

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Učitelství geologie pro SŠ



Bc. Barbora Šejblová

Kritické posouzení učiva geologie na základních školách a nižším stupni víceletých
gymnází

Critical assessment of the geology of subject matter in primary schools and lower
grades of secondary schools

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Václav Ziegler, CSc

Praha, 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 05. 05. 2013

.....

Podpis

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli, Doc. RNDr. Václavu Zieglerovi, za vedení diplomové práce, cenné rady, trpělivost a především za téměř otcovský přístup. Dále svým rodičům a přátelům, které neopouštěly síly, a po celou dobu mě podporovali a pomáhali mi.

Abstrakt

Posouzení a rozbor učiva geologie na základních školách a nižším stupni víceletých gymnázií. Srovnání a kritické posouzení stávajících učebnic učiva geologie, včetně hodinových dotací. Návrh nové učebnice geologie pro tyto školy, včetně pomůcek k učivu.

Abstract

The assessment and analysis of geology curriculum in primary schools and lower grades of secondary schools. Comparison and critical assessment of the existing curriculum geology textbooks, including clock subsidies. Design of a new textbook of geology for such schools, including aids to subject matter.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Srovnání a kritické posouzení stávajících učebnic učiva geologie.....	8
2.1. Pokrok ve vědě není vždy pokrokem v didaktice	8
2.2. Současné učebnice učiva geologie	9
2.2.1. Obecný přehled	9
2.2.2. Rozbor konkrétních učebnic geologie	10
3. Praktická část	17
3.1. Obecný popis.....	17
3.2. Určení učebnice.....	17
3.3. Navrhovaná podoba učebnice	17
3.4. Shrnutí praktické části.....	176
4. Závěr	177
5. Shrnutí výsledků	178
6. Seznam použitých zdrojů.....	179
7. Seznam příloh	188

1. Úvod

Přírodopis je, dle Rámcových vzdělávacích programů, řazen do vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“. Tuto oblast tvoří, kromě Přírodopisu, vzdělávací obory Fyzika, Chemie a Zeměpis.

Vzdělávací oblast „Člověk a příroda“ se zabývá problémy bezprostředně spojenými se zkoumáním přírody. Snahou je objasnit přírodní fakta a zákonitosti. Příroda je podána jako vzájemně propojený a interagující systém.

Charakter vzdělávacího oboru „Přírodopis“ (a příbuzné obory) je badatelský a zaměřený na praktickou činnost, pro snazší pochopení příčin procesů probíhajících v přírodě. Důležité jsou experimenty, měření a praktické ověřování hypotéz.

Obsah vzdělávacího oboru „Přírodopis“ vypadá pro 2. stupeň základních škol a nižších ročníků víceletých gymnázií následovně: Obecná biologie a genetika, Biologie hub, Biologie rostlin, Biologie živočichů, Biologie člověka, Neživá příroda, Základy ekologie a Praktické poznávání přírody (např. mikroskop, lupa, určovací klíče, exkurze...).

Diplomová práce se zaměřuje na oblast „Neživé přírody“, jejíž obsahovými součástmi jsou dle Rámcových vzdělávacích programů: Země (vznik a stavba), Nerosty a horniny (vlastnosti, význam, využití, krystalografie, určování vzorků), Vnější a vnitřní geologické děje (jejich příčiny a důsledky), Půdy, Vývoj zemské kůry a organismů na Zemi (geologické změny, vznik života), Geologický vývoj a stavba území České republiky (Český masiv, Západní Karpaty), Podnebí a počasí ve vztahu k životu.

V návaznosti na obsah Rámcových vzdělávacích programů je cílem práce posouzení a rozbor učiva geologie na základních školách a nižším stupni gymnázií, srovnání a kritické posouzení stávajících učebnic učiva geologie, včetně hodinových dotací. Dále návrh nové učebnice geologie pro tyto školy (včetně hodinových dotací a pomůcek k učivu).

2. Srovnání a kritické posouzení stávajících učebnic učiva geologie

Následující kapitoly přináší přehled současných i historických učebnic geologie, kriticky hodnotí jejich náplň a didaktickou hodnotu. Cílem je analyzovat základní problémy těchto výukových materiálů.

2.1. Pokrok ve vědě není vždy pokrokem v didaktice

Věda a výzkum jsou dynamické disciplíny, které se neustále vyvíjejí a přinášejí stále nové poznatky. S ohledem na učebnice a učební pomůcky tomu tak samozřejmě je, ale ne vždy je nutné a dobré zatracovat tyto didaktické skvosty, které jsou přes své stáří mnohdy velmi pokrokové a obsahově (ne poznatkově) srovnatelné s učebnicemi, které jsou nám v současnosti dostupné.

Rámcové vzdělávací programy nejsou při pohledu do těchto knih ničím inovátorským. Příkladem jsou učebnice Bouček, B.; Čepek, L.: Geologie – učebnice pro IV. třídu středních škol, 1952 a Bouček, B., Čepek, L. a kol.: Mineralogie a geologie pro I. třídu gymnázií, 1953. Zde je učivo geologie rozděleno do celého školního roku podle měsíců (září – červen) a probíraná látka je tak přesně a vyváženě rozložena do celého roku. A právě rozložení učiva je součástí učebnice. Současné učební materiály nic podobného neobsahují.

Další věc je chronologické uspořádání učiva, které je v těchto učebnicích mnohdy přehledněji a logičtěji členěno. Příkladem je učebnice Šafránek, F., Bernard. A.: Nerostopis pro pátou třídu gymnázií, 1897. Zde je učivo geologie (3. oddíl knihy) popisováno od sopečných výjevů, na které navazují výlevné horniny následované činností vody a s tím spojené usazené horniny a horniny metamorfované. Následuje historická geologie a kniha neopomíná ani teorie vzniku Země. Takto logicky členěné učivo u současných autorů učebních materiálů většinou nenacházíme.

Na svou dobu jsou pokrokovými i další dvě učebnice a to Vališ, J. a kol.: Přírodopis 8 pro 8. ročník ZŠ, 1983 a Bouška, V., Čepek, P., Jelínek, E. a kol.: Geologie pro gymnázia, 1984, které v celkové koncepci odpovídají současným Rámcovým vzdělávacím programům v mnohých ohledech více, než moderní učebnice geologie.

Problémem u J. Vališe je chronologie řazení učiva. V rámci kapitoly Geologické děje nelogicky řadí vznik hlubinných a výlevných hornin před sopečnou činnost. Do této kapitoly je řazen i vznik pevnin a oceánů, vznik a zánik zemské kůry, včetně zemětřesení. Tato témata zaslouží vlastní kapitolu, především z hlediska srozumitelnosti. U typů hornin chybí místa jejich výskytu. V rámci regionální geologie není v učebnici ani zmínka o moldanubiku a jeho dalším dělení, o čemž by měl mít žák 8. – 9. třídy povědomí, o gymnaziálních studentech ani nemluvě. Pozitivem knihy je detailnější zaměření se na faunu a flóru v části historické geologie a nejen na procesy vzniku a formování Země. Důležitost se klade i na péči o životní prostředí člověka, nikoliv však ostatních organismů.

Na svou dobu velmi moderně je pojatá učebnice Bouška, V., Čepek, P. a kol.. Učivo je chronologicky velmi logicky a přehledně členěno (jednotlivé druhy hornin jsou řazeny k procesům vzniku, především jsou vždy uvedena místa výskytu těchto hornin). Probíraná látka má na sebe návaznost. Oproti J. Vališovi je zde téma geologických dějin Země hodně zestručněné a zaměřeno především na cykly a procesy formování Země. Kniha je doplněna o praktická cvičení. Nevýhodou je velké množství textu a malé množství doprovodných ilustrací. Kniha nemá styl typické učebnice.

2.2. Současné učebnice učiva geologie

Přestože se geologie, jako samostatný předmět, téměř na školách nevyučuje, učebních textů je poměrně mnoho. Následující kapitola přináší jejich přehled a kriticky hodnotí jejich náplň a zpracování.

2.2.1. Obecný přehled

Současné učebnice učiva geologie by měly vycházet z Rámcových vzdělávacích programů. Učebnice látkou navazují na učebnice vzdělávací oblasti "Člověk a jeho svět" (učivo předkládané žákům 1. stupně základní školy).

Učební materiály by žákům měly dát odpovědi na otázky „Jak?“ a „Proč?“, „Co se stane, když?“. Autoři by měli být schopni vysvětlit jevy, které kolem sebe žáci pozorují, dát odpovědi, jak některé z těchto jevů ovlivnit, případně jak je předvídat.

Učebnice by měly podat informace o tom, jak úzce je člověk závislý na přírodních zdrojích a dějích (právě toto téma je zřejmě v současných učebnicích opomíjené nebo zcela chybí) a do jaké míry člověk ovlivňuje svou činností životní prostředí.

Rámcové vzdělávací programy, a tedy i náplň učiva o neživé přírodě, postrádají terénní výuku a praxi (oproti náplni učiva Zeměpisu, do které je řazena "Terénní geografická výuka, praxe a aplikace")¹.

Jediná dostupná učebnice, která je zpracována v souladu s Rámcovými vzdělávacími programy pro základní vzdělávání, je Černík, V. a kol.: Přírodopis 9, SPN, Praha 2010.

Detailní rozbor učebnic učiva geologie následuje v nadcházející kapitole.

2.2.2. Rozbor konkrétních učebnic geologie

Černík, V. a kol.: Přírodopis 9, SPN, Praha 2010.

Učebnice postupuje klasicky od mineralogie, petrologie, přes vnitřní a vnější geologické děje k půdám, podzemní vodě a pramenům, vzniku a vývoji života na Zemi a geologickému vývoji a stavbě České republiky.

Ne vše je v učebnici v pořádku. Klasickým rysem je řazení mineralogie před petrologií. Již zde jsou popsány všechny druhy hornin, místo logičtějšího přiřazení k procesům jejich vzniku.

U výkladu vyvřelých hornin se autoři odkazují na magmatickou krystalizaci, která je popsána u tématu sopečné činnosti cca o 20 stran dále, což ukazuje na celkové nelogické členění učebnice.

Učebnice již v úvodu, konkrétně na straně 9, odkazuje na pojem "vltavín, impaktní kráter, jílovito-písčité sediment, chemicky křemičitanové sklo atd.". Žáci dosud nevědí co je to minerál (v rámci učebnice tato látka teprve následuje), natož aby měli povědomí o těchto dalších pojmech.

¹ Otazník visí i nad tím, proč jsou do učiva "Zeměpisu" řazena témata "Vztah příroda a společnost", které zahrnují např. globální ekonomické a ekologické problémy lidstva, zásady ochrany životního prostředí. Dále "Země jako vesmírné těleso" apod.

Nejen autoři této učebnice zatěžují žáky základní školy, kteří mají na geologii pouze krátký vymezený čas v průběhu 9. ročníku, znalostí nadstavbových minerálů jako jsou antimonit, sfalerit, galenit a další.

Vzhledem k zadání některých úkolů, které jsou součástí učebnice, autoři předpokládají, že každá škola vlastní mineralogickou a petrologickou sbírku a modely krystalů. Toto není dnes na školách samozřejmostí.

Netematické řazení obrázků, např. ilustrace týkající se pohybů litosférických desek, předchází o celou stranu vysvětlení daného problému, k obecnému výkladu usazených hornin je přiřazena ilustrace uhelné sloje a naopak k uhlí je přiložena ilustrace průřezu ložiskem ropy!

U kapitoly "Voda a prameny" chybí pojmy jako např. "zvodeň", "artézácká studna" (ilustrace artézácký pramen popisuje, výklad problematiky chybí).

Část učebnice, popisující vývoj života, uvádí jako jedinou platnou Darwinovu teorii vzniku a nedává prostor jiným teoriím (alespoň pro podvědomí žáků a studentů, že existovaly i jiné přístupy pohledu na vývoj života na Zemi). Dále chybí stratigrafická tabulka. Autoři neuvádí co je to trilobit, graptolit apod. Kniha je u každé kapitoly doplněna o úkoly, zajímavosti a shrnutí probrané látky.

Cílek, V., Matějka, D., Ziegler, V.: Přírodopis IV pro 9. ročník ZŠ, Scientia, Praha 2000.

Autoři učebnice postupují od Země, jako našeho domova (stavba Země, pohyby kontinentů, tektonika, sopečná činnost, horniny, minerály, ložiska), přes historii Země (prahory a starohory, vznik a vývoj života, prvohory až čtvrtohory, geologický vývoj ČR) k tématu člověka měnícího a chránícího svět (vývoj člověka, půda, voda, katastrofy, krajina).

Učebnice se, jako jedna z mála, věnuje hned ve svém úvodu geologii a jejím aplikovaným disciplínám. Seznamuje žáky s geologií jako vědou a jejím uplatněním v praxi. V rámci kapitoly Země - náš domov se autoři věnují pohybům kontinentů.

Plusem je i zmínka o ložiskách daných surovin a dále přiřazení výkladu o horninách k procesu jejich vzniku. Problém zde ale nastává u vyvřelých hornin, které jsou přiřazeny k sopečné činnosti, ovšem samotná definice hornin a minerálů následuje až o několik kapitol dál.

V rámci kapitoly Historie Země by bylo vhodnější, na rozdíl o autorů, řadit téma vzniku a vývoje života ještě před prahory a starohory. Koloběh prvků a především téma zabývající se kosmickými vlivy by bylo vhodnější uvést již v úvodní kapitole Země - náš domov.

Jako jediná učebnice se zabývá symbiotickou Zemí čili teorií "Gaia". Pro 9. třídu ZŠ je toto téma nadstavbové a v rámci základního vzdělání zbytečně zatěžující.

Témata o vývoji člověka, jak člověk měnil svět v historii (obě témata spíše zapadají do učiva dějepisu) a co přináší zvyšování počtu obyvatel (vhodnější řadit do učiva zeměpisu - demografie) učebnici nafukují a zbytečně prodlužují.

Výklad učiva je doplněn o zajímavosti z daného tématu ("Víš, že...") a praktické úkoly "Pozoruj a ověř si" (učebnice je z roku 2000, ale toto by odpovídalo současným Rámcovým vzdělávacím programům).

Celkově je učebnice psána souvislým textem, dobře se čte (přesto forma, jakou je napsána, neodpovídá klasické učebnici). Dlouhé texty mohou být problémem při učení.

Zapletal, J.: Přírodopis 9, Prodos, Olomouc 2000.

Učebnice postupuje ve výkladu od Země jako naší planety (postavení ve vesmíru, vnitřní uspořádání) přes minerály, horniny, utváření zemského povrchu (vnitřní a vnější geologické děje), k dějinám Země (vznik života, vývoj života, geologická období), geologické stavbě území ČR. V učebnici je stručně popsána ekologie, ochrana životního prostředí a etologie.

Učebnice je ukázkovým příkladem nelogického řazení kapitol a témat. Již v úvodu autor mluví o 16 litosférických deskách, přitom kapitola zabývající se tímto problémem následuje až na vzdálené straně 42. Sopečná činnost je řazena za vrásy a zlomy a až za ní je vyložena problematika pohybů litosférických desek. U vyvřelých hornin autor píše o vzniku magmatu, přičemž sopečná činnost zde popsána není (vysvětlena je až ve velké kapitole „Utváření zemského povrchu“).

Problémem provázejícím celou učebnici jsou nedokončené myšlenky a neúplné formulace. Konkrétním příkladem je str. 7; zde se píše o mocnosti kůry konkrétně: „Kůra sahá do hloubky 30 - 50 km, pod vysokými pohořími ještě hloub". Co je podle autora hloub a o jaká vysoká pohoří se jedná, učebnice neuvádí. Dalším příkladem je dělení zemského jádra. Autor uvádí, že zemské jádro se dělí na vnější a vnitřní, ale

proč tomu tak je, co je příčinou dělení, zda složení či něco dalšího, to se žáci v učebnici nedoví. V rámci systému minerálů píše Zapletal o sirnicích a halocích. Definice těchto skupin minerálů chybí. Na stejné úrovni stojí křemičitany, které vysvětleny jsou.

Knih je doplněna nekvalitními obrázky. Většina ilustrací je kreslená.

Celkově jsou formulace informací v učebnici nepřesné a neúplné. Učebnice je díky tomuto spíše nedostačující.

Matyášek, J., Hrubý, Z.: Přírodopis - Geologie a ekologie pro 9. ročník ZŠ nebo kvartu víceletých gymnázií, Nová škola, Brno 2010.

V rámci současně dostupných učebnic geologie patří Nová škola mezi jednu z nejlepších.

Chronologické řazení probíraných kapitol víceméně odpovídá současným Rámcovým vzdělávacím programům. Učebnice postupuje od úvodu do studia geologie (geologické vědy a využití geologie, Země ve vesmíru - geosféry) přes minerály, horniny (kapitola obsahuje rozdělení hornin, endogenní a exogenní procesy), půdy a vody, dějiny Země, regionální geologii ČR až k ekologii.

Nová škola je jedna z mála učebnic, která žákům přibližuje práci geologa v terénu a rozebírá její aplikované disciplíny. Kapitola Země ve vesmíru přehledně dokumentuje jednotlivé zemské geosféry, přehledně a detailně je rozebrána i zemská kůra, plášť a jádro (učebnice nezjednodušuje a ani žáky zbytečně nezatěžuje, množství informací je optimální). Kapitola endogenních procesů je doplněna např. o činné sopky. Taková témata učebnici jen ztraktivní a žáci mají návaznost látky na aktuální dění. V rámci kapitoly "Půda a voda" autoři přehledně seznamují žáky s půdními druhy a typy. Oproti jiným učebnicím autoři uvádí dělení Českého masivu nejen na část moldanubika, ale i na ostatní dílčí jednotky a podávají tak žákům nezakreslený pohled na geologický obraz České republiky.

Texty učebnice doprovází aktuální a názorné ilustrace a schémata. Kniha je doplněna tipy na pozorování, pokusy a návrhy na dlouhodobé školní projekty. Dále obsahuje klíč k zadaným úkolům a zadání laboratorních prací.

Autoři podněcují žáky k práci s mapou a internetem. Jednotlivé kapitoly jsou doplněny důležitými anglickými a německými slovíčky z dané problematiky. Na

konci každého tématického bloku je v učebnici zařazeno opakování probraného učiva formou testu.

Jakeš, P.: Geologie - učebnice pro ZŠ a nižší stupeň víceletých gymnázií, Nakladatelství České geografické společnosti, Praha 1999.

Učebnice má spíše styl informační brožury, jejíž kvalita odpovídá ceně i datu vydání.

Kniha je členěna do kapitol (konkrétně 29), které na sebe navazují v nelogickém sledu, některé si svým pořadím odporují.

Úvodní kapitolou je "Člověk a planeta Země". V této kapitole je rozebrána činnost člověka, což je v rozporu s tím, že celé téma je vyloženo v kapitole 27 "Člověk - geologický činitel".

Každé téma (v jiných učebnicích uvedeno jako dílčí pod hlavičkou velké kapitoly) je zde uvedeno pod vlastním číslem, přestože spousta věcí spolu neodmyslitelně souvisí a měla by být žákům podávána uceleně. Např. témata "Jak Země pracuje", "Energie Země", "Horká Země" a "Vrásnění a přeměny" by měly být pospolu a výklad by na sebe měl navazovat. Bohužel tomu tak v této učebnici není.

Otázkou je, proč je kapitola "Vznik Země" řazena až jako 13. a není v úvodu celé publikace. Stratigrafická tabulka je řazena jako samostatné téma č. 15, ovšem obsah kapitoly naprosto nekoresponduje s jejím názvem. Téma by mělo být přiřazeno ke kapitole "Vývoj života na Zemi". V rámci předposlední kapitoly 28 "Užitečné studium" autor popisuje sesuvy! Téma by mělo být řazeno v úvodu knihy u exogenních geologických dějů způsobených působením gravitace.

Celá kniha je příliš zestručněna! Rozsah témat prvohor až kvartéru autor zvládá vyložit ve dvou odstavcích (oproti jiným publikacím, které geologickým éráům věnují několik stran).

Publikaci doprovázejí černobílé nevhodné ilustrace, ze kterých žáci nic nevyčtou.

Celkově je publikace P. Jakeše jako učebnice nevyhovující.

Švecová, M., Matějka, D.: Přírodopis 9 - učebnice pro ZŠ a víceletá gymnázia, Fraus, Plzeň 2007.

Autoři učebnice postupují od geologie jako vědy o Zemi (geologické vědy, práce geologa v terénu) přes minerály a horniny, stavbu Země (cesta do středu Země, dynamická planeta), vnitřní (desky, zemětřesení, magma, sopky, vyvěřelé magmatické horniny, tektonické jevy a metamorfóza, metamorfované horniny) a vnější geologické děje (změny povrchu, zvětrávání, činnost vody, ledovců, větru, sedimentární horniny, půdy), modrou planetu a přírodní zdroje k expedici do historie Země, geologické mapě a zajímavostem, které příroda dokáže vytvořit.

Knihu doplňují praktická cvičení a náměty pro pozorování.

Problémy učebnice vystupují na povrch už v úvodní kapitole. Ta pojednává o geologických vědách a mimo jiné je doplněna obrázkem hematitu. Otázkou je proč? Žáci nevědí, co hematit je a navíc ani téma kapitoly není ilustraci odpovídající. Kapitola "Minerály a horniny" (konkrétně u definice minerálu) se odvolává na metamorfózu, jejíž problematika je ovšem vysvětlena až o několik kapitol dál u vnitřních geologických dějů.

Učebnice pokládá v rámci každé kapitoly různé otázky, na které chybí odpovědi (žák nemá šanci požadovanou odpověď dohledat ani v následujícím textu).

Autoři se snaží vést polemiku s žáky např. na téma "Váš názor na solení silnic?" Není možné vést debatu, pokud žáci nevědí, jaké je např. složení látky využívající se pro ta solení a druhá věc je ta, že téma ekologie, ke kterému debata směřuje, není v učebnici zahrnuto.

Kapitola "Minerály a horniny" - znalost minerálů jako např. chalcedon a limonit je pro žáky 9. třídy zbytečná. Průvodní slova ke kapitole o horninách jsou natolik zjednodušující, že se hodí spíše pro 4. třídu ZŠ. Autoři v úvodu uvádí i využití hornin jako stavebních a dekoračních kamenů a dále citují "A skoro každý je má pak na hrobě". Přestože se horniny využívají jako náhrobní kameny, nepříjde mi tento příklad vhodný (především stylem formulace). Chybí definice horniny, autoři rovnou popisují žulu, čedič, aniž by žáci měli o horninách všeobecnou představu.

Úroveň úkolů doprovázejících učebnici je pro žáky 9. ročníku nadhodnocená. Příklady uvádím konkrétně, např. str. 37: žáci mají vyvodit závěry z pozorování seismologů, kteří přišli na to, že příčné i podélné vlny při průchodu Zemí několikrát

prudce mění svou rychlost a příčné vlny se navíc v hloubce 2 900 km ztrácí úplně, tedy přijít na to, proč se tak děje. Dalším z řady úkolů je porovnávání složení žuly a čediče z grafu, určit složení půd z hlediska fyzikálních vlastností, nakreslit schéma biologického zvětrávání nebo vysvětlit skutečnost, proč vodu v kapalném stavu najdeme pouze na Zemi, příp. odvodit z obrázku, díky kterým rostlinám vzniklo černé a hnědé uhlí. Řada středoškoláků by s takto obtížnými úkoly měla problém.

Členění učebnice je místy velmi nelogické. Zemětřesení a dělení vln uvádí autoři na str. 37, přičemž samostatná kapitola k tomuto tématu je až na str. 44. Téma lávy je diskutováno u výlevných hornin a ne u sopek. U výlevných hornin by na něj stačilo odkázat. Ložiska autoři uvádí až za vodou a půdou (vhodněji u vnějších geologických dějů či jednotlivých druhů hornin). V rámci výkladu prvohor autoři nečlení tuto éru na jednotlivá období. Žáci jsou tak nuceni se neustále vracet pro informace do stratigrafické tabulky v úvodu této kapitoly. Pospolitost témat by vnesla do učebnice přehlednost.

Do učebnice je zařazeno téma „O sopky se lidé zajímají“ -> jedná se pouze o ztraktivnější učebnice? Tato problematika by měla být pouze tématem diskuze mezi učitelem a žáky. Takto knihu zbytečně nafukuje.

Velká spousta věcí, kterou kniha uvádí, by měla být pouze obsahem příručky pro učitele a samotnou učebnici tak nezatěžovat. Je důležité žáky nezahrnout velkým množstvím textu, na druhou stranu v této učebnici je ho místy až příliš málo.

V učebnici není vhodné citovat časopis Koktejl.

K učebnici je dostupný pracovní sešit s přehledem učiva a příručka učitele.

3. Praktická část

Praktická část diplomové práce vychází z kritického zhodnocení stávajících učebních textů, které jsou dnes na současném trhu dostupné, jak pro učitele, tak pro žáky. Většina těchto učebnic nevyhovuje didaktickým zásadám a současným rámcovým vzdělávacím programům.

Cílem diplomové práce je na základě těchto poznatků vytvořit návrh nové učebnice, která by tyto požadavky reflektovala.

3.1. Obecný popis

Navrhovaná podoba učebnice vychází z rámcových vzdělávacích programů, sestavených Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a snaží se ctít didaktickou zásadu „Od viditelného k neviditelnému“. V návaznosti na množství prostudovaných textů je snahou vyvarovat se didaktických chyb a předkládané učivo podat žákům co možná nejpříjemnější formou.

3.2. Určení učebnice

Učebnice je určena žákům 9. tříd základních škol a studentům nižších ročníků víceletých gymnázií. Sloužit má jako základní studijní text při výuce geologie, stejně jako opora pro pedagogy při sestavování harmonogramu výuky.

3.3. Navrhovaná podoba učebnice

Konkrétní podobu učebnice, včetně jejího členění a náplně, představují následující kapitoly.

OSNOVA UČEBNICE

1. Objevujeme krásy geologie

- 1. 1. Geologie jako vědní disciplína*
- 1. 2. Kdo je geolog a co je náplní jeho práce*
- 1. 3. Uplatnění geologie v praxi*

2. Planeta Země

- 2. 1. Vznik a vývoj*
- 2. 2. Postavení Země ve vesmíru*
- 2. 3. Stavba planety Země*
- 2. 4. Geosféry*

3. Cesta do pravěku

- 3. 1. Teorie vzniku života na Zemi*
- 3. 2. Pohyby kontinentů - utváření dnešní podoby světa*
- 3. 3. Etapy geologického vývoje*
- 3. 4. "Velká pětka" - Krize globálního ekosystému*
- 3. 5. Paleontologie; Stratigrafie*

4. Zemská kůra a její složení

- 4. 1. Horniny - stavební kameny Země*
- 4. 2. Minerály - stavební prvky hornin*
 - 4. 2. 1. Vlastnosti minerálů*
 - 4. 2. 2. Systém*
- 4. 3. Petrologie*
- 4. 4. Mineralogie*

5. Tektonika - vnitřní geologické děje

- 5. 1. Pohyby litosférických desek*
- 5. 2. Zemětřesení*
- 5. 3. Sopky*
 - 5. 3. 1. Magma a jeho diferenciaci*
 - 5. 3. 2. Vyvřelé horniny*
 - 5. 3. 2. 1. Hlubinné vyvřeliny*
 - 5. 3. 2. 2. Výlevné vyvřeliny*
 - 5. 3. 2. 3. Vulkanická skla*

5. 3. 3. Ložiska vyvřelých hornin

5. 3. 4. Magmatická petrologie

6. Obraz povrchu Země - vnější geologické děje

6. 1. Zvětrávání

6. 1. 1. Usazené horniny

6. 1. 2. Úlomkovité, organické a chemické usazené horniny

6. 1. 3. Ložiska usazených hornin

6. 1. 4. Sedimentární geologie

6. 2. Metamorfóza

6. 2. 1. Přeměněné horniny

6. 2. 2. Ložiska přeměněných hornin

6. 2. 3. Metamorfní petrologie

6. 3. Geologická činnost větru

6. 4. Vznik půd

7. Geologický obraz České republiky

7. 1. Český masív a jeho jednotky

7. 2. Západní Karpaty

7. 3. Regionální geologie

7. 4. Geologické terénní mapování

8. Ložiska nerostných surovin

8. 1. Vyhledávání ložisek nerostných surovin

8. 2. Těžba a využití nerostných surovin

8. 2. 1. Obnova krajiny

8. 3. Energetické zdroje a jejich alternativy

8. 4. Ložisková a inženýrská geologie

9. Voda - zdroj života

9. 1. Koloběh vody

9. 2. Povrchová voda

9. 2. 1. Srážky

9. 2. 2. Řeky a nádrže

9. 3. Podpovrchová voda

9. 3. 1. Minerální vody

9. 4. Činnost tekoucí vody; moře; ledovce

9. 5. Hydrologie a hydrogeologie

10. Člověk a životní prostředí

10. 1. Dopady lidské činnosti na životní prostředí

10. 1. 1. Fenomén globálního oteplování

10. 2. Ochrana životního prostředí

10. 3. Odpady a jejich odstraňování

11. Přírodní katastrofy

11. 1. Sopečné erupce

11. 2. Zemětřesení a tsunami

11. 3. Sesuvy a skalní řícení

11. 4. Požáry

1. Objevujeme krásy geologie

Geologie (a neživá příroda obecně) je věda nejen krásná, ale také velmi užitečná. Objevuje ložiska nerostných surovin, zkoumá rizika neživé přírody atd. Příroda nám nabízí mnoho ze svých krás, spojených s touto mnohostrannou vědou, např. Trosky, Panská skála, Říp, krásné nerosty, zkameněliny, skalní města, jeskyně atd.

1. 1. Geologie jako vědní disciplína

Úvodní kapitola by měla žáky všeobecně seznámit s tím, co geologie, jako vědní disciplína, zkoumá - složení, stavbu a historický vývoj Země. Studuje pochody, které probíhají uvnitř i na povrchu planety a hodnotí a popisuje jevy, které probíhají na daném místě a v určitém čase a to z hlediska času a prostoru.

Měla by dát žákům představu o tom, že geologie není věda jednotná, ale člení se na mnoho specializovaných disciplín (ložisková geologie, historická geologie, strukturní geologie, regionální geologie, ložisková geologie, sedimentární geologie, dynamická geologie atd.). Náplň jejich studia bude přesněji rozvedena v příslušných kapitolách.

Dále uvést přehled jednotlivých aplikovaných disciplín (mineralogie, petrologie, vulkanologie, geochemie, paleontologie atd.). I o těchto disciplínách bude pojednáno v následujících kapitolách, s nimiž tyto disciplíny souvisí.

1. 2. Kdo je geolog a co je náplní jeho práce

Kdo je geolog a co je náplní jeho práce? Kapitola seznámí žáky s tím, co obnáší práce geologa - geolog zkoumá složení zemské kůry, provádí geologické průzkumy a mapování (ať už z hlediska zastoupení jednotlivých prvků a rud, tak i plynů v daném místě zemské kůry). Mimo jiné uvede, že geolog se nepohybuje jen v terénu, ale vede geologické dokumentace a zabývá se poradenstvím ve svém oboru. Místem konání jeho profese není jen terén, ale i laboratoře a kancelář.

Kapitola by měla uvést i nástroje a techniku, kterou geolog při výkonu svého povolání používá, např. laboratorní a vrtná technika, měřicí a diagnostické přístroje, nářadí pro odběr vzorků, mapy a výpočetní technika atd. Vše s příslušnými ilustracemi pro vizuální představu.

1. 3. Uplatnění geologie v praxi

Kapitola uvede žáky do geologie jako do vědy všedního dne, do vědy, s kterou se běžně setkáváme kolem sebe. Přístupně žáky informuje o tom, že geologie má co společného se zubní pastou, kterou používají při ranní hygieně (minerály), keramika a porcelán, ze kterého jíme a pijeme je spojena s geologií, domy, ve kterých žijeme, to vše je geologie kolem nás.

Stavba silnic, dálnic, těžba ropy, rekonstrukce soch, to vše je geologie ve stavebnictví a v terénu.

Žákům je možné dát tipy na filmy, které geologii popularizují a spousta témat je v nich obsažena (např. Prehistorický park s Nigelem Marvenem, Jurský park, Cesta do pravěku nebo film Sopka).

Tuto kapitolu řadím hned na úvod, i v tomto rozsahu a členění podkapitol. Vycházím ze zkušeností, které jsem získala během povinných praxí i vlastní výuky na školách. Mnohdy ani studenti 3. ročníků gymnázií nevědí, co vše je geologie a jaké je uplatnění člověka, po absolvování studií tohoto oboru na univerzitě.

Proto považuji za důležité popsat, jaké maličkosti denní potřeby a spotřeby (jako např. zubní pasta, minerální voda) mají co dočinění s geologií. Stejně tak i uvést, jak široké je uplatnění vystudovaných geologů a co je jejich obživou.

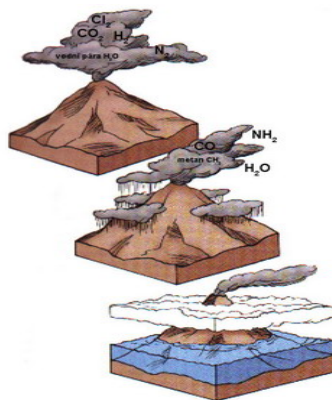
2. Planeta Země

2. 1. Vznik a vývoj

Kapitola uvede data a teorii vzniku vesmíru a samotné sluneční soustavy. Vznik vesmíru před 15 miliardami let při "Velkém třesku", vznik sluneční soustavy cca 5,5 miliardy let.

Objasní žákům teorii "Velkého třesku" -> krátery, které se nachází na všech terestrických planetách (planety svými rysy podobné planetě Zemi, převážně křemičitanové), byly objeveny i na některých měsících planet sluneční soustavy a nejsou povětšinou sopečného původu, ale právě výsledkem srážek planet a měsíců s jinými vesmírnými tělesy. Objem Země tak rostl, jak se srážela s jinými tělesy, která byla čím dál větší. Srážky s těmito tělesy vytvořily na povrchu Země krátery. Tím, jak planeta rostla, zvětšovala se i její gravitace. Tím se zvýšila i intenzita nárazů a množství tepla, které se při nich uvolňovalo. Zemský povrch byl natavený a tvořen rozžhaveným magmatem. Pak se některé látky začaly oddělovat (některé klesaly do středu, některé zůstaly u povrchu). Z některých těles se začala odpařovat vod, čímž se vytvořila prvotní atmosféra. Tím se zmenšil i počet těles dopadajících na povrch Země a magma začalo pomalu chladnout.

Text by měl být doplněn tématickými ilustracemi (např. vznik atmosféry).



Ilustrace vzniku atmosféry (převzato a upraveno [1]).

Z historického hlediska uvede, že problém, kdy a jak vznikla naše planeta, neřešili jen astronomové, ale touto otázkou se zabývaly snad všechny kultury napříč naší historií.

Seznámí žáky s tím, jak datujeme stáří planety Země - za pomoci radiometrického rozpadu některých radioaktivních prvků.

2. 2. Postavení Země ve vesmíru

Kapitola uvede základní informace a parametry týkající se planety Země - Země je součástí sluneční soustavy 9 planet, uvede střední vzdálenost Země od Slunce (149,6 mil. km). Vysvětlí, co je to astronomická vzdálenost (1 AU = 149,6 mil. km). Popíše, že každá planeta má své přirozené družice (měsíce; krom Merkuru a Venuše) - jen planeta Země má pouze jeden.

Žáci budou seznámeni s Aristotelovou teorií, že Země je kulatá (klasickými důkazy pro to, ve 4. stol. př. n. l. bylo, že lodě na moři mizí za obzor, hvězdy mají směrem od rovníku jinou výšku, příp. že při částečném zatmění Měsíce vrhá Země kruhový stín) a pozdějším zjištěním, že se nejedná o přesnou kouli, ale že Země je na pólech zploštělá. S tím souvisí upřesnění termínů GEOID (jako nejpřesnější vystihnutí tvaru planety Země), tak termín využívaný kartografy REFERENČNÍ ELIPSOID (pravidelný tvar). Pro lepší zapamatování je možné žákům nabídnout např. termín BRAMBOROID, který ve své podstatě také vystihuje tvar planety Země.

Pro rozšíření vědomostí kapitola uvede základní parametry, např. takto:

Tabulka č. 1: Základní parametry planety Země

Rovňkový průměr:	12 756 km
Vzdálenost pólů:	12 713 km
Délka rovníku:	40 075 km
Délka poledníkové elipsy:	40 008 km
Povrch:	510 mil. km ²
Objem:	1 083 miliard km ³
Hustota:	5,5 g/cm ³
Hmotnost:	5,977 * 10 ²⁴ kg
Zploštění:	1 : 298,76

Dále budou rozebrány 2 základní pohyby, které planeta Země vykonává, a to rotační pohyb kolem své osy a oběžný pohyb Země kolem Slunce.

Žákům bude vysvětleno, že rotační pohyb Země trvá 23 hodin 56' a 4" a tento interval je označován jako "hvězdný den". S tím je spojeno přísluní a odsluní (vysvětlení těchto termínů), které způsobují, že délka hvězdného dne se mění a z toho důvodu byl zaveden střední sluneční čas, který byl stanoven na 24 hodin (24 časových pásem).

Kapitola se dále zmíní o rychlosti rotace, která je 15° za hodinu. Vysvětlí termín Coriolisova síla způsobující, že se tělesa na severní polokouli otáčejí vpravo, zatímco na jižní polokouli je tomu právě naopak.

U oběžného pohybu Země kolem Slunce bude uvedena délka eliptické dráhy (939,2 mil. km) a její vzdálenostní změny v době odsluní (afelium) a přísluní (perihelium). Dále doba oběhu označovaná jako tropický rok (365 dní 6 hodin 48' 45,7").

Stručně bude popsáno střídání ročních období způsobené sklonem zemské osy a slapové jevy, které ovlivňuje postavení Slunce a Měsíce.

2. 3. Stavba planety Země

Stavba planety Země pojedná o tom, že Země je dynamická planeta skládající se z jednotlivých sfér. Bude zde popsáno složení Země od malého pevného jádra, které je obklopeno vnějším polotekutým jádrem, přes plášť (svrchní a spodní) (v této souvislosti je důležité vysvětlit pojem plášťové konvekce v souvislosti s deskovou tektonikou, jejíž problematika bude rozebrána dále) a zemskou kůru. Rozdělení zemské kůry na kontinentální a oceánskou a popis jejich dílčích segmentů - litosférických desek.

Jednotlivé kapitoly je možné obohatit o zajímavosti, které není nutné se učit, ale v tomto případě by bylo možné uvést např. to, že jádro tvoří přibližně 31% celkové hmotnosti Země. Žáci si tak mohou utvořit představu o jeho velikosti a zpravidla si i tyto informace zapamatují.

Složení Země ve smyslu geologickém, resp. v zastoupení jednotlivých prvků - křemíková pevná kůra a velice viskózní plášť. V souvislosti s vnějším jádrem a pláštěm je nutno zde vysvětlit pojem Gutenbergova plocha diskontinuity.

Zemské složení by bylo dobré doložit např. následujícími schématickými tabulkami:

Tabulka č. 2: Procentuální zastoupení prvků ve složení planety Země

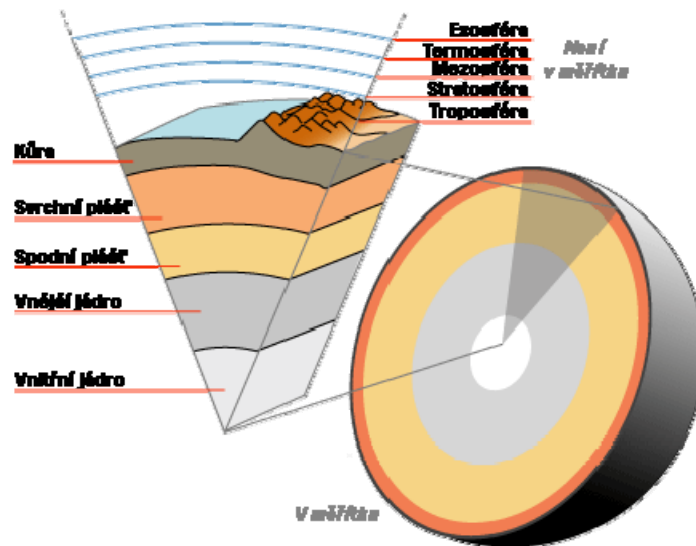
Prvek	železo	kyslík	křemík	hořčík	nikl	vápník
Podíl v %	34,1	28,2	17,2	15,9	1,6	1,6
Prvek	hliník	síra	sodík	titan	draslík	zbytek
Podíl v %	1,5	0,7	0,25	0,071	0,019	0,53

2. 4. Geosféry

Ke konkrétním geosférám je nutno uvést, že na sebe volně navazují a seznámit žáky s jejich složením, kterým se od sebe odlišují. Dále uvést odlišnosti v hustotě, teplotě a tlaku. Vše je nutné doplnit o ilustraci.

Kapitola by měla uvést i důvody, podle kterých byly jednotlivé geosféry vyčleněny, a to šíření seismických vln. Uvedeny by měly být i mocnosti a vzdálenosti jednotlivých sfér. Informace týkající se např. hustoty jádra je možné uvést jako doplňující nebo rozšiřující informace.

U zemské kůry je nutné uvést rozdělení, změnu ve složení mezi kontinentální a oceánskou kůrou (všeobecně). Co se týče složení, je nutné nezabřednou do velkých složitostí a detailů. Pro složení zemské kůry týkající se minerálů a hornin (včetně definic těchto pojmů) je vyčleněna samostatná kapitola a v tuto chvíli žáci nemají velké povědomí o tomto tématu. Vznik a zánik kůry bude následně popsán v kapitolách týkajících se vnitřních geologických dějů. Z hlediska zemské kůry, resp. všeobecně zemského povrchu by bylo dobré uvést procentuální zastoupení souše (29,2%) a oceánu (70,8%).



Průřez Zemí (převzato a upraveno [2]).

Celou druhou kapitulu jsem/resp. bych ve své učebnici koncipovala tak, aby se žáci a studenti seznámili obecně s planetou Zemí jako celkem a všemi jejími náležitostmi. S tím, že vesmír nevznikl ze dne na den, ale jednalo se o složitý proces formování, o tom, že o tvaru zemského tělesa se vedly diskuze, které nebyly jednotné atd. Že vše, co nás obklopuje, ať už je to voda, vzduch, podloží, tvoří jednotlivé zemské sféry a že i ve vesmíru měříme jistými jednotkami, jako na povrchu Země.

3. Cesta do pravěku

3.1. Teorie vzniku života na Zemi

Kapitola seznámí žáky s více teoriemi vzniku života na planetě Zemi. Metodou historického exkurzu objasní procesy, díky kterým se utvořila dnešní podoba světa, ve kterém žijeme. Seznámí s jednotlivými etapami geologického vývoje, kterými planeta Země prošla, včetně významných krizí globálního ekosystému, ke kterým v historii došlo. V neposlední řadě objasní žákům vědecké disciplíny zabývající se touto tematikou.

Kapitola „Teorie vzniku života na Zemi“ by měla žáky seznámit s touto problematikou v tom ohledu, že neexistuje jedna teorie, která by tyto procesy objasňovala. Proto je dobré probrat hlavní teorie a říci, proč se k některé kloníme více, než k jiné. Vznik života (= BIOGENEZE) není dodnes zcela vyjasněná věc. Žáci by měli vědět, že se jedná spíše o filozoficko-vědecký problém, kdy se odborníci zabývali tím, jak se z neživé hmoty stala hmota živá, která se postupně začala vyvíjet, rozmnožovat a díky tomu měnit i své okolí. Na tomto místě je však nutné uvést i teorie o vzniku života, které předcházely těmto filozoficko-vědeckým problémům. V mýtických dobách byl vznik života spojován se vznikem Země nebo dokonce samotného vesmíru. Svaté knihy, jako je Bible nebo Korán, příkládají vznik života Boží vůli. Je však nutné zde striktně a zásadně odlišit vědu od víry!

Přestože je toto téma pro žáky základních škol obtížnější (a může být chápáno jako rozšiřující učivo), gymnaziální studenti, resp. žáci víceletých gymnázií, by měli vědět, že neexistuje pouze jedna teorie, ale že je jich několik, jako např. teorie naivní abiogeneze nebo teorie samoplození, kdy si sám Aristoteles myslel, že např. mšice se rodí z ranní rosy nebo mouchy z hnijícího materiálu. To vše podporovalo teorii samoplození, protože v této době nebylo mitotické nepohlavní rozmnožování objeveno a tehdejší vědcům se zdálo, že známé organismy jsou na pohlavní rozmnožování tak malé, že není možné, aby se rozmnožovali jinak než samoplozením.

Tuto teorii se podařilo vyvracet až v roce 1668, kdy bylo dokázáno, že v mase se neobjeví larvy much, aniž by k němu byly připuštěny. Proto se alternativou k samoplození stala teorie biogeneze čili teorie, která tvrdí, že všechen život vzešel ze života prapůvodního a obecně, že „vše živé je z vejce“.

Současná věda udává, že život vznikl na zemi přibližně před 3,5 (3,8) miliardami let, ovšem způsob, kterým vznikl, je neustále předmětem sporů. Ty se vedou jednak o to, jak prapůvodní organismy vypadaly, ale také čím se živily a jak vypadalo jejich životní prostředí. Dnes se vědci většinou shodují na to, že první organismy byly podobné dnešním bakteriím. Tudiž byly jednobuněčné a živily se heterotrofně (= živí se organickými látkami). Autotrofní výživa (= zdrojem uhlíku je oxid uhličitý a energie je získávána ze světla) byla podle vědců až adaptací na nastalé podmínky. Jisté ale je, že buňky nevyužívaly fotosyntézy.

3. 2. Pohyby kontinentů - utváření dnešní podoby světa

Navazující kapitola o pohybu kontinentů a utváření dnešní podoby světa žáky seznámí s tím, že kontinenty, jak je známe dnes, neměly vždy tuto svou podobu a tvar. Naopak, neustále se přesouvaly, narážely do sebe, rozpadaly se a to díky pohybu litosférických desek. Kapitola tedy přibližuje studentům posloupnost historické rekonstrukce vývoje kontinentů od prekambria do současnosti. Kapitola by měla být doplněna ilustrovanými rekonstrukcemi, nejlépe převzatými od autora Christophera R. Scotese (pozn. pro doplnění učiva, lepší zapamatování a práci s vyhledáváním na internetu by na tomto místě mohla být uvedena internetová adresa na stránky CH. R. Scotese: <http://www.scotese.com/>, kde si žáci mohou vyzkoušet různé 3D animace, vyhledat jednotlivé mapy atd.). Tyto mapy jsou i součástí knih, které vyšly v českém jazyce, jako např. Dějiny planety Země nebo Prehistorický atlas.

Příloha č. 1 ukazuje časovou posloupnost vývoje kontinentů, včetně ilustrace, a v odpovídající podobě by měla být součástí učebnice (pozn. jednotkami jsou miliony let).

3. 3. Etapy geologického vývoje

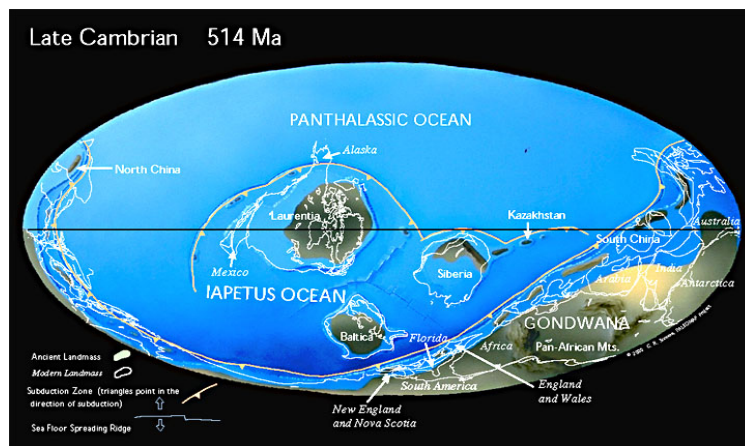
Kapitola „Etapy geologického vývoje“ provede žáky jednotlivými historickými obdobími, stručně je seznámí s živočišnými a rostlinnými druhy dané doby a procesy, které v tomto období probíhaly. Součástí kapitoly by měla být historicko-stratigrafická tabulka odpovídající náročnosti a rozdělení (viz. Příloha č. 2), včetně uvedení lokalit, kde je možné nalézt pozůstatky z těchto období (horniny, zkameněliny). Dále tedy náplň jednotlivých etap:

Období prekambria rozdělí na dvě etapy, a to prahory (archaikum) a starohory (proterozoikum). Období prekambria je datováno od vzniku Země, tedy ~4,6 mld. let až do období 542 mil. let. Toto období je nejdelším v celém vývoji Země a zabírá celých 8/9 z časové osy vývoje.

Dále nastává období paleozoika (kambrium, ordovik, silur, devon, karbon, perm).

Kambrium – je první periodou období paleozoika datovanou do období 542 – 488 mil. let, kdy začíná ordovik. Je to první období, v jehož horninách lze nalézt zkamenělé stopy po mnohobuněčných organismech. Období kambria je rozděleno do tří časových period, a to spodní, střední a svrchní kambrium. Kontinenty v tomto období měly naprosto odlišnou podobu od dnešní mapy světa, kterou známe dnes. Svět v té době tvořil jediný superkontinent Gondwana, který se v té době nacházel převážně na jižní polokouli. Období spodního a středního kambria je charakteristické mořskou transgresí, čili zvedáním se hladiny oceánu a přelitím pevniny mořem. Typickými horninami pro kambrium jsou slepence a pískovce a vápence, které poukazují na teplé klima. Období kambria zaznamenalo bouřlivý nárůst bezobratlých živočichů, který je možné označit přímo živočišnou explozí. Nalezneme zde mořské houby, červi, mechovky. Nejvýznamnější živočišnou skupinou pro kambrium jsou však trilobiti, kteří tvořili značnou část živočišných druhů a patří do třídy vyhynulých členovců. Jsou tak i indexovou, neboli vůdčí fosílií (= zkamenělina, která je ohraničena krátkým časovým obdobím, v němž je její výskyt velmi hojný) pro toto období. Co se týče zbytků těl, jsou velmi vzácné, s výjimkou mořských hub, sinic a řas.

Pokud bychom se chtěli vydat za kambriem v našem okolí, nalezneme ho např. v oblasti Barrandienu, konkrétně v oblasti Skryjí (Skrýjsko-týřovická pánev; Křivoklátsko) nebo u Příbrami (Příbramsko-jinecká pánev), nebo v Železných horách.

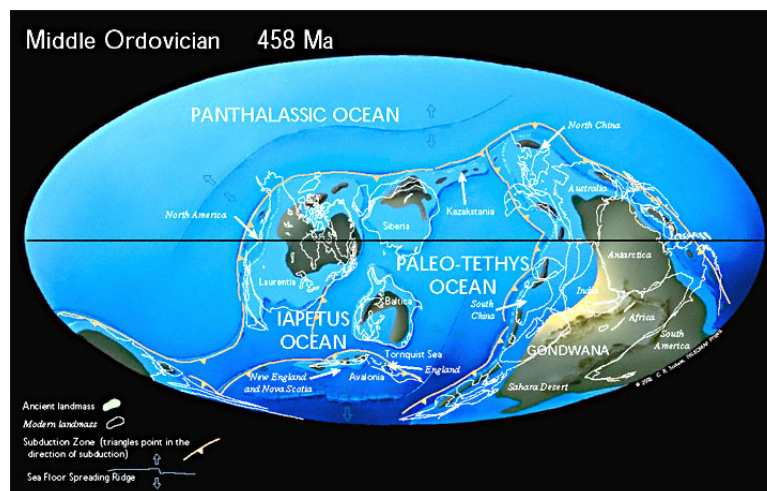


Paleogeografická mapa – pozdní kambrium (převzato a upraveno [3]).

Ordovik – nástup období ordoviku je charakteristický výskytem graptolitů (vyhynulý mořský živočich, který budoval kolonie a vytvářel si chitinózní schránky) a změnami, které nastaly v druhovém složení trilobitů. Přestože přelom období kambrium/ordovik zaznamenal spíše ústup mořské hladiny, moře období ordoviku zalilo velkou část, v té době již zpevněných částí pevniny. V této době vznikají organogenní vápence, a to nahromaděním schránek a ulit měkkýšů (v místech teplého rovníkového pásma). V chladnějších oblastech se vytvářejí písčito-jílové sedimenty, především graptolitové břidlice. Důležité je zmínit, že ordovik je považován za jedno z nejchladnějších období v historii vývoje Země. V říši zvířat pokračuje vývoj bezobratlých živočichů. Trilobiti v tomto období dosahují svého vývojového vrcholu. Nejdůležitějšími obyvateli moří ordoviku byli graptoliti, živočichové žijící pouze v prvorohách. Již zde se rozvíjejí měkkýši, ramenonožci nebo hvězdice. V ordoviku se objevují praobratlovci (známí už z konce kambria), a to bezčelistnaté ryby. Z rostlin známe ruduchy (červené řasy) a vyvíjejí se cévnaté výtrusné rostliny.

Kontinenty jsou v období ordoviku rozděleny na severní Laurentii, ležící poblíž rovníku, což svědčí o teplém klimatu na severní polokouli a jižní Gondwanu, která se nalézala v chladnějším klimatu, což dokládají nálezy ledovcových usazenin.

Součástí kapitoly by měly být i typy na lokality, na které se můžou žáci s rodiči nebo učiteli vypravit. Za ordovikem je možno vyrazit do oblasti pražské Motole. Usazeniny ordoviku se vyskytují i v Praze na Letné a dále např. v Loděnici u Prahy nebo v Králově Dvoře. Ordovické vrstvy lze mimo jiné sledovat i v NPP Barrandovské skály. Pro více tipů na lokality je možné využít průvodce např. od autorů I. Chlupáče, V. Zieglera nebo K. Holcové.



Paleogeografická mapa – střední ordovik (převzato a upraveno [4]).

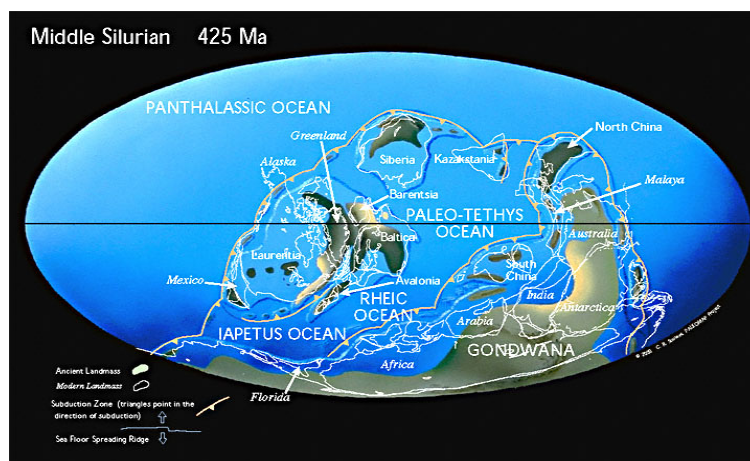
Silur – je zasazen do časového úseku 443 – 416 milionu let. Časově se dělí na spodní a svrchní. Většinu období provází zdvih mořské hladiny, který je vyvolán horotvornými pohyby. Během siluru dochází k vyhynutí až 60% mořských druhů. Konec tohoto období je naopak charakteristický ústup mořské hladiny, který je doprovázen sopečnou činností. Zajímavostí je, že hranice mezi obdobím siluru a následující etapou devonem se nachází v blízkosti našeho hlavního města, v NPP Klouk u Suchomast, nedaleko Berouna. Lépe přístupná je však Budňanská skála v obci Karlštejn.

Poloha kontinentů je víceméně shodná s postavením v ordoviku. Gondwana pokračuje ve své cestě na sever. Do oblasti jižní polokoule se dostává Afrika, dochází k tání ledovců a ke zdvihu mořské hladiny.

Vůdčími zkamenělinami siluru zůstávají graptoliti. I v siluru nacházíme trilobity, nikoliv však už v takové druhové rozmanitosti. Velký rozvoj zaznamenávají měkkýši, vrcholem hlavonožců jsou ortoceři, příbuzní dnešním loděnkám. Rozšiřují se koráli.

Z rostlinné říše se neustále vyvíjejí řasy, ale vývoj zaznamenávají i vyšší rostliny. Jelikož rostliny přecházejí postupně na souš, jejich tělo je chráněno silnou pokožkou, která je opatřena průduchy, které umožňují transpiraci neboli výdej vody pomocí povrchu rostliny (listy) a také dýchání.

Co se týče silurských hornin, např. v oblasti Barrandienu nalezneme břidlice, vápence, jílovce, vulkanity.



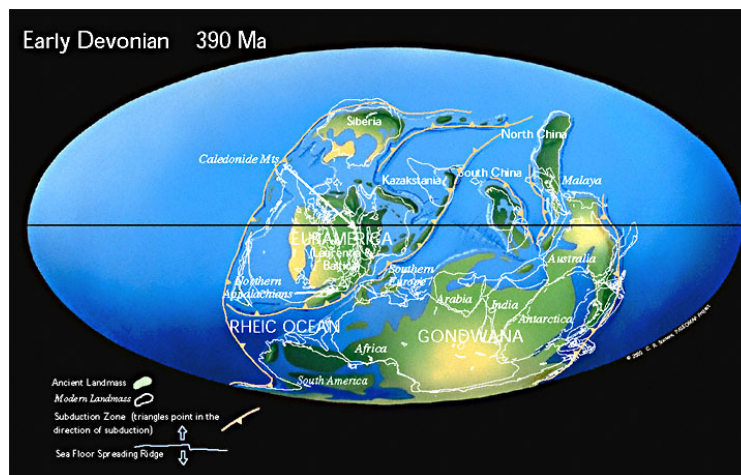
Paleogeografická mapa – střední silur (převzato a upraveno [5]).

Devon – je zasazen do období ~416 – 359 mil. let. Pro zajímavost a rozšíření učiva je možné uvést, že se žáci mohou u devonu setkat s označením „Old Red“, a to podle červených pevninských sedimentů z Velké Británie. Blíže se devon dělí na spodní, střední a svrchní.

Jak vypadal život v devonu? Většina druhů, které známe ze siluru, plynule pokračuje ve svém vývoji. Stejně jako v siluru zde nalezneme graptolity, kteří jsou v devonu zastoupeni jediným rodem. Během devonu však definitivně vymírají. Významnou skupinou jsou v devonu drobní mořští hlavonožci, které nazýváme goniatiti. Koráli a vápnité řasy vytvářejí mohutné útesy (např. Velký bariérový útes u severovýchodního pobřeží Austrálie). Ve středním devonu začínají vymírat určité čeledi trilobitů. Z vyšších živočichů jsou v devonu významní zástupci ryb (paprskoploutvé, dvojdyšné a lalokoploutvé ryby).

V devonu se vyvíjejí vyšší suchozemské rostliny a rozšíření nových druhů rostlin je umožněno vznikem nových úrodných půd, které se začaly na mnohých místech vytvářet. Od období středního devonu se začínají rozvíjet přesličkovité a plavuňovité rostliny, které postupně dosahují až stromového vzrůstu.

Postavení kontinentů je takové, že Gondwana se nadále posouvá směrem k severu. Během kaledonského vrásnění vzniká kontinent Eurameriky. Podle rekonstrukcí je zřejmé, že dnešní Evropa, Severní Amerika, sever Afriky a části Asie a Austrálie náležely teplému klimatickému pásu. Období svrchního devonu je poznamenáno ochlazením, které znamenalo změny ve složení fauny.



Paleogeografická mapa – spodní devon (převzato a upraveno [6]).

Karbon – časově je zasazen do období $\sim 359 \pm 2,5 - 299$ mil. let. Podrobnější dělení karbonu se neustále vyvíjí, ale obecně je dělen na starší spodní a mladší svrchní karbon. Ovšem i o tomto se vedou neustálé diskuze.

Období karbonu je poznamenáno významnou událostí variského vrásnění, které bylo vyvoláno kolizí bloku Gondwany se severoatlantickým kontinentem (Laurussii). Horstvo, vyvrásněné tímto pochodem se táhlo podél rovníku a postupně se stáčelo k severovýchodu. Jeho součástí byl i Český masiv a uhelné pánve, které vznikaly uvnitř i po obvodu tohoto horstva.

Co se klimatu týče, z počátku bylo velmi teplé, což nám dokládá i hojně rozšíření uhelných ložisek. Postupně se však začalo ochlazovat, důkazem toho je zalednění Gondwany (důkazy v Jižní Americe, jižná Africe, Antarktidě). Toto zalednění je nejrozsáhlejší v historii naší Země.

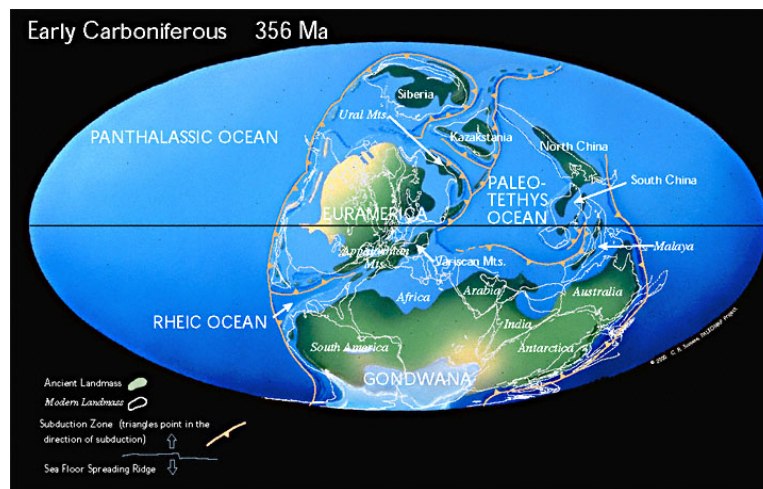
Z živočišné říše jsou pro karbon významní drobní prvoci, které známe pod názvem foraminifery (dírkovci, kteří si nejčastěji vytváří vápnité schránky). Trilobiti zaznamenávají další úbytek. Hlavonožce v této době reprezentuje loděnka. Velký rozvoj zaznamenávají suchozemští členovci, konkrétně pavouci, stonožky, štíři a hmyz. Typickým znakem pro karbon jsou praváčky (*Meganeury*), které dorůstaly při rozpětí křídel až do rozměrů 75 cm. Ve sladkých jezerech nalezneme trnoploutvé ryby.

Dalším znakem karbonu je pokrytí značné části pevnin rostlinami, a to bylinami a stromy. Převládají zde výtrusné rostliny (přesličky, plavuně), které pak společně s kapradinami tvoří základ pro utváření uhelných slojí černého uhlí. V karbonu nalezneme už i rostliny nahosemenné a v mladším svrchním karbonu dokonce i jehličnany.

Karbon na našem území nalezneme např. ve středních Čechách, v oblasti Kladenska, kde se mimo uhelných slojí nachází i ložiska kaolínu a žáruvzdorných

jílovců. Nejdůležitější však je Ostravsko-karvinská pánev s hojným výskytem uhlí na našem území. Karbon se nachází v dnes již netěženém Rosicko-oslavanském revíru nebo plzeňsko-manětínské pánvi.

Variské horotvorné procesy v karbonu byly doprovázeny i magmatickou činností a pozůstatky budiž významná ložiska rud (např. zlata, olova nebo mědi). Na našem území po sobě magmatická činnost zanechala i další skvosty, kterými jsou drahé kameny z oblasti Kozákova. Zde je možné najít jaspisy, acháty, nejrůznější odrůdy křemene (křišťál, citrín,...) atd.



Paleogeografická mapa – spodní karbon (převzato a upraveno [7]).

Perm - tento útvar je datován hranicí 280 mil. let a jako všechny předchozí éry je řazen do období prvohor (tedy paleozoika). Konec permu, čili jeho horní je hranice, je vymezena 251 (248) mil. let.

Zde by bylo vhodné seznámit žáky/studenty se vznikem názvu celého období "perm" (jako rozšíření vědomostí či vědomost navíc) - období nese pojmenování po ruském přístavním městě Perm (žen. rodu), které se nachází blízko Uralu, na řece Kama. Geologický útvar takto pojmenoval již ve 40. letech 19. století sir Roderic Murchison (britský geolog), který studoval horniny v této ruské oblasti.

Tak jako se dělí všechna předchozí období i perm má několik částí, a to starší spodní perm a mladší svrchní perm. Přestože se již po přihlédnutí k novým nálezům perm dělí na tři období, pro potřeby znalostí žáků ZŠ a nižších ročníků gymnázií postačí toto orientační rozdělení.

Horniny permu nejsou příliš barvitě a jedná se především o červené pevninské usazeniny a usazeniny mělkých moří.

Paleogeografická situace, tedy postavení kontinentů, se od dob karbonu příliš nezměnila. Na jižním pólu se stále rozkládá a zůstává Antarktida, na severu je to potom budoucí Kamčatka. V permu a v rámci paleogeografie je důležité zmínit, že přiblížení Gondwany k severoatlantickému kontinentu umožnilo v tomto období migraci jak flóry, tak fauny.

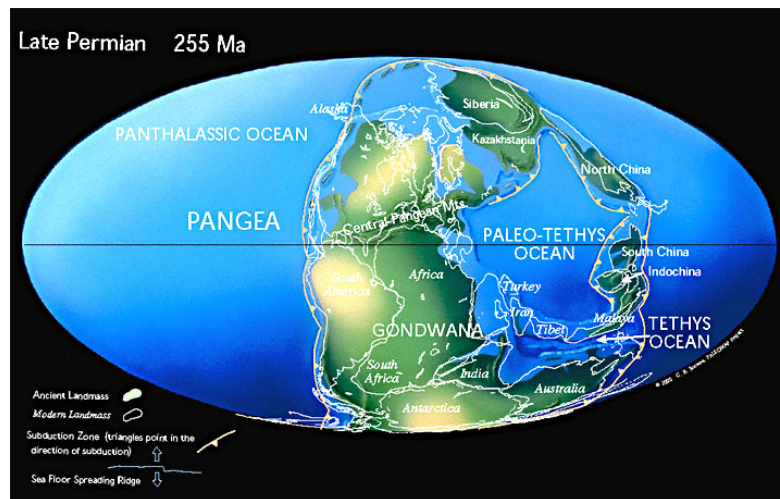
Klima je v tomto období stále více sušší, místy až pouštní, což osvětluje červené, až rudé zabarvení sedimentů, a také výskyt mnoha ložisek sedimentárních hornin, která vznikají odpařením slané vody, tzv. evaporitů. Toto období sucha má na svědomí vznik kontinentu Pangey, spojený se zánikem většiny okrajových moří.

S koncem období permu je zaledněna ledovci pouze část australského kontinentu a klima se začíná měnit na mírné, a to za postupného zvyšování mořské hladiny (= transgrese = zdvih). Toto klima svědčí uhlotvorné vegetaci, která postupně proniká hluboko na sever, následována řadou zástupců obojživelníků a především plazů.

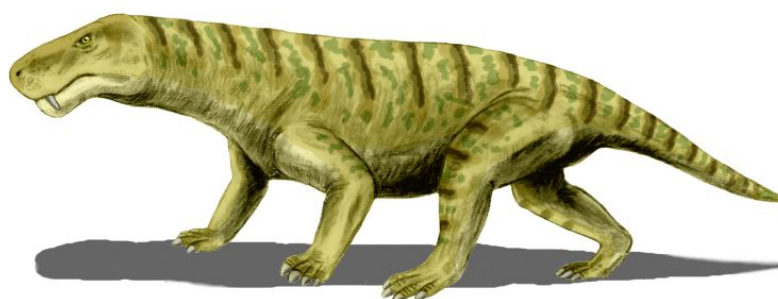
Z permské fauny na konci tohoto období vymírají poslední trilobiti a po vymření některých druhů hmyzu jejich místa zaujímají brouci a motýli. V tomto období vymírají i některé druhy korálů. Vymírání na konci permu bylo jedno z největších vymírání v historii Země, ne-li největší vůbec. Proto je více pojednané v kapitole o „Krizích globálního ekosystému“.

Důležité je na tomto místě upozornit, že perm je obdobím, které zaznamenává obrovský rozvoj obratlovců. Významní jsou např. žraloci.

Ovšem nejdůležitější permskou skupinou jsou savcoví plazi (např. Innostracevia). Objevují se i želvy a předchůdci dnešních krokodýlů. V této části učebnice by bylo dobré věnovat tomuto tématu větší prostor, vysvětlit dělení na důležité vývojové větve apod. Dle mého názoru se jedná o jedno z atraktivních témat, která žáky/studenty zajímá a které je většinou z nich jedním z nejbližších geologických/paleontologických témat.



Paleogeografická mapa – svrchní perm (převzato a upraveno [8]).



Savcovitý plaz Innostracevia (převzato a upraveno [9]).

Ze zástupců flóry dominují permu zprvu zástupci karbonské flóry, ovšem jeho vrcholu vládnou rostliny nahosemenné, které s sebou postupně přinášejí skok ve vývoji rostlin, a to přechod do nového období, tzv. mezofytika. Výtrusným rostlinám stále dominují přesličky a plavuně a v místech pevninských sedimentů se často vyskytují i kapradiny.

Pokud bychom hledali perm v Českém masivu, museli bychom se vydat např. do dolnoslezské pánve, kde se nalézají permské slepence, pískovce, prachovce, jílovce... V podkrkonošské pánvi, konkrétně na Kozákově a v okolí Nové Paky bychom při úspěšném hledání našli melafyry (horniny sopečného původu, výlevná) s peckami polodrahokamů (achátů – ty v hornině vyplňují dutiny) - spíše však z období permokarbonu.

Trias - trias je prvním (jedním ze tří) oddílem dlouhého období druhohor. Časově je vymezen cca 251 mil. let - 199,6 mil. let. Triasový útvar se dělí na dvě

vývojové větve (kontinentální nebo také pevninský vývoj a vývoj alpínský, a to podle převažujícího složení - v kontinentálním vývoji převažují sedimentární horniny složené z úlomků starších hornin a minerálů nebo organických zbytků (tzv. klastika), oproti tomu ve vývoji alpínském naopak karbonáty (neboli uhličitany).

Podle klasického členění, jak jsme zvyklí z předchozích geologických ér, se trias dělí na spodní, střední a svrchní trias. Proto také název celého období – trias = tři části. Toto rozdělení je zjednodušené, avšak pro potřeby ZŠ a nižších ročníků gymnázií postačující (rozšiřující pozn. podrobnější dělení triasu se zakládá na nálezech jednotlivých faun, např. amonitů, foraminiferů).

Důležitou událostí, která startuje v období triasu je počáteční rozpad Gondwany a otevírání Atlantického oceánu (kopíruje středoocéánské hřbety). Severní pól se v té době nacházel zhruba v poloze dnešní Kamčatky (ruský dálný východ). V triasu převládalo teplé klima. I z triasu známe červené sedimenty, doprovázené četnými ložisky evaporitů (viz. výše), avšak toto klima nebylo příliš vhodné pro tvorbu ložisek uhelných (ta se začínají vytvářet až později, společně s ochlazením a vlhčím klimatem).

Od spodního triasu dochází opět ke zdvihu mořské hladiny, který se opakuje i v triasu svrchním.

Významnou událostí tohoto období je počínající se rozpad Gondwany a dále otevírání Atlantického oceánu.

Na severním pólu, který byl v této době, cca v oblasti Kamčatky, docházelo k výlevům láv. Vulkanická činnost je doložena i z jižnějších částí. Toto všechno vedlo k prvním fázím alpínského vrásnění.

Fauna triasu je také velmi bohatá. Ve spodním triasu se objevují praví amoniti, ale převládají spíše jejich příbuzní - ceratiti (skupina vyhynulých hlavonožců, která prodělala mohutný vývoj). V triasu se objevují noví obyvatelé, dvoužábří hlavonožci, tzv. belemniti. Dalšími triasovými zástupci jsou např. vápnité houby nebo šestičetní korály.



Fosilní vápnitá houba z období triasu (převzato a upraveno [10]).

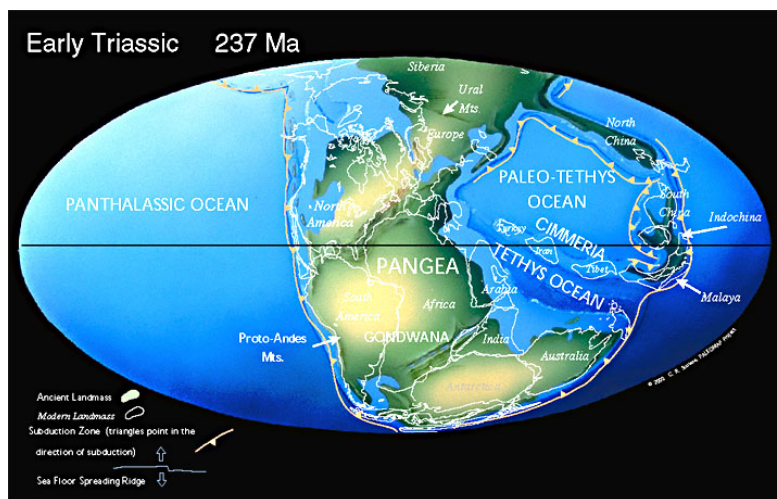
Z plazů, o jejichž vývoji bylo více napsáno v permu, známe v triasu již asi 14 řádů (4 z nich přežili dodnes - např. želvy). Důležitou skupinou, kterou bychom si na tomto místě popsali, je skupina "savcovitých plazů", tzv. Therapsida. Ta zahrnovala jak zástupce z řad býložravců, tak i dravé jedince. První býložravá skupina však ukončila svůj vývoj. Zato skupina dravých zástupců je velmi zajímavá. Již v triasu byl jejich chrup jasně rozlišen řezáky, špičáky a stoličky a mají pevné patro. U těchto zástupců se vyvinuly i mléčné žlázy. K jejich zástupcům patří např. ichtyosauři (dalo by se říci ryboještěři), jejichž největší jedinci dosahovali délky až 12m. Na závěr povídání o triasových plazech zmíníme ještě jednu významnou skupinu, důležitou pro pozdější vývoj, a to skupinu jamkozubých plazů (Thecodontia), jež jsou předchůdci svých velkých nástupců dinosaurů a krokodýlů.



Ichtyosaurus ze svrchního triasu (převzato a upraveno [11]).

Vzhledem k teplým a mělkým triasovým mořím se zde z flóry velmi dařilo zeleným řasám, které v období triasu zaznamenaly významný rozvoj (dařilo se jim především v uzavřených lagunách, které byly chráněné před otevřeným mořem). Na souši vládne flóra jehličnany (tedy nahosemenné rostliny) a cykasy nebo rostliny ginkgovité. Stále jsou zde ještě rostliny výtrusné a z jejich zástupců přeslička a kapradiny.

Pokud bychom hledali trias na našem území, nalezneme horniny úlomkovité (tedy klastické), protože jak bylo popsáno výše, převládal zde vývoj kontinentální. Skladbu těchto hornin tedy tvoří pestré pískovce a slepence. Triasové horniny tak nalezneme na výchozech v Podkrkonoší a v oblasti Trutnova nebo v dolnoslezské pánvi. Uložené sedimenty vypadají tak, že spodní vrstvy jsou červené, zatímco svrchní partie bílé. Tyto sedimenty se ukládaly většinou v průtočných jezerech.



Paleogeografická mapa – spodní trias (převzato a upraveno [12]).

Jura - jura je dalším geologickým obdobím, které společně s triasem a následující křídou patří do éry druhohor (tedy mezozoika). Časově je křída datována do období 200 mil. let - 145 mil. let. Název celého geologického období je odvozen od pohoří Jura, které se rozkládá mezi Švýcarskem a Francií.

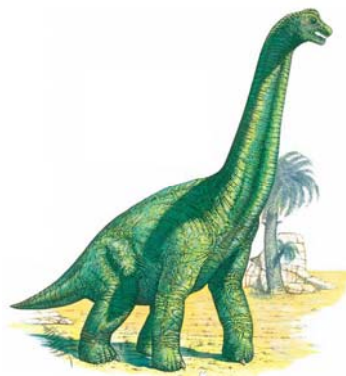
Pro období jury je charakteristická obrovská mořská transgrese, kdy moře pokrývalo až 25% dnešní souše. Pod vodou byla např. Severní Amerika, část Evropy, Indie, Afriky, velká část Asie.

Podle klasického dělení, na které jsme zvyklí z předchozích kapitol, se jura dělí na spodní, střední a svrchní (v Německu odlišeno barvami na černou, hnědou a bílou juru).

Paleogeografická situace v juře vypadá následovně - Gondwana se začíná rozpadat na jednotlivé světadíly. Atlantický oceán se začíná stále více otevírat společně se vznikem oceánu Indického. Od afrického kontinentu se postupně odděluje Madagaskar. Období jury je provázeno několika fázemi vrásnění, které dávají vznik pacifickým pohořím. Vše je doprovázeno ústupem mořské hladiny (tzv. regresí). Na

mnoha místech je vrásnění doprovázeno četným vulkanismem (např. Severní Amerika, jižní Afrika, Kavkaz nebo dokonce Antarktida).

Jurskou faunu tvořili z menších živočichů např. prvoci, houby a koráli, kteří společně tvořili korálové útesy. Hlavonožci v tomto období dosahují vrcholu svého vývoje (především amoniti a belemniti). Z období jury již známe pravé žáby a rozvíjí se krokodýli, známí již z triasu. V té době žili nejen ve sladkých, ale i ve slaných vodách. V juře žijí pravé želvy (primitivní předchůdce známe již z permu). Moře obývají žraloci a rejnoci. I tomuto období však kralují plazi. Ve vodách se prohánějí ichtyosauři a plesiosauři. Na souši jsou již králi jak býložraví, tak draví dinosauři, včetně obří býložravé skupiny sauropodů. Z jury známe i "praptáka" archeopteryxe. Nevíme zcela jistě, zda byl archeopteryx skutečným vývojovým článkem, který vedl k dnešním ptákům, ale vědci se kloní k tvrzení, že nejspíše ano.

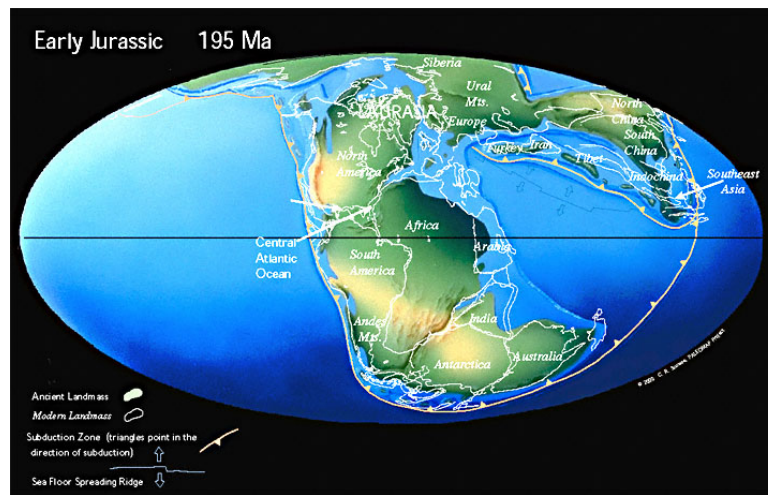


Brachiosaurus – zřejmě nejznámější a především největší ze skupiny sauropodů (převzato a upraveno [13]).

Co se jurské flóry týče, lze ji rozdělit podle stratifikace zemského klimatu. Jednou klimatickou oblastí byla indoevropská oblast, která byla charakteristická tropickým až subtropickým klimatem (vlhko). Druhá oblast, sibiřská, byla velmi podobná dnešnímu mírnému pásu (zde nalezneme uhelné pánve).

Charakteristické jsou cykasovité a ginkgovité rostliny, rostliny krytosemenné a řasy.

Pokud bychom se vydali po stupách jury v Českém masívu, museli bychom zavítat např. do oblasti Krásné Lípy (podél Lužického zlomu), kde bychom ve sledu hornin našli jurské písky a vápence. Slepence, písky a jíly jurského stáří na našem území bychom našli také v oblasti Moravského krasu a v okolí Brna.



Paleogeografická mapa – spodní jura (převzato a upraveno [14]).

Křída - křída je třetím, posledním a také nejdelším úsekem geologické éry druhohor. Časově je řazena do období 145 mil. let - 65 mil. let. S koncem křídý končí i období mezozoika a nastává geologická éra, jíž říkáme kenozoikum.

Paleogeografická situace v křídě vypadá následovně - superkontinent Pangea se definitivně rozpadl na kontinenty, jak je známe dnes, ovšem v této době zatím v jiném postavení, než které známe z dnešní mapy světa. Během křídý se stále více otevírá Atlantický oceán a svou expanzí odsunuje stále více Jižní Ameriku západním směrem. Antarktida vzniká za definitivního rozpadu Gondwany a od Afriky se odděluje Austrálie. Budoucí ostrov Madagaskar a Indie zůstávají stále ještě součástí Afriky. Tyto procesy jsou doprovázeny zdvihem mořské hladiny (transgresí).

V křídě převládá vlhké (humidní) klima, které prospívá tvorbě uhelných slojí (např. v té době severní část asijského kontinentu). V oblasti Evropy probíhají fáze alpínského vrásnění, které jsou na mnohých místech doprovázené vulkanismem (Indie - základ Dekánské plošiny, Jižní a Severní Amerika).

Z fauny jsou pro křídu významné zkameněliny hlavonožců - amonitů (důležité především pro určení stáří sedimentárních vrstev). V křídových mořích bychom dále našli živočichy, které známe dodnes, jako jsou ústřice, hvězdice, mechovky, ramenonožci, raci, krabi atd.

V křídě jsou velmi hojní žraloci a ryby. Hmyz se začíná členit a poprvé se objevují např. dodnes známí termity a hlavně zástupci hmyzu blanokřídleho (vosy, včely, mravenci) a dvoukřídleho (mouchy, střechci atd.).

Velmi významně se vyvíjejí velcí plazi nadřádu dinosaurů. Právě z tohoto období pochází jeden z nejpopulárnějších dinosaurů rodu Tyrannosaurus - Tyrannosaurus rex. Nevyvíjejí se jen dinosauri, ale i ostatní skupiny živočichů, jako jsou ptakoještěři, vodní ještěři, krokodýli a také významná skupina – ptáci.

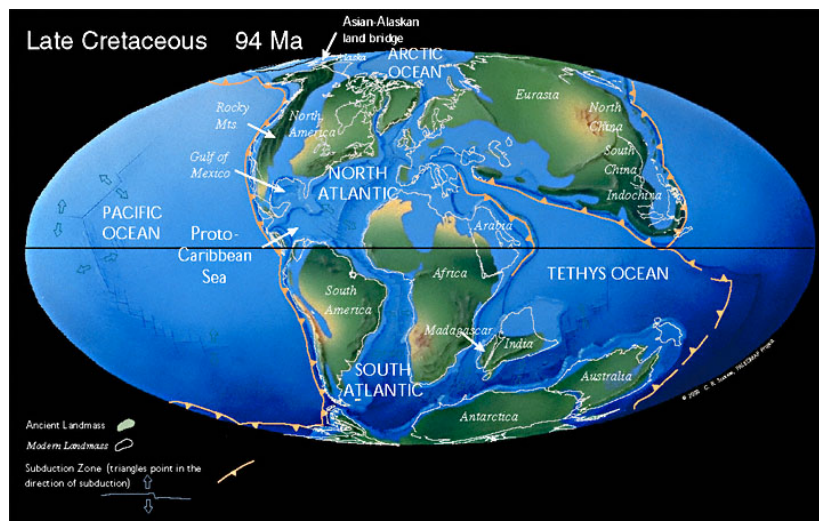


Tyrannosaurus Rex (převzato a upraveno [15]).

Flóra křídý zaznamenává významnou proměnu ve svém charakteru. Rostlinou říší ovládají krytosemenné rostliny v čele s listnatými stromy. Některé druhy dovedly svůj vývoj k dokonalosti už v křídě, měly opadavé listy a svá semena uzavíraly do tvrdých plodů. Díky tomu, že v živočišné říši mám již v křídě opylovače - včely - objevují se v křídě stále více i kvetoucí rostliny. Proměnu flóry v tomto období přikládáme obrovskému zdvihu mořské hladiny a následným záplavám.

Období křídý je jedním z nejlépe zachovaných geologických ér na našem území. V Českém masívu tvoří výplň převážně sedimenty mělkých moří, které vznikly během zdvihu mořské hladiny. Celá Česká křídová pánev je vyplněna sledy pískovců, slepenců, jílu, slínovců, včetně uranových ložisek (Stráž pod Ralskem). Pozůstatkem křídý je i českobudějovická a třeboňská pánev, rudické vrstvy a křída u Osoblahy.

Konec křídového období je jasně charakterizován kolizí s vesmírným tělesem, která zřejmě způsobila hromadné vymírání živočišných i rostlinných druhů. Srážka s asteroidem nebo kometou po sobě zanechala obrovský kráter Chicxulub na poloostrově Yucatán v Mexiku (udávaná šířka až 10 km). Důsledkem kolize je i vrstva iridia (drahý kov), která pokryla povrch Země a je odborníky spojována s touto událostí.



Paleogeografická mapa – svrchní křída (převzato a upraveno [16]).

Třetihory - třetihory, podle nového pojmenování nazývané paleogén. Období je řazeno do období mezi 65,5 mil. let - 23 mil. let.

Paleogeografická situace vypadala následovně - třetihory jsou v porovnání s geologickým časem relativně blízka minulost. Po většinu období převládá teplé klima, s jedním krátkodobým celosvětovým ochlazením. Během třetihor vznikají četná ložiska hnědého uhlí a to především díky teplému a vlhkému klimatu a rozšiřováním flóry stále více na sever.

Od Eurasie se finálně odděluje Grónsko a vzniká Severní ledový oceán. Během třetihor vznikají významná světová pohoří, v pásmu od Pyrenejí až po Himaláje.

Třetihorní flóra je velmi pestrá. Díky vlhkému a teplému klimatu zcela dominují krytosemenné rostliny nad nahosemennými. Z těchto rostlin můžeme jmenovat všem dobře známé palmy, vrby, duby. Ze světa jehličnanů jsou pro třetihory velmi významné sekvoje, které byly hlavními zdrojovými dřevinami pro vznik hnědého uhlí. Z třetihorních jehličnanů ještě dnes známe např. cedry nebo jedle.

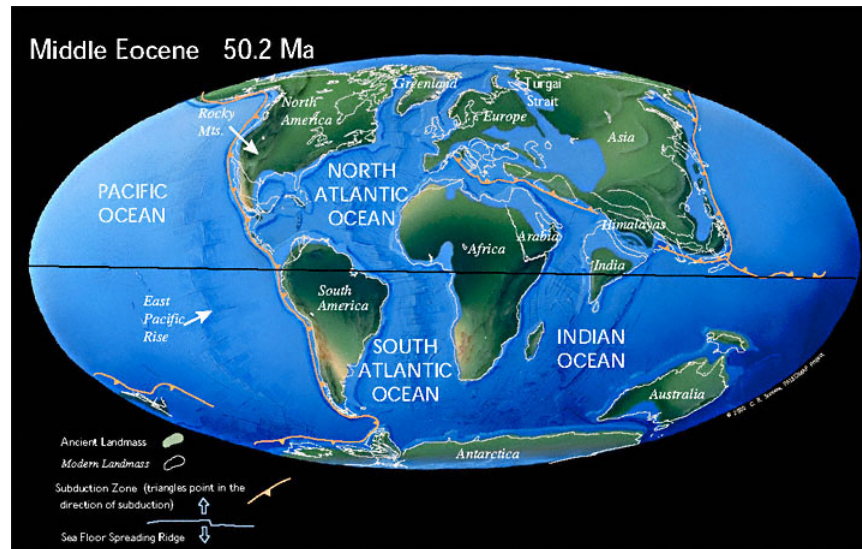
I třetihorní fauna oplývá pestrostí. Významnými zástupci, které známe z tohoto období, jsou raci a krabi. Z obojživelníků např. mloci a žáby. Z nálezů koster ryb vyplývá, že ve třetihorách žily druhy, které známe dodnes - makrela, treska.

Třetihory zaznamenávají velký rozvoj ptáků a to také proto, že ve vzduchu nemají přirozeného nepřítele.

Po vymření velkých plazů jejich místo zaujímají savci. Z období třetihor jsou to netopýři, hlodavci, tapíři, nosorožci a další.

Pokud bychom hledali třetihorní pozůstatky na našem území, z tohoto období jsou v Českém masívu zachovány tři významné podkrušnohorské pánve, a to pánve sokolovská, chebská a severočeská. Výplň sokolovské pánve tvoří říční štěrky a písky,

jíly, tufy. U chebské pánve je výplň z velké části shodná, sledy zde tvoří křemence, jíly, štěrky, písky a vulkanity (především čediče). Severočeská pánev se svou výplní lehce odlišuje, zde nalezneme též písky a křemence, ale dále také vápence a uhlí.



Paleogeografická mapa – střední eocén (převzato a upraveno [17]).

Čtvrtohory – čtvrtohory dělíme na starší oddělení pleistocén a na mladší oddělení holocén. Tato geologická éra je datována 23 mil. let a trvá dodnes, tudíž i my dnes žijeme ve čtvrtohorách.

Z paleogeografického a klimatického hlediska vypadala situace ve čtvrtohorách asi takto - na začátku celého období převládalo teplé a vlhké klima. Zajímavostí je, že teplota byla v průměru o 7 - 9 °C vyšší než jak se pohybuje dnes. Od toho období však dochází pouze k postupnému ochlazení. To bylo zapříčiněno změnou cirkulace mořských proudů, které své směry změnilo v důsledku oddělení Atlantického a Tichého oceánu. To umožnilo invazi ledovce z Antarktidy a výsledkem bylo zalednění severní polokoule. V období čtvrtohor poklesla hladina moře až o 40 m. V této geologické éře je zaznamenán i vrchol tektonické činnosti, který dává vzniknout finální podobě mnohým pásebným pohořím (Pyreneje, Alpy, Karpaty, Himaláje). Vznikají nejen pásebná pohoří, ale i jejich pravý opak, příkopové propadliny (např. východoafrická příkopová propadlina).

Čtvrtohorní mořská fauna je zastoupena houbami, koráli, mechovkami. Hlavonožci jsou méně významní, naopak krabi mají dominantní postavení.

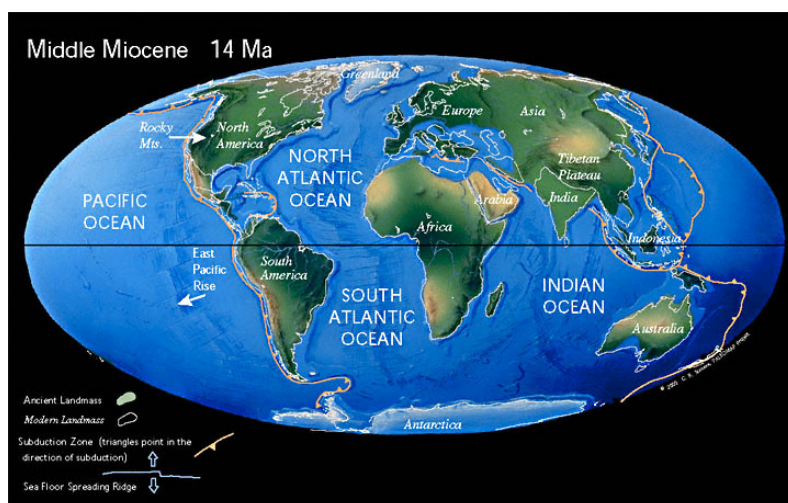
Ve svém vývoji pokračují ryby, z obojživelníků zaznamenáváme žáby, z plazů jsou to především krokodýli. Vyuvíjejí se ptáci.

V živočišné říši však hrají prim savci, především koňovití a chobotnatci. Dále pak nosorožci nebo např. tapíři.

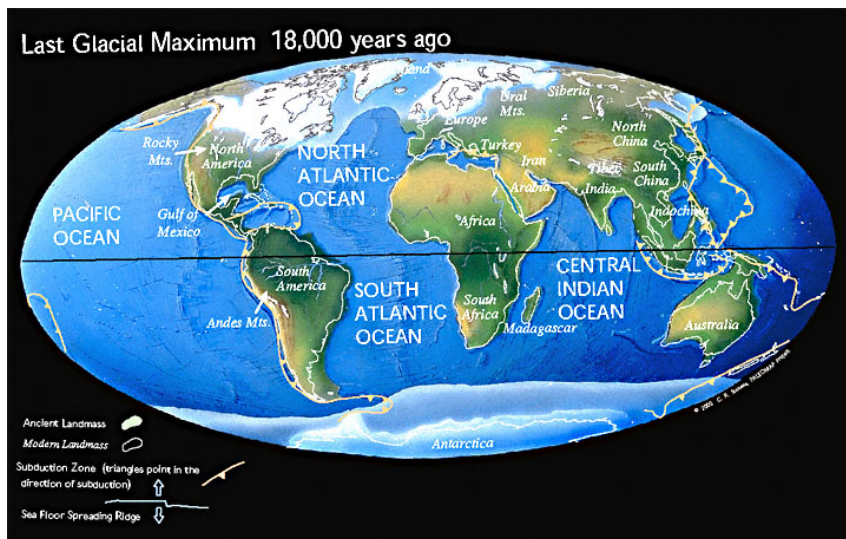
Z rostlin mají velký význam červené řasy, které jsou horninotvornými rostlinami. Nahosemenným rostlinám kralují jehličnany. Vzhledem k postupnému ochlazování klimatu dochází k vytlačování nebo k úplnému vymírání teplomilných rostlin. Jejich místo zaplňují listnaté stromy, které opadávají, např. břízy, habry nebo olše. Ti jsou schopni se nastalým zhoršeným podmínkám lépe přizpůsobit, zejména již zmíněným opadáváním listů.

Čtvrtohory jsou v českém masívu zachované např. v chebské pánvi, kde nalezneme hnědouhelné souvrství tvořené jíly, písky. Sloj měla mocnost až 22 m a byla zde těžena. V jednom ze souvrství chebské pánve byla nalezena těla ryb a hmyzu, v karbonátech pak byly nalezeny zbytky obratlovců. Ze čtvrtohor v sokolovské pánvi můžeme uvést sloj Anežka nebo Antonín. Kvartérní uloženiny nalezneme i v pánvích jihočeských. Památkou na čtvrtohorní vulkanismus je České středohoří, Doupovské hory nebo např. hora Říp, Kunětická hora u Pardubic nebo Vinařická hora u Kladna.

Na našem území nalezneme i pozůstatky doby ledové. Naše území se v období starších čtvrtohor nacházelo v oblasti ovlivňované ledovci (tzv. periglaciální oblast). Kontinentální ledovec na naše území pronikl dvakrát. Ledovce zde vznikaly na Šumavě, v Krkonoších i v Hrubém Jeseníku. Většina našeho území byla územím snosu usazených hornin (Polabí, moravské úvaly). Z toho plyne, že cca 90% území České republiky je pokryto usazeninami kvartérního stáří.



Paleogeografická mapa – střední miocén (převzato a upraveno [18]).



Paleogeografická mapa – poslední doba ledová (převzato a upraveno [19]).

3. 4. "Velká pětka" - Krize globálního ekosystému

Kapitola pojednává o nejdůležitějších krizích globálního ekosystému a klade za cíl ve stručnosti žáky a studenty seznámit s těmito historickými událostmi v celkovém kontextu vývoje Země. Včetně příkladů živočišných i rostlinných druhů, kterých se tyto jednotlivé události (eventy) dotkly a jakým hypotézám jejich vzniku je přikládán největší význam a důvěryhodnost.

Velká vymírání přitahují pozornost vědců již dlouhou dobu. Tyto tzv. krize globálního ekosystému měly zřejmě zásadní význam pro vývoj života na Zemi. Vymírání dnes chápeme jako zcela běžnou součást života. Zde bych ráda jako zajímavost či poznámku pro zvědavé uvedla, že v historii Země žilo zhruba 5 – 50 miliard druhů různých organismů, z čehož vyplývá, že jich přes 99% již dříve vyhynulo.

Vymírání = náhlý a prudký pokles druhů ve velmi krátkém časovém měřítku (statisíce až miliony let). Prokázáno je, že tyto události postihly většinu taxonomických druhů od ptáků, savců, přes plazy, obojživelníky i většinu bezobratlých. V historii těchto událostí nad všemi vyčnívá tzv. „Velká pětka“.

Vymírání na přelomu ordovik/silur (cca před 443 mil. let)

První velké vymírání, při kterém zmizelo ze světa zhruba 85% druhů. Jiné zdroje dokládají vymření až 27% čeledí a 57% tehdy existujících rodů. Tato fakta by vedla k řazení této události na 2. místo v historii Země, co se velikosti katastrofy týče.

Událost na přelomu ordovik/silur postihla jak u dna žijící nebo přisedlé živočichy (např. trilobity, ramenonožce atd.), tak i živočichy volně plující (např. graptolity).

Za jednu z hlavních příčin tohoto vymírání je považován pokles oxidu uhličitého v ovzduší a zalednění. To postihlo superkontinent Gondwanu, která se v této době přesouvala přes jižní pól.

Vymírání v pozdním devonu (cca před 375 mil. let)

Tato událost je jedinou katastrofou globálního ekosystému, která se neodehrála na hranici svou geologických ér. Krize se dotkla především mořského ekosystému. Během této krize vyhynulo přibližně 75% druhů, 50% rodů a na 19% tehdejších čeledí.

Největší kolaps zaznamenali útesotvorné organismy, především koráli. Krize se nevyhnula ani trilobitům, ramenonožcům nebo hlavonožcům.

Za příčinu této globální krize je pokládán pokles obsahu kyslíku v oceánech a velmi časté změny ve výšce oceánské hladiny a změny teploty. Někteří autoři se domnívají, že spouštěcím mechanismem mohl být dopad meteoritu. Soudí tak dle kráteru Siljan ve Švédsku, který by časově odpovídal, avšak tyto domněnky nejsou potvrzené. Do rozšiřujících poznámek pro zvědavé žáky/studenty bych uvedla další hypotézu, kterou je velmi rychlá evoluce (vývoj) rostlin, které spotřebovaly velké množství oxidu uhličitého, a z půdy se uvolnila spousta organických látek a znečistila vodní plochy.

Vymírání koncem permu (cca před 251 mil. let)

Vymírání s pořadovým číslem tři je nejrozsáhlejším vymíráním v historii planety Země. Tato krize se odehrála na hranici prvohor a druhohor a poznamenala jak život v moři, tak na souši. Z mořského ekosystému vyhynulo zhruba 53% čeledí, 84% rodů, a až na 96% druhů! Souš zaznamenala 70% vymírání druhů, které postihlo jak rostliny, tak např. i hmyz a obratlovce.

Do poznámek pro zvědavé, příp. jako rozšiřující učivo bych opět směřovala poznámku, že vymírání na konci permu mělo, ač paradoxně, obrovský význam pro budoucí vývoj života na Zemi. Tato krize smetla kralování savcovitých plazů a tím

umožnila pozdější vzestup dinosaurů, kteří se stali dominantní skupinou a nastartovala i vznik a vývoj savců.

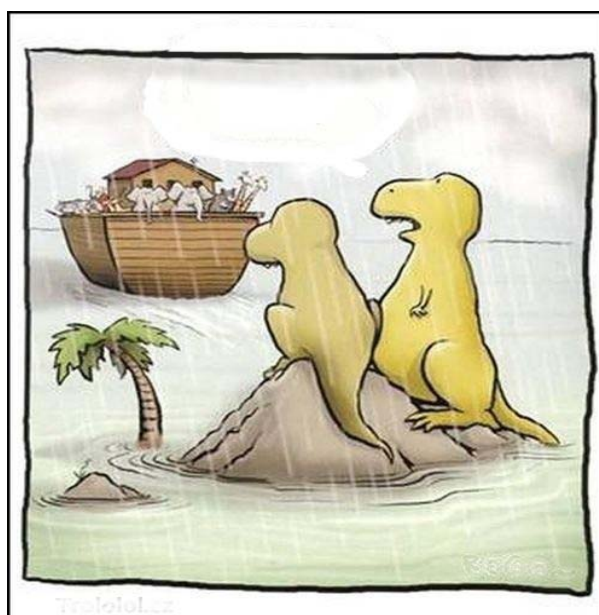
Hypotéz zkoumajících původ této krize je mnoho, nejčastěji se však přikláníme k zvýšené vulkanické činnosti v oblasti Sibiře. Zde se nacházejí nánosy vulkanického materiálu permského stáří. Dalším spouštěcím mechanismem by mohlo být globální oteplování v období permu. To způsobilo konec zalednění Gondwany a vznik kontinentu Pangey, který zapříčinil zánik většiny mělkých moří v okolí této pevniny.

Vymírání koncem triasu (cca před 200 mil. let)

Krize, která postihla konec éry triasu, je spojována s nástupem nadvlády dinosaurů. Na konci druhohor vymřelo z mořských živočichů zhruba 20% čeledí a 55% rodů. Souš byla postihnuta obdobně, cca 23% čeledí a 48% rodů. Katastrofa v tomto období byla o to větší a zajímavější, protože se odehrála ve velmi krátkém časovém úseku, z pohledu geologického času, a to během 10 000 let.

Pro rozšíření vědomostí bych uvedla, že toto období není primárně ani tak postihnuto obrovským vymíráním, jako spíše významným poklesem vzniku nových druhů.

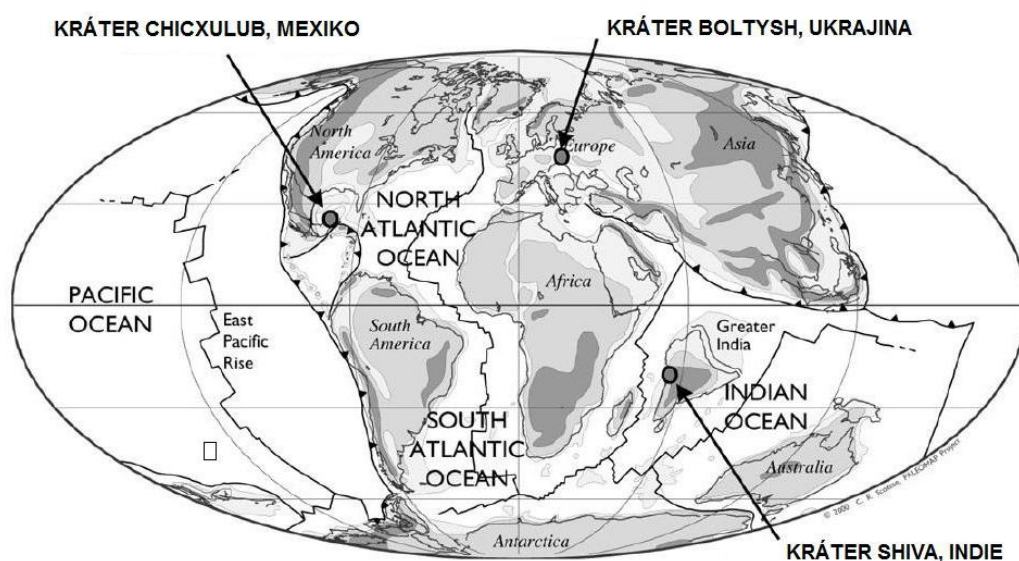
Jako příčina globální krize je uváděna zvýšená sopečná činnost, s tím spojený nárůst koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře a v poslední řadě dopad kosmických těles na Zemi.



Ilustrační obrázek dinosaurů, kteří se nevešli na „Noemovu archu“ (převzato a upraveno [20]).

Vymírání na hranici křída/terciér (cca před 65 mil. let)

Vymírání na hranici křída a terciéru nese pořadové číslo dvě (následuje po permské krizi), co se do velikosti katastrofy týče. Po dobu 135 mil. let vládli planetě Zemi tzv. neptačí dinosauři. Ti však při krizi globálního ekosystému na hranici K/T definitivně vymírají. Tato událost nese obrovský význam pro budoucí vývoj člověka. Neptačí dinosauři uvolnili pevninu pro větší druhy savců. Pokud by se tomu nestalo, větší druhy savců by se objevily mnohem později nebo také vůbec. S tím je spojen i vývoj člověka, který by se na planetě Zemi bez tohoto vymírání, vůbec nemusel objevit.



Mapa ukazuje pozici kontinentů na K/T hranici a pozici dopadových kráterů (převzato a upraveno z CHATTERJEE et al., 2006).

I v období novověku planety Země, tedy v období kenozoika (posledních 65 mil. let) se nám vymírání zdaleka nevyhýbají. Ovšem nepostihují Zemi v tak drtivém dopadu. Dnešní civilizace, žijící na planetě Zemi, zažívá období po poslední době ledové. Žijeme tedy v době meziledové (tzv. interglaciálu). Během poslední doby ledové klesla hladina světového oceánu. Lidem tak bylo umožněno pohybovat se a migrovat mezi kontinenty. Země však byla vystavena řadě přírodních katastrof a změn, které dnes velkou měrou člověk svou činností ovlivňuje a některé neopatrnými zásahy způsobuje (více v kapitole „o Činnosti člověka“). Zamysleme se nad tím, co kdyby přišla malá doba ledová, jako tomu bylo ve středověku? Věděli bychom, jak se zachovat?

Pozn.: téma pro diskuzi, příp. pro seminární práci. – „Jaké změny nastaly po poslední době ledové“, „Jak se mění ekosystémy a jak je ovlivňuje člověk svou činností?“

3. 5. Paleontologie; Stratigrafie

Kapitola žákům/studentům osvětlí tyto dva geologické obory, objasní, čím se zabývají, co je předmětem jejich studia a co je náplní práce paleontologa/stratigrafa.

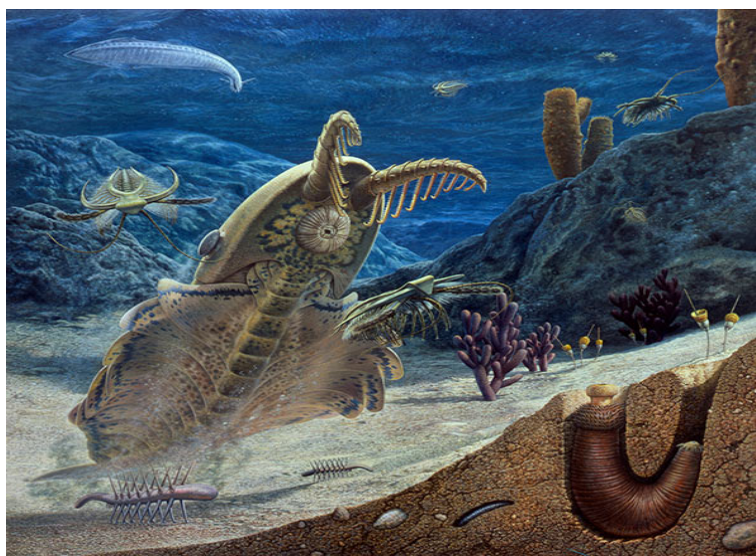
Paleontologie je přírodní věda zabývající se studiem fosílií. Na tomto místě by bylo vhodné vysvětlit pojem „fosílie“. Jedná se tedy o zkamenělinu čili o jakýsi pozůstatek po organismu žijícím v některé z geologických ér.

Paleontologie je věda, která stojí na rozcestí mezi geologií, ekologií a biologií.

Geologům slouží paleontologie jako jakýsi nástroj např. pro určování stáří hornin za pomoci oněch zmíněných fosílií (zkamenělin), které nalézáme ve vrstevních sledech. Díky mikroskopickým zkamenělinám, tzv. mikrofosíliím je možné vyhledávat ložiska nerostných surovin, především ropy. Tento obor pak nazýváme mikropaleontologie.

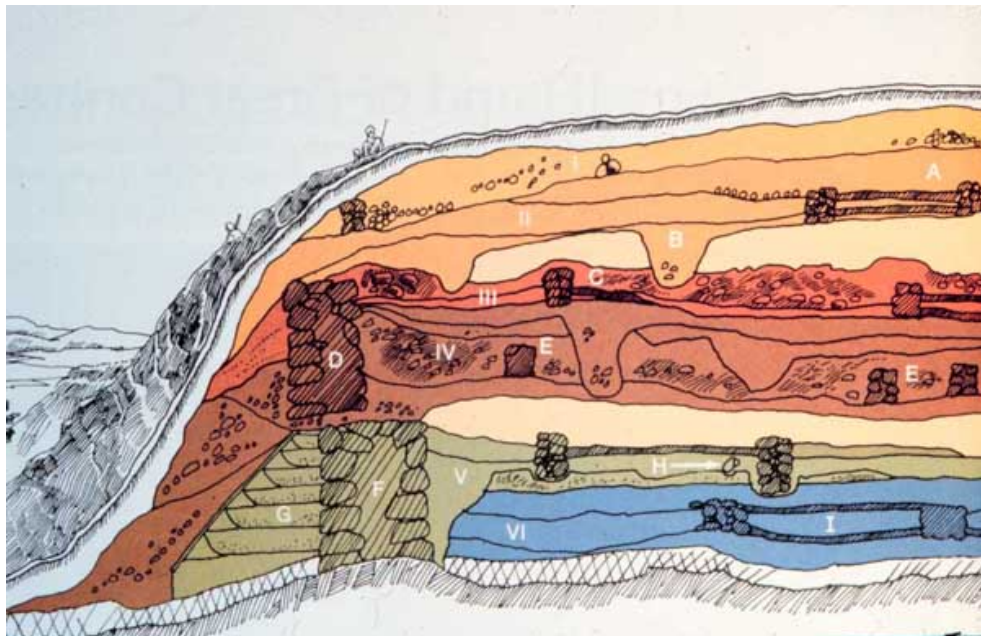
Praktický význam má paleontologie nejen pro určování stáří hornin a vyhledávání ložisek nerostných surovin, ale např. i pro paleontologické rekonstrukce (např. obrazy), která seznamují s životem v tehdejších ekosystémech.

Česká republika je významným paleontologickým nalezištěm a nabývá tak světového významu.



Rekonstrukce života v prvohorním kambrickém moři (převzato a upraveno [21])

Stratigrafie, někdy také uváděná jako stratigrafická geologie, je věda, která sleduje změny sedimentárních vrstev v rámci času a prostoru. Sledování změn v prostoru je poměrně snadné, s využitím měření v trojrozměrném prostoru. S pozorováním změn v čase je to o něco složitější. Proto tuto disciplínu dělíme na stratigrafii relativní, která určuje pouze relativní stáří jak geologických těles, tak jednotlivých procesů a stratigrafii absolutní, která určuje skutečné stáří těchto těles. Jako rozšiřující učivo/zajímavost možno uvést, že u absolutní stratigrafie se můžeme setkat také s pojmem geochronologie, tudíž s metodou, díky které je možné určit absolutní stáří geologických těles (i hornin a minerálů), a to na základě radioaktivního rozpadu některých prvků jako je např. ^{238}U a ^{206}Pb .



Ukázka stratigrafického sledu. Řazeno chronologicky od nejmladších po nejstarší sledy -> I – VI (převzato a upraveno [22]).

4. Zemská kůra a její složení

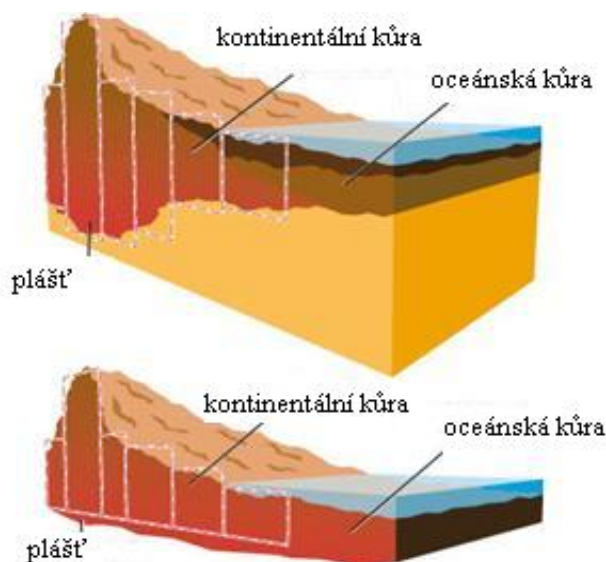
Kapitola seznámí žáky se zemskou kůrou jako celkem, s jejím členěním a složením. O pohybech v rámci zemské kůry bude pak více pojednáno v kapitolách dalších, a to konkrétně v kapitole „*Pohyb litosférických desek*“ a „*Vznik pevnin a oceánů*“.

Snahou v této kapitole, jakož i v celé učebnici, je postupovat od velkých celků, které jsou žákům/studentům většinou více známé a jsou pro ně lépe představitelné, směrem k dílčím částem. Proto, po úvodním seznámení se zemskou kůrou, kapitola dále pojedná o horninách, jakožto stavebních kamenech, Země a dále postupuje k dílčím stavebním prvkům hornin, kterými jsou minerály.

Zemská kůra je nejsvrchnějším obalem planety Země. Její mocnost je v porovnání s dalšími sférami (pláštěm a jádrem) minimální. S ohledem na mocnost a především horninové složení rozdělujeme zemskou kůru na kůru kontinentální (pevninskou) a oceánskou. Mocnost se značně liší. U kůry kontinentální (pevninské) se pohybuje zhruba kolem 30 km. V místech mladých pohoří může být mocnost kůry až 80 km. Naopak menší mocnost než 30 km může být v oblastech, které jsou často v pohybu. Mocnost oceánské kůry se pohybuje zhruba kolem 10 km.

Kontinentální a pevninská kůra se od sebe neliší pouze mocností, ale i tíhou. Oceánská kůra, vzhledem ke svému složení (bude upřesněno v kapitole „*Horniny - stavební kameny Země*“) je mnohem těžší než kůra kontinentální.

O pohybech zemské kůry a procesech, které s tímto souvisí, bude pojednáno v příslušných kapitolách.



Ilustrace zemské kůry (převzato a upraveno [23]).

4. 1. Horniny - stavební kameny Země

Kapitola o horninách přináší vzhled do celkové problematiky, seznámí žáky/studenty všeobecně s pojmem „hornina“, nahlédne do systému dělení hornin. Více o jednotlivých typech hornin bude uvedeno v příslušných kapitolách, tematicky nejvhodnějších.

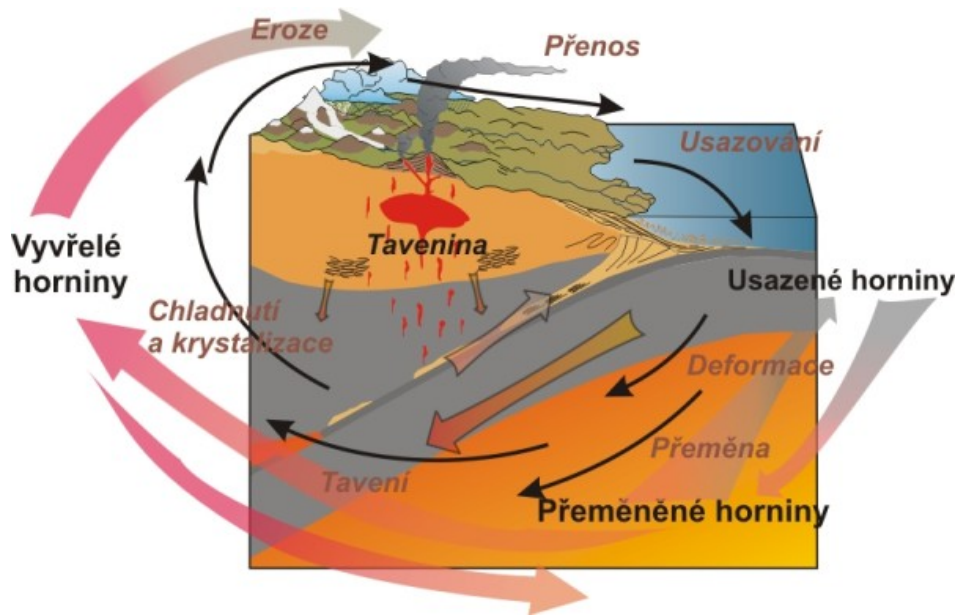
Hornina, pro mnohé „kámen“, je zjednodušeně jakýsi soubor minerálů v pevné formě, lišící se, vzájemně od sebe, jednak minerálním složením a svými fyzikálními vlastnostmi, ale také stářím. O hornině mluvíme tehdy, je-li složena ze dvou a více minerálů. Horninu, která je tvořena pouze jedním minerálem, označujeme jako monominerální. Takovou horninou je např. vápenec, křemenec nebo buližník.

Podle systému dělíme horniny na vyvřelé, usazené a horniny metamorfované. N

Na zemském povrchu, který zaujímá plochu cca 149 mil. km², je zastoupeno velké množství hornin. Z nich 3/4 zaujímají horniny usazené a zbylou 1/3 horniny vyvřelé a přeměněné. Procentuálně je však nejvíce zastoupeno pět hlavních skupin hornin: břidlice 52% (usazené horniny), pískovce 15% (usazené horniny), žuly a granitoidy 15% (vyvřelé horniny), vápence 7% (usazené horniny) a bazalty, neboli čediče 3% (vyvřelé horniny). Celkově tak zaujímají 90% zemského povrchu. Tudiž zemskou kůru tvoří převážně tyto prvky:

O (47%), Si (28%), Al (8,1%), Fe (5%), Ca (3,6%), Na (2,8%), K (2,6%), Mg (2,1%) a ostatní prvky (0,8%).

Jednotlivé skupiny horniny, tedy vyvřelé, usazené i přeměněné, jsou v neustálém kontaktu mezi sebou a při spolupůsobení teplotních a tlakových podmínek (pT podmínky), pak dochází k přeměnám jedné skupiny hornin a druhou a je tomu tak i naopak.



Horninový cyklus - koloběh hornin v zemském nitru a na povrchu Země. Jednotlivé typy hornin - usazené, přeměněné, vyvřelé se mohou několikanásobně během geologického času přetvářet jedny v druhé (převzato a upraveno [24]).

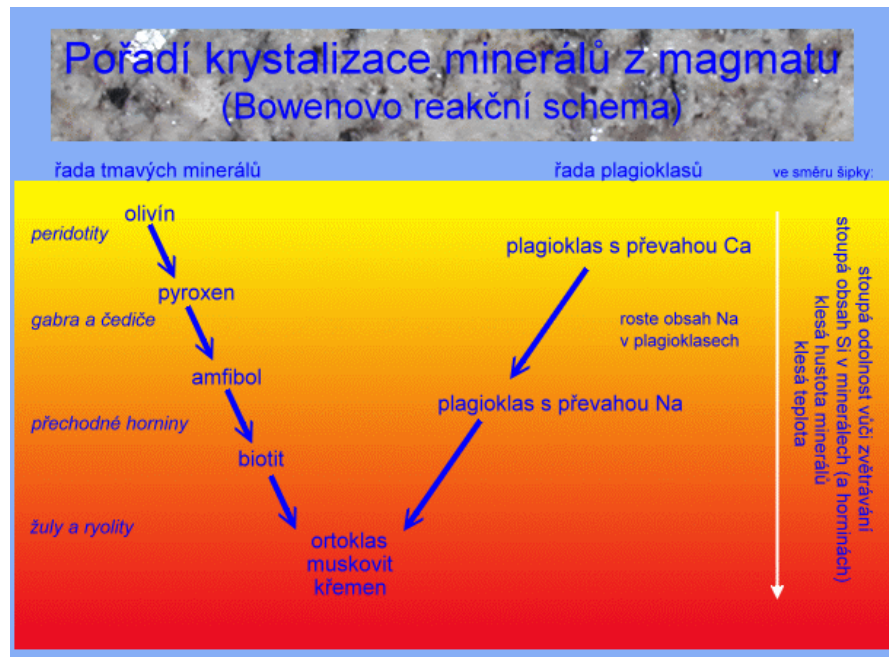
4. 2. Minerály - stavební prvky hornin

Minerál lze definovat jako anorganickou přírodninu (chápejme jako nerost, neživou látku), která je charakteristická svým chemickým složením a svou vnitřní stavbou. S tím je spojená tzv. vnitřní stavba minerálů, neboli krystalická mřížka, která je pro každý minerál charakteristická.

V přírodě nacházíme na zhruba 4 300 minerálů, z čehož ale pouze jen několik desítek je významných pro tvorbu hornin. Vznik minerálů je výsledkem některého z geologických procesů (krystalizace magmatu; srážení z horkých roztoků, metamorfóza neboli přeměna atd.), jehož jsou minerály výsledkem.

Např. skoro všechny minerály vyvřelých hornin krystalizují z magmatu. Za „magma“ označujeme přírodní křemičitanovou taveninu. S poklesem teploty tak začíná

magma postupně tuhne a minerály počínají krystalizovat. Tento proces krystalizace se řídí tzv. Bowenovým schématem, tj. schéma, které popisuje posloupnost krystalizace minerálů. Někdy není toto schéma pevně dodrženo a při krystalizaci některé minerály chybí (např. olivín).



Bowenovo krystalizační schéma (převzato a upraveno [25]).

Novotvořené minerály vznikají vysrážením z horkých roztoků. Ke vzniku nových minerálů dochází také při sopečných výronech plynů. Tyto minerály pak vznikají postupným zchlazením těchto plynů. Velké množství minerálů vzniká také při sedimentaci z mořské vody. Při této sedimentaci se zvyšuje koncentrace solí ve vodě a vznikají tak minerály jako je sádrovec nebo sůl kamenná. I změna teplotních a tlakových podmínek vede ke vzniku minerálů při metamorfóze. Za spolupůsobení činnosti vody, kyslíku a oxidu uhličitého minerály zvětrávají, což také vede ke vzniku nebo spíše přeměně minerálů, kdy např. z živců vznikají různé jílové minerály. V neposlední řadě vede ke vzniku nových minerálů i činnost organismů.

4. 2. 1. Vlastnosti minerálů

Jednotlivé minerály charakterizuje řada vlastností. Ty se minerál od minerálu liší a právě na jejich základě jsme my, žáci/studenti, vědci schopni je od sebe rozlišit a určit, o jaký minerál se jedná.

Vlastnosti minerálů rozlišujeme na vlastnosti fyzikální a vlastnosti chemické. Některé z těchto vlastností jsou viditelné na první pohled, pouhým okem. Např. jsme schopni pozorovat celkový vzhled, tj. barvu a lesk. Na některých plochách pak můžeme pozorovat lom a štěpnost. Pro prvotní identifikaci můžeme zkusit vryp a jeho barvu, popř. zda jsme schopni minerál rýpat do skla či nikoliv. Tyto vlastnosti řadíme do vlastností fyzikálních. K nim patří např. ještě hustota, propustnost světla, příp. magnetické vlastnosti.

Z chemických vlastností, které můžeme také pozorovat pouhým okem, patří např. rozpustnost ve vodě nebo reakce s kyselinami.

V této kapitole se stručně seznámíme s některými z vlastností minerálů a tím, co o minerálech vypovídají.

1) Krystalová struktura minerálů

Jedním z nejdůležitějších rozlišovacích znaků minerálů je jejich krystalová soustava čili soustava, ve které minerál roste. Často se setkáváme také s pojmem krystalová mřížka.

Krystalová soustava je element, který minerály odlišuje na základě jejich vnitřního uspořádání. Je tvořena stavebními částicemi, které pravidelně přirůstají. Stavebními částicemi jsou v případě minerálů atomy, ionty nebo molekuly. Tyto stavební prvky rostou do tří směrů a pohromadě je drží nejrůznější chemické vazby.

Krystalová mřížka ovlivňuje především fyzikální vlastnosti minerálů a její projevy můžeme pozorovat i my - jsou jimi tvary minerálů. Na minerálech, které nacházíme v přírodě, můžeme občas pozorovat krystalovou soustavu pouhým okem. Tyto ideální tvary krystalů, které známe z učebnic, jsou ale v přírodě poměrně vzácné. Vytváří se tehdy, pokud má minerál dostatek prostoru pro svou krystalizaci. Většinou tedy musíme, a někdy i složitě (v laboratořích) zjišťovat, o jakou krystalovou soustavu se jedná. Určit, o jaký minerál se jedná a jakou má strukturu, nám napomáhá metoda tzv. rentgenové difrakce. Tato metoda je založena na reakci krystalického vzorku zkoumaného materiálu a rentgenového záření, které jím prochází. Tak je nám umožněno určit strukturu daného vzorku.

Rozlišujeme několik základních typů krystalových soustav. Jejich přehled přináší Příloha č. 3.

2) Tvrdost

Pod touto vlastností si lze představit obranu minerálu proti vniknutí cizího tělesa do jeho struktury. Tvrdost závisí na tom, jak pevně u sebe drží jednotlivé částice krystalové mřížky. Čím více jsou k sobě přimknuté, tím více je minerál pevnější a odolnější a naopak.

Pro porovnání tvrdosti byla sestavena tabulka, tzv. Mohsova stupnice tvrdosti, která zahrnuje 10 minerálů, od nejměkčího po nejtvrďší. Pro zjednodušení platí, že každý minerál je schopný rýpnout do minerálu, který mu ve stupnici předchází.

Tabulka č. 3: Mohsova stupnice tvrdosti

MOHSOVA STUPNICE TVRDOSTI		
1	<i>mastek</i>	Jsme schopni rýpat nehtem
2	<i>halit</i>	
3	<i>calcit</i>	Jsme schopni rýpat nožem
4	<i>fluorit</i>	
5	<i>apatit</i>	
6	<i>živec</i>	Lze jimi rýpat do skla
7	<i>křemen</i>	
8	<i>topaz</i>	
9	<i>korund</i>	
10	<i>diamant</i>	

3) Hustota

K zjištění hustoty minerálu dojdeme tak, že porovnáme jeho hmotnost s objemem vody (destilované) o stejné hmotnosti jako je minerál. Uveďme si příklad, pokud dojdeme k tomu, že $h = 2,5$, znamená to, že zkoumaný minerál je dva a půl krát těžší než voda. Hustotu vyjadřujeme v jednotkách g/cm^3 .

Na základě rozdílných hustot můžeme odlišit těžké minerály od těch lehčích. To nám může pomoci např. při rýzování zlata, v dnešní době spíše granátů apod.

4) Štěpnost

Štěpnost minerálu můžeme pozorovat např. tehdy, když do něj uhodíme kladivem. Minerál se rozpadne a pozorovatel je schopen sledovat štěpnost, příp. lom (plocha, hrubá a nerovná, podle které se minerál odlomil). Často však ani není nutné minerály rozbíjet, stačí pozorovat jeho štěpné plochy.

Existují však i minerály neštěpné (např. křemen), tzn., že se nemají definované plochy odlučnosti nebo minerály kujné (např. zlato, cín nebo železo).

5) Lesk

Lesk je jev, který vznikne po odrazu světla od štěpné, příp. od krystalové plochy. Lze rozlišit několik druhů lesků, např. lesk skelný; lesk matný; lesk perleťový; diamantový apod.

6) Barva a vryp

Barva je jedním z nejnápadnějších znaků minerálů. Je okem viditelná a na jejím základě jsme schopni minerály poznávat.

V závislosti na barvě rozlišujeme tři druhy minerálů:

- minerály barevné (barva je stálá; i vryp má podobnou barvu jako minerál),
- minerály bezbarvé (minerály jsou čiré s bílým vrypem),
- minerály zbarvené (barva se mění v závislosti na příměsi, přesto vryp zůstává bílý, příp. šedý).

O vrypu již byla řeč, ale pro upřesnění a přesnou definici se jedná o barvu prášku, kterou za sebou nechává minerál, pokud jím třeme o destičku, která je z neglazurovaného bílého porcelánu, nebo roztíráme seškrábnutý prášek z minerálu na bílém papíru.

7) Propustnost světla

Propustnost světla, neboli průnik světla nerostem, závisí především na vazbách atomů uvnitř nerostu.

Pokud jsme schopni přes minerál jasně vidět jiné předměty, pak mluvíme o tom, že minerál je průhledný (tzv. transparentní). V případě, že minerálem světlo proniká, ale předměty na jeho druhé straně nevidíme příliš jasně, je minerál označován jako průsvitný. V posledním případě světlo minerálem neproniká vůbec, a to ani v tom případě, kdybychom si udělali tenký řez - v tomto případě je minerál neprůhledný (tzv. opakní).

4. 2. 2. Systém

Systematická mineralogie třídí jednotlivé minerály do logických skupin, a to na základě krystalové struktury a chemických vlastností. Na základě těchto atributů vznikla klasifikace, která rozděluje minerály do 9 základních skupin.

Kapitola provede žáky/studenty mineralogickým systémem a v rámci každé skupiny zmíní nejvýznamnější zástupce z řad minerálů, jejich vlastnosti, příp. jejich praktické využití.

Mineralogický systém:

- 1) Prvky
- 2) Sirníky (sulfidy)
- 3) Halovce (halogenidy)
- 4) Oxidy a hydroxidy
- 5) Uhličitany (karbonáty)
- 6) Sířany (sulfáty)
- 7) Fosforečnany (fosfáty)
- 8) Křemičitany (silikáty)
- 9) Organické minerály

Přestože je svět mineralogie velice pestrý a rozmanitý a zná více než 4 300 minerálů a každý rok jich objeví tak 50 nových, co se týče hojného výskytu, nejde ani zdaleka o tak vysoká čísla. Za minerály hojného výskytu můžeme označit přibližně 300 z nich a litosféru tvoří pouze cca 30 z nich. Tyto minerály označujeme jako horninotvorné.

Na úvod systému si upřesníme, že mezi minerály řadíme např. i rtuť, přestože je za běžných podmínek kapalná, dále látky, které pochází z vesmíru (meteority, látky z jiných planet - Mars, Měsíc). Co naopak za minerál nepovažujeme je např. ropa, uhlí nebo látky, které vznikly zásahem člověka do přírody.

1) Prvky

V čistě formě dnes v přírodě nalezneme pět prvků. Ty pak podle jejich vlastností dělíme na prvky kovové a prvky nekovové. Mezi prvky kovové řadíme zlato, stříbro a měď, do nekovových potom síru a uhlík (jeho dvě formy - grafit a diamant). Přírodními látkami jsou i polokovy. Jejich zástupcem je např. arsen (As).

Za prvek označujeme takový minerál, který je tvořen tzv. ryzím chemickým prvkem nebo příp. jejich slitinou.

❖ Zlato (Au)

Zlato (latinsky *Aurum*) je měkký drahý kov. Je žluté barvy a je jak tepelně, tak elektricky vodivý. V přírodě najdeme zlato v ryzí formě. Většinou je ukryto v křemenných žilách. Pokud žíla zvětrá, zlato se uvolní a je odnášeno např. vodním tokem. Odtud je možné tyto zlatinky získat rýžováním. Co se týče chemických vlastností je zlato velmi odolný kov. Dokáže reagovat pouze s lučavkou královskou (královská proto, že se používá k rozpouštění obtížně rozpustných, tzv. královských prvků; jedná se o žlutohnědou kapalinu).

Zlato je v zemské kůře vzácným prvkem. Jeho obsah se pohybuje průměrně okolo 4 - 5 µg/kg.

Od nepaměti bylo zlato využíváno k výrobě dekorativních předmětů a šperků. Mimo jiné se jím i obchodovalo jako náhrada za peníze.



Zlato (převzato a upraveno [26]).

V dnešní době jsou ložiska zlata, která byla rýžovatelná, již povětšinou úplně vyčerpána. Na našem území byla zlatonosnou řekou řeka Otava v Jižních Čechách. Většinu zlata tam ale vyrýžovali již Keltové, kteří začali zlato rýžovat již v době bronzové.

Poznámka pro zvědavé: samotný název řeky Otavy prý pochází z keltského *At awa*, což znamenalo "bohatá řeka".



Zlaté keltské mince, tzv. duhovky. Duhovky proto, že je dříve lidé nacházeli po dešti na polích, mince se ve slunečním svitu leskly a lidé se domnívali, že spadly z duhy (převzato a upraveno [27]).

❖ Stříbro (Ag)

Stříbro (latinsky *Argentum*) je ušlechtilý kov, který se vyznačuje nejlepší tepelnou elektrickou vodivostí ze všech známých ušlechtilých kovů. Je bílé barvy a člověk jej využívá již od dob starověku.

Stříbro je kov, který se dá velmi dobře zpracovávat – je kujné a je možné ho odlévat.

Na zemi se stříbro vyskytuje pouze vzácně. V ryzí formě je výskyt ojedinělý. Stříbro se vyskytuje ve sloučeninách. Obsah v zemské kůře se pohybuje kolem 0,07 – 0,1 mg/kg. Stříbro je možné nalézt i v mořské vodě. Zde se jeho obsah pohybuje kolem 3 µg/l vody. Téměř vždy nalezneme stříbro jako příměs v ryzí formě zlata.

Průmyslově lze stříbro získat z rud olova, mědi nebo např. zinku.

Bez stříbra by se v žádném případě neobešel elektronický průmysl, fotografové a šperkaři.



Stříbro (převzato a upraveno [28]).

Stejně jako tomu bylo u zlata i stříbro bylo na našem území poprvé těženo Kelty. Ve 13. – 14. století se rozmohla těžba stříbra v Jihlavě a ta se tak stala nejstarším hornickým městem na našem území. Později Jihlava předala prim v těžbě stříbra Kutné Hoře. Zde se kolem roku 1300 začaly razit pražské groše. V 16. století bylo stříbro objeveno např. i v Jáchymově. S tímto místem jsou potom spojené tolary (od nich název „dolar“).



Jáchymovský tolar (převzato a upraveno [29]).

❖ Měď (Cu)

Měď (latinsky *Cuprum*) je dalším zástupcem prvků z řad ušlechtilých kovů. Měď je červené barvy s kovovým leskem a stejně jako předchozí dva prvky disponuje dobrou tepelnou i elektrickou vodivostí.

Měď se velmi dobře zpracovává a je to prvek, který odolává korozi. Těmto vlivům se měď brání pokrytím tenkou vrstvou nazelenalé měděnky (uhlíčitan měďnatý). Pokud měď vystavíme vlivům vzduchu, začne oxidovat a její barva se mění na rezavohnědou.

Po stříbře je měď druhým prvkem, který nejlépe vede elektrický proud (ve své ryzí formě).

Měď ve své ryzí formě je v zemské kůře velmi vzácná, nejčastěji ji nalezneme ve sloučeninách. Průměrný obsah v litosféře se pohybuje kolem 55 - 70 mg/kg.

Nejčastěji se mědi využívá jako vodiče elektřiny či střešní krytiny. Tento proces je však velmi nákladný, takže se mědí většinou pokrývají např. církevní nebo historické budovy a věže.



Měď (převzato a upraveno [30]).

❖ Síra (S)

Síra (latinsky *Sulphur*) je žluté barvy, v přírodě hojně zastoupená a v rámci prvků řazená mezi nekovy. Síra je prvkem velmi reaktivním a ochotně se slučuje s jinými prvky. Výjimku tvoří např. vzácné plyny zlata, dusíku nebo platiny.

S těmi síra sloučeniny netvoří.

Pokud síru zapálíme, potom hoří modrým plamenem. Při hoření se uvolňuje do vzduchu oxid siřičitý (SO_2) a v zanedbatelném množství také oxid sírový (SO_3).

Procentuální zastoupení síry v zemské kůře se pohybuje kolem 0,03 - 0,09% a ani množství síry v mořské vodě není zanedbatelné. Zde se hodnota pohybuje kolem 900 mg/l mořské vody.

V místech s výskytem horkých minerálních pramenů nebo v oblastech s hojnou vulkanickou činností nalezneme síru v její čisté formě. Síru však nalezneme i v různých rudách a vyskytuje se i v horninách s organickým původem jako je uhlí nebo např. v ropě (podle obsahu síry v ropě se určuje její druh; ropa s nízkým obsahem síry se označuje jako ropa „sladká“, ropa s obsahem síry více než 0,5% síry se označuje jako ropa „kyselá“)..

Co se týče využití síry, ta se odedávna používala při výrobě střelného prachu. Od té doby, co byl vynalezen dynamit, její význam klesl, ale stále zůstává součástí zábavní pyrotechniky apod. Nejbližším těžařem síry v našem okolí je sousední Polsko.



Síra (převzato a upraveno [31]).

❖ Grafit (C)

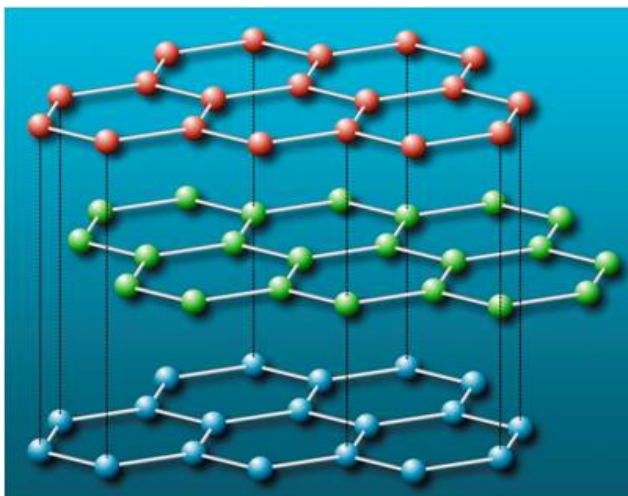
Grafit neboli tuha je nekovovým prvkem. Je černé až šedé barvy a je jedním z nejměkčích minerálů. Grafit, resp. jeho ložiska, vznikají při přeměně usazených hornin, a to z organických látek. Může však být i magmatického původu.

Grafit většinou poznáme na první pohled. Na omak je mastný, píše po papíře a barví prsty.



Grafit (převzato a upraveno [32]).

Nejběžnějším využitím grafitu jsou tuhy v tužkách. Díky své vynikající elektrické vodivosti je ale také součástí mnoha domácích spotřebičů, např. v mixéru nebo ve vysavači. Z průmyslového využití metalurgického můžeme jmenovat např. vysoké pece nebo využití při výrobě tavicích kelímků.



Krystalická mřížka grafitu (převzato a upraveno [33]).

❖ Diamant (C)

Diamant je krystalickou formou uhlíku. Na rozdíl od grafitu zaujímá na Mohsově stupnici tvrdosti opačný konec - pozici 10. Oproti předcházejícímu korundu, který diamantu v tabulce předchází, je diamant až 140x tvrdší než samotný korund. Jedná se tedy o nejtvrdší minerál, který známe.

Diamanty jsou nejčastěji bílé barvy (bezbarvé), ale jelikož se jedná o drahý kámen, objevují se všemožné barevné modifikace. Diamant patří mezi drahé kameny.

Diamanty vznikají ve vyvřelinách ve svrchním plášti, za přítomnosti vysokých teplot a tlaků a jsou nejlepšími tepelnými vodiči. Dobývají se hlubinnou důlní těžbou, v povrchových dolech nebo se získávají z naplavenin. Diamanty lze vyrobit také uměle. Tato výroba není příliš nákladná a takové diamanty se používají např. jako brusivo či technický materiál.

Pokud budeme diamanty vážit, jejich hmotnost se udává v karátech (1 karát = cca 0,2 g).

Nejčastěji se diamanty využívají ve šperkařství. Nejoblíbenější pro šperkaře je diamant ve formě briliantu (jedná se o výbrus do tvaru pravidelného mnohostěnu, na který je kolmá rovná plocha).



Krystalová mřížka diamantu (převzato a upraveno [34]).



Diamant (převzato a upraveno [32]).

2) Sírniky (sulfidy)

Sulfidy - jedná se o dvouprvkové sloučeniny síry s některým z kovových či polokovových (As; Sb) prvků. Síra nese v těchto sloučeninách vždy oxidační číslo -II.

Do skupiny sulfidů patří řada průmyslově a hospodářsky významných nerostných surovin - rud, z kterých se pozdější úpravou získávají významné kovy (např. olovo).

Z pohledu geochemie je skupina sulfidů poměrně jednotná. Většina sloučenin je tvořena typickými minerály rudních žil, příp. metasomatických ložisek, které jsou vylouženy z horkých roztoků. Tyto procesy probíhají v puklinách nebo dutinách hornin.

❖ Pyrit (FeS_2)

Pyrit je jedním z velmi hojných minerálů (nejhojnější sulfid zemské kůry) a také významnou železnou rudou. Má zlatavou barvu, díky které bývá často zaměňován se zlatem. Ne nadarmo je pyrit označován jako "kočičí zlato" nebo "zlato hlupáků". Občas však může pyrit mít nazelenalý nádech.

Vznik pyritu není jednotný. Někdy pyrit vzniká vykrystalizováním z horkých roztoků, vysrážením z vod v usazeninách, příp. ho můžeme objevit v magmatických horninách. Pyrit získáváme hlubinou těžbou. Pyritu se využívá jako zdroje pro získávání mědi, zlata, stříbra atd. Výjimečně mohou být krystaly použity jako drahé kameny.



Pyrit (převzato a upraveno [35]).

❖ Chalkopyrit (CuFeS_2)

Chalkopyrit je sulfid mosazně žluté až zlatožluté barvy. Občas je možné zaměnit chalkopyrit s pyritem, příp. i se zlatem. Při podrobnějším zkoumání však zjistíme rozdíl v barvě a také tvrdosti (chalkopyrit má výraznější žlutou barvu a je měkčí než pyrit).

Při vystavení atmosférickému působení přechází chalkopyrit na limonit (oxid), nebo se mění na uhličitany (malachit; azurit).

V současné době se chalkopyrit získává povrchovou těžbou. Chalkopyritu je významnou rudou mědi a stejně jako pyrit je občas využíván jako drahý kámen.



Chalkopyrit s galenitem (převzato a upraveno [36]).

❖ Sfalerit (ZnS)

Sfalerit, chemicky sulfid zinečnatý, je ruda zinku. Je světle až tmavě hnědé barvy, ale jeho tmavé odrůdy mohou být snadno zaměnitelné s galenitem. Na rozdíl od galenitu však sfalerit neobsahuje olovo, ale zinek.

Sfalerit má výbornou štěpnost a jeho vryp je bílý až šedý.

Sfalerit získáváme těžbou. Krom toho, že je významnou rudou zinku, jeho světleji zbarvené odrůdy se využívají jako drahé kameny.



Sfalerit (převzato a upraveno [37]).

❖ Galenit (PbS)

Galenit je hojným minerálem, který často najdeme v pěkně vykrystalizované podobě. Galenit je ocelově šedý, kovově lesklý s černým vrypem. Má dokonalou štěpnost a při úderu kladivem se galenit rozpadá na malé krychle. Je významnou rudou olova.

Galenit vzniká z horkých roztoků na hydrotermálních žilách při výstupu těchto roztoků výše zemskou kůrou. Častý je výskyt společně např. se sfaleritem nebo křemenem.

V České republice byla naleziště galenitu např. v Příbrami, ve Stříbře nebo Harrachově.



Galenit (převzato a upraveno [38]).

3) Halovce (halogenidy)

Halovce jsou sloučeniny halogenů (nebo také tzv. halových prvků) s jiným prvkem. Jsou často velmi dobře rozpustné ve vodě (kromě halogenidů stříbra, olova, mědi,...) a připravíme je syntézou (sloučením) prvků, nebo reakcí s kyselinou.

Halovce lze rozdělit do tří skupin:

- halogeny + prvky, které mají nízkou elektronegativitu (= schopnost atomu přitahovat vazebné elektrony)
- halogeny + kovy umístěné ve střední části periodické tabulky (např. kobalt)
- halogeny + polokovy a nekovy

Halogenidy se často využívají při fotografování nebo v kinematografii a důležité jsou v potravinářství.

Pro přiblížení tato kapitola uvede dva nejvýznamnější halogenidy: sůl kamennou (halit) a fluorit (kazitvec).

❖ Sůl kamenná (halit; NaCl)

Sůl kamenná neboli halit je krychlový minerál, jehož název vznikl z řeckých slov *halos* = slaný a *lithos* = kámen.

Ložiska soli vznikala v mořských zátokách (lagunách) v teplých oblastech. Tyto oblasti byly od moře odškrceny. Zde se z mořské vody, kde začala stoupat koncentrace rozpuštěných látek, začaly postupně srážet vápence a dolomity, sádrovce a je následovala právě sůl kamenná.

Dnes sůl vzniká např. v aridních suchých oblastech nebo také v solných jezerech.

Sůl je čirá až bílá, ale může nabývat např. červené, modré a žluté barvy a to od látek, které v ní mohou být rozptýlené. Sůl je velmi měkká, na stupnici tvrdosti zaujímá pozici č. 2 a proto do ní lze rýpat nehtem. Sůl je velmi dobře rozpustná ve vodě. Vzniklý roztok nazýváme solanka a velmi dobře vede elektrický proud.



Sůl kamenná (převzato a upraveno [39]).

Sůl můžeme získávat třemi možnými způsoby:

- **hornická těžba:** klasická ražba štol a těžebních komor za pomoci těžkých mechanismů. Těžba je finančně velmi nákladná. Dnes jsou doly v Polsku, ale i jinde na světě.
- **louhování:** do ložiska přivedeme vodu -> sůl se rozpustí -> solanka -> ta se čerpá k povrchu
- **odpařování:** v teplých oblastech odpařováním z mořské vody (v nádržích)

Sůl je životně důležitý minerál, jak pro správné fungování organismu, tak pro průmysl. České země však byly vždy závislé na dovozu soli, která k nám putovala po solných stezkách, např. ze Saska.



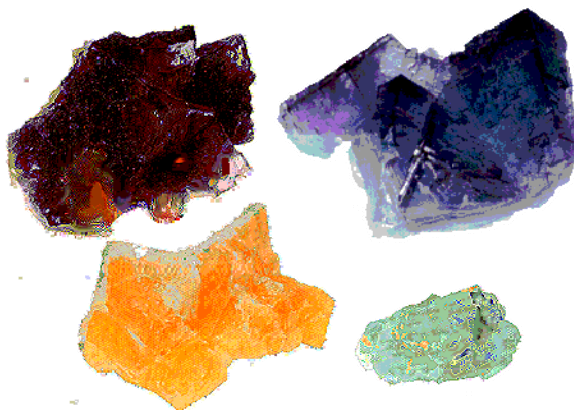
Solné jezero Uyuni v Bolívii (převzato a upraveno [40]).

❖ Fluorit (kazivec; CaF_2)

Fluorit neboli kazivec je minerál, který obsahuje prvek fluor (F) a český název mu dal významný přírodovědec 19. století, mineralog pražské univerzity Jan Svatopluk Presl.

Fluorit nabývá široké škály barev - od bezbarvé a bílé, přes fialovou, žlutou, modrou. Některé barevné variety mohou být hnědé a černé. Různorodost barev je většinou spojována s přítomností nejrůznějších příměsí. Tato barevnost je nestálá - po zahřátí může zbarvení zmizet. Znovu se zbarvení objeví např. po ozařování RTG světlem. Fluorit často tvoří krystaly ve tvaru krychle a některé jeho odrůdy se vyznačují slabou radioaktivitou. Má skelný lesk a nevede elektrický proud.

Z chemického hlediska je fluorit vlastně fluorid vápenatý. Ten je ve vodě a za standardních podmínek téměř nerozpustný. Jeho rozpustnost však roste s teplotou.



Fluority (převzato a upraveno [41]).

Nejčastěji se fluorit vyskytuje na hydrotermálních žilách, kde tvoří samostatná ložiska. Najdeme ho ale i v mineralizacích spjatých s křemenem. Nízký, nehojný výskyt fluoritu je v magmatických horninách a sedimentech.

Pokud bychom chtěli hledat fluorit na našem území, museli bychom např. na Cínovec, do Vlastějovic nebo na Rožnou, Harrachova, Příbrami a jinam.

Z praktického hlediska se fluorit uplatňuje při výrobě kyseliny fluorovodíkové, při výrobě umělých hmot, ve sklářském a hutním průmyslu.



Fluorit s rhodochrositem (převzato a upraveno [42]).

❖ Oxidy a hydroxidy

Oxidy jsou sloučeniny kyslíku s atomy jiného prvku. Mohou vznikat např. hořením (prudká oxidace), ale i jakoukoliv jinou chemickou reakcí. Pro pojmenování oxidů je užíváno speciálního chemického názvosloví, jehož autorem je Vojtěch Šafařík, které známe již z chemie. Česky se oxidy nazývají kysličníky.

Pro potřeby žáků základních škol a studentů víceletých gymnázií na tomto místě uvádím nejvýznamnější oxidy křemíku, hliníku, železa a uranu.

a) Oxidy křemíku:

❖ Křemen (SiO_2)

Křemen, minerál, jež je jedním z nejvýznamnějších stavebních prvků litosféry. Křemen je jedním z minerálů, který vytváří celou řadu barevných odrůd - křišťál (čirý), záhněda (hnědý), růženín (růžový), citrín (žlutý), jaspis, tygří oko a další.

Jinak má však křemen skelný lesk a je neštěpný. Vzniká jako koncový člen v rámci Bowenova krystalizačního schématu (viz. kapitoly výše). Křemen často najdeme v žulách nebo tvoří výplň žilných těles a dutin. Je velmi odolný proti zvětrávání, proto ho ve velkém množství nacházíme v naplaveninách ve formě valounů a šterku. Křemen základní složkou sklářských písků.



Křišťál – čistý křemen (převzato a upraveno [43]).

Ve šperkařství se užívají jeho drahokamové odrůdy (acháty, jaspisy, křišťály a ametysty). Ve sklářském průmyslu se pak využívá křemenného skla (jedná se o velmi čisté SiO_2 ; křemenné sklo má vyšší teplotu tání, než sklo normální, tudíž se ho využívá např. na baňky halogenových zářivek; v neposlední řadě propouští širší spektrum záření, než běžná příměsová skla). Křemen je velmi hojným minerálem. Pokud bychom chtěli na našem území hledat jeho barevné odrůdy, ametysty bychom našli např. v Podkrkonoší, růženíny na Písecku.



Ametyst (převzato a upraveno [43]).

❖ Opál ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Opál je hydroxid, tudíž se jedná o sloučeninu křemene s vodou. Voda je v opálu většinou zastoupena 2 - 3%, najdou se ale i výjimky, kdy je jí i více. Opál je řazen mezi drahokamy.

Opály jsou dosti nestabilní minerály, snadno se poškodí. Vznikají zřejmě za vysokých teplot a tlaků z SiO_2 . Stejně jako fluority, jsou i opály, při změně teploty, schopny měnit svou barvu.

Nejčastěji se opály využívají ve šperkařství, kde se jimi osazují prsteny, náhrdelníky apod. Zajímavostí je, že ve starém Řecku byl opál talismanem zlodějů.



Dřevitý Opál, Slovensko (převzato a upraveno [44]).

b) Oxidy hliníku:

❖ Korund (Al_2O_3)

Korund je minerál, který na Mohsově stupnici tvrdosti zaujímá pozici č. 9, je tedy druhým nejtvrdějším minerálem, který vzniká v místech bohatých na hliník, avšak s nižším obsahem křemíku. Najdeme ho např. v pegmatitech společně s kyanitem nebo ve svorech a břidlicích, tedy horninách, které prošly kontaktní teplotně-tlakovou přeměnou (metamorfózou).

Stejně jako křemen i korund nabývá nejrůznějších odstínů barev od šedé, přes modrou, červenou, žlutou až po fialovou. Mezi nejznámější barevné odrůdy jistě patří rubín (červený) a safír (modrý).

Korund je velmi odolný minerál. Díky tomu ho nalezneme např. v naplavených vrstvách sedimentů. Využívá se ve šperkařství, ale také pro výrobu brusných kotoučů nebo např. pro přístroje v hodinkách.



Korund (převzato a upraveno [45]).

❖ **Bauxit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)**

Bauxit je hydroxidem hliníku, protože obsahuje vodu. Dříve byl řazen mezi minerály, ale dnes, díky obsahu jiných minerálů (např. gibbsitu a dalších) je řazen spíše mezi horniny.

Bauxit vzniká v tropickém prostředí rozpadem hornin a zvětráváním (z velké většiny rozpadem vápencových hornin). Vznik však není podmíněn jen tropy, bauxit může vznikat i vyluhováním z hornin.

Vlastnosti bauxitu jsou nestálé, protože se odvíjejí od procentuálního zastoupení obsažených prvků.

Bauxit je hlavní surovinou pro výrobu hliníku. Největší naleziště jsou v Austrálii, Kanadě a Rusku.



Bauxit (převzato a upraveno [46]).

c) Oxidy železa:

❖ **Magnetit (Fe_3O_4)**

Magnetit, česky také magnetovec, je ruda železa, u které byly prokázány magnetické vlastnosti. Je magnetickou rudou.

Magnetit vzniká magmaticky, působením plynů nebo přeměnou (metamorfózou). Největší nahromadění (akumulaci) železné rudy na Zemi, tedy těleso o rozměrech 15 km x 1 km, bychom našli ve švédské Kiruně. Magnetit má kovový lesk a vytváří jemné, lesklé krystalky. Zajímavostí ze světa živé přírody je přítomnost magnetitu v těle holubů nebo včel, kde zřejmě slouží pro orientaci (tito živočichové jsou velmi citliví a využívají magnetického pole Země). Magnetit je přítomný také v meteoritech. Prokázán byl v meteoritech z Marsu.

Na našem území bychom magnetit našli zřídka, v malém množství však např. v Krušných horách, na Českomoravské vrchovině nebo v okolí Kutné Hory.



Magnetit (převzato a upraveno [47]).

❖ Hematit (Fe_2O_3)

Hematit, česky též krevel, je oxidem železa. Název vznikl z řeckého *haïma* = krev. Barva krve odpovídá i barvě hematitu. Je tedy červená až hnědá, někdy též šedá až černá.

Původ hematitu je různý, např. však vzniká v hydrotermálních žilách nebo vysrážením z mořské vody (tedy původ sedimentární).

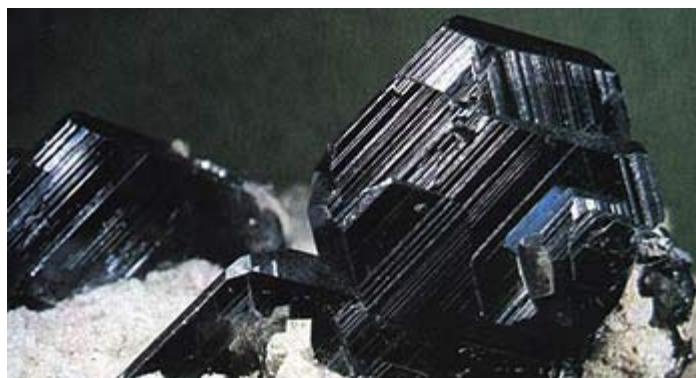


Hematit (převzato a upraveno [48]).

Hematit má slabé magnetické vlastnosti, je poměrně křehký, s tvrdostí 5 - 6.

Průmyslově je získáván povrchovou důlní těžbou, protože ve své čisté formě může obsahovat až 70% železa. Je hojným minerálem, v přírodě způsobuje např. zbarvení půd do červena.

Pokud bychom hematit hledali na našem území, naše kroky by musely směřovat např. do okolí Horní Blatné nebo Ejpvovic.



Hematit (převzato a upraveno [49]).

❖ **Limonit (hnědel; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)**

Jedná se o oxid železitý s proměnlivým množstvím vody. Limonit je hnědé až rezavé barvy. Vryp má obdobnou barvu jako samotný minerál. Limonit obsahuje asi 35 – 40% železa. Vzniká zvětráváním železných rud.

U nás bychom limonit mohli najít např. v Příbrami. Ve světě pak ve Švédsku. Limonit byl těžen jako zdroj železa.



Limonit (převzato a upraveno [50]).

d) Oxidy uranu:

❖ Smolinec (uraninit; UO_2)

Smolinec, chemicky oxid uraničitý, je minerál obsahující uran, o čemž vypovídá i jeho vzorec.

Smolinec je černý až šedý, v některých případech až nazelenalý. Je poměrně tvrdý, na stupnici tvrdosti se pohybuje kolem tvrdosti 5 - 6. Je rozpustný v kyselinách. Nejdůležitější vlastností je však jeho silná radioaktivita.

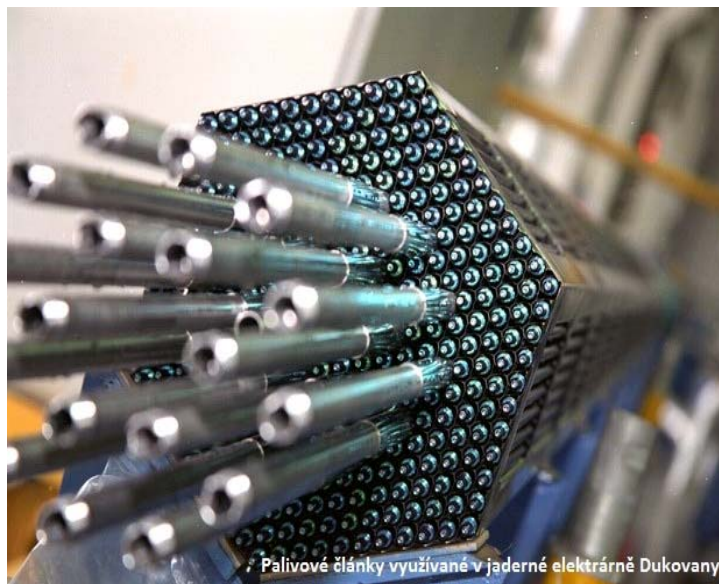
Uraninit získáváme z žilných ložisek hlubinnou důlní těžbou.



Smolinec (převzato a upraveno [51]).

Dříve se uraninit využíval jako příměs do barev, případně radium v něm obsažené jako léčivo. Jelikož je ale nejvýznamnější rudou uranu, využívá se dnes k výrobě palivových článků pro jaderné elektrárny a ve vojenství při výrobě jaderných zbraní.

Uraninit je poměrně často se vyskytující minerál, který se na našem území těžil a stále ještě v malém množství těží. Naleziště uraninitu - Jáchymov; Příbramsko, Dolní Rožínka (činný důl).



Palivové články využívané v jaderné elektrárně Dukovany (převzato a upraveno [52]).

4. 3. Petrologie

Obecně věda zabývající se studiem hornin, ovšem často zaměňovaná nebo nepřesně označovaná jako petrografie, příp. jsou obě slova chápána jako synonyma. V první řadě je nutné si uvědomit rozdíl mezi těmito dvěma obory. Petrologie jako taková se zabývá celkovým studiem hornin, studuje tedy v širokém měřítku, zatímco náplní oboru petrografie je čistý popis hornin. Často se však můžete setkat s názorem, že petrologie a petrografie je jeden a ten samý obor, resp. náplň zkoumání je totožná.

Petrologii můžeme dále dělit na několik dílčích podoborů, mezi které patří již výše zmíněná petrografie, dále pak systematická petrologie (zařazuje horniny do systému na základě vzniku a chemického složení), petrogenese (geneze = vznik, tedy zabývá se vznikem hornin), petrochemie (zabývá se chemickým složením hornin), strukturní petrologie (zkoumá strukturu horniny, tedy např. velikost a uspořádání zrn), mechanika hornin (předmětem studia jsou mechanické vlastnosti hornin - pevnost a další).

4. 4. Mineralogie

Od petrologie je to už jen kousek k mineralogii, jelikož horniny se skládají právě z minerálů, tedy tzv. horninotvorných minerálů.

Jak tedy už název napovídá, mineralogie se zabývá studiem minerálů a to nejen jejich vlastnostmi, mezi které patří např. chemické složení, barva, hustota atd., ale i vznikem a místy výskytu daných minerálů.

Stejně jako petrologie i mineralogie se dělí na několik dílčích podoborů. Těmi jsou: všeobecná mineralogie, systematická mineralogie (zařazuje minerály do systému na základě jejich chemického složení), genetická mineralogie (stejně jako se petrogeneze zabývá vznikem hornin, tak genetická mineralogie studuje vznik minerálů), technická mineralogie (předmětem oboru je studium praktického využití minerálů, např. v průmyslu).



Křemen - stavební kámen (štěrk)
křemenný písek (sklářství)
sdělovací technika, hodinářství, výroba skla



Vápenec (minerál **kalcit**) - stavební materiál (surovina na výrobu vápna a cementu)
výroba skla, jemné keramiky a glazur
chemická surovina, metalurgie



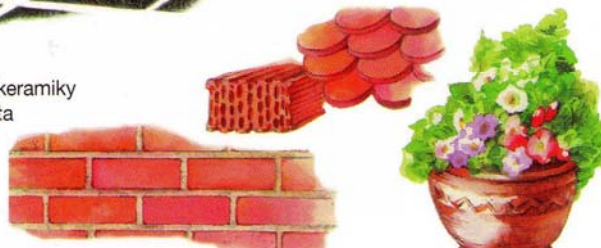
Mramor - stavební a obkladový kámen
sochařství



Gabro - obkladový kámen
dekorace



Jíl - surovina pro výrobu cihel, keramiky
těsnicí materiál, plnicí hmota



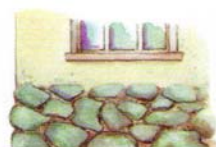
Kaolín - porcelán, jemná keramika
výroba papíru, gumárenství



Pískovec - stavební a sochařský kámen
obklady, dlažba, sochařská výzdoba



Břidlice - stavební kámen
obklady, střešní krytina



Přehled hornin a příkladů jejich využití (převzato a upraveno [53]).

5. Tektonika - vnitřní geologické děje

Tektonika je součástí vědního oboru geologie. Předmětem studia jsou poruchy zemské kůry -> tektonické děje jsou procesy, které způsobují deformace zemského povrchu.

Deformace zemského typu, vyvolané tektonickými pohyby jsou dvojího typu, dělíme je na:

- **křehké deformace** = při působení tlaku vznikají na zemském povrchu praskliny, nebo pukliny. Důsledkem křehké deformace může být např. pokles, přesmyk nebo posun či příkopová propadlina.

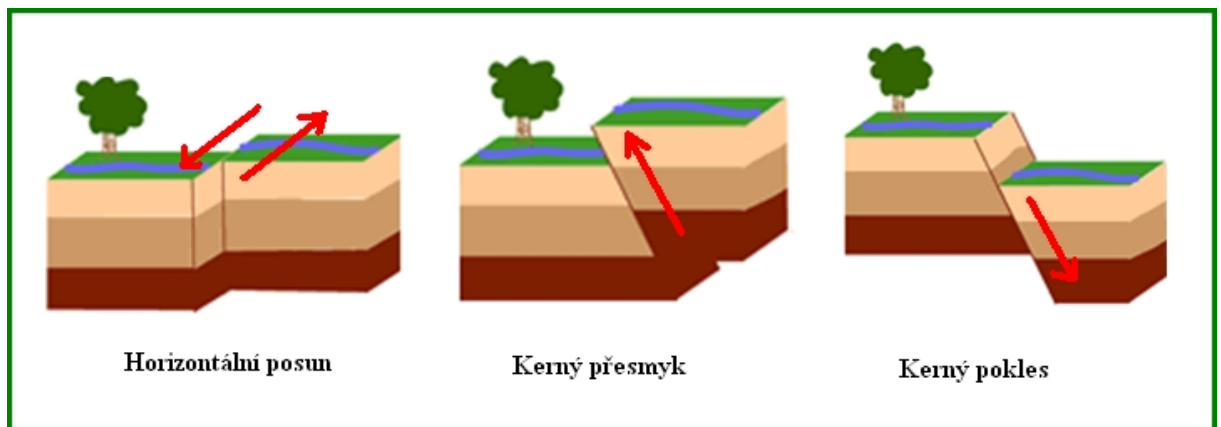
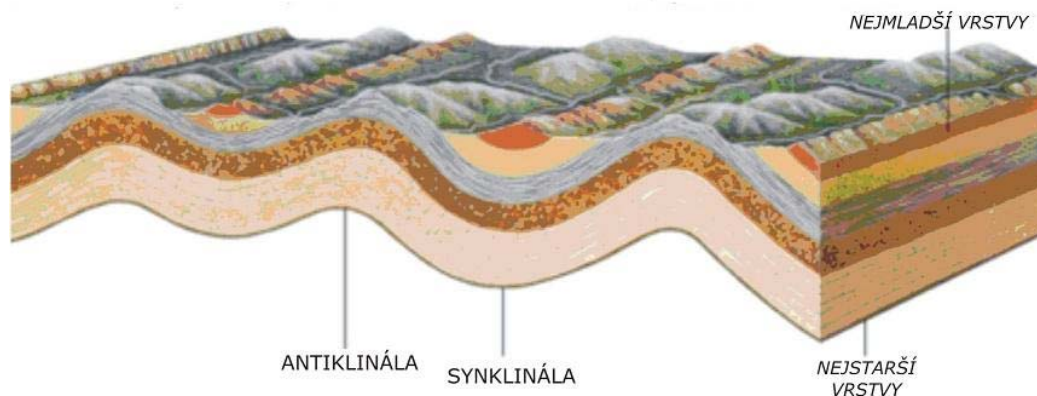


Schéma křehkých deformací (převzato a upraveno [54]).

- **plastické deformace** (=vrásnění) = pod vlivem tlaku se masiv neláme, ale prohýbá a tvoří se tak vrásné struktury tvořené dvěma prvky - sedlem (antiklinálou) a korytem (synklinálou). Pokud se spojí větší množství vrás dohromady, vzniká tak příkrov. Příkladem příkrovu jsou pohoří Vysokých Tater a Alp. Vrásnění, resp. tlak, který deformuje horninové masy, je vyvolán pohyby litosférických desek.



Vrásový systém (převzato a upraveno [55]).

V dalších kapitolách se budeme věnovat tektonickým dějům a vnitřním geologickým dějům, které vyvolávají a které jsou jejich důsledkem.

5. 1. Pohyby litosférických desek

O pohybech litosférických desek není pochyb a pro tento jev jsou známi jasné důkazy. Jakým procesem však k těmto pohybům dochází? Jsou tyto procesy vždy stejné, a co všechno je jejich důsledkem? Na tyto otázky naleznete odpovědi v následujících kapitolách.

Rozpad kontinentů a pohyby zemských desek jsme zaznamenali již před 250 miliony let, kdy se začal rozpadat prakontinent Pangea. Důkazem toho, že kontinenty byly kdysi jedním velkým celkem, dnes svědčí nálezy stejných hornin, zkamenělin, flóry i fauny na rozdílných světadílech.

Na úvod si upřesněme, co je to vlastně „LITOSFÉRA“? Je to horninový obal Země a litosférické desky jsou tedy jakými si stavebními panely. Litosférické desky jsou dvojího druhu: rozlišujeme tedy desky pevninské (=kontinentální) a desky oceánské.

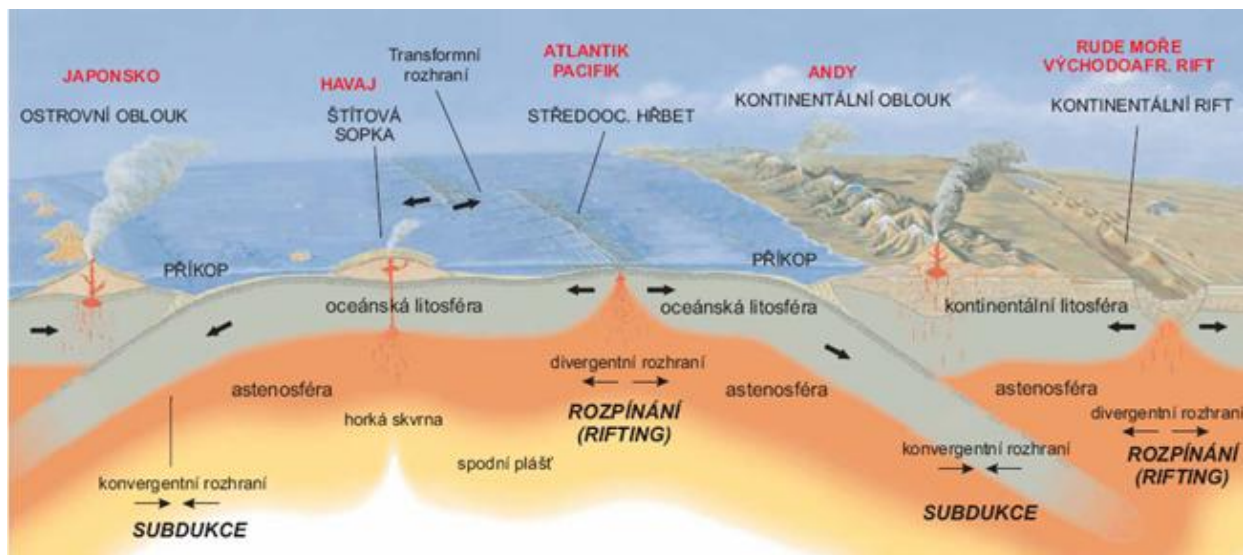
Pohyb desek je umožněn díky polotekuté vrstvě, která se nazývá astenosféra. Tato vrstva zasahuje do hloubky až 250 km pod povrch Země.



Mapa současného rozložení litosférických desek s vyznačením typu deskového rozhraní (převzato a upraveno [56]).

Desky vůči sobě vykonávají tři druhy pohybu:

- a) **Vzdalují se od sebe** -> důsledkem oddálení se desek od sebe je vznik středooceánských hřbetů, což jsou místa, kde se v důsledku neustálého výronu magmatu tvoří nová oceánská kůra. Místům v oceánu, kde se neustále vylévá magma, říkáme rifty. Nejznámějším středooceánským hřbetem je Středoatlantský hřbet.
- b) **Přibližují se k sobě** -> v určitém okamžiku dochází ke kolizi a k podsouvání jedné desky pod druhou (tomuto jevu se říká subdukce = oceánská deska se podsouvá pod desku pevninskou a dochází k zániku oceánské kůry). Druhým příkladem kolize je stav, kdy se naopak oceánská deska nasouvá na desku pevninskou (tento jev nazýváme obdukce). Třetím a posledním příkladem je stav, kdy se o sebe dvě desky zapřičí a v důsledku toho jsou vyvolány horotvorné procesy (tzv. orogeneze). Příkladem je vznik Himalájí, Alp, Karpat, ale i Krkonoš, Brd atd.
- c) **Desky se pohybují vedle sebe, ale v opačném směru** -> dvě desky se o sebe třou, ale nedochází k subdukci ani obdukci. Tento jev má za následek uvolnění obrovského množství energie (viz. dále zemětřesení).



Typy deskových rozhraní (převzato a upraveno [57]).

5. 2. Zemětřesení

Obecně lze říci, že během roku se na Zemi uskuteční cca 1 milión zemětřesných událostí, pouze ale zlomek procenta je těch, která ohrožují lidské životy.

Každé zemětřesení má své charakteristiky: ohnisko (=hypocentrum) a epicentrum. Následně si tyto pojmy vysvětlíme. Ohnisko je bod, který udává polohu zemětřesení a jedná se o místo, kde zemětřesení skutečně vzniká (místo pod zemským povrchem). Hypocentrum může být uloženo v hloubkách od několika kilometrů až do hloubky 700 km. Pokud je zemětřesení založeno ve velkých hloubkách, ztrácí průchodem zemskou kůrou svou energii. Proto jsou tato zemětřesení nejméně katastrofální. Pravým opakem jsou zemětřesení mělká, uložena v malých hloubkách, která mívají katastrofální následky. Epicentrum je místo na povrchu země, kde jsou zemětřesné projevy nejméně intenzivnější a je to místo nejbližší položené hypocentru.

Polohu zemětřesení monitoruje a určuje celosvětová síť seismických stanic. Ty zaznamenávají čas a intenzitu zemětřesení. Intenzitu zemětřesení udáváme v jednotkách, tzv. magnitudách. Tyto hodnoty jsou zaneseny v Richterově škále, která není uzavřená. Největší hodnota zemětřesení byla změřena v Himalájích, a to 9,2 stupně.

Nejčastější místo vzniku zemětřesení je na kontaktu litosférických desek, konkrétně, v případě, kdy se dvě desky pohybují v opačném směru podél sebe. Jak už bylo řečeno, v tomto případě se uvolňuje obrovské množství energie a do okolí se začínají šířit zemětřesné vlny.

Intenzita zemětřesení závisí na několika faktorech: na intenzitě magnitudy, na vzdálenosti od epicentra a na typu hornin a typu půdy, kterými procházejí zemětřesné vlny.

Ani Česká republika není prosta seismické aktivity. Naše země, díky své poloze a stejně jako zbytek střední Evropy, je téměř výhradně uchráněna od zemětřesných událostí, především těch ničivých. Přesto je na našem území několik aktivních oblastí, tou nejaktivnější je oblast Kraslicka v západních Čechách. Dalšími lokalitami je mariánskolázeňský, podkrušnohorský a hronovsko-poříčský zlom, oblast Slezska a Západních Karpat.

Zemětřesením způsobených člověkem je věnována samostatná kapitola o „Dopadech lidské činnosti na ŽP“.



Lodě zavlečené vlnou tsunami do středu města (převzato a upraveno [58]).



Ničivé následky zemětřesení (převzato a upraveno [58]).

5. 3. Sopky

Co je to vlastně sopka (jinými slovy také vulkán)? Zjednodušeně můžeme sopku definovat jako místo na povrchu Země (nejčastěji připomíná horu, kopec), kterou proniká ze zemských hlubin k povrchu magma.

Magma je pod sopkou uloženo v rezervoáru, kterému říkáme magmatický krb. Odtud vede přírodní kanál, který vede magma k zemskému povrchu. Tato přírodní cesta je známá pod pojmem sopečný komín nebo také sopouch. Když se magma dostane na zemský povrch, říkáme jí láva.

Tím, jak se tento materiál dostává ze zemského nitra k povrchu, mění tak tvar sopky a její vzhled. Sopka totiž nechrlí pouze lávu, ale také sopečný popel a kouř a vystřeluje tzv. sopečné pumy. Na základě typu erupce sopky (erupce= výbuch) rozlišujeme několik typů sopek, sopky výlevné, explozivní a smíšené.

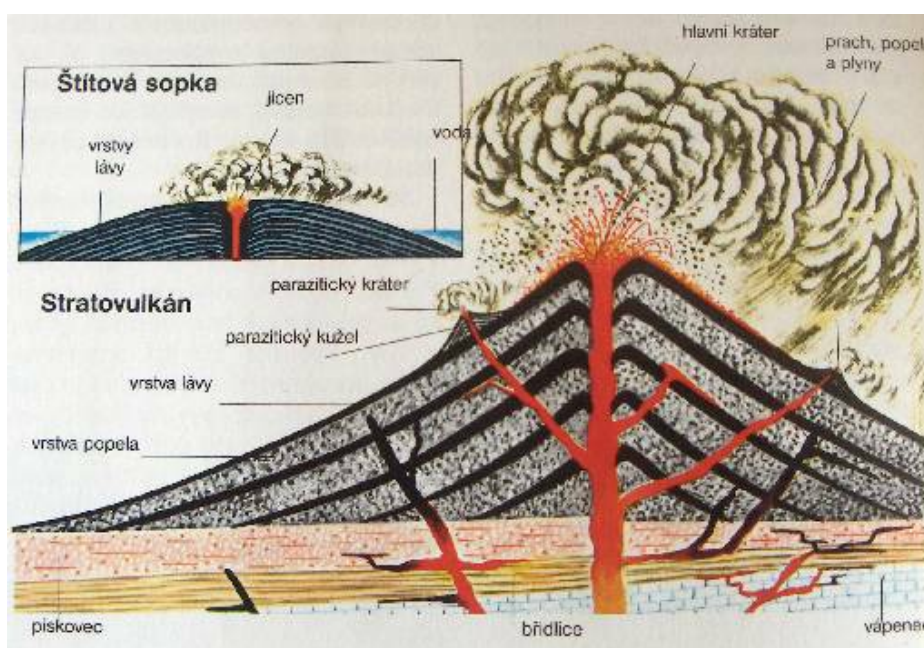
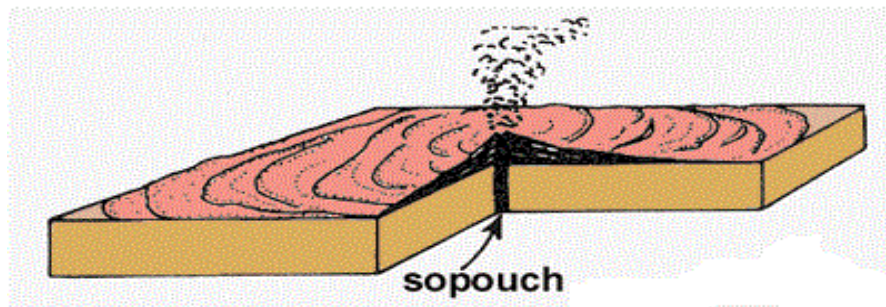


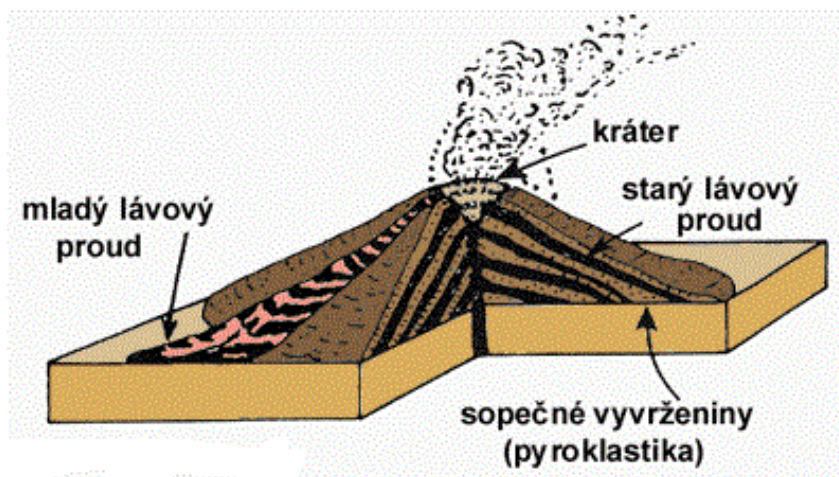
Schéma sopky (převzato a upraveno [59]).

a) **Štítová sopka (tzv. havajský typ - výlevný)** - k sopečným erupcím nedochází příliš často, láva se klidně vylévá, sopka je spíše plochého tvaru.



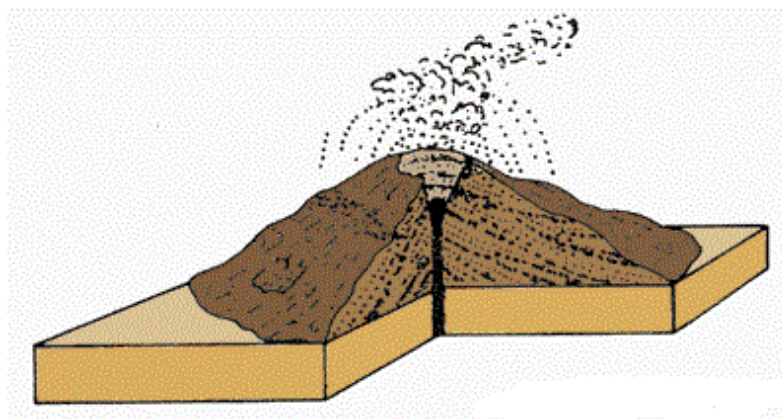
Štítová sopka (převzato a upraveno Petránek, 1993).

b) Stratovulkán (tzv. strombolský typ - smíšená) – Stromboli je sopka, ležící na stejnojmenném ostrově, který je součástí Liparských ostrovů v Tyrhénském moři. Jedná se o typ sopky, kterou tvoří sopečný kužel, ve kterém se střídají jak vrstvy lávy, tak nahromadění vulkanický materiál (tzv tufy).

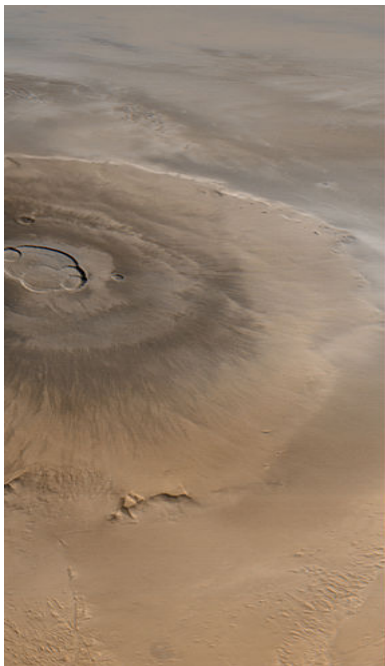


Stratovulkán (převzato a upraveno Petránek, 1993).

c) Sypaný kužel (explozivní) - typ sopky, která chrlí lávu v méně tekutém stavu, jedná se o kusy (tzv. pyroklastika), které pak tvoří jakýsi nasypaný kužel.



Sypaný kužel (převzato a upraveno Petránek, 1993).



Olympus Mons, štítová sopka na povrchu Marsu (převzato a upraveno [59]).



Pohled do kráteru Vesuvu, stratovulkán, Itálie (převzato a upraveno [60]).



Cerro Negro, sypaný kužel, Nikaragua (převzato a upraveno [61]).

5. 3. 1. Magma a jeho diferenciace

Magma - jedná se o žhavou tekutinu (taveninu), která se skládá převážně z: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , Na_2O a K_2O . Magma obsahuje krom jiného také řadu plynných fází. Mezi nejvýznamnější patří: H_2O , CO_2 , HCl , HF , H_2S , H_2 , CO , SO_2 , SO_3 a N_2 . Plynná fáze hraje v tavenině významnou roli. Nejenže zvyšuje aktivitu magmatu a snižuje jeho viskozitu (= vazkost; odpor tekutiny), ale uplatňuje se především významně během krystalizace minerálů.

Magma bylo považováno za látku stejnorodou. Dnes už víme, že pouze 10% taveniny je tvořeno pevnými látkami (zbytky neroztavené, původní horniny nebo jde o nově vykrystalizované minerály).

Magma, které dosáhne povrchu, a vylévá se ze sopky, označujeme jako „láva“. Při průchodu k zemskému povrchu, v některých případech až na něj, ztrácí magma po cestě některé své fyzikální a chemické vlastnosti, které si s sebou neslo z místa svého vzniku. Unikají z něj především těkavé složky a vodní páry.

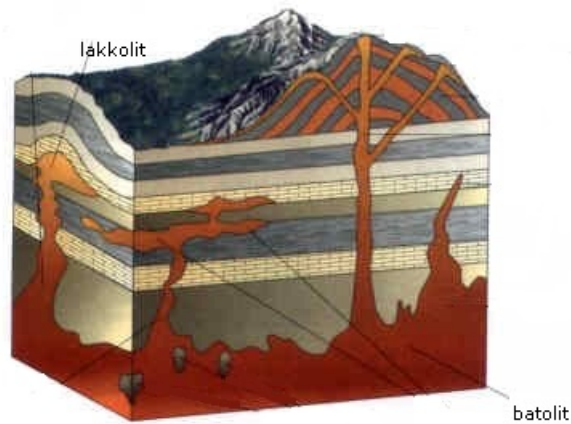
Proto rozlišujeme magma na primární a sekundární. Primární magma se zakládá v zemské kůře a v nejsvrchnější části pláště. Vzniká tavením bazaltů (příp. hornin bohatých olivínem). Toto magma má bazický (= zásaditý) až ultrabazický charakter, tzn., že je chudé na SiO_2 , ale naopak bohaté MgO a FeO .

Sekundární magma vzniká buď úplným nebo částečným natavením (tomuto jevu říkáme anatexe) starších metamorfovaných, sedimentárních a magmatických hornin (tzv. korový materiál). Vznikne tak tavenina granitoidního složení kyselého charakteru, tzn., že je bohaté SiO_2 .

5. 3. 2. Vyvřelé horniny

Vyvřelé horniny vznikají tuhnutím a krystalizací magmatu, potažmo lávy. S ohledem na to, v kterých místech magma utuhne, rozlišujeme dva typy vyvřelých hornin.

Pokud se magma nedostane až na zemský povrch, ale utuhne pod ním, vznikají tak mohutná tělesa, které nazýváme plutony - batolity, lakolity). Rozdíl mezi batolitem a lakolitem je ten, že u batolitu roste jeho šířka s hloubkou, to se u lakolitu neděje (utuhá jen několik set metrů pod povrchem). V tomto případě tedy mluvíme o vyvřelých horninách hlubinných.



Batolit a lakolit (převzato a upraveno [62]).

Druhý případ vyvřelých hornin je ten, pokud se magma, resp. láva dostane na zemský povrch. Pak mluvíme o vyvřelých horninách výlevných.

Pokud horniny tvoří malá deskovitá tělesa pod povrchem (v kůře, příp. ve svrchním plášti), mluvíme o horninách žilných. Tyto horniny vytvářejí pod zemským povrchem většinou příkře orientovaná tělesa – žíly. Žíly těchto hornin dosahují různých mocností a délek. Vzhledem k okolním horninám, kterými žíly procházejí, jsou uloženy nesouhlasně (= diskordantně).

Vyvřeliny	KYSELE (SiO ₂ nad 65%)				NEUTRÁLNÍ (SiO ₂ 52 - 65%)		BAZICKÉ (SiO ₂ 42 - 52%)		ULTRABAZICKÉ (SiO ₂ pod 42%)
Výlevné mladší	Ryolit	Trachyt	Znělec (foolit)	Ryodacit	Dacit	Andezit	Čedič (bazalt)	Pikrit	Augitit
Výlevné starší	Křemenný porfyr	Zincový porfyr			Křemenný porfyr	Porfyr	Dabas	Sofit	Melafyr
Žilné	Zulový porfyr	Syenitový porfyr	Alkalicko-syenitový porfyr	Granodioritový porfyr	Křemenný dioritový porfyr	Dioritový porfyr	Gabrový porfyr		Těsinit
Žilné odštěpené	Aplit pegmatit	Minerit			Kersanit	Spessartit			
Hlubinné	Zula (granit)	Syenit	Alkalický syenit	Granodiorit	Křemenný diorit	Diorit	Gabro		Dunait
									Peridotit

Zjednodušené klasifikační schéma běžných vyvřelých hornin (převzato a upraveno [63]).

5. 3. 2. 1. Hlubinné vyvřeliny

Jak jsme si řekli v předchozí kapitole, hlubinné vyvřeliny vznikají tehdy, kdy magma nepronikne na zemský povrch a tuhne pod ním. Vznikají tak rozsáhlé komplexy magmatických těles. Tyto horniny jsou obecně středně až hrubozrnné (krystaly jsou většinou dobře zřetelné). Horniny nemají póry po úniku vodní páry a plynů.

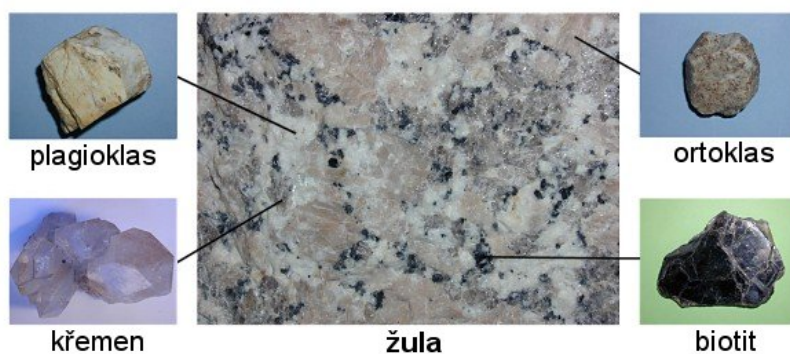
❖ Žula (granit)

Žula je nejrozšířenější hlubinnou vyvřelinou. Většinou je složená z křemene (20 - 60%), živce, slíd (muskovit, biotit) a amfibolu. Tato minerální zrna jsou v žule uspořádána všemi směry, takže v tomto případě mluvíme o všesměrné struktuře uspořádání zrn. Nejčastěji se setkáváme s varietou šedě zbarvenou, která může nabývat modrých odstínů. Výjimkou však není ani žula červená (tzv. žula rapakivi). Načervenalý vzhled má žula liberecká. Červené bývají i syenity, které můžeme pozorovat např. ve stanici pražského metra Anděl.

Žula je velmi oblíbenou horninou, vynikající vysokou tvrdostí a odolností vůči poškrábání. Žula se jako materiál využívá jak v exteriérech (schodiště, podlahy, atd.), tak v interiérech (např. kuchyňské desky, dekorace v koupelnách, atd.). Žula se často při těžbě drtí na stavební kamenivo a štěrk.

Ne bezdůvodně tvoří granitoidy větší část pevninské kůry, proto je i našem území žula všudypřítomnou horninou. Nejhojnější výskyty bychom mohli hledat na Českomoravské vrchovině, v Českém lese nebo v Krušných horách a také ve středních Čechách (Posázaví, Povltaví). Dále pak v Jizerských horách a v Krkonoších.

Ve světě je to pak např. Skandinávie (Švédsko, Norsko) nebo Centrální masiv Alp.



Žula – přehled minerálního složení (převzato a upraveno [64]).

❖ Gabro

Gabro patří mezi hlubinné hrubozrnné vyvřelé horniny. Zbarvením je gabro většinou šedočerné. Z hlediska mineralogie obsahuje gabro živec (plagioklas), pyroxen,

amfibol, biotit nebo také olivín. V nepatrném množství (tedy jako tzv. akcesorické minerály) může gabro obsahovat magnetit, nebo také granáty).

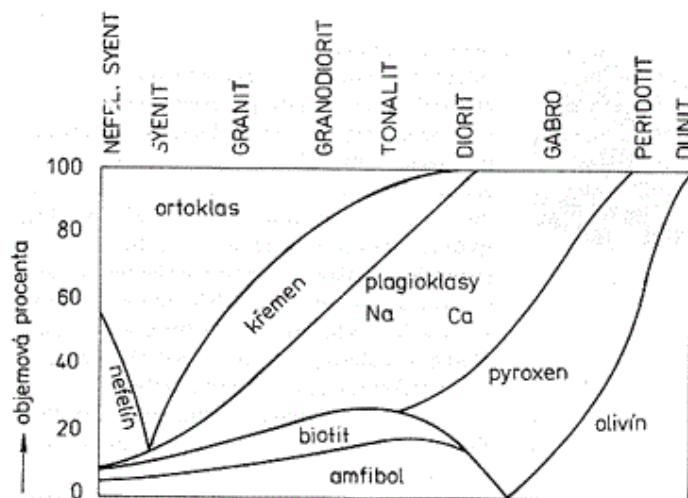
Pokud porovnáme složení, je gabro hlubinným hrubozrnným ekvivalentem (ekvivalent = odpovídající hornina) výlevného čediče (bazaltu). Z toho vyplývá, že obsahuje málo SiO_2 , zato naopak vysoké obsahy vápníku (Ca) a hořčíku (Mg). Pokud stoupá obsah živců v gabru, mění se tato hornina na tzv. anortozit nebo na silně zásadité gabro (alkalické).

Gabra často tvoří velké komplexy. U nás převážně v Čechách, např. ve středočeském plutonu (okolí Benešova), poběžovickém nebo kdyňském masivu.

Co se týče využití, gabro se využívá jako stavební kámen, příp. po jeho vybroušení jako kámen náhrobní. Gabro je těženo i jako nositel niklových, kobaltových nebo také chromových rud. U nás se kdysi těžily tyto rudy v jižních Čechách.



Gabro (převzato a upraveno [65]).



Složení hlubinných vyvřelých hornin (převzato a upraveno Petránek, 1993).

5. 3. 2. 2. Výlevné vyvřeliny

❖ Čedič (bazalt)

Čedič je nejrozšířenější výlevná vyvřelá hornina. Na zemském povrchu tvoří až 90% všech vyvřelých výlevných hornin.

Čedič je šedočerná hornina, která se asi z 80% skládá z vápenatých živců (plagioklasů) a pyroxenu (také bohatého na vápník). Obě tyto složky jsou v čediči zastoupeny víceméně rovným dílem.

Zbylých 20% tvoří minerály jako je olivín nebo pyroxen, chudý na vápník.

Jak bylo uvedeno u gabra, je čedič jeho výlevným ekvivalentem. I čedič je tedy zásaditou (bazickou) horninou.



Bazaltová láva (převzato a upraveno [66]).

Pokud bychom hledali čedič na našem území, není lepšího místa, než jsou Doupovské hory, České středohoří a Český ráj. Čedičem je zde tvořena, všemi známá, hora Říp nebo např. kopec Radobýl. Významným čedičovým fenoménem je u nás Panská skála u Kamenického Šenova, kterou mnozí znají z pohádky Pyšná princezna. Jinými jsou Trosky.

Čedič se využívá především jako stavební kámen - silnice, železnice atd. Pokud čedič roztavíme, získáme základ pro výrobu žáruvzdorných materiálů - např. Hi-Tech sítě (= nejpokrokovější dostupné technologie současnosti) apod.



Panská skála u Kamenického Šenova (převzato a upraveno [67]).

❖ Znělec (fonolit)

Znělec je zásaditá výlevná vyvřelina obvykle světle šedé až zelenošedé barvy. Znělec má tenké deskovitou odlučnost a jak napovídá název, při úderu kladivem zvoní - zní, odtud název znělec.



Znělec (převzato a upraveno [68]).

Mineralogicky je složen z živců, nefelínu, amfibolu a tmavého pyroxenu. Lávy obsahující znělec často tvořily lakolity, tedy jak jsme si řekli v předchozích kapitolách, tělesa čočkovitého tvaru, která utuhla v malých hloubkách pod zemským povrchem. Výskyt znělce je spojován s jedním z geologických procesů a to s fenoménem tzv. "horkých skvrn" ("*hot spots*" - pevninský vulkanismus - místa v zemské kůře, která se vyznačují zvýšeným tokem geotermální energie).

Znělec se těží pro štěrk, vyrábí se z něj dlažba, ale také sklo (tmavé).

V České republice je několik vrcholů, které jistě budete znát a které jsou tvořeny právě znělcem. Mezi ně patří např. Kunětická Hora u Pardubic, Milešovka (České středohoří) nebo Bezděz se stejnojmenným hradem.



Hrad Bezděz (převzato a upraveno [69]).

❖ Andezit

Andezit je výlevná vyvřelá hornina, obvykle šedé - šedočerné barvy. Často obsahuje vyrostlice minerálů. Stejně jako čedič má svůj hlubinný ekvivalent v podobě gabra, i andezit má svého zástupce mezi hlubinnými vyvřelinami, a to diorit.

Mineralogicky se andezit skládá z živců (plagioklas), pyroxenu, amfibolu, biotitu, křemene. V malém množství (tedy jako tzv. akcesorický minerál) může být přítomen olivín.

Stejně jako čedič je i andezit jednou z nejrozšířenějších výlevných hornin. Obvykle tvoří povrchová výlevná tělesa, ale můžeme ho vystopovat i jako mělkou intruzi (vniknutí magmatu pod povrch).

V České republice nalezneme andezity v dnes již vulkanicky neaktivní oblasti v okolí Uherského Brodu, dále v Českém středohoří a v Tepelské vysočině.

Co se týče využití andezitu, stejně jako u předchozích typů hornin je to šterk a stavební kamenivo.



Andezit (převzato a upraveno [70]).

❖ Ryolit

Ryolit je kyselá výlevná vyvřelina. Svým složením se podobá granitu. Obsahuje tedy křemen, živce a plagioklasy. V nepatrném množství pak biotit a pyroxeny (jako akcesorie).

Jak už napovídá podobné složení, je ryolit výlevným ekvivalentem hlubinné vyvřelé horniny - žuly. Ryolit vzniká v posledních fázích vulkanismu. Často se vyskytuje společně s andezitem. Paleoryolity se na našem území nacházejí na Křivoklátsku.

Využití je obdobné - štěrk, stavební kámen.



Ryolit (převzato a upraveno [71]).

5. 3. 2. 3. Vulkanická skla

O vulkanických sklech obecně platí, že čím je zdrojová hornina kyselejší, tím je vulkanické sklo světlejší. Barvy pak mohou být různých odstínů - černá, šedá, šedozelená, ale i bílá a růžová.

Vulkanická skla mohou vznikat buď při velmi rychlém tuhnutí lávy (např. lávové příkrovy) nebo utuhnutím lávy již vyvržené.

Již pouhým okem je viditelný typický skelný lesk, lasturnatý lom nebo tzv. perličkové rozpadání. Vulkanická skla mohou být celistvá, ale i pórovitá. Vulkanická skla jsou nejčastěji kyselá.

Mezi vulkanická skla patří obsidián, smolek, perlit a pemza. Pro naše studijní účely postačí, pokud budou žáci/studenti schopni odlišit tato vulkanická skla makroskopicky, tedy pouhým okem.

Vulkanická skla byla popsána u našich východních sousedů, na Slovensku (východní Slovensko, okolí Hliníku,...).



Obsidián (převzato a upraveno [72]).



Smolek (převzato a upraveno [73]).



Perlit (převzato a upraveno [74]).



Pemza (převzato a upraveno [75]).

5. 3. 3. Ložiska vyvřelých hornin

Ložiska vyvřelých hornin (magmatická ložiska) jsou ložiska, která vznikají z různých typů vyvřelých tavenin. Tato ložiska dále dělíme na ložiska:

- **likvační ložiska** (likvace = proces, kdy ze stejnorodého magmatu vznikají dvě kapalné fáze) - tudíž z tuhajícího magmatu vznikají dvě nemísitelné taveniny a na jednu z nich je vázán vznik těchto ložisek; na ložiskách se akumulují především Cu a Ni, příp. i Pt. U nás ložiska např. v peridotitech ranského masivu nebo v gabrech na Šluknovsku.

- **raně magmatická ložiska** - minerály tvořící ložisko se oddělily od horninotvorných minerálů a krystalovaly v dřívějších fázích; na ložiskách se akumuluje především Cr, Pt, Ti, apatit a REE (vzácné zeminy). Tato ložiska nalezneme např. v JAR, Rusku nebo v Zimbabwe.
- **pozdně magmatická ložiska** - ložiska vznikají krystalizací zbytkové taveniny; na ložiskách se akumuluje především magnetit, apatit. Tato ložiska nalezneme např. na Urale, v Turecku nebo na Filipínách.
- **pegmatitová ložiska** - vznikají společnými účinky plynů, par a hydrotermálních roztoků unikajících z tuhajícího magmatu. Mají podobu žil v magmatitech nebo metamorfitech, obsahují živce, křemen, slídy, fluorit, apatit a také méně běžné prvky, jako např. Li, Be, Nb, Ta atd. Pegmatitovým ložiskem u nás je např. Rožná u Bystřice nad Pernštejnem.
- **hydrotermální ložiska** - vznikají ukládáním minerálů z horkých roztoků, v průběhu jejich výstupu vzhůru, v závislosti na klesající teplotě a tlaku. Teplota roztoků byla asi 50 až 500 °C. U nás nalezneme ložiska hydrotermálně-sedimentárního typu např. v tzv. vrbenské skupině (Králová a Medlov u Uničova, Ruda, Horní Město a Malá Morávka u Rýmařova, Heřmanovice a Dolní Údolí u Zlatých Hor).

Pro rozšíření učiva: existuje řada dalších typů ložisek, která řadíme do magmatogenních ložisek. Jsou to ložiska pegmatitová, karbonatitová a ložiska hydrotermální. Pro potřeby žáků základní školy a studentů nižších ročníků gymnázií postačí základní dělení ložisek magmatických.

5. 3. 4. Magmatická petrologie

Magmatická petrologie je jedním ze specializovaných oborů obecné petrologie.

Posuzuje horniny na základě:

- a) orientace minerálních zrn** -> dle orientace zrn jsme schopni určit texturu horniny,
- b) z hlediska vyplnění prostor v hornině** -> na základě výplně horniny jsme schopni rozlišit, zda se jedná o horninu celistvou (tzv. kompaktní) nebo naopak horninu pórovitou (např. pemza),
- c) chemického obsahu křemene** -> na základě stanovení obsahu SiO_2 je magmatický petrolog schopen zařadit horninu do příslušné kategorie,
- d) v neposlední řadě zkoumá struktury hornin** -> jak jsou zrna velká, jak jsou v hornině omezená, jaký je v hornině podíl skla.

6. Obraz povrchu Země - vnější geologické děje

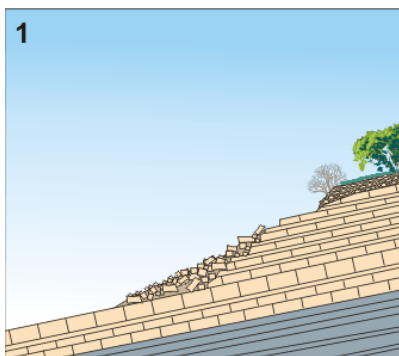
Pod pojmem "vnější geologické děje" si představme procesy, které probíhají na zemském povrchu nebo těsně pod ním. Vlivem působením těchto dějů se zemský povrch zarovná a zplošťuje.

6. 1. Zvětrávání = eroze

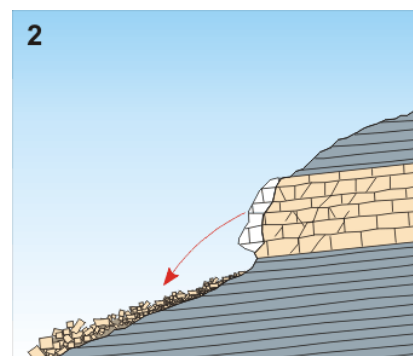
Zvětrávání je proces rozrušování hornin a minerálů, kdy z pevné horniny vzniká zvětralina. Jedná se o změny ve složení hornin a minerálů vlivem vnějších geologických činitelů. Těmi jsou především vliv atmosféry, voda, kolísání teploty, led, ale v neposlední řadě také působení organismů. V podstatě můžeme říct, že hornina se změnami přizpůsobuje nově nastalým podmínkám za vzniku různých typů zvětralin.

K zvětrávání dochází několika způsoby:

- **mechanické zvětrávání (fyzické)** - jedná se o vnější geologický proces, kdy se hornina rozpadá, ale nedochází k výrazným změnám v jejím chemickém složení. Klasickým příkladem mechanického zvětrávání je mrazové zvětrávání. Hlavním činitelem je v tomto případě voda, která proniká do puklin v hornině, zde za snížení teploty zmrzne, tím zvětší svůj objem. Důsledkem je vznik trhlin a puklin a dochází ke drolení horniny.



1
Rozpad rozpukané horniny (převzato a upraveno Petránek, 1993).

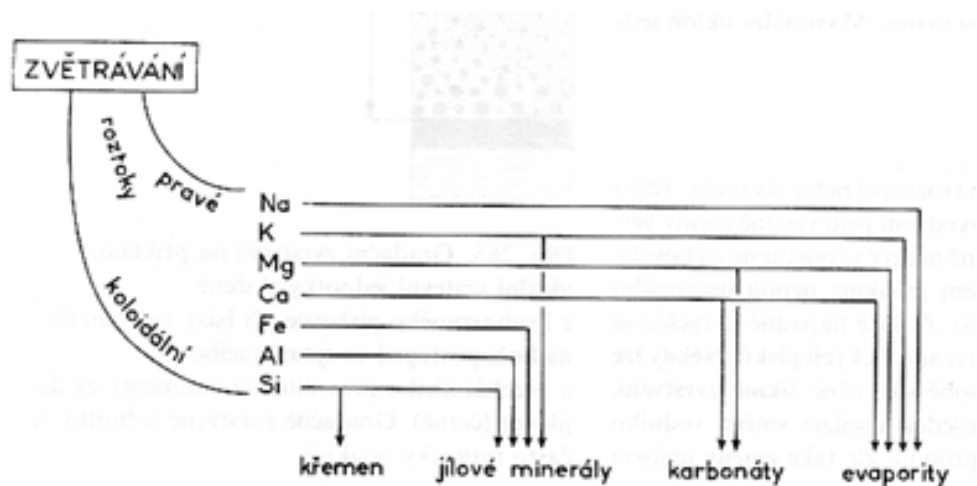


2
Řícení rozpukané horniny (převzato a upraveno Petránek, 1993).

- **chemické zvětrávání** - při chemickém zvětrávání dochází v hornině ke změnám fyzikálních a chemických vlastností. Výsledkem je vznik nových minerálních

látek. Základními geologicko-chemickými pochody jsou rozpuštění, oxidace a redukce nebo také hydratace.

Schéma č. 1: Prvky uvolňované při chemickém zvětrávání a jejich uvolňování do roztoku:



(Převzato a upraveno Petránek, 1993).

- **biologické zvětrávání** - zapříčiněno činností organismů.

Všechny pochody geologického zvětrávání se většinou kombinují a navzájem doplňují.

6. 1. 1. Usazené horniny

Usazené horniny, jak jsme již vytušili z jejich názvu, vznikají usazením, neboli sedimentací, úlomků hornin a nerostů. Vnějšími činiteli, ovlivňujícími usazování jsou: gravitace, voda, vítr, led. Typickým tělesem, které usazené horniny vytvářejí, je deskovitá vrstva, která je tvořena dvěma plochami, a to podložní a nadložní. Na základě těchto ploch můžeme určovat další geologické podrobnosti. Vzdálenost těchto dvou ploch nám udává mocnost vrstvy, pokud máme více těchto vrstev nad sebou, vzniká souvrství, v neposlední řadě pořadí těchto ploch určuje vrstevní sled.

Na základě vzniku usazených hornin rozlišujeme tři základní skupiny:

- **úlomkovité usazené horniny** - vznikají nahromaděním úlomků jiných hornin
- **organické (organogenní) usazené horniny** - vznikají nahromaděním zbytků organismů
- **chemické usazené horniny** - vznikají vykrystalizováním některých minerálů z roztoků

6. 1. 2. Úlomkovité, organogenní a chemické usazené horniny

A) Úlomkovité usazené horniny

Úlomkovité usazené horniny tvoří v rámci své skupiny dvě kategorie. Do nich řadíme horniny podle toho, zda jsou nezpevněné nebo naopak zpevněné tmelem. Proto tedy usazené horniny nezpevněné a usazené horniny zpevněné.

❖ **Písek (nezpevněný) - pískovec (zpevněný)**

Na pískovišti si někdy hrál každý z vás. Písek je tedy nejrozšířenější nezpevněnou úlomkovitou usazenou horninou. Tvoří ho převážně drobné úlomky křemene, ale i jiných minerálů.



Obtisky v písku (převzato a upraveno [76]).

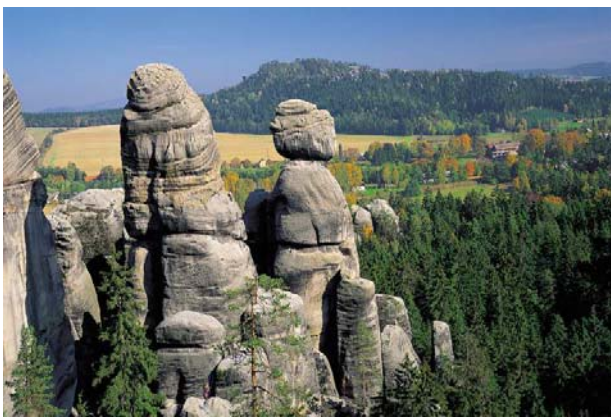
Využití písku je především ve stavebnictví. Pokud písek obsahuje velké množství úlomků křemene, využívá se pro výrobu skla.

Pískovec je oproti tomu zpevněná varianta písku. Pevnost získává spojením díky tmelem. Ten bývá nejčastěji vápenný nebo železitý. Obecně můžeme horninu označit za pískovec, pokud obsahuje zrna (nejčastěji zrna křemene, ale také např. živců) o velikosti 0,06 - 2 mm.

Pískovce mohou být nejrůznějších barev, od šedé, přes žlutou až po červené.

Pískovec se drolí a velmi snadno podléhá zvětrávání. Přesto je jeho hojné využití ve stavebnictví, pro výrobu soch atd.

Mnozí jistě znají Prachovské skály. Jde o geologický pískovcový fenomén, kdy pískovec vytváří celá tzv. "skalní města" (pozn.: ta však mohou být i žulová, čedičová, vápencová, rulová atd.). Jedná se o deskovitou plochu, která je povětšinou lemována členitými skalními útvary. Prachovské skály nejsou na našem území ojedinělé, z pískovce je tvořena oblast Adršpašsko - teplických skal, Hruboskalska nebo také Příhrazské skály.



Adršpašsko-teplické skály (převzato a upraveno [77]).



Pískovcové útvary v Antelope Canyon v Arizoně, USA (převzato a upraveno [78]).

❖ Štěrk (nezpevněný) - slepenec (zpevněný)

Štěrk je nezpevněná usazená hornina úlomkovitá. Štěrk vznikl rozrušením pevné horniny, transportem a jejím uložení. Jeho úlomky (části) nazýváme oblázky nebo balouny. Velikost zrn štěrku se pohybuje od 2 mm do cca 256 mm. Úlomky větší pak nazýváme balvany. Výskyt štěrku není tak hojný jako výskyt písku. Přesto za štěrk označujeme i z horniny průmyslově uměle vyrobenou drť.



Štěrk (převzato a upraveno [79]).

Zpevněnou variantou štěrku je slepenec. Tvoří ho valouny o velikosti více jak 2 mm. Název slepenec, používáme pro zpevněný štěrk, který má opracované, hladké úlomky. Pokud jsou úlomky ostrohranné, tak se takový konglomerát nazývá brekcie. Slepenec, stejně jako pískovec, drží pohromadě díky tmelu. V tomto případě bývá tmel kalcitový a křemitý. Pokud se hornina nachází v aridním (aridní = suchý; vyprahlý) prostředí, tmel je železitý.

Častý výskyt slepenců je v náplavových oblastech řek, příp. ledovců. Pokud bychom slepenec hledali u nás, museli bychom zavítat např. do severních Čech, do okolí Brd nebo do Železných hor.



Slepenec (převzato a upraveno [80]).

❖ Jíl - jílovec - jílová břidlice

Jíl je nezpevněná usazená hornina, tvořená úlomky jílových minerálů o velikostech do 2 μm . Úlomky jsou tvořeny jílovými minerály např. ze skupiny kaolinitu nebo smektitu. Kromě jílových minerálů, obsahuje jíl často i slídy a jiné příměsi. Pokud

jíl obsahuje vodu, mění své vlastnosti a stává se plastickou hmotou, jinak se drolí. Pokud hmotu nasycenou vodou vypálíme, tuhne.

Výskyt jílu je vázán na usazování v mořském prostředí. Proto je i v České republice jejich výskyt hojný a to z období druhohor až čtvrtohor.

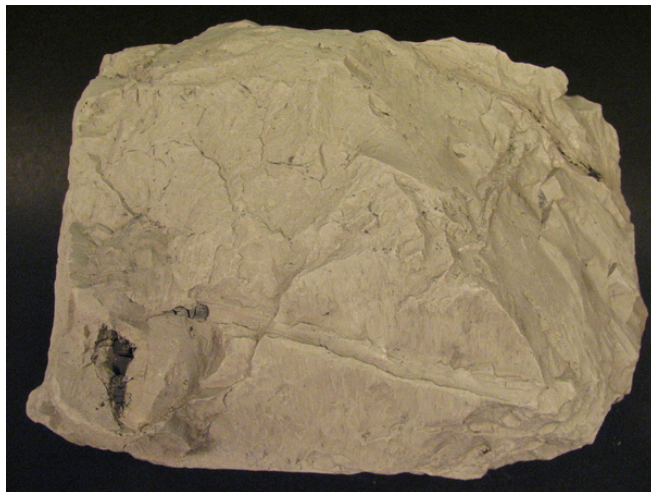
Jíl má praktické využití. Pokud je nasycen vodou, jinou už není schopen nasát, proto se používá jako těsnicí podklad při výstavbě přehrad, hrází nebo také pod skládky. Dále v keramice a hrnčířství, k výrobě krytiny na střechy atd.



Jíl (převzato a upraveno [81]).

Částečně zpevněnou formou jílu je jílovec. K zpevňování dochází v důsledku tlaku nadložních vrstev. Jílové minerály dosahují velikosti klastů do 0,004 mm. Barva jílovců bývá převážně šedá až tmavě šedá, ale výjimkou nejsou ani barvy do zelena nebo červena.

Pokud jsou tlaky velké, z již zpevněných jílovců vznikají ještě pevnější horniny, a to jílové břidlice.



Jilovec (převzato a upraveno [82]).

B) Organické (organogenní) usazené horniny

❖ Vápenec

Jednou z nejrozšířenějších hornin, patřících do skupiny hornin usazených, je právě vápenec. Tato hornina je složena převážně z uhličitanu vápenatého (kalcitu), chemicky CaCO_3 . U organogenního vápence se tento kalcit uvolňuje z vápnitých pozůstatků živočichů a rostlin. Kosterními zbytky jsou např. těla korálů, měkkýšů a řas. Nejlepšími příklady jsou vápence korálové nebo vápence lasturnaté.

Barva organogenních vápenců je nejčastěji šedá, od světlých až po tmavé odstíny šedi. V některých vápencích můžeme nalézt zachovalé schránky organismů nebo alespoň jejich úlomky.



Organogenní vápenec (převzato a upraveno [83]).

Využití vápence je velmi široké. Nejdůležitějším uplatněním je stavebnictví. Zde se vápenec využívá jako obkladový kámen, ale i jako dlažba. Jak už název napovídá, je nezbytnou přísadou při výrobě vápna a cementu. Ty slouží k výrobě malty a betonu, dvou základních potřeb stavebnictví. Dalším využitím je např. hutnictví, výroba celulózy (chemický průmysl), ale i zemědělství, kde se vápence využívá při snižování kyselosti půd - tzv. vápnění.

Vápence jsou zajímavé i tím, že tvoří jeden z významných geologických fenoménů. Tím je tzv. vápencové území neboli kras. Více o krasových jevech v kapitole o činnostech tekoucí vody.



Moravský kras (převzato a upraveno [84]).

❖ Uhlí

Uhlí, surovina využívaná jako palivo, je hořlavá hornina, kterou získáváme povrchovou nebo důlní těžbou. Uhlí je pro náš život a fungování velmi důležitou energetickou surovinou (až 40% elektrické energie je v tepelných elektrárnách vyrobeno spalováním uhlí), která obsahuje uhlík, kyslík, a vodík. Výjimkou nejsou ani radioaktivní příměsi jako jsou sloučeniny uranu a thoria a mohou v něm být i sloučeniny jiných prvků, např. železa.

Uhlí vzniká rozkladem a zuhelnatěním živočišných a především rostlinných zbytků, bez přístupu vzduchu (tzv. anaerobní prostředí). Tak bylo zabráněno rozkladu a hnití.

Uhlí dělíme dle stáří a kvality na následující typy:

- **lignit** - nejméně kvalitní druh uhlí, který je řazen k uhlí hnědému. Je třetihorního stáří a využívá se pro výrobu elektrické energie,
- **hnědé uhlí** - stáří třetihor (66 - 25 milionu let); vzniklo rozpadem vzrostlých stromových porostů. Hnědé uhlí je uloženo v malých hloubkách, proto bývá těženo povrchovou těžbou. Využívá se k vytápění domácností nebo k výrobě tepla a elektrické energie,
- **černé uhlí** - stáří mladších prvohor (250 - 300 milionu let); velká hustota; uloženo hlouběji než uhlí hnědé; vzniklo rozpadem kapradin, přesliček a plavuní, které zapadaly do bažin,
- **antracit** - jedná se o nejkvalitnější uhlí, které se využívá k vytápění, ale vyrábějí se z něj i chemikálie.

V České republice se těžba černého uhlí realizuje v Hornoslezské pánvi (okolí Ostravy a Karviné). Těžilo se i na Kladensku, Plzeňsku nebo v Podkrkonoší. Hnědé uhlí je naopak těženo na severozápadě Čech, a to na Sokolovsku, Chomutovsku a Mostecku.



Černé uhlí (převzato a upraveno [85]).



Hnědé uhlí (převzato a upraveno [86]).

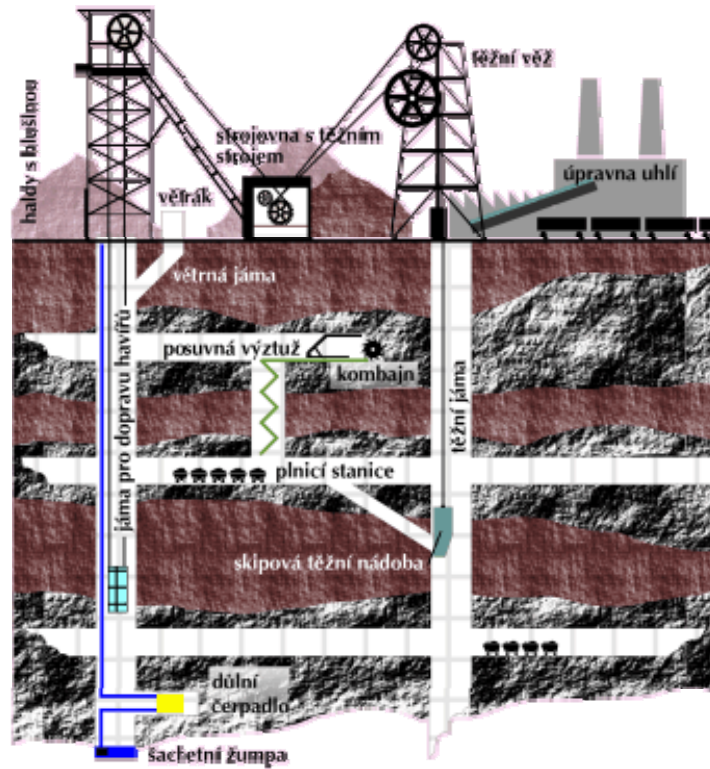


Schéma hlubinného černouhelného dolu (převzato a upraveno [87]).

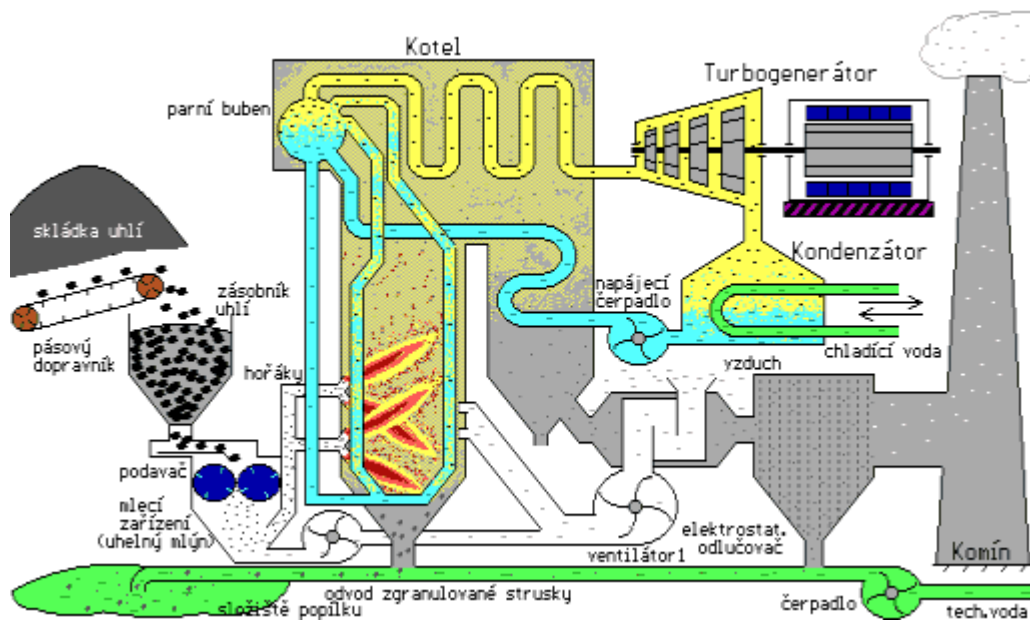


Schéma tepelné elektrárny na uhlí, kde elektřina vzniká po spalování uhlí v turbogenerátoru (převzato a upraveno [88]).

❖ Ropa a zemní plyn

Ropa, surovina, která dodnes vyvolává mezinárodní konflikty (zásoby, těžba, obchodování, znečištění životního prostředí), přesto však je to neodmyslitelná součást našich životů a chodu průmyslu.

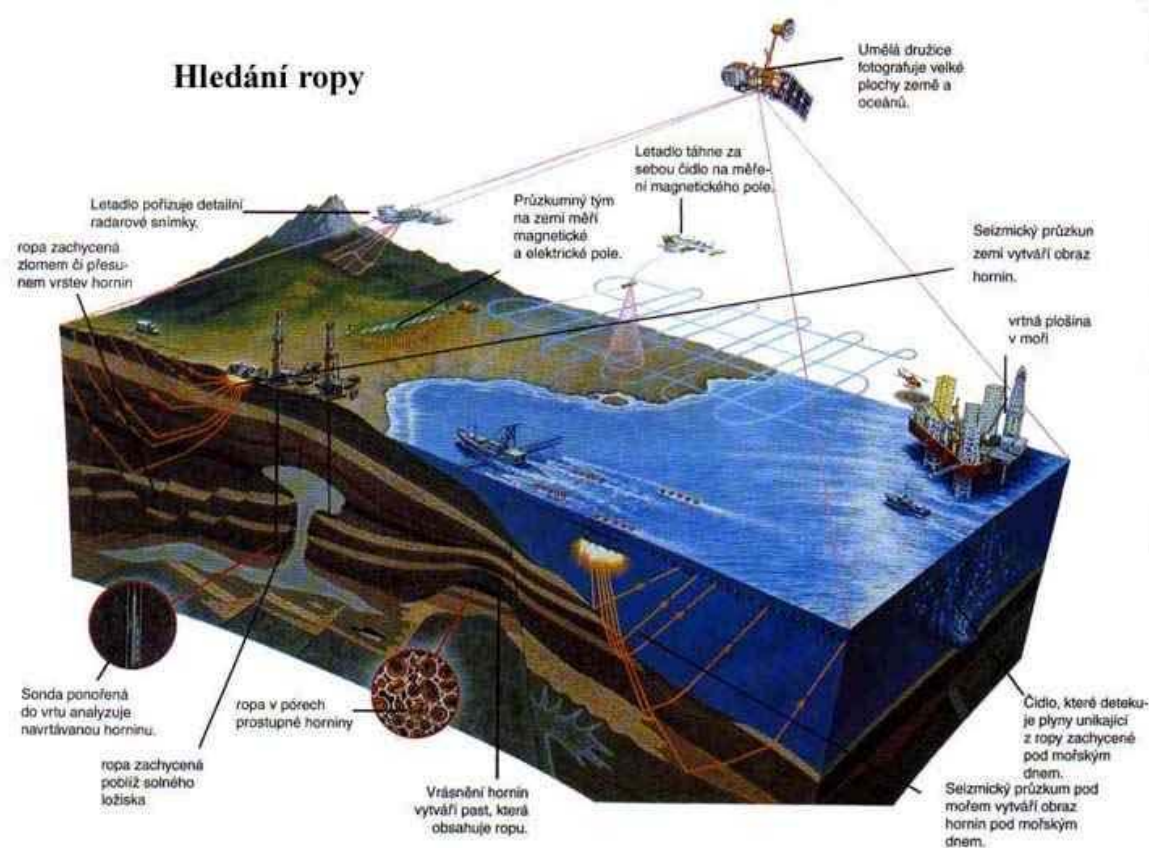
Jak ropa vznikla? V průběhu času se v klidnějších částech moří ukládalo bahno a společně s ním zbytky živočišných (bakterie) a rostlinných těl (řasy). V období jury (44 - 213 milionu let) začaly na tato ložiska vyvíjet tlak nadložní vrstvy. V prostředí bez kyslíku začal vznikat oxid uhličitý a metan a anaerobní bakterie se zasadily o to, že se z bahna a organických zbytků postupně stávala kapalná hmota, ropa, a společně s ní i zemní plyn.



Ropa (převzato a upraveno [9]).

Ropa se obvykle hromadí v propadlinách zemské kůry nebo v pórovitých horninách, které fungují jako tzv. "houba" (pískovcové a vápencové horniny). Ty jsou obklopeny horninami nepropustnými, takže ropa je zde uložena v jakési "kapse" nebo rezervoáru. Ropa však může ze svých rezervoárů i migrovat.

Ropná naleziště jsou velmi nerovnoměrně rozmístěna po celém světě. Komerčně se ropa těží např. ve Francii a Spojených státech amerických. Těmi nejznámějšími nalezišti jsou konvenční zásoby ropy (= lze je získat pomocí vrtů) v Nigérii, Mexiku, Venezuele, Perském zálivu. U nás jsou minimální zásoby ropy na jižní Moravě, v okolí Hodonína.



Vyhledávání ropy (převzato a upraveno [90]).

❖ Asfalt

Přírodní asfalt, komodita, které vzniká v místech usazených, tzv. naftonosných, formací. Zde dochází k oxidaci a z takové ropy se stává přírodní asfalt. Asfalt se často akumuluje do pórovitých hornin (pískovce, vápence, brekcie atd.), ty se poté těží a asfalt se z nich získává. Ložiska nalezneme např. ve Venezuele, Coloradu nebo Oklahomě. Ani v Evropě není přírodní asfalt výjimkou, nalezneme ho např. ve Francii nebo Švýcarsku. U nás je přírodní asfalt nepatrně vmísen např. u Malé Chuchle, Semil, na Moravě pak v okolí Mikulova a Letovic.

Asfalt, který se neakumuluje do hornin a dostane se až na zemský povrch, vytváří černá jezera přírodního asfaltu. Nejznámější takové jezero najdeme na ostrově Trinidad.



Přírodní asfalt (převzato a upraveno [91]).

❖ Rašelina

Rašelina je akumulace částečně rozloženého rostlinného materiálu, který se hromadil v bažinatém prostředí bez přístupu vzduchu. Rašelina vzniká na přírodních rašeliništích (slatě, bažiny, močály). Tento materiál pokrývá cca 2% zemského povrchu.

Rašelina má široké využití. Pokud se vysuší, lze ji použít jako fosilní palivo. Běžným upotřebením je zahradnictví a zemědělství. Rašelina se používá i jako stelivo pod dobytek nebo v akvaristice. Překvapivé může být využití v potravinářském průmyslu při výrobě sladové whisky.

Těžba rašeliny probíhala a dosud probíhá i v České republice. Lokalitami jsou Abertamy (Karlovy Vary), Lenora nebo Borkovice.



Rašelina (převzato a upraveno [92]).

C) Chemické usazené horniny

❖ Travertin

Travertin je chemická usazená hornina, jejíž vznik je vázán na místa výronu horkých, ale i studených pramenů vod, především tedy ve vulkanických nebo vápencových oblastech. Obecně se jedná o silně pórovitý sladkovodní vápenec. Dle místa vzniku se můžeme setkat také s názvem "*pramenit*".

Celistvý travertin se těží a využívá se především jako dekorační a obkladový kámen.



Travertin (převzato a upraveno [93]).

Jednou z nejznámějších turistických atrakcí z travertinu jsou jezírka Pamukkale v Turecku. U nás nalezneme travertiny v oblastech mezi Prahou a Berounem, dále pak na Moravě (tzv. Kokorský travertin) a na Přerovsku (Hanácký travertin).



Travertinové kaskády Pamukkale, Turecko (převzato a upraveno [94]).

K dalším chemickým usazeným horninám řadíme např. dolomit. Horninu vzniklou z vápence (vzniká vykrystalizováním, zatlačením kalcitu nebo vysrážením z mořské vody) a tvořenou minerálem dolomitem - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Další horninou je bulžník (hornina protkaná křemennými žilkami), je tvořený převážně křemenem (častou příměsí je grafit) a nacházíme ho např. v Divoké Šárce (Praha), na Křivoklátsku, Plzeňsku.

6. 1. 3. Ložiska usazených hornin

Ložiska usazených hornin dělíme na dvě velké skupiny:

- **zvětralinová ložiska** - jejich vznik je podmíněn zvětráním hornin nebo jiných ložisek a následném uložení této zvětralé složky, aniž by došlo k jejímu přemístění. Na ložiskách se akumuluje především Cu; Ni; Pt; Cr; Ti; Cu; Ag; Au; ale i REE (vzácné zeminy). Zvětralinová ložiska se u nás nacházejí na např. Karlovarsku, Podbořansku, Plzeňsku, Znojemsku.
- **sedimentární ložiska** - ložiska, která vznikla obdobným způsobem, jako samotné usazené horniny. Podmínkou byl proces zvětrání původní horniny, poté přesun této zvětralé složky (zrna; roztok) a následné usazení (zrn) nebo vysrážení (roztok). Na těchto ložiscích nalezneme Au; Pt; Ti; Zr; Fe; REE (vzácné zeminy), ale i horniny jako jsou pemzy, perlity nebo některé karbonáty (uhličitan). Sedimentární ložiska, typu rýžovišť, byla na našem území významná na řekách Otavě, Lužnici nebo Opavě.

6. 1. 4. Sedimentární geologie

Sedimentární geologie je další z podoborů velkého celku geologie, který se zabývá studiem usazených hornin. Zkoumá jejich vznik, struktury, které obsahují, jejich složení. Právě díky studiu struktur a složení hornin je sedimentární geolog schopný určit podmínky, za kterých hornina vznikala. Díky tomuto poznání je možná i rekonstrukce daného prostředí.

Sedimentární geologie jde ruku v ruce s exogenní dynamikou Země a historickou geologií, protože právě i díky sedimentární geologii jsme schopni určit stáří hornin.



Výchozy sedimentární železných rud, Ejovice (převzato a upraveno [95]).

6. 2. *Metamorfóza*

Pokud mluvíme o metamorfóze, mluvíme vlastně o přeměně hornin. A to jak hornin vyvřelých, usazených či už jednou přeměněných. Přeměna hornin je tedy proces, kdy v hornině, vlivem změny fyzikálních podmínek (teploty a tlaku), dochází v horninách fyzikálním i chemickým změnám.

Jak již víme z předchozích kapitol, horniny se skládají z minerálů. Tyto minerály jsou přizpůsobeny jistým fyzikálním podmínkám, ve kterých jsou stabilní a mohou v nich existovat. Pokud se však tyto podmínky změní, mění se i tyto minerály, v rámci

přeměny hornin, na minerály jiné. Kromě mineralogického složení se během přeměny hornin mění i jejich struktura či chemismus.

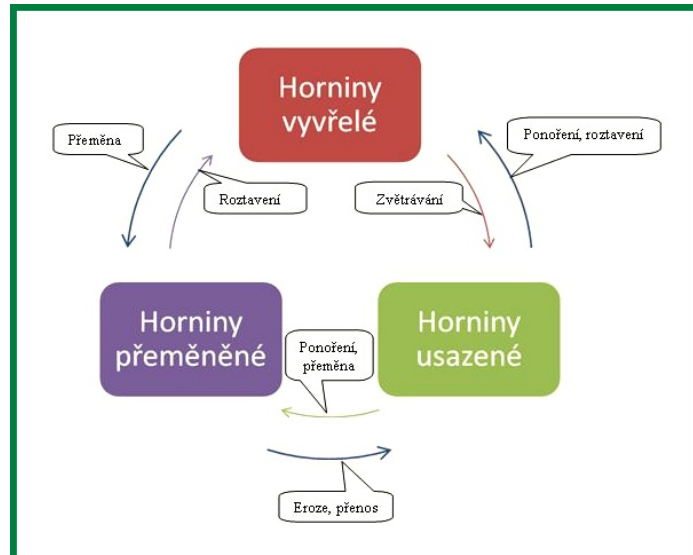
Metamorfóza má i svůj teplotní rozsah. Ke změnám dochází od 200°C (do teploty 200°C dochází pouze ke zpevňování hornin, tzv. diagenezi), do 650°C až 1 100°C. V tomto rozmezí se horniny začínají tavit a teplota závidí na typu horniny.

Metamorfózu můžeme vydělit na dva typy, a to metamorfózu:

- **regionální** - postihuje veliké oblasti
- **lokální** - postihuje jen omezenou oblast

Vzhledem k tomu, která fyzikální podmínka při přeměně hornin převládá, můžeme metamorfózu členit na tři typy:

- **termální metamorfóza** - převládající veličinou je teplota; tlak je vedlejší
- **dynamická metamorfóza** - převládající veličinou je tlak; teplota je vedlejší
- **termálně dynamická metamorfóza** - způsobuje jí tlak i teplota



Horninový cyklus (převzato a upraveno [96]).

6. 2. 1. Přeměněné horniny

❖ Mramor

Mramor (krystalický vápenec, příp. dolomit) je označení pro přeměněné horniny, které vznikly metamorfózou usazených vápenců a dolomitů. Rozdíl mezi mramorem a vápencem je patrný na první pohled. Mramor je jasně krystalický (zrnitý). U některých typů můžeme spatřit jasně štěpné plochy kalcitu. Z mineralogického hlediska obsahuje mramor převážně kalcit a dolomit.

Pokud je mramor čistý, jeho barva je jasně bílá. Obecně však barva závisí na příměsi, kterou mramor obsahuje. Může být tedy šedý (světle až tmavě), ale i narůžovělý, světle modrá nebo nazelenalý.



Mramor (převzato a upraveno [97]).

Díky dobré opracovatelnosti, je mramor odedávna využíván jako stavební a dekorační kámen a v oblibě ho mají také sochaři.

Největší ložisko mramoru v České republice leží pod Kralickým Sněžníkem.



Hrobka Taj Mahal, Indie (převzato a upraveno [98]).

❖ Svor

Svor je přeměněná usazenina, která vznikla silnou regionální metamorfózou, která přeměnila jílové a také písčité usazeniny.

Svor je tedy krystalická břidlice, které se skládá z šupinek světlé slídy a ze zřetelných krystalů křemene. Krom těchto dvou složek může být ve svoru obsažen také granát, kyanit nebo turmalín.

Svor je běžnou horninou Českého masivu, najdeme ho např. v oblasti Hrubého Jeseníku. Pásky svorů nalezneme i v moldanubickém komplexu v jižní polovině Čech.



Svor (převzato a upraveno [99]).

❖ Fylit

Fylit je přeměněná hornina, která vznikla metamorfózou jílových usazenin, především jílových břidlic. V mineralogickém složení je zastoupen křemen, chlorit,

albit a tmavá slída (biotit). Fylit je jemně zrnitý a má břidličnatou strukturu. Díky této vlastnosti se dobře štípe (deskovitá odlučnost).

Barva fylitu je obvykle šedá, od světlých až po tmavé odstíny. Pokud je v hornině větší množství chloritu, může zapříčinit zbarvení do šedozelena. Přítomnost grafitu barví horninu do černých odstínů.

Fylit se díky své deskovité odlučnosti využívá k pokrývání střech.

V České republice jsou fylity běžné v orlicko-kladského krystalinika, v barrandienu, v krušnohorském krystaliniku nebo v železnobrodském krystaliniku.



Fylit (převzato a upraveno [100]).

❖ Rula

Rula je přeměněná hornina, která vznikla během silné regionální metamorfózy, přeměnou hornin usazených nebo vyvřelých.

Typickým znakem rul je zřetelné páskování (tzv. foliace). Mineralogické složení zastupují křemen, živec a slídy (tmavé i světlé).

Na základě mateřské horniny (usazená či vyvřelá) rozeznáváme dva typy rul. Pokud rula vznikla přeměnou vyvřelých hornin, konkrétně žuly, mluvíme o tzv. ortorulách. Pokud rula vznikla přeměnou hornin usazených, konkrétně jílových břidlic, jedná se tzv. pararuly.

Na našem území tvoří ruly rozsáhlé komplexy v oblastech Šumavy, na Českomoravské vrchovině, v Orlických horách, na Kutnohorsku, v Jeseníkách, Jizerských horách a v Krkonoších.



Rula (převzato a upraveno [101]).

❖ Eklogit

Eklogit je přeměněná hornina, která vzniká metamorfózou hornin vyvřelých, bazaltů. Bazaltům odpovídá i chemické složení eklogitu. Skládá se převážně z klinopyroxenu a granátu bohatého na hořčík. Přeměně probíhá za vysokých teplot a tlaků v oblasti spodní kůry až svrchního pláště.

Eklogity bývají nazelenalé barvy. Tu způsobuje právě přítomnost klinopyroxenu. Eklogity vznikají ve velkých hloubkách, takže najít eklogit na povrchu je poměrně vzácnost. Pokud bychom se vydali za eklogity na území České republiky, museli bychom zavítat např. do oblasti kutnohorského krystalinika nebo mezi moldanubické horniny v jižních Čechách.



Eklogit (převzato a upraveno [102]).

❖ Amfibolit

Amfibolit je přeměněná hornina, která stejně jako rula, má dva způsoby vzniku. Amfibolit může vznikat jak přeměnou hornin usazených (jílovce, slínovce, atd.), tak hornin vyvřelých (bazalty, diority, gabra, atd.).

Amfiboly bývají černé s nazelenalým odstínem. Mineralogicky je zastoupen především amfibol a plagioklas.

Díky velké pevnosti a mimořádné odolnosti se amfibolity používají jako drcené kamenivo při stavbě silnic.

V České republice se amfibolity nacházejí na Kutnohorsku, Kolínsku, v moldanubiku a Jeseníkách.



Amfibolit (převzato a upraveno [103]).

6. 2. 2. Ložiska přeměněných hornin

Ložiska přeměněných hornin dělíme na dvě velké skupiny:

- **kontaktně metamorfogenní ložiska** - jedná se o ložiska, která byla vzhledem ke svému složení silně postižena kontaktní metamorfózou nebo vznikla přímo během jejích procesů. Na těchto ložiscích nalezneme formace Fe; Mn; V; ale také např. grafitu. Kontaktně metamorfovaná ložiska se nacházejí např. v Barmě.

- **regionálně metamorfogenní ložiska** - jedná se o ložiska, která byla vzhledem ke svému složení silně postižena regionální metamorfózou nebo vznikla přímo během jejich procesů. Na těchto ložiscích nalezneme formace Fe; Mn; grafitu; křemen - živec - slída atd. Regionálně metamorfovaná ložiska v České republice nalezneme např. v Nové Vsi u Rýmařova nebo v Horním Benešově.

Obě tyto skupiny se dále dělí na specifické typy ložisek, např. metamorfogenně hydrotermální ložiska a další. (Pro studijní účely žáků 9. tříd, potažmo víceletých gymnázií, postačí toto dělení, i tak již dost podrobné.)

6. 2. 3. Metamorfni petrologie

Metamorfni petrologie je velmi důležitý podbor geologie, resp. petrologie, díky němuž jsou metamorfni petrologové schopni zkoumat např. tektonickou historii pásem zemské kůry, které jsou intenzivně deformované horotvornými pohyby, v pásemných pohoří (tzv. orogénech).

6. 3. Geologická činnost větru

Vítr, stejně jako ostatní přírodní "živly", je významným geologickým činitelem, který je úzce spjat se zvětráváním a usazováním hornin. Činnost větru tedy můžeme rozdělit na tři fáze: zvětrávání, odnos zvětralého materiálu a jeho uložení.

Zvětrávání je rušivá činnost větru, kdy vítr, který unáší již uvolněné zrna, jimi obrušuje např. skály a tím uvolňuje další částičky. Tomuto jevu se říká abraze. Druhým způsobem zvětrávání je odnos, odvádí, již uvolněného materiálu ze země (tzv. deflace).

Pokud máme materiál uvolněný, vítr ho přesouvá (transportuje) a to třemi možnými způsoby:

- **v suspenzi** - přesun toho nejjemnějšího materiálu, ale zato na obrovské vzdálenosti (př. saharský písek v Evropě, i v ČR),
- **saltací** - saltace = pohyb, kdy na zemský povrch dopadne zrno, které zvrhne zrna jiná a ta vykonají určitý pohyb. Takto se přemísťují o něco větší zrna, které nejsou přenášena suspenzí,

- **válení** - velká zrna, která vítr žene po zemi

K ukládání (sedimentaci) větrem uvolněného materiálu dochází tehdy, když vítr ztrácí na síle a na rychlosti. Uvolněný materiál se pak ukládá v podobě dun. Jejich tvar opět závisí na síle větru a na velikosti a množství ukládaných částic.



Vítr, jako modelační činitel v krajině (převzato a upraveno [104]).

Typickým příkladem geologické činnosti větru jsou pouště (= neúrodná půda, která trpí nedostatkem vody). Ekologickým problémem dneška je rozšiřování pouští (tzv. desertifikace). Důsledkem tohoto rozšiřování je zmenšování plochy úrodné půdy, ať už kácením zalesněných ploch nebo spásáním travnatých ploch dobyt看em. Příčiny jsou tedy jak přírodní, tak způsobené lidskou činností.



Písečné duny (převzato a upraveno [105]).

6. 4. Vznik půd

Vznik půdy je výsledkem půdotvorných procesů, které probíhají na hranici mezi litosférou, atmosférou, hydrosférou a biosférou. Podílejí se na nich, ruku v ruce, klima, voda, podzemní voda i organismy, ať už žijí na povrchu Země nebo pod ním. Důležitým faktorem je i působení lidské činnosti na matečnou horninu (substrát) a čas. Procesy vzniku půd jsou zvětrávání, humifikace (rozklad látek v půdě, spojený s tvorbou humusu), rašelinní (přeměna organických látek ve vlhkém prostředí) a halmyrolýza (zvětrávání na mořském dně; především oxidací).

Půda je velmi složitý systém, který je působení okolí otevřený, ale jelikož je schopný autoregulace, je i poměrně samostatný. Skládá se z několika složek, které spolu navzájem spolupracují:

- Minerální složka - kameny, štěrk, písek, prach, jílové částice,
- Organická hmota - živá i neživá (humus),
- Voda (vyplňuje póry v pevné složce),
- Plyny (stejně jako voda vyplňuje póry v pevné složce; voda je i transportním médiem plynu),
- Živé organismy (červi, hmyz, bakterie, prvoci, houby, řasy, rostliny a jejich kořeny).

S tím, jak půda vzniká a vyvíjí se, pokud působí půdotvorní činitelé, probíhají v půdě nejrůznější typy procesů, které jsou odvislé od fyzikálních a chemických vlastností

matečné horniny, od klimatických faktorů, ale také od složení zástupců živých organismů. Mezi tyto procesy patří:

- akumulace organických látek na povrchu i pod povrchem půdy,
- rozklad a syntéza organických látek,
- rozklad a přeměny primárních minerálů,
- výměna iontů,
- oxidačně-redukční procesy,
- transport látek,
- rozpouštění,
- pohyb iontů.

Podle velikosti pevných částic v půdě (minerálních zrn) určujeme tzv. zrnitost půdy. Na jejím základě třídíme zrnitostní typy půd do tří základních kategorií:

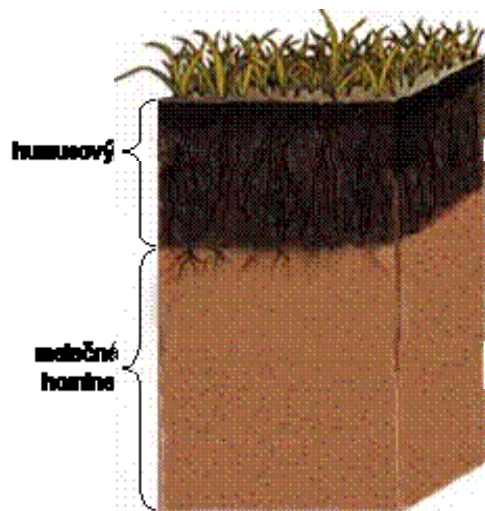
Tabulka č. 4: Zrnitostní typy půd

% zastoupení pevné složky ve vzorku	Půdní druh	Charakteristika a využití
0 - 10 %	píščitá	Velmi sypké; voda jimi rychle protéká a rychle vysychá; nutnost intenzivního zavlažování; pěstují se na nich méně náročné plodiny
30 - 45 %	hlinitá	Tento typ půd je nejrozšířenější a především nejúrodnější; většinou se nacházejí v nížinách
75 - 90 %	jílovitá	Jedná se o těžké půdy; pro vodu jsou téměř nepropustné -> louže, které vysychají.

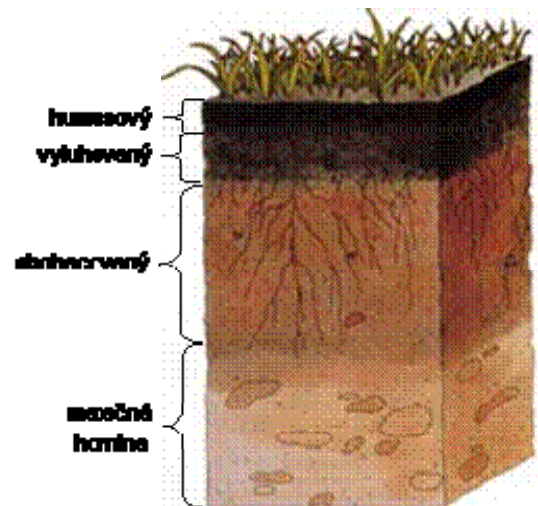
Půdní typy

Půdní typy členíme na základě uspořádání půdních horizontů a matečné horniny na následující typy:

- **Černozemě** jsou velmi úrodné půdy, které mají nejmocnější vrstvu humusu. Vyskytují se v oblastech mírného a subtropického pásu, na travnatých stepích s vápenitým podkladem. Černozemě jsou vhodné pro pěstování obilovin a řepy. Vyskytují se u nás v Polabí, na Hané a jižní Moravě.
- **Hnědozemě** jsou středně úrodné půdy s dostatečným množstvím humusu. Půdy jsou slabě kyselé až neutrální a vyskytují se pod původně listnatými lesy mírného pásu. I na těchto půdách se pěstují obiloviny. Jsou to u nás nejvíce vyskytující se půdy.
- **Podzoly** obsahují málo humusu, proto nejsou tak vhodné pro zemědělství. Půdy vznikají na kyselých horninách v horských oblastech s vlhčím a chladnějším klimatem. Jsou vhodné pro pěstování brambor, žita a ovsa. Rozkládají se na nich často pastviny.
- **Rankery** – půda, vznikající rozpadem zvětralých křemičitanových hornin, které mají charakter skály (žuly, ruly). Jedná se o půdy silně humifikované (velké množství humusu). Původní vegetací rankerů jsou lesy tvořené lípou, javorem, jasanem nebo jilmem. Rankery se nacházejí na pahorkatinách a hornatinách.



**Půdní profil
černozem**



**Půdní profil
hnědozem**

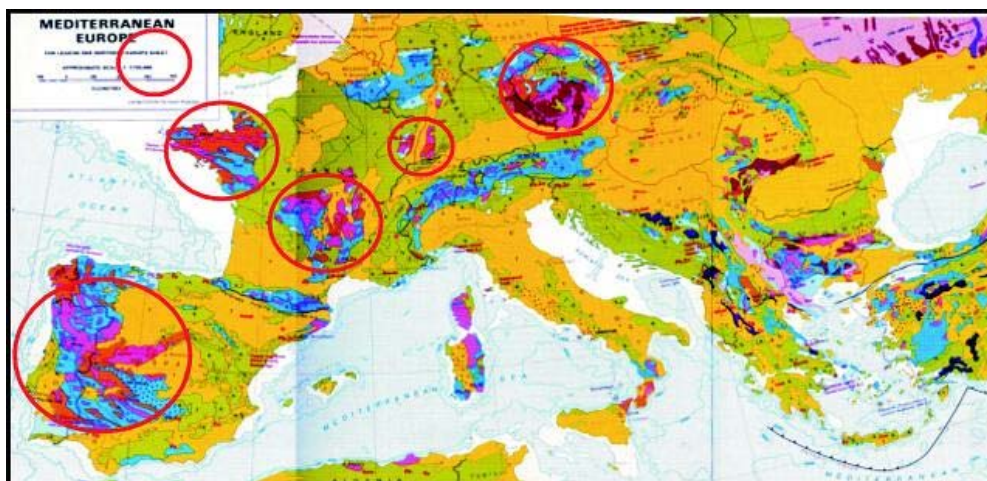
Půdní profily – černozem, hnědozem (převzato a upraveno [106]).

7. Geologický obraz České republiky

Geologický obraz České republiky je natolik pestrý, že nám umožňuje nahlédnout a zmapovat geologickou historii od dob nejstarších, více než 600 milionů let starých, až po geologickou současnost (tzv. recent).

Geologie i dnes objevuje stále nové poznatky např. o dějích, které zde v geologické historii probíhaly.

Česká republika je z hlediska geologie a regionálního dělení členěna na dva velké celky. Čechy a velká část Moravy a Slezska patří do celku nazývaného **Český masiv**. Východní části Moravy a Slezska spadají pod celek **Západních Karpat**. Stavba a vývoj obou jednotek není dodnes plně objasněna.

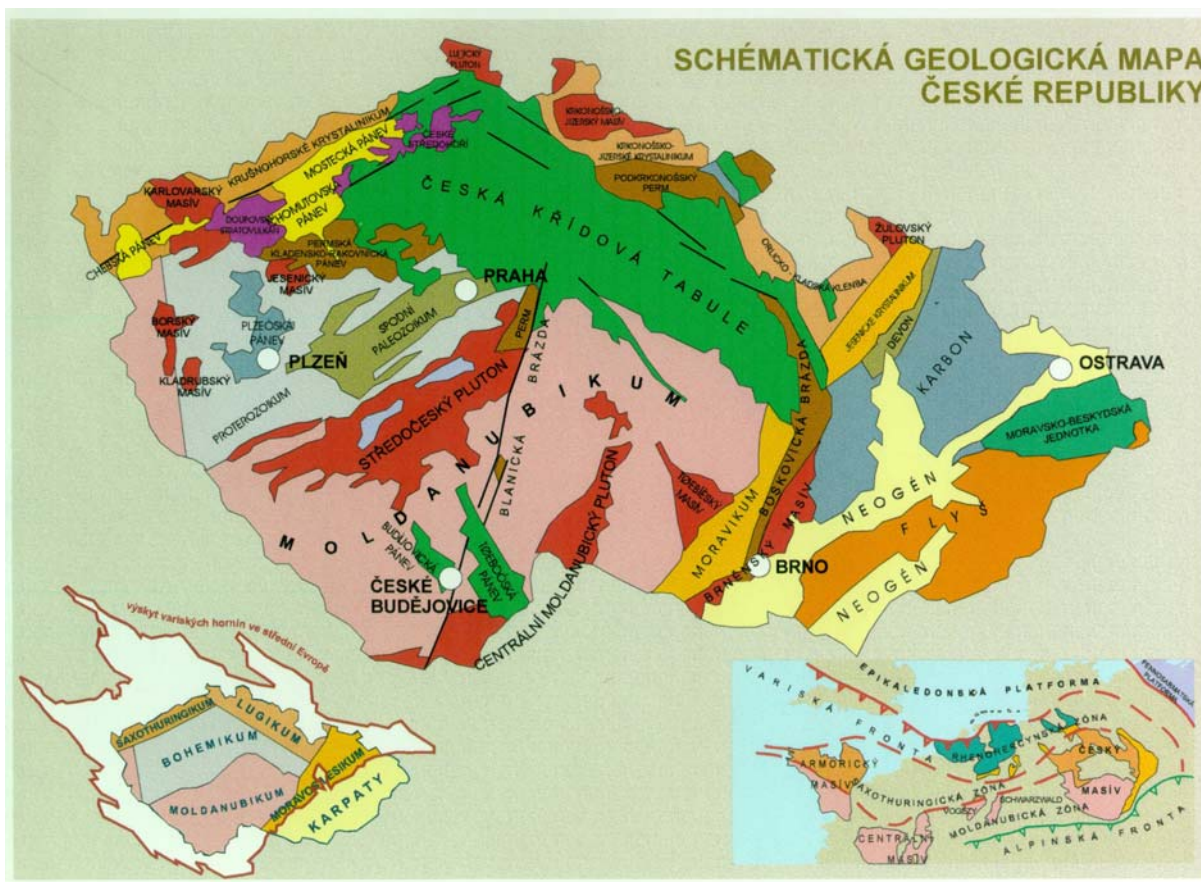


Mapa Evropy s vyznačenými místy trosk variského horstva (převzato a upraveno [107]).

7. 1. Český masív a jeho jednotky

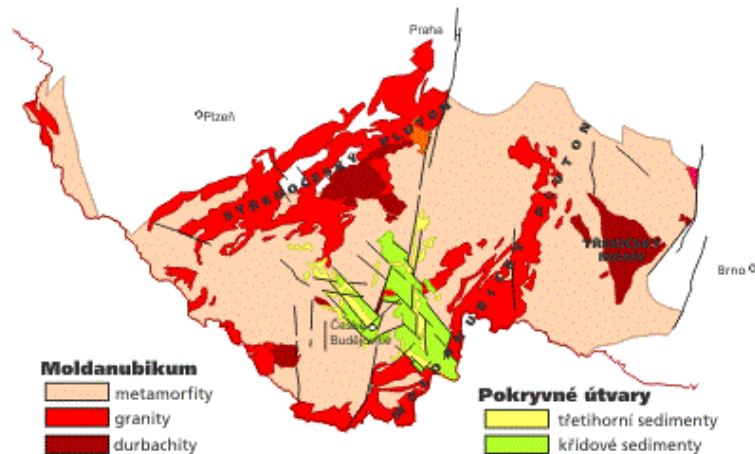
Český masív, tvořící převážnou část našeho území je pozůstatkem variského (= hercynského) horstva, které bylo vyvrásněno cca před 380 - 300 miliony let. Toto vrásnění bylo vyvoláno zřejmě kolizí dvou pevninských desek - Gondwany, která se v té době nacházela na jihu, narazila do desky Severoatlantského kontinentu, tzv. Laurussie. Tato kolize vyvolala horotvorné procesy, jejichž výsledkem je právě Český masív (zbytky variského horstva můžeme sledovat ještě v jižní Anglii a táhnou se přes Francii až do střední Evropy).

Český masiv tvoří především horniny prekambričského a paleozoického stáří. Na základě těchto horninových celků dělíme Český masiv na pět oblastí:



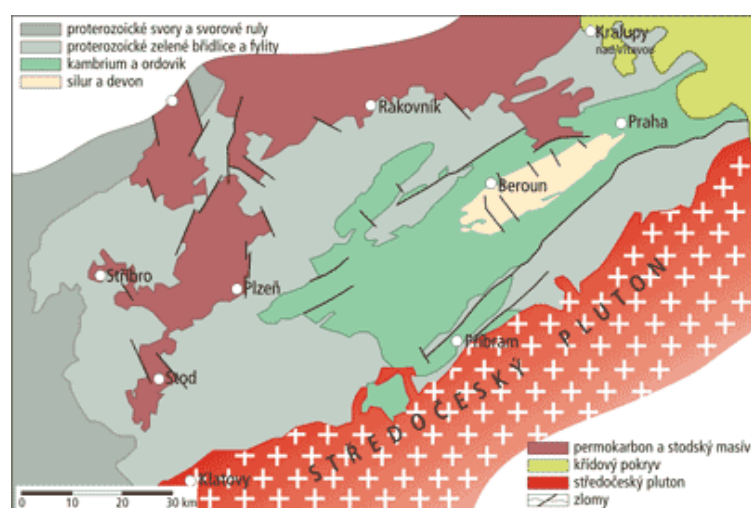
Schematická geologická mapa České republiky (převzato a upraveno [108]).

1. **Oblast moldanubická (= moldanubikum)** - oblast se rozkládá v jižní a jihozápadní části Českého masivu. Na stavbě se podílejí přeměněné horniny (krystalické břidlice), postížené silnou metamorfózou. Mezi tyto přeměněné horniny jsou včleněny hlubinné granitoidní horniny ve formě plutonů. Tento typ hornin tvoří v moldanubickém celku dva velké komplexy, středočeský a moldanubický.



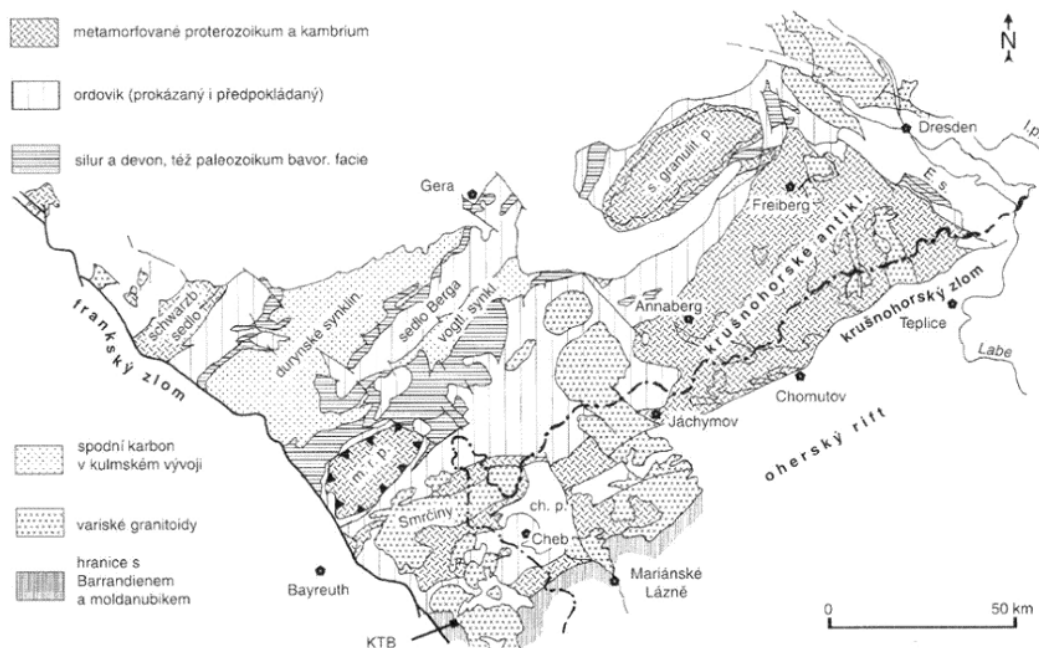
Moldanubikum (převzato a upraveno Petránek, 1993)

2. **Oblast středočeská (= oblast teplesko-barrandienská; bohemikum)** - oblast se rozkládá severně od moldanubika, od západní až po východní Čechy. Středočeskou oblast tvoří horniny stáří svrchního proterozoika a staršího paleozoika. Do středočeské oblasti řadíme známou oblast Barrandienu. Ten je tvořen převážně horninami nepřeměněnými nebo horninami přeměněnými, postiženými slabou metamorfózou (křemence, pískovce, břidlice, svory, ruly, fylity, zelené břidlice). V oblasti, mezi Říčany a Blatnou, se rozkládají útržky slabě přeměněných sledů hornin, tzv. metamorfované ostrovy. Do středočeské oblasti spadá i domažlické a teplické krystalinikum a velké celky, které tvoří oblast Železných hor na Chrudimsku. Severní část bohemika je pak překryta pokryvnými horninami permokarbonu a křídy.



Barrandien (převzato a upraveno Petránek, 1993)

3. **Oblast sasko-durynská (= saxothuringikum)** - oblast, která se rozkládá převážně na německém území. K nám zasahuje pouze svou jihovýchodní částí. Oblast zasahující na naše území je tvořena přeměněnými horninami (pararuly, kvarcity, břidlice, droby) a plutony vyvřelých (granitoidních) hornin, a to především v oblasti Krušných hor a blízkém okolí. Do oblasti sasko-durynské spadají celky jako krušnohorský pluton a krušnohorské krystalinikum a chebská oblast s fylity.



Sasko-durynská oblast (převzato a upraveno Chlupáč, 2002)

4. **Oblast záposudetská (= lužická oblast; lugikum)** - oblast ukončující severní část Českého masivu, která na naše území zasahuje z Německa pouze svou jižní a jihovýchodní částí. Záposudetskou oblast dělí od oblasti středočeské tzv. labský zlom nebo labské zlomové pásmo. Horninové složení tvoří přeměněné usazené horniny (ortoruly, migmatity, fylity, svory, atd.). Tato oblast je na našem území reprezentována jednotkami krkonoško-jizerského krystalinika, lužickým a krkonoško-jizerským plutonem, orlicko-sněžnickým krystalinikem atd.
5. **Oblast moravskoslezská (= moravosilezikum)** - oblast rozkládající se na samém východě Českého masivu, kterou tvoří jednotky moravika, silesika a brunovistulika. Horniny tvoří komplexy ortorul, fylitů, svorů, amfibolitů a dalších a hornin vyvřelých.

Český masiv je tvořen jednotkami svrchněproterozoického stáří. Samotné jádro masivu je typické svým vývojem staršího paleozoika.

Pokryvné útvary zahrnují kontinentální permokarbon (např. středočeský a lužický, permokarbon brázd) a trias, mělkomořské uloženiny jury a zejména křídý (česká křídová pánev i jezerní uloženiny křídý v jihočeských pánvích. Dále to jsou rozsáhlé jezerní a říční uloženiny třetihorního stáří (zvláště v podkrušnohorských a jihočeských pánvích) a mnohem méně mocné, avšak velice rozšířené uloženiny čtvrtohorní.

7. 2. Západní Karpaty

Geologická jednotka Západních Karpat je soustava mnohem mladší než celek Českého masivu. Západní Karpaty se formovaly během alpínského vrásnění, v období svrchní křídý až do terciéru. I při alpínském vrásnění sehrál roly pohyb zemských desek, jejichž kolize vyvolala horotvorné procesy. Alpínská horstva jsou mnohem lépe zachovalá, než horstva variská, proto je můžeme i dnes sledovat v pásu od Pyrenejí, přes Alpy, Karpaty až na daleký východ do Himalájí. Na území České republiky zasahují Západní Karpaty pouze svou malou vnější částí. Přesto i na takto malém území rozlišuje v rámci Západních Karpat tři hlavní části:

1. **Flyšové pásmo** - flyš; flyšové usazování = střídání sledů písčitých a jílovitých usazených hornin. Flyšové pásmo Západních Karpat je charakteristické příkrovovou stavbou (příkrov = horninové těleso, které bylo přemístěno do vzdálenosti alespoň 5 km a nasunuto na jednotku jiných hornin). Flyšové pásmo je tvořeno usazenými horninami druhohorního a třetihorního stáří (jíly, břidlice, písky, vápence, slínovce). Tyto horniny se vyskytují např. v okolí Štramberku, Pálavy nebo v bradlovém pásmu.
2. **Karpatská předhlubeň** - jedná se o propadlinu (depresi) vyplněnou mořskými usazeninami (pískovce, slepence), na nichž spočívají vrstvy sladkovodních usazenin (písky, štěrky, štěrkopísky) třetihorního stáří.
3. **Vídeňská pánev** - součást Karpatské předhlubně, která na naše území zasahuje od našich sousedů z Rakouska a Slovenska svou severovýchodní částí. Vídeňskou pánev vyplňují mořské i sladkovodní usazeniny a mocnost výplně

dosahuje je až několik tisíc metrů. Vídeňská pánev je známá výskytem hnědého uhlí - lignitu, ropy a zemního plynu.



Flyšové pásmo a Karpatská předhlubeň Západních Karpat (převzato a upraveno [109]).

7. 3. Regionální geologie

Regionální geologie je geologickou vědní disciplínou, které určuje geologickou charakteristiku území na základě poznatků, které vzešly z dílčích geologických disciplín, jako je mineralogie, petrologie, paleontologie, geofyzika a další.

Regionální geologie využívá poznatků o zemské kůře, díky nimž ji pak dělí na různé horninové celky, které mají společný, nebo alespoň podobný, vývoj. Každý tento celek je pak charakteristický horninovým složením, stratigrafickým zařazením nebo tektonickými podmínkami vzniku.

Výsledkem zkoumání regionálních geologů je mapa daného území, která ho vyčleňuje do geologických jednotek a je doprovázena textovou dokumentací.

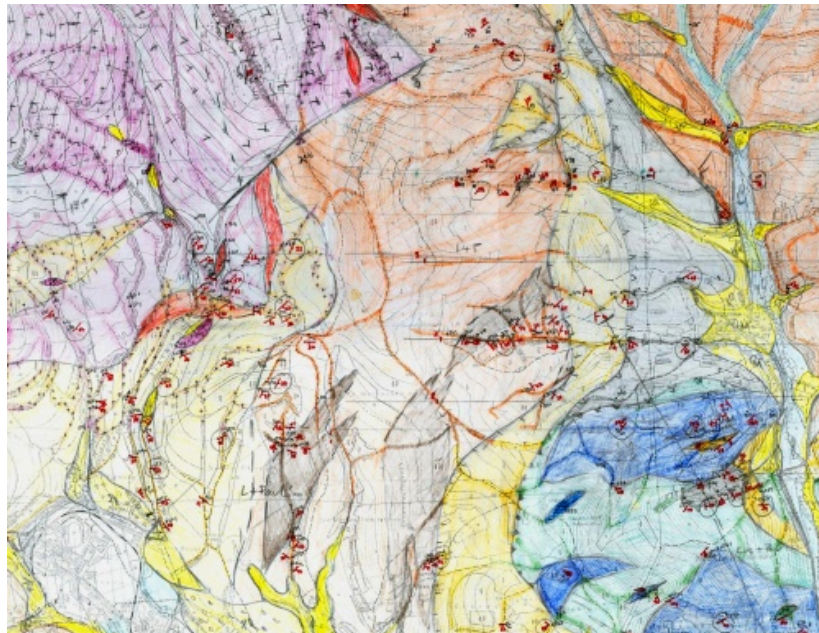
7. 4. Geologické terénní mapování

Co předchází výsledné geologické mapě a jak ji správně zakreslit a co všechno k tomu potřebujeme? Geologická mapa, společně s textovou dokumentací, je výsledkem práce geologa, který systematicky sbíral data o geologické stavbě mapovaném území a pouze na jejich základě mohl mapu zakreslit.

Geologickému mapování předchází teoretická příprava. Tou je studium materiálu, které již byly publikovány, příp. map, které byly z daného místa vyhotoveny,

příp. v dnešní době i studium satelitních snímků. Každopádně je nutné předem znát mapovaný terén, pak je možné se vydat na vlastní mapovací práce.

Úkolem a cílem terénního mapování je zjištění geologického podloží mapované oblasti. Tzn. zjistit, jaké horniny ho budují. Geolog tedy prochází územím podle plánu a zakresluje do něj tzv. dokumentační body. Jedná se o místa, kde hornina vystupuje na povrch (výchozy; odkryvy), místo je tedy odkryté a lze je přímo sledovat. Na těchto bodech lze geologickým kompasem naměřit některé parametry, jako úklon tělesa atd. Případně odebrat vzorek, který je možné nechat analyzovat v laboratoři. Každý dokumentační bod musí být popsán v dokumentačním deníku, který má geolog vždy při sobě a zapisuje do něj charakteristiku výchozu/odkryvu. Během terénního mapování tak vzniká tzv. pracovní mapa.



Pracovní geologická mapa (převzato a upraveno [110]).

Závěrečnou etapou je pak na základě poznatků, získaných v terénu a příp. z výsledků naměřených laboratoří, zakreslit geologickou mapu.

8. Ložiska nerostných surovin

Nerostná surovina je přírodní, neobnovitelná komodita, kterou lidská civilizace vyhledává, těží ji a zpracovává a ekonomicky využívá pro svou potřebu.

Nerostné suroviny mohou být pevné, kapalné i plynné látky. Některé z nich lze využít jako surové, bez úpravy, většina z nich však musí projít průmyslovou úpravou. Nerostné suroviny nejsou pouze jednou skupinou, ale lze je rozdělit na rudy (např. Au – Jílové u Prahy, Mokrsko; Pb – Zlaté hory, Kutná Hora), nerudy (např. vápence a cementářské suroviny – česká křídlová pánev, krkonošsko-jizerské krystalinikum; drahé kameny – Bochovice, Rašov – zde odrůdy křemene; pyrop – Vestřev, Horní Olešnice) a kaustobiolity (např. černé uhlí – Hornoslezská pánev; ropa – Vídeňská pánev; uran – Rožná, Stráž pod Ralskem). V moderní době, se dá jako surovina chápat např. i podzemní voda a samostatně bývají vyčleňovány i energetické suroviny.

Ložisko je akumulace nerostné suroviny, kterou je v současnosti nebo budoucnosti možné těžit, za účelem zisku. Aby bylo možné toto nahromadění surovin považovat za ložisko, musí být suroviny dostatečné množství odpovídající kvality.

8. 1. Vyhledávání ložisek nerostných surovin

Vyhledávání ložisek, stejně jako jejich těžba (viz. dále) je činnost, která se řídí legislativou, konkrétně Zákonem federálního shromáždění č. 498/2012 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (dle horního zákona). Právní předpisy pak stanoví průzkumné území, na kterém je možné provádět průzkum nerostného bohatství. A to především tak, aby byly vyhodnoceny všechny nerosty a užitkové složky na daném ložisku, se kterými lze nakládat a zhodnotit je. Výstavba dolů a lomů se pak musí řídit báňskými technologiemi. Těžební společnosti pak musí dodržovat limity těžby. Společnost, které bylo umožněno provádět průzkum, příp. pozdější těžba, je povinna platit ročně určitý obnos peněz za dané průzkumné území. Nad vším drží společný dohled Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo průmyslu a obchodu a Český báňský úřad.

8. 2. Těžba a využití nerostných surovin

Surovinová základna České republiky je v současné době již celkem chudá a velice úzce zaměřená. Většinu potřebných nerostných surovin jsme nuceni dovážet. Našemu území chybí především ropa a kovové rudy.

Nejdůležitější komoditou, která se na našem území stále těží, je uhlí. Zásoby černého uhlí jsou soustředěny především na Ostravsku, v Ostravské pánvi. Hlavním zdrojem je ostravsko-karvinský revír. Těžba černého uhlí však rychle klesá. Od roku 1989 klesla zhruba na polovinu.

Území České republiky skýtá i bohatství v zásobách hnědého uhlí. Jeho zásoby se kumulují v pánvích pod Krušnými horami. Těžba je soustředěna do sokolovské a mostecko-chomutovské pánve. Uhlí se zde těží převážně povrchovým způsobem. I těžba hnědého uhlí klesá, od roku 1989 je to zhruba o jednu třetinu. Uhlí se, jak již víme z kapitol předcházejících, využívá především v tepelných elektrárnách pro výrobu elektrické energie.



Těžba hnědého uhlí (převzato a upraveno [111]).

Přestože skoro veškerou potřebnou ropu Česká republika dováží (Rusko, možným a drahým dodavatelem je Norsko), i na našem území jsou její malé zásoby. Konkrétně je to v oblasti Dolnomoravského úvalu v blízkosti Hodonína. Ložiska ropy jsou zde doprovázena ložisky zemního plynu.

Těžba většiny rud na našem území skončila, z důvodu vytěžení ložisek. Jedinou oblastí, kde se těží uranová ruda je oblast kolem Dolní Rožínky na Českomoravské vrchovině. Ruda, se využívá pro výrobu paliva do jaderných elektráren. Ale existují

zatím netěžení ložiska barevných kovů a zlata, která se v současné době netěží z důvodů ochrany životního prostředí.

Česká republika disponuje kvalitními zásobami nerudných surovin. Na Karlovarsku a Plzeňsku je pro sklářský keramický průmysl významná těžba kaolinu. Ve velkém se na našem území těží také např. vápenec, který je důležitý jako stavební surovina a pro výrobu stavebních hmot. Potom také písky a stavební kamenivo.

Cílem nejdne ekologické organizace je zamezení plýtvání se surovinami, což by měla zajistit novela horního zákona. Další snahou je zvýšit poplatky za těžbu surovin v dolech a kamenolomech, což by mělo také vést k lepšímu nakládání s těmito surovinami.

8. 2. 1. Obnova krajiny

Obnova krajiny nebo také rekultivace si klade za cíl vrátit přírodu, postiženou činností člověka, do stavu blízkého stavu původnímu. S procesem obnovy krajiny se nejčastěji setkáváme v případě zahlazování stop po těžbě nerostných surovin. Po té v krajině zůstávají jámy (povrchová těžba uhlí), výsypky (= haldy – odpadní materiál při těžbě nerostných surovin). Příkladem jsou i vytěžené pískovny a kamenolomy.

Úspěšným výsledkem obnovy krajiny může být přeměna vytěžené plochy na les (lesnická rekultivace), pole (zemědělská rekultivace), příp. ponechání obnovy na přírodě a vznik jakési „divočiny“ (přírodě blízká rekultivace -> ta je nejlepší, ale nelze ji uplatňovat na velkých plochách). Oblíbenou rekultivací krajiny je přeměna vytěžených ploch na rekreační zařízení (rekreační rekultivace) – koupaliště apod.

V České republice je proces rekultivace povinný už od roku 1952. Novela horního zákona z roku 1991 podmínky obnovy velmi zmírnila.



Výsypka lomu Bílina, severní Čechy (převzato a upraveno [112]).

8. 3. Energetické zdroje a jejich alternativy

Nejvýznamnější energetickými zdroji současnosti jsou tzv. fosilní paliva. Mezi ně řadíme uhlí, ropu, zemní plyn a také např. uran.

Významným fosilním palivem je jak černé, tak hnědé uhlí. Černé uhlí je kvalitněji prouhelněné a má větší výhřevnost. Hnědé uhlí obsahuje více vody a síry a jeho výhřevnost je, v porovnání s uhlím černým, zhruba poloviční. Na světové energetice se uhlí podílí cca 25%.

Dalším významným fosilním palivem je ropa. Ta se na světové energetice podílí cca 30%. Ropa je jednou z nejvýznamnějších surovinových komodit dneška. Její těžba se pohybuje kolem 3,5 miliardy tun ročně. Spotřeba ropy pozvolna klesá, ale i tak vědci odhadují, že současné zásoby vystačí lidské civilizaci zhruba na 50 až 70 let.

Energetickou surovinou, která doprovází ložiska ropy, je zemní plyn. V počátcích těžby ropy byl plyn spíše obtěžujícím doprovodným prvkem. Dnes je ale odchyťován a využívá se především jako palivo. Zemní plyn je jednou ze surovin, která nevyžaduje před použitím zdlouhavých úprav. Plyn je nutné pouze pročistit a zbavit vlhkosti, pak je veden plynovody až do míst spotřeby. Zemní plyn se na světové energetice podílí cca 25%.

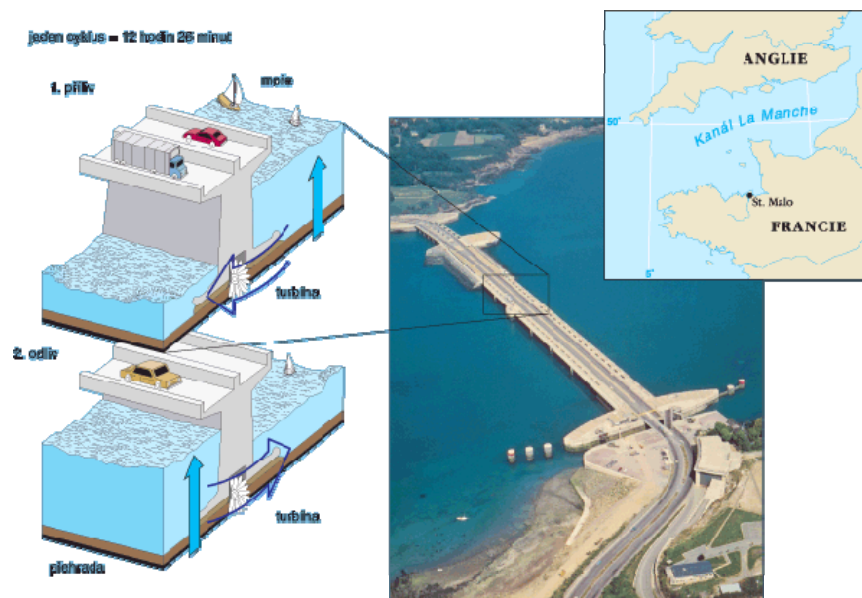
Významnou surovinou, pro výrobu paliv do jaderných elektráren, je uran. Na světové produkce se jaderné elektrárny podílejí cca 3%. V porovnání s uhlím, nahradí 1 kg U_{235} 2 760 tun kvalitního černého uhlí. Uran se v přírodě vyskytuje ve dvou izotopech (U_{235} a U_{238}). Tento přírodní uran je však nutné obohacovat (na 3 – 5% U_{235}). Využití uranu je pro mnoho lidí spornou otázkou. Je však nutné si uvědomit, že přestože

je recyklace uranu mnohem dražší, než jeho těžba, při jaderných reakcích neunikají žádné škodliviny, krom jaderného odpadu.

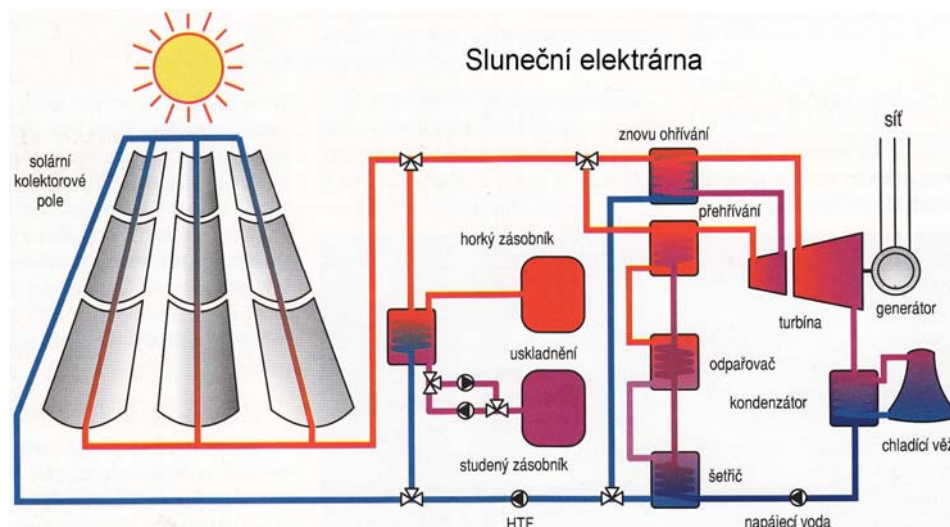
Protože fosilní paliva jsou zdroji přírodními neobnovitelnými, je nutné přemýšlet nad jejich alternativami, v případě jejich vyčerpání. Není možné čekat do úplného „vyřabování“ zásob, proto již dnes využíváme alternativní zdroje energie.

Mezi obnovitelné zdroje energie řadíme:

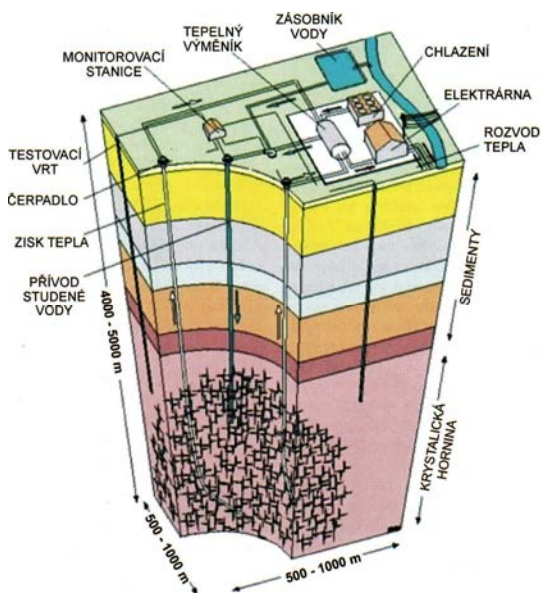
- **Energie vody** (vodné elektrárny),
- **Energie větru** (větrné elektrárny),
- **Spalování biomasy** (dřevo),
- **Geotermální energie** (energie zemského jádra – vzniká rozpadem radioaktivních látek za společného působení slapových jevů),
- **Energie slunečního záření** (solární panely),



Přílivová elektrárna na řece La Rance, Francie (převzato a upraveno [113]).



Sluneční elektrárna (převzato a upraveno [114]).



Geotermální elektrárna (převzato a upraveno [115]).

Energetická politika Evropské unie v současné době tlačí na maximální využívání energie z obnovitelných zdrojů. Podle odhadů a závazků mezi Českou republikou a Evropskou unií, by podíl energie z alternativních zdrojů měl k roku 2020 činit celých 13,5%.

8. 4. Ložisková a inženýrská geologie

Ložisková geologie se zabývá studiem nerostných surovin a jejich ložisek, a to z hlediska jejich perspektivy a průmyslového využití. Zkoumá i způsoby, kterými se provádí vyhledávání, průzkum a oceňování ložisek. Ložisková geologie shromažďuje i informace (praktické i teoretické) spojené s těžbou ložisek a s tím spojené obnovy krajiny.

Inženýrská geologie je jedním z nejmladších podoborů geologie. Předmětem studia je vztah geologického prostředí a staveb. Inženýrská geologie je oborem interdisciplinárním, tzn., že spojuje poznatky geologie, stavebnictví a životního prostředí. Důležitým ukazatelem pro inženýrského geologa není horninové složení, ale především parametry jako je únosnost podloží, stlačitelnost nebo propustnost.

9. Voda - zdroj života

Voda (H_2O) je nejdůležitější a nejzákladnější složkou lidského života. Společně s kyslíkem (tedy zemskou atmosférou) tvoří základ pro existenci čehokoliv živého na planetě Zemi.

Za normálních podmínek, tak jak se setkáváme s vodou běžně, je bezbarvá, čirá, nezapáchá. Pokud je vodní sloupec vyšší, voda začíná tmavnout, modrat. V přírodě známe tři skupenství vody: kapalné (voda), pevné (led) a plynné (vodní pára).

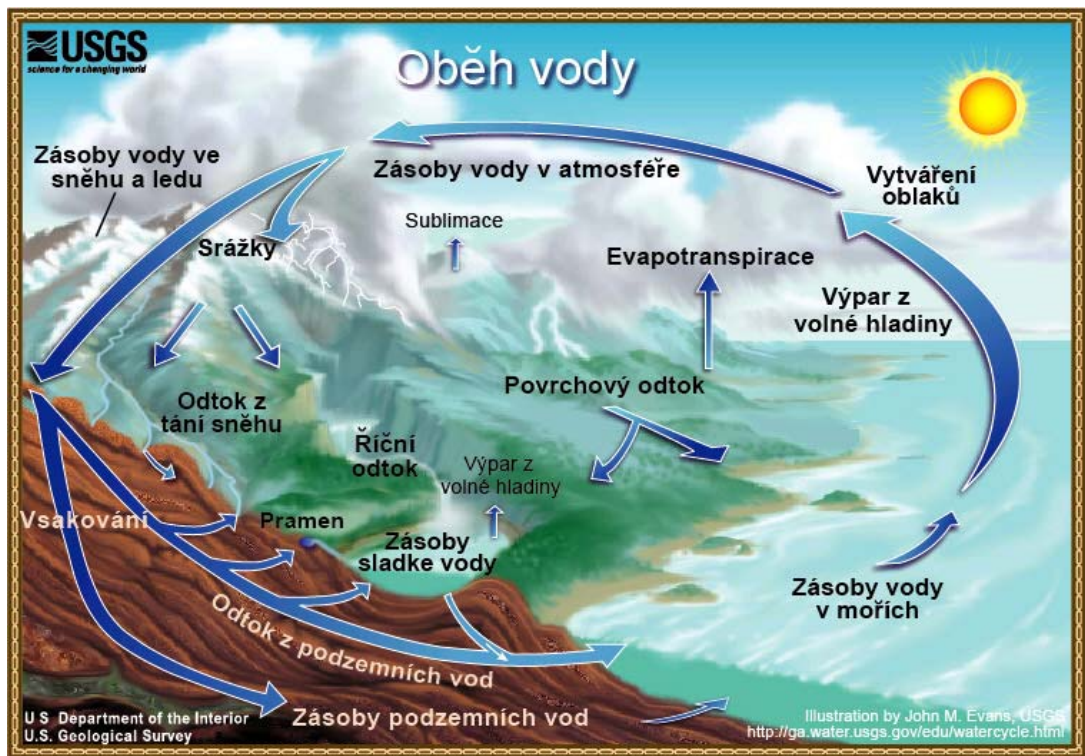


Voda, základ života (převzato a upraveno [116]).

9. 1. Koloběh vody

Na planetě Zemi probíhají tři základní koloběhy hmot, na kterých závidí život na Zemi. Jsou jimi: horninový koloběh, koloběh vody a koloběh uhlíku.

Koloběh vody (někdy také hydrologický cyklus) je neustálý oběh vody (jak povrchové, tak podzemní) na planetě Zemi. Tento cyklus je v některých svých fázích doprovázen změnami skupenství vody.



Koloběh vody (převzato a upraveno [117]).

To, že voda na planetě cirkuluje, má na svědomí Slunce, zemská přitažlivost a rotace zemského tělesa. Voda se odpařuje ze všech vodních ploch (oceány, řeky, nádrže, atd.), ale i ze zemského povrchu (tomuto jevu říkáme evaporace) a z povrchu rostlin (jev nazývaný transpirace). Často se můžeme setkat s pojmem evapotranspirace (= celkový výpar z daného území; jak z povrchu Země, tak z rostlinstva). Odpařená voda je pak v podobě vodní páry a drobných kapek vody, pomocí vzdušných mas, neustále přemísťována z místa na místo. Vzdušné masy jsou schopny odpařenou vodu přemísťovat díky svému nestejnoměrnému zahřátí vzduchu nad oceánem a nad pevninou.

Poté, co vodní píry zkondenzují (= zkapalní), dopadají zpět na povrch Země (déšť, sníh). Zde opět nastává opětovný cyklus - část vody odeče povrchovými toky, část se vsákne = podzemní voda a část se opět odpaří.

9. 2. Povrchová voda

Povrchovou vodou míníme veškeré vodní plochy na zemském povrchu. Ať už to jsou oceány, moře, řeky, rybníky nebo potoky.

Povrchovou vodu dělíme na **vodu tekoucí** a **vodu stojatou** a z hlediska vodní plochy na vodu v nádržích umělých (kanály, rybníky) a vodu v nádržích přírodních (potoky, řeky, jezera).

Z hlediska salinity (= slanost vody) dělíme povrchovou vodu do tří kategorií: **voda slaná** (moře, oceány), **voda sladká** (potoky, řeky, jezera) a **voda brakická** (= mísení sladké a slané vody -> delty, kde se řeka vlévá do moře).

Povrchová voda je velmi dynamický živel a v čase se mění. To můžeme pozorovat např. u vod tekoucích, kdy se postupem času prohlubuje koryto, tvoří se meandry (= zákruty na toku), řeka eroduje své okolí atd. U vod stojacích pozorujeme změny v čase např. na vegetaci, na množství usazenin a živin ve vodě. Příkladem, že i voda stárne, mohou být jezera, která se s časem plní bahnem, zarůstají a postupně se z nich mohou stát bažiny s mělčinami.



Delta řeky Selenga (převzato a upraveno [118]).

9. 2. 1. Srážky

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, srážky vznikají kondenzací vodní páry. Poté srážky dopadají zpět na zemský povrch. Bez nich by nemohl probíhat koloběh vody. Srážky pro nás ale neznamenají jen déšť nebo sníh. Na základě frekvence dešťů a množství spadané vody určujeme charakteristiku různých zeměpisných oblastí, příp. úspěšnost zemědělské činnosti v dané oblasti.

Srážky, to není pouze déšť a sníh, ale řadíme sem také kroupy nebo mrholení. Pokud se srážky usadí na zemském povrchu, varují meteorologové před námrazou nebo ledovkou. Tyto jevy jsou důsledkem právě mrznoucího deště nebo mrholení.

Pokud bychom chtěli srážky měřit, existuje několik parametrů, které lze zachytit. Množství vody se udává v milimetrech vodního sloupce, který se tvoří na zemském povrchu ($1 \text{ mm} = 1 \text{ litr/m}^2$). Dále můžeme měřit intenzitu srážek nebo dobu jejich trvání. Přístroj, kterým měříme, se nazývá srážkoměr.

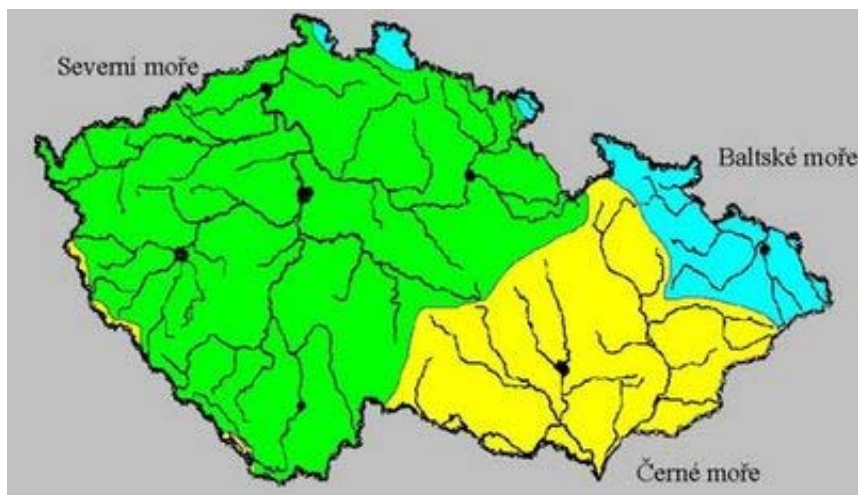


Srážkoměr (převzato a upraveno [119]).

9. 2. 2. Řeky a nádrže

Česká republika je, díky zeměpisné poloze, považována za srdce Evropy. Z hlediska vodstva je označována za střechu Evropy, a to díky Králickému Sněžníku, z jehož vrcholu vychází hlavní evropská rozvodí.

Území České republiky je odvodňováno třemi úmořímí. Do Severního moře odvádí vodu z ČR řeka Labe a její největší, levostranný přítok, řeka Vltava. Ty odvodňují celých 63,3% území. Na druhém místě jsou řeky Morava a Dyje, které odvádí vodu z 27,5% území do Černého moře. Poslední řekou, odvodňující území České republiky, je Odra, která odvodňuje 9,2% území.



Úmoří, odvodňující Českou republiku (převzato a upraveno [120]).

Nejmohutnější českou řekou je Labe, pramenící v Krkonoších na Labské louce. Labe disponuje největším průtokem ze všech našich řek, a to $312,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Odvodňuje největší část republiky a nejvýznamnějšími přítoky (od pramene) jsou např. řeky Úpa, Metuje, Orlice, Vltava, Ohře.

Nejdelší řekou v České republice a také největším levostranným přítokem Labe je řeka Vltava. Vltava pramení na Šumavě v jižních Čechách a vzniká soutokem Studené a Teplé Vltavy. Největšími přítoky jsou např. řeky Otava, Sázava nebo Berounka. Vltava se u Mělníka vlévá do Labe.



Soutok řek Labe a Vltava (převzato a upraveno [121]).

Třetí nejdelší řekou na našem území, je s 297 km, řeka Morava. Morava pramení v Jeseníkách. Před opuštěním našeho území se na jihu Moravy vlévá do Dunaje. Významnými přítoky jsou řeky Desná, Bečva nebo Dyje.

Řekou, která odvodňuje severní část Moravy, Slezska a Liberecka (přes Nisu), je řeka Odra. Na našem území se Odra příliš nezdržuje a u Ostravy ho opouští a teče do Polska. Významnými přítoky jsou řeky Opava a Olše.

Na území České republiky tvoří většinu vodních ploch uměle vybudované nádrže. Těch přírodních je u nás poměrně málo. Vodní nádrže mají pro obyvatelstvo ryze praktický charakter. Ve velkém byly budovány v průběhu 20. století. Dodnes slouží jako ochrana před povodněmi, k regulaci vodních toků, zdroj vody pro obyvatelstvo, pro průmysl a zemědělství. Na nádržích se budují vodní elektrárny a také slouží k rekreačním účelům.

Nejznámější soustavou uměle vytvořených nádrží je tzv. Vltavská kaskáda, vybudovaná na řece Vltavě. Rozlohou největší vltavskou nádrží je Lipenská přehrada (4 870 ha). Do objemu vody je největší nádrží Orlík (374,5 milionu m³ vody).

Dalšími významnými přehradami jsou Slapy (Vltava), Nové Mlýny (Dyje) nebo Vranovská přehrada (Dyje).



Lipenská přehrada na Vltavě (převzato a upraveno [122]).

Rybníky byly v Čechách budovány přibližně ve 13. století (možná už dříve), a to především za účelem chovu ryb. Nejvíce rybníků se nachází v jižních Čechách, v Třeboňské pánvi. Největším z nich je rybník Rožmberk (489 ha).

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, přírodních nádrží, tedy jezer, je na území České republiky velmi málo. Jezera jsou malé rozlohy a většinou ledovcového nebo krasového původu. Těmi nejznámějšími jsou šumavská jezera Černé, Čertovo, Plešné, Prášilské a jezero Laka.



Informační cedule, jezero Laka, Šumava (převzato a upraveno [123]).

9. 3. Podpovrchová voda

Podpovrchová, nebo také podzemní voda, je veškerá voda pod zemským povrchem. Přestože je před námi skryta, tvoří základ zásob pitné vody. Podpovrchové vody tvoří celých 97 % zásob pevninské vody v kapalném stavu.



Zásoby podzemní vody (převzato a upraveno [124]).

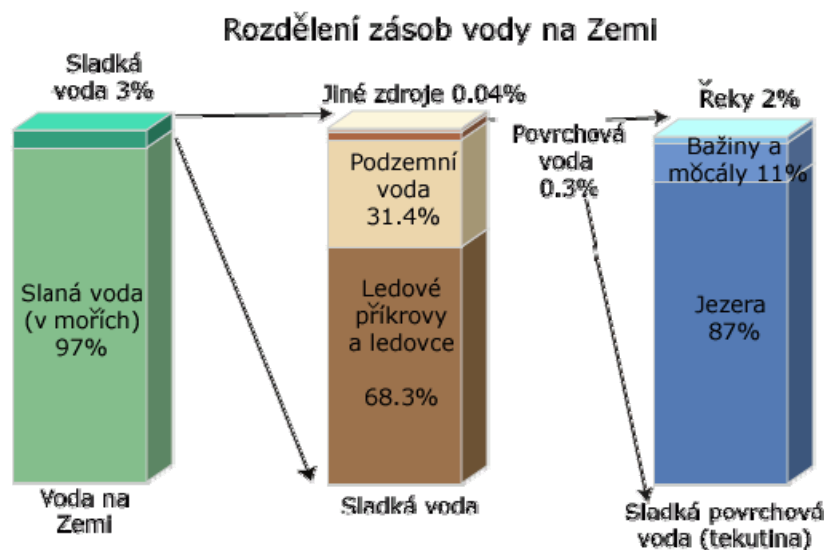
V České republice tvoří podpovrchová voda významné zásoby pitné vody pro obyvatelstvo. Největší zásoby kvalitní podzemní vody se nacházejí v pánvích vyplněných usazenými horninami (pískovce, jílovce, slínovce, atd.). Problém je v tom, že tyto zásoby jsou nerovnoměrně rozdělené. Významným zdrojem této podzemní vody jsou severní a východní Čechy. Významným rezervoárem jsou i jihočeské pánve. Nej kvalitnějším zdrojem je puklinová voda v plutonech.

Česká republika má kvalitní vodárenskou síť a dobře o ni pečuje, ovšem i podzemní vody se musí upravovat. V současné době jsou u nás podzemní (hlavně

povrchové vody) znečištěné velkým množstvím dusičnanů a horninové prostředí bývá znečištěné chemikáliemi (plochy starých továren, objekty letišť, černé skládky atd.). Vypouštěné látky se v přírodě nevyskytují, jsou uměle vytvořené, ale ve vodě jsou částečně rozpustné a podzemní voda je tak může přenášet (a s nimi znečištění) na velké vzdálenosti.

Pod zemským povrchem se voda vyskytuje ve třech formách:

- **Voda adsorpční** = voda, kterou do sebe nasávají horninové částice,
- **Voda kapilární** = voda, která se nachází mezi hladinou podzemní vody a zemským povrchem,
- **Voda gravitační** = shluky vody, které pod povrchem tvoří zvodnělá tělesa = zvodně (nahromadění vody v hornině; tvoří jakýsi kolektor). Jejich pohyb řídí gravitační síly.



Rozdělení zásob vody na Zemi (převzato a upraveno [124]).

V souvislosti s podzemní vodou se setkáváme s pojmem „*hladina podzemní vody*“.

Jedná se o hranici v horninovém prostředí, mezi vodou nasycenou a vodou nenasyčenou zónou. Hladina podzemní vody se dá počítat matematicky, přes použití vzorce. Nám postačí vědět, že na hladinu podzemní vody jsme narazili tehdy, pokud je tlak nulový a hodnota vlhkosti horniny je stejná jako hodnota její pórovitosti tzn., když začne voda z horniny vytékat.

9. 3. 1. Minerální vody

Minerálku, jak jinak nazýváme minerální vodu, pije většina z nás. Ale oč se vlastně jedná? Zjednodušeně se dá říct, že minerální voda je voda z čistě přírodních zdrojů. Jedná se o vody s vyšším obsahem rozpuštěných minerálních látek (počítáno na 1 gram rozpuštěných látek/1 litr vody), vody se zvýšenou teplotou nebo vyšší radioaktivitou, které se tímto liší od vod v okolí. Všeobecně by se však dalo říci, že minerální voda je každá voda, kterou získáme z podzemí.

Minerální vody tak můžeme podle výše uvedených atributů dělit na následující skupiny:



Minerální voda, tak jak ji běžně známe z obchodů (převzati a upraveno [125]).

A) Podle mineralizace (= podle množství rozpuštěných látek):

- **slabě mineralizované** - 50 - 500 mg/l (např. Dobrá voda),
- **středně mineralizované** - 500 - 1500 mg/l (např. Ondrášovka),
- **silně mineralizované** - 1500 - 5000 mg/l (např. Poděbradka)
- **velmi silně mineralizované** - přes 5000 mg/l (např. Šaratice; Zaječice).

B) Podle pH (pouze u vod):

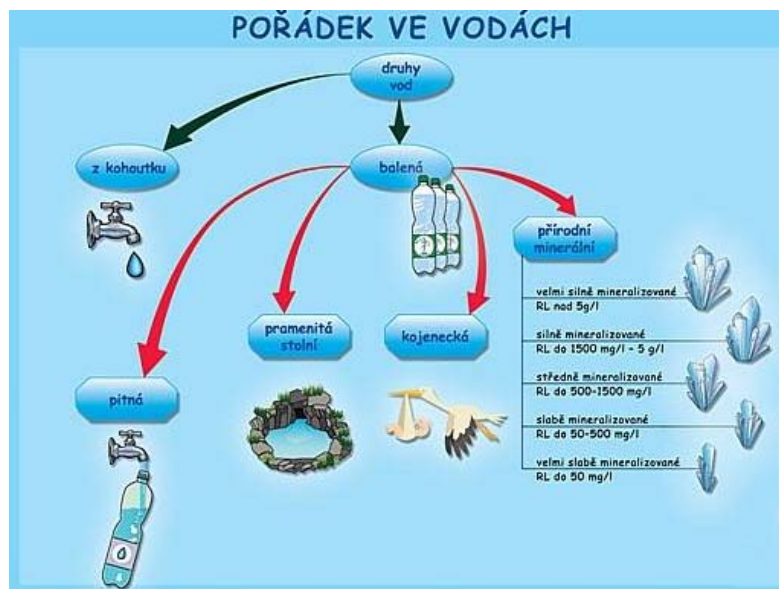
- silně kyselé - pH pod 3,5
- silně alkalické - pH nad 8,5

C) Podle teploty v místě vývěru:

- studené - do 20 °C
- termální:
 - vlažné - do 35 °C
 - teplé - do 42 °C
 - horké - nad 42 °C

Zvláštní skupinou jsou vody radioaktivní, které označujeme jako vody radonové. Ty mají radioaktivitu vyšší než 1 500 Bq/l (= Becquerel - jednotka intenzity radioaktivního záření zdroje). Radioaktivitu v nich má na svědomí ^{222}Rn (radon).

Minerální vody mají léčivé účinky, proto se jich využívá v lázeňství. Známymi lázeňskými městy jsou např. Františkovy Lázně, Mariánské Lázně, nebo Luhačovice (Vincentka). Pozor, pití minerálních vod ve velkém množství, nebo pití minerálky stejné značky, však může být zdