánská – tloušťka 10 km pod oceány
- tvořena čedičem
- pevninská – tloušťka 40 km pod kontinenty (pod horami až 60-80 km)
- dole čediče, poté žulová vrstva, nahoře vrstva usazených hornin
- obohacená o prvky - o křemík (Si), hliník (Al), draslík (K), sodík (Na), vápník (Ca)
- na jejím povrchu žijeme, pěstujeme plodiny a čerpáme z ní všechny nerostné suroviny

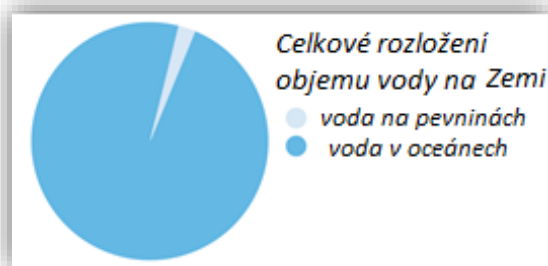
◦ ATMOSFÉRA

- = vzdušný obal Země, tvoří ji vzduch
- vzduch obsahuje plyny (kyslíku 21 %, dusíku 78 %, a 1 % ostatních plynů: oxid uhličitý, dále i vodní páru a další součásti)

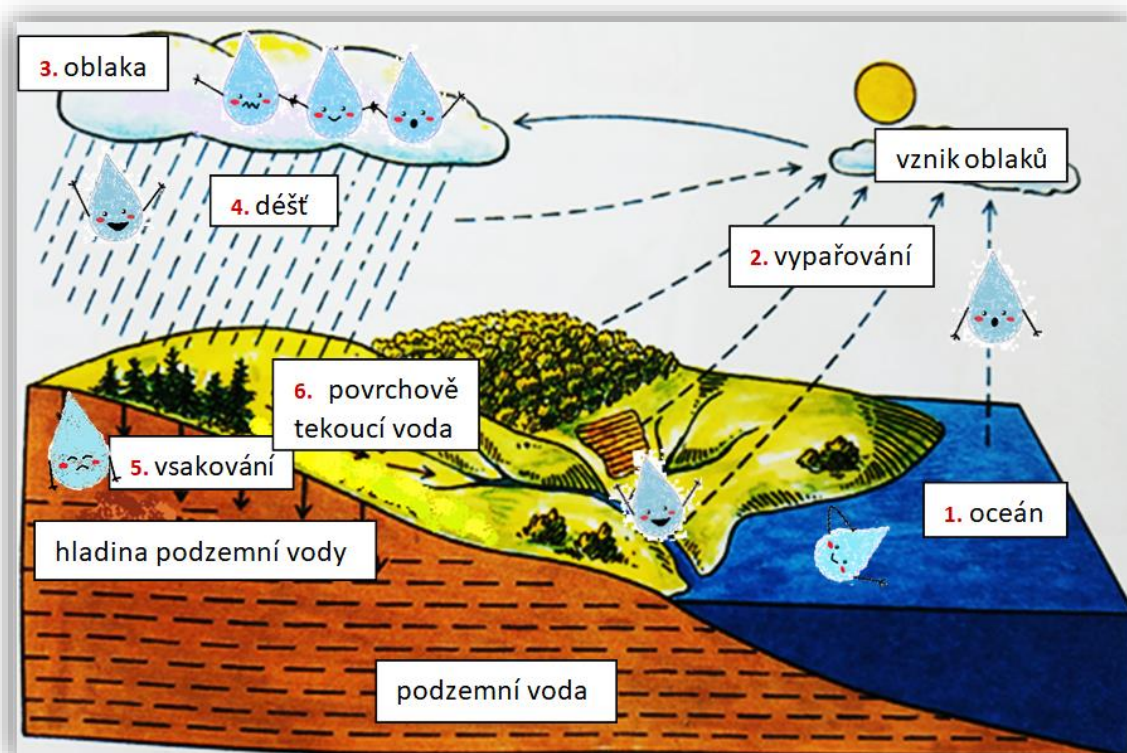
◦ HYDROSFÉRA

- = vodní obal Země, tvoří ji voda
- vodstvo: oceány, moře, řeky, potoky, jezera
- skupenství vody: kapalné (řeky, jezera, podzemní voda), pevné (ledovce), plynné (vodní pára)
- nejvíce vody vázáno v oceánech a ledovcích, sladká voda tvoří jen nepatrnou část



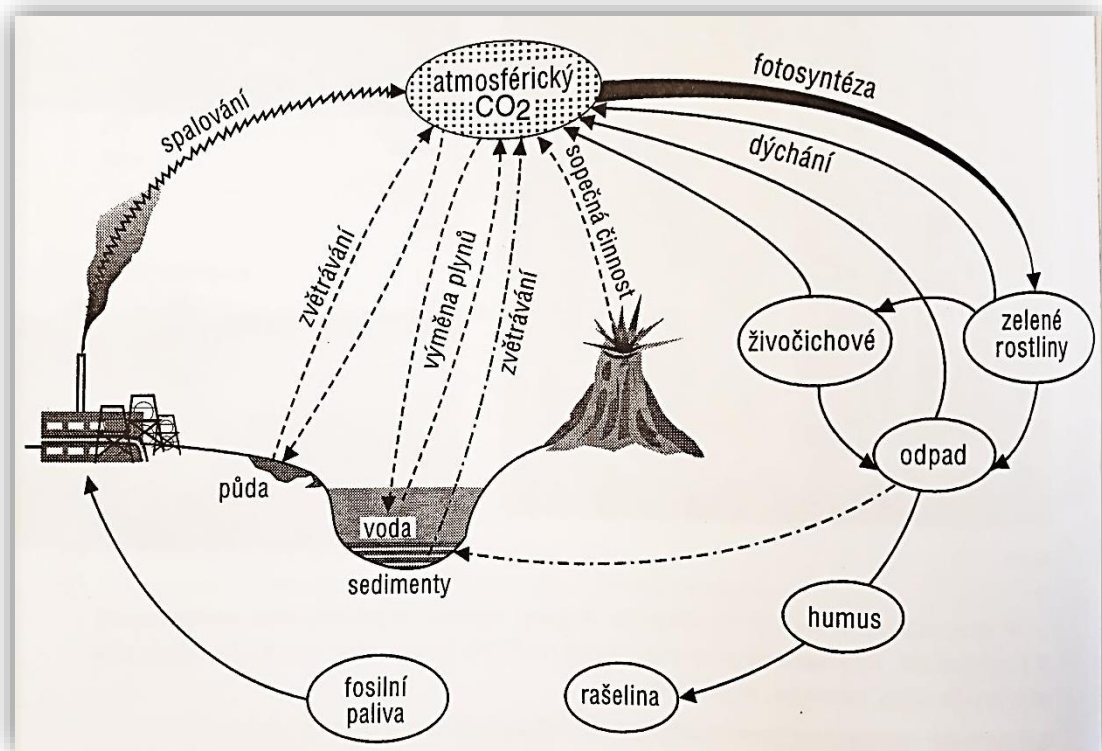


- důležitá pro existenci života
- základní surovina veškeré zemědělské a průmyslové výroby + spotřeba vody v domácnosti
- **koloběh vody:**



Příběh kapky vody – Ahoj, já jsem kapka vody. 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, snášíme se dolů k zemi zase jako kapky (4). Dopadáme na zem, každý někam jinam. Já mám štěstí na měkký dopad a sježu po obrovském listu. Spoustu mých sourozenců se mnou loučí a vsakují se do země (5). Nezávidím jim tu tmu. 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 potoku, do řeky (6). Hurá, to jízda. A už jsem zase v moři, šplouchám se tu, převaluji. To je pohodička. Postupně se objevují i sourozenci.

- důležitý v přírodě je i **cyklus uhlíku**:



Cyklus uhlíku v přírodě – Pletiva rostlin a tkáně živočichů obsahují minerální látky, které se po jejich smrti vrací do prostředí (část se jich už uvolňuje i během života, např. při buněčném dýchání). Živočichové sežerou rostliny, po uhynutí jsou rozloženi a látky jdou do půdy. Uhlík se uvolňuje i při zvětvávání půdy a hornin. Vliv na oběh uhlíku má i spalování fosilních paliv.

◦ **ARCHAIKUM**

◦ **PROTEROZOIKUM**

◦ **PALEOZOIKUM** (viz tab.)

- trvaly cca 300 milionů let
- starší (kambrium, ordovik, silur a devon) a mladší paleozoikum (karbon a perm)
- v mladším paleozoiku vznik uhlí

	TYP UHLÍ	POUŽITÍ
<i>roste stáří</i> <i>roste prouhelnění</i> <i>roste výhřevnost</i>	antracit	energetika
	černé uhlí	energetika, chemická surovina
	hnědé uhlí	energetika, chemická surovina
	lignit (rašelina)	energetika zemědělství, zahradnictví, lázeňství, filtrace, palivo

- fosilní palivo
- vznik: přeměnou odumřelé rostlinné i živočišné hmoty za nepřístupu vzduch + působení i tlaku nadloží

- k oblastem významným pro studium paleozoických hornin patří část Českého masivu zvaná Barrandien (leží zhruba mezi Prahou a Plzní)
- pojmenována podle paleontologa Joachim Barrande (viz medailonek)



JOACHIM BARRANDE [žoašém barand]
18. - 19. stol.

- francouzský inženýr a paleontolog
- celosvětově známý vědec díky svému **průzkumu geologických útvarů a zkamenělin** z období paleozoikave středních Čechách



Pojmenována podle něj geologicky významná oblast Barrandien (směrem Praha-Plzeň)

a čtvrť v Praze (Barrandov).

- v paleozoiku došlo k velkému rozvoji živočichů i rostlin
- vytvořil se v tomto období i **půdní pokryv (půda)**
 - = složitá směs anorganické a organické hmoty, v níž se protínají živá a neživá složka přírody
 - půda obsahuje minerály, horniny, organickou hmotu, vodu, a vzduch
 - vznik díky zvětrávání různě odolných minerálů a hornin, které tvoří litosféru
 - tvorba půdy dlouhodobý proces (1 cm půdy se tvoří přibližně 50-200 let)
 - půda je výsledkem působení půdotvorných činitelů – matečné hornině, utvářením terénu, živočichy v půdě, podnebím a časem
 - typy půd:

a) podle obsahu jílových minerálů = podle zrnitosti – důležitá vlastnost pro zemědělství

- půdy písčité
- hlinité
- jílovité

b) podle barvy a složení

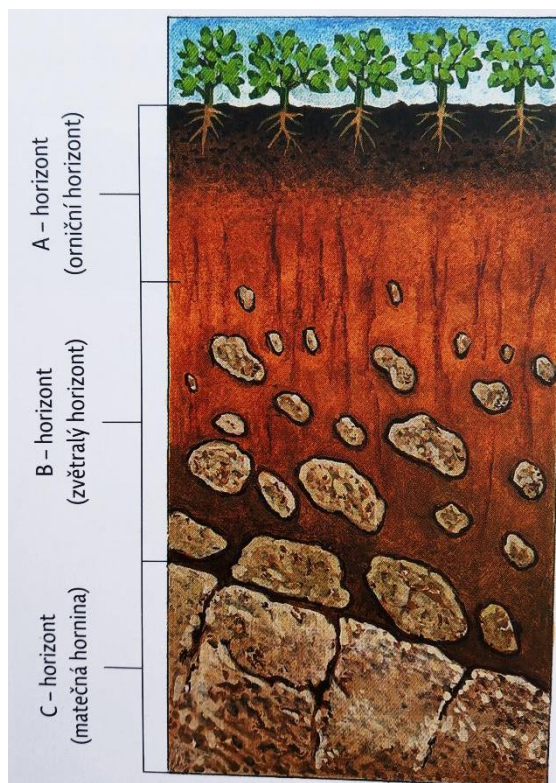
* **Černozemě** = velmi úrodná půda vyskytující se hlavně v nížinách. Černou barvu způsobuje humus, který je směsí organických látek vzniklých rozkladem odumřelých těl organismů. Časté jsou pro stepi (ruské stepi, severoamerické prerie a jihoamerické pampy). Jsou velmi vyvrálé a dobře propustné.

* **Hnědé půdy** = patří mezi nejrozšířenější typ na našem území. Jedná se o středně těžké půdy, které při dostatečném hnojení poskytují dobrou úrodu.

* **Podzoly** = půdy méně úrodné. Obvykle se jedná o kyselé půdy vyšších poloh a chudých matečných hornin. Vznikly pod jehličnatými, zejména smrkovými lesy. V půdním profilu se uvolňuje železo (Fe) a hliník (Al), které se usazují v jeho spodní části a probíhá podzolizace.

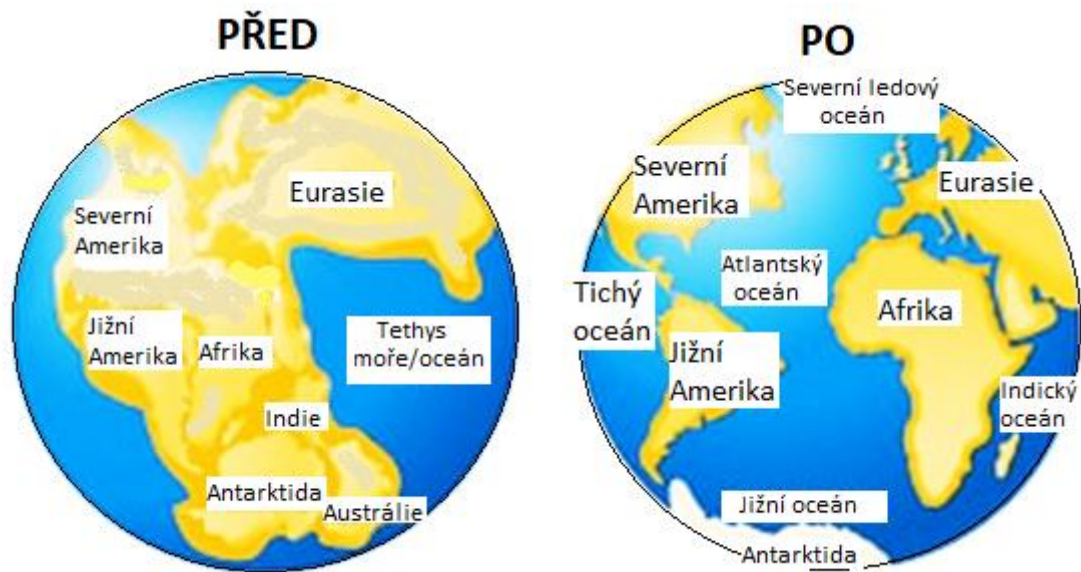
* **Ostatní půdy**

- typický půdní profil se skládá ze tří horizontů, které se směrem dolů označují písmeny **A, B, C**



Půdní horizonty - Horizont A je většinou tmavý, bohatý organickými látkami, tj. humusem (dochází v něm díky činnosti žížal a myši k neustálému míšení půdního materiálu). Horizont B má obvykle hnědo-žlutou barvu a je bohatý na minerální látky, které ke svému růstu potřebují rostliny. Horizont C tvoří kamenitý a jílovitý přechod k podložní matečné hornině. Matečná hornina (= substrát) je odvozena od slova matka, jako „matka“ půdy, z které půda vychází.

- na konci paleozoika (karbon, před 250 miliony lety) na základě srážek a spojování existoval jediný světadíl – superkontinent **Pangea** (začala rozpadat v mesozoiku)



◦ **MESOZOIKUM** (viz tab.)

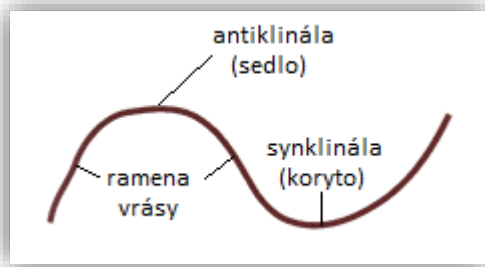
- trvaly cca 185 milionů let
- 3 útvary: trias, jura, křída
- postupný rozpad Pangey
- začalo alpínské vrásnění – vyvrásnění Alp a Karpat
- velký rozvoj plazů: vznik dinosaurů, pterosaurů, ichtyosaurů, plesiosaurů a jejich příbuzných – krokodýlů
- z plazů vznik savců, ptáků
- rozvoj ryb
- rozvoj nahosemenných a krytosemenných rostlin
- na konci období velké vymírání způsobené střetem naší Země s planetkou z vesmíru

◦ **TERCIÉR** (viz tab.)

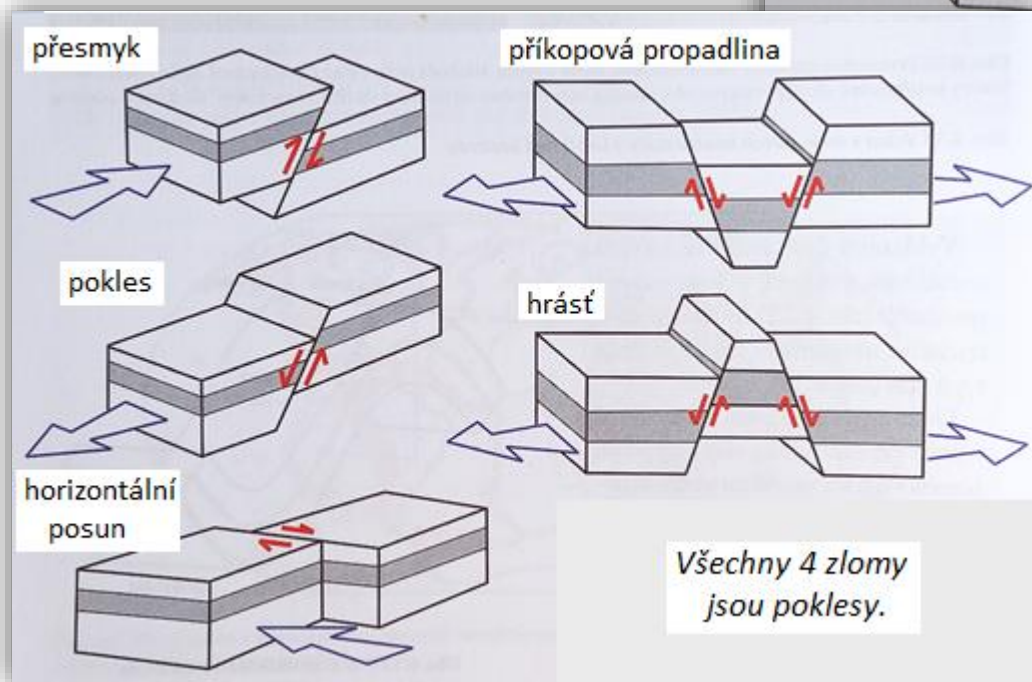
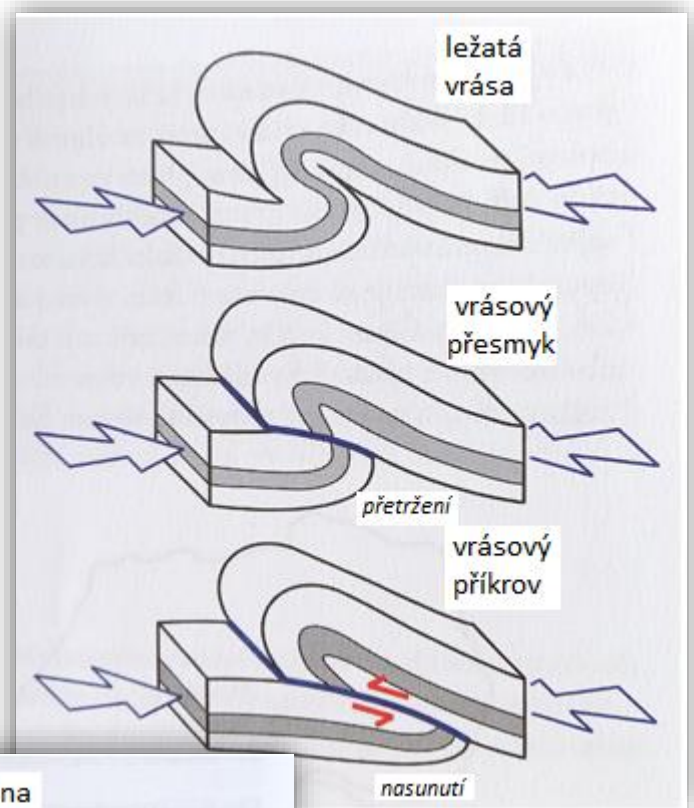
- trvaly cca 63 mil. let
- 2 útvary: paleogén a neogén
- období velkého rozvoje savců

* **vnitřní geologické děje**

- **DESKOVÁ TEKTONIKA** – podsouvání litosférických desek způsobující vznik hlubokooceánských příkopů, nových pohoří, sopečné činnosti a zemětřesení
 - vznik trhlin (riftů) v místech oddělování litosférických desek, průnik magmatu trhlinami a vytváření nové zemské kůry
 - pohyb litosférických desek díky konvekčnímu proudění
 - poruchy zemské kůry – tlakem a tahem – vrásky a zlomy, při složitějších horotvorných pochodech se tvoří celá pohoří
 - **vrása** = zprohýbaná vrstva hornina (vznikla působením bočního tlaku)



- zlomy – vznik porušením horninového bloku, posuny horninových ker



- pohoří – většinou vznikají složitějšími pochody – vrásněním, které poškodí obrovské horninové bloky, které se např. posouvají i několik km – vznik pásemných (Andy, Kordillery, Himaláje) nebo příkrovových pohoří (Alpy, Karpaty)



- **SOPKY:**

- o **výskyt:** na styku litosférických desek
- o magma shromažďováno v magmatickém krbu (na povrchu název láva)
- o **části sopky:** magmatický krb, sopouch/jícen, kráter + další: žíly (pravé, ložní)
- o nejnámější vulkanické tvary: stratovulkán, struskový kužel, štítový vulkán

- **ZEMĚTŘESENÍ** - 1 z přírodních katastrof

- o **dochází k němu:**
 - * na styku litosférických desek
 - * doprovází sopečnou činnost
 - * zřícením jeskyně
- o **hypocentrum** → **epicentrum**
- o **seismolog** – člověk zabývající se zemětřesením
- o **seismograf (seismometr)** – přístroj k měření + použití RichtEROVY stupnice
- o **seismologie** – věda zabývající se zemětřesením

* **vnější geologické děje**

- přetváří zemský povrch
- **činitelé:** gravitace, voda, vítr a živé organismy
- **rušivá** (rozrušování části zemského povrchu) nebo **tvorivá** činnost (přenos a ukládání zvětralin)
- **výmolná** činnost se nazývá eroze – dochází ke snižování zemského povrchu a odkrývání podložních hornin

- 1. zvětrávání** - rozpad hornin
- 2. působením gravitace** - pohyb zvětralin, půdy a vody (včetně sněhu a ledovců) z výše položených míst zemského povrchu do nížin
- 3. činnost vody** - činnost rušivá, která se projevuje především vymíláním (rozrušováním) zemského povrchu a odnosem částic půdy a hornin – vodní erozí
 - tvořivá - vznikají naplaveniny, tj. vrstvy úlomkovitých usazených hornin
 - díky působení vody a zvětrávacích procesů vznikla pískovcová města, např. Prachovské skály, Adršpašsko-teplické skály
 - chemickým působením vody vznik krasu = vápencového území – např. Český a Moravský kras
- 4. činnost větru**
 - geologický činitel především v suchých oblastech (pouště, stepi), kde zemský povrch nechrání rostlinný pokryv
 - vítr odnáší jemné částice a přemisťuje je i do značných vzdáleností
 - po zmenšení rychlosti větru dochází k ukládání částic - nápadné jsou zejména útvary navátých písků – duny, v pouštních oblastech
- 5. činnost organismů**
 - uplatňují se zejména při vzniku půd
 - v poslední době se výrazně podílí tvořivá a rušivá činnost člověka

- **Petrologie** = se zabývá horninami, jejich stavbou a vlastnostmi
 – viz přehledové kartičky

• vznik uhlí:



„Ahoj! My se ještě neznáme. Říkají mi Zkumavka. Proč? To nevím, možná je to podle té lahvičky, co používáme ke zkoumání v hodinách chemie. Já tuze ráda něco zkoumám.“

„Dneska jsem si zrovna říkala, že začíná přituhovat, brzo je tu zima. Kožíšek už mi nestačí, proto si ráda přitopím v kamínkách. Nejrady mám černé uhlí. Ouu, to je potom teplo.“



„Ale jak uhlí vůbec vzniká? Pojdme se na to podívat.“

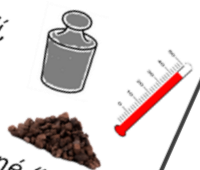
1. „Nejprve tu máme rostliny, které odumřely a spadly do močálu, kde se rozkládají. Je jich tam opravdu hodně, tak se jim nedostává vzduchu. A postupně se vytváří **rašelina**. To je ta černá hmota, kterou přidáváme pod sazenice na zahrádce, určitě ji znáte.“



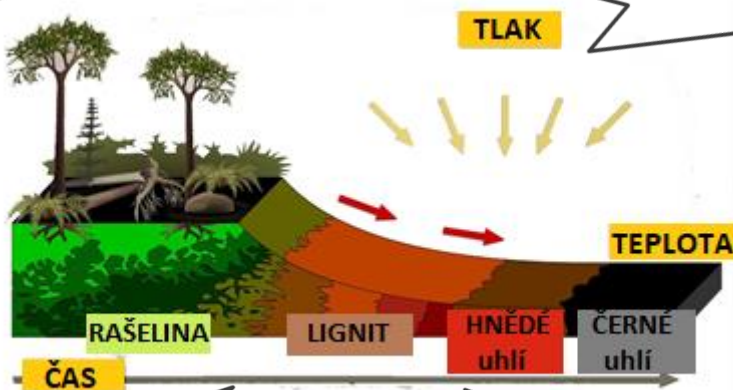
2. „Jé, prší, to je ale vody. Na rašelinu se nám navalilo spoustu bahna a písku. Čím více toho je, tím více to rašelinu stlačuje.“



4. „Jak stoupá teplota a tlak v rašelině, tak tam ubývá kyslík a voda. Jůů, konečně dochází k prvnímu prouhelňování. Ale ještě to není černé uhlí, ale teprve **lignit**, možná už tam vykukuje i **uhlí hnědé**. To ale nechci, to není moc výhřevné.“



5. „ÁÁ, už tu je, **černé uhlí**. Konečně se hnědé uhlí změnilo na černé. Na antracit už čekat nebudu.“



„Ze zbytků rozkládajících se rostlin hluboko dole se uvolňuje teplo. Navíc bych řekla, že i teplo ze zemského jádra sálá až na ně.“



„Teď už jen počkat, než mi ho v dole vytěží.“



• horninový cyklus:

<https://khanovaskola.cz/video/1732-horninovy-cyklus>

„Ahoj! To jsem já, Zkumavka. Hovím si tady a koukám na tento obrázek. Moc tomu nerozumím, tolik šípek. Prý horninový cyklus, co to je? Našla jsem ale pokus, který by nám to mohl pomoci pochopit. Jdeme na to 😊.“



Pomůcky:

10 – 15 bonbónů
(např. žvýkáci
Jelly Beans, nebo
jiné roztavitelné)
1 lžice medu
1 lžice škrobu
pečicí papír/alobal dle potřeby
při práci s horkou hmotou



„Tak se prvně podíváme na horniny usazené. Jak vznikají? Voda a vítr roztrhají nějakou horninu na malé kousky. Ty se shromažďují ve vodních tocích, zejména řekách. Vítr je zavane na písečné duny nebo spadnou na zem. Časem se vrchní vrstva těchto úlomků hornin zvětší a vrchní začnou tlačit na ty spodní. Ty se pak spojí v usazenou horninu. Dobré na tom je, že stále můžeme vidět úlomky původních hornin, ze kterých sediment vznikl.“



„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.“



„A co se s ní stane dál při působení tepla a tlaku? Změní se na horninu přeměněnou. Tepla a tlaku 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 přeměněnou horninu. Pro zvýšení tlaku hmotu zmáčkne. 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.



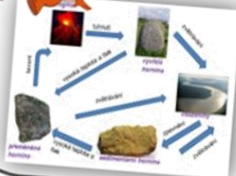
Vyvřelá hornina dělíme na hlubinné, žilné a výlevné – všechny tři typy mají stejné složení, ale liší se svou strukturou, podle toho, kde vznikly. Abychom změnili bonbónovou horninu na vyvřelou, rozpustíme ji v horké vodě na sporáku. Když se zchladí, vidíme, že se jednotlivé části rozpustily a vytvořily jednotnou 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 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.

Všechny tři typy hornin jsou propojené a tvoří horninový cyklus.

Uf, to byla fuška, ale už tomu rozumím, a co vy?“



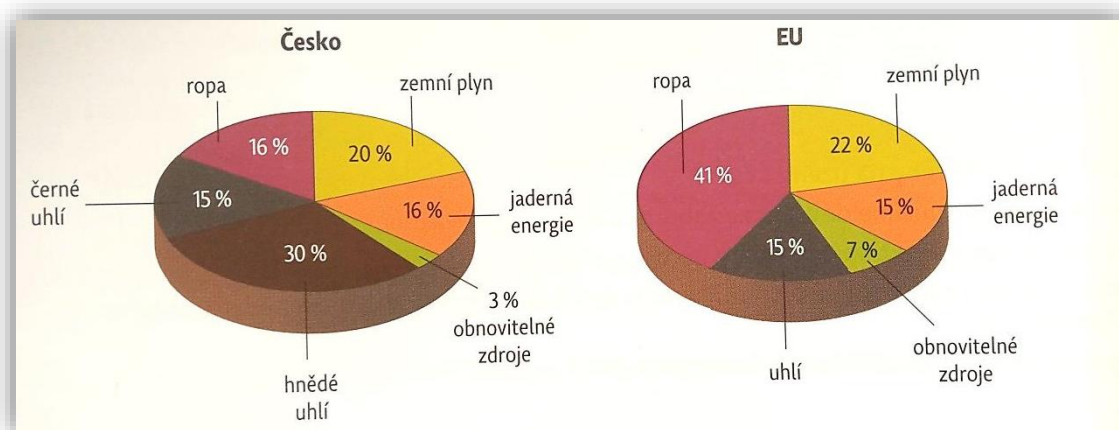
- **Mineralogie** = se zabývá minerály (nerosty), jejich vnitřní stavbou a vlastnostmi
– viz přehledové kartičky

- nerosty se vyskytují jako krystaly nebo beztvářá hmota
- mezi prvky souměrnosti krystalu patří: rovina souměrnosti, osa souměrnosti, střed souměrnosti
- vlastnosti nerostů:

1. **fyzikální** – hustota, tvrdost, štěpnost, lom, pevnost a soudržnost
2. **optické** – propustnost světla, vryp a barva
3. **chemické** – zkoušíme je např. rozpouštět, tavit, nebo užíváme chemické látky

◦ **KVARTÉR** (viz tab.)

- začal cca před 2 mil. lety a trvá dosud
- 2 útvary: pleistocén a holocén
- střídání dob ledových a meziledových
- živočichové: mamuti
- rostliny: mechy, lišejníky, vrby, duby apod.
- **LOŽISKA** = přírodní nahromadění průmyslově zpracovatelných minerálů nebo hornin, které jsou ekonomicky využitelné



Využití obnovitelných a neobnovitelných energetických zdrojů v ČR a EU

- **GEOLOGICKÁ STAVBA ČR**

- 2 jednotky: **Český masiv** (starší) a **Západní Karpaty** (nasunuty na Český masiv během terciéru)

- **VÝVOJ ČLOVĚKA**

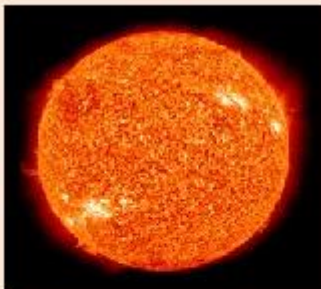
1. **Australopithecus** – žil především v Africe
2. **Homo habilis** („zručný člověk“) – větší mozek, schopen už vytvářet nástroje
3. **Homo erectus** („člověk vzpřímený“) – přímý předchůdce člověka
4. **Homo sapiens sapiens** („člověk moudrý, moudrý“) – vznik před 150 tisíci lety, velmi úspěšný v lovu (výroba rozmanitých nástrojů), užíval oheň, stavěl příbytky

- **EKOLOGIE** - jejím úkolem je studium, popis a pochopení vztahů organismů k prostředí, ve kterém tyto organismy žijí – nejen vztahy k neživé složce tohoto prostředí, ale i k ostatním organismům, které ho obývají

- nezaměňovat s **environmentalistikou** (= naukou o životním prostředí, což je vše, co obklopuje živé organismy)

- ekologické faktory:

SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ



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

TEPLO



- zdroj: zejména infračervené záření ze slunce a některé metabolické procesy v organismech
- organismy se adaptují na teplotní výkyvy prostředí (př. zimní spánek, diapauza,...)

VODA



- 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 tělech organismů
- tvoří životní prostředí mnoha organismů (př. ryby)
- na Zemi nepřetržitě probíhá tzv. koloběh vody
- oceánské (mořské) proudy rozvádějí teplo na planetě

PŮDA



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

VZDUCH



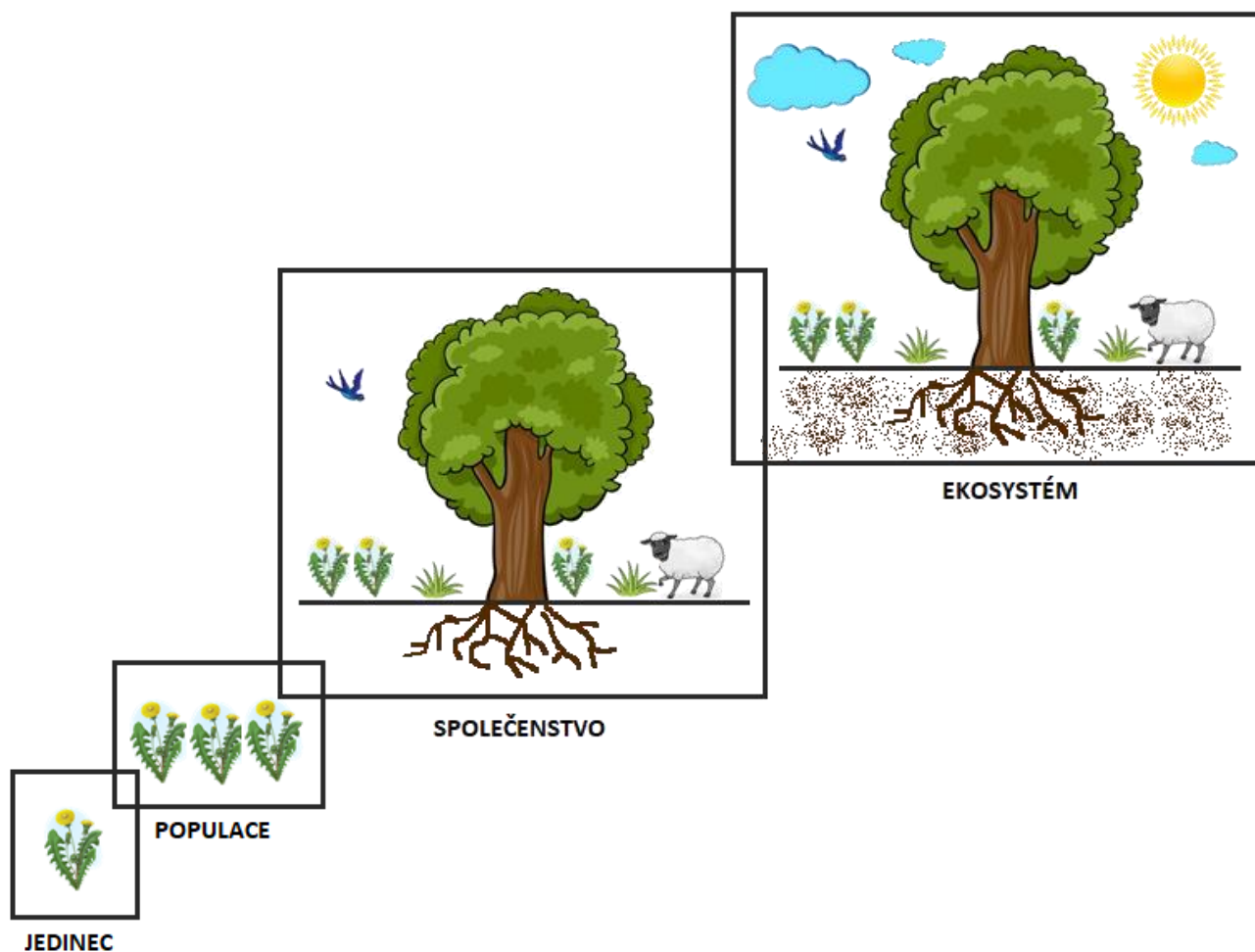
- atmosféra ohřívá Zemi a chrání ji před UV zářením (ozonová vrstva)
- zdrojem kyslíku (dýchání) a oxidu uhličitého (fotosyntéza) – látky nezbytné k životu
- prostředí pro suchozemské živočichy – ovlivňuje je svými fyzikálními vlastnostmi (proudění, hustota, ...) i chemickým složením (obsah O_2 , CO_2)

MINERÁLNÍ LÁTKY



- pronikají ze zemské kůry do vody a půdy, z nich je pak získávají organismy
- důležité: biogenní (C , O_2 , H_2 , Ca ...) a stopové prvky (Fe , Mn ...)
- některé minerální látky mohou být pro organismy i nebezpečné (např. těžké kovy)

Abiotické faktory = souhrnně neživá příroda



Biotické faktory - Jedinec (= „ohraňčená živá bytost“ – rostlina, živočich...). Populace je soubor jedinců téhož druhu, kteří se nacházejí v daném čase společně na určitém místě. 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,...).

- negativní i pozitivní vztahy, které vznikají při dlouhodobém soužití ve společenstvu:

KONKURENCE



Soužití druhů, které si ve využívání zdrojů konkurují (omezují se). Je to vztah oboustranně negativní.
př. různé druhy zelených rostlin rostou vedle sebe a soutěží o zdroje (sluneční záření, minerální látky, vodu)

PREDACE A PARAZITISMUS



Z ekologického hlediska jsou si podobné, v obou případech je to vždy pro jednoho výhodnější. Predátor ale svou kořist většinou zabije, na rozdíl od parazita, který svého hostitele většinou nezabije, jen ho využívá ke svému prospěchu (zabít nechce, není to jeho cílem, neboť by sám zahynul).
př. predátorem může být liška, která uloví zajíce; parazitem může být např. sající pijavice

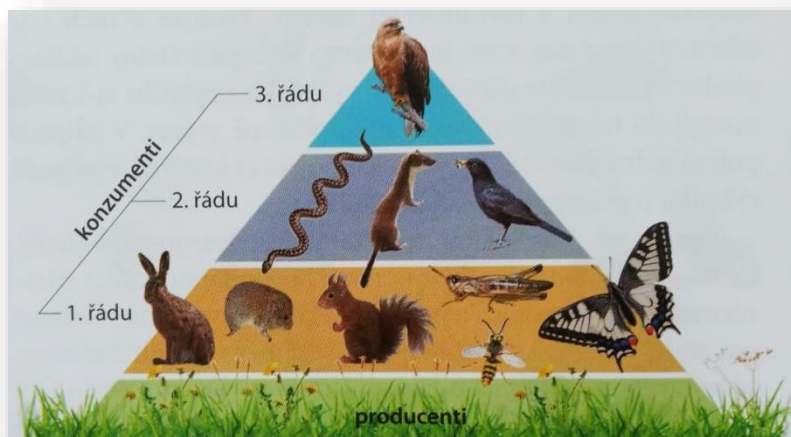
MUTUALISMUS



Oboustranně výhodné soužití jedinců, kteří pospolu rostou, přežívají či se rozmnožují lépe, než kdyby žili odděleně.

př. opylovači pomáhají rostlinám efektivně šířit pylová zrna a na oplátku od rostlin získávají odměnu v podobě nektaru

Potravní pyramida - zobrazuje potravní vztahy v přírodních společenstvech. Základem řetězce jsou rostliny, které konzumují býložravci, a ti pak slouží jako potrava všežravcům nebo masožravcům.



Zásady ochrany životního prostředí:

Šetři elektrickou energií

- nenechávej zbytečně rozsvíceno
- po nabití mobilu vytahuj nabíječku ze zásuvky
- nenechávej zbytečně otevřenou lednici
- spotřebiče vypínej úplně, nenechávej je v pohotovostním režimu



Chraň vodu

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



Chraň ovzduší



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

Vybírej a šetři

- tříd' odpady, elektroniku nevyhazuj do popelnice
- vyhýbej se zboží, jehož výroba poškozuje životní prostředí (plasty)
- zajímej se o to, co kupuješ (některé výrobky obsahují složky poškozující životní prostředí)
- vybírej si co nejméně balené potraviny
- nakupuj jen tolik potravin, kolik spotřebuješ
- nepoužívej jednorázové zboží – utěrky, ubrousky, tašky
- nepotřebné věci (např. oděvy) nabídni charitě



Rozdělení chráněných území:

VELKOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Národní park

př. Krkonošský národní park



- přísně chráněné území velké rozlohy s nejzachovalejší přírodou
- ochrana přírody je nadřazena jiným činnostem

VELKOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Chráněná krajinná oblast

př. 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

př. 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

př. Adršpašsko-teplické skály



- nejpřísnější stupeň ochrany území malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou celostátního nebo mezinárodního významu (zpravidla s omezením vstupu)

MALOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Národní přírodní památka

př. Barrandovské skály



- přísně chráněný vysoce zachovalý přírodní útvar malé rozlohy celostátního nebo mezinárodního významu

MALOPLOŠNÉ CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ

Přírodní rezervace (PR), přírodní památka (PP)

př. Arba (PR)

př. Čertovy skály (PP)



- přísně chráněné území (přírodní útvar malé rozlohy s vysoce zachovalou přírodou regionálního významu)

Zdroje

- Arbes, J. (1960). *Trilobit*. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury.
- Benton, M. (1998). *Dinosauři a jiná prehistorická zvířata – Kapesní atlas*. Praha: OTTOVO nakladatelství.
- Campbell, A. N., & Reece, B. J. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press, a. s.
- Cílek, V., Matějka, D., Mikuláš, R., & Ziegler, V. (2000). *Přírodopis IV – pro 9. ročník základní školy*. Praha: Scientia, Pedagogické nakladatelství.
- Černík, V., Martinec, Z., Vítek, J., & Vodová, V. (2016). *Přírodopis 9 – Geologie – Ekologie pro základní školy*. Praha: SPN.
- Červený, P., Dokoupil, J., Kopp, J., Matušková, A., & Mentlík, P. (2009). *Zeměpis 6: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus.
- Český hydrometeorologický ústav: *Změna klimatu*. [cit. 17. 9. 2020]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>
- Dobroruková, J. (2008). *Přírodopis – 100 námětů pro tvořivou výuku*. Praha: Scientia.
- Dvořáčková, S. (2013). *Vliv lidské činnosti na geologii a geomorfologii krajiny*. Envigogika: Charles University E-journal for Environmental Education. [cit. 24. 9. 2020]. Dostupné z: <https://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/402/528>
- Faměra, M., Dančák, M., & Kuras, T. (2017). *Přírodopis 9 – Geologie – Ekologie*. Olomouc: Prodos.
- Gába, Z., Hladilová, Š., Houzar, S., Skupien, P., Vašíček, Z., & Ziegler, V. (2002). *Geologické vycházky Českou republikou*. Praha: nakladatelství Karolinum.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., & Stráník, Z. (2011). *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia.
- Chvátal, M. (2014). *Geologie pro gymnázia*. Praha: Fortuna.
- Knůrová, K., Mačáková, M., Marcoňová, M., Pernikářová, R., Seidlová, D., Štvoříčková, K., Zimpllová, K., & Žídková, H. (2015). *Hravý přírodopis – Pracovní sešit pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia, v souladu s RVP ZV*. Praha: Taktik International, s.r.o.
- Kočárek, E., & Pavlíček, V. (1990). *Úvod do všeobecné didaktiky geologie*. České Budějovice: 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*. Plzeň: Západočeská univerzita.
- Kukal, Z. (2010). *Geologická abeceda*. Praha: Česká geologická služba a Mladá fronta.

Kukal, Z., Němec, J., & Pošmourný, K. (2005). *Geologická paměť krajiny*. Praha: Česká geologická služba.

Ložek, V. (2007). *Zrcadlo minulosti, Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Praha: Dokořán.

Luhr, J. (2003). *Země*. Praha: Dorling Kindersley.

Matyášek, J., & Suk, M. (2009). *Antropogeneze v geologii*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologických věd.

Moldan, B. (2009). *Podmaněná planeta*. Praha: nakladatelství Karolinum.

Petr, J. (2014). *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie – inspirace pro badatelsky orientované vyučování*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Rapprich, V. (2012). *Za sopkami po Čechách*. Praha: Grada.

Srba, S. (2013). *Nerostné suroviny České republiky*. [cit. 17. 9. 2020]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/1902640/>

Starý, J., Sitenský, I., Mašek, D., Hodková, T., Vaněček, M., Novák, J., & Kavina, P. (2019). *Surovinové zdroje České republiky, nerostné suroviny 2019, stav 2018*. Praha: Česká geologická služba – Geofond.

Štorch, E. (1977). *Lovci mamutů*. Praha: Albatros.

Švecová, M., & Matějka, D. (2017). *Přírodopis 9 – učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus.

Táborská, P., & Táborský, Z. (2014). *Měli dinosauři blechy? O dědečkovi geologovi, dobrodružstvích Vildy a Fíny a o tom, co je uvnitř Země*. Brno: CPress.

Teodoridis, V. (2016). *Geologie: geologie a geomorfologie – přednášky a prezentace*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Závodská, R. (2006). *Biologie buněk – základy cytologie, bakteriologie, virologie*. Praha: Scientia.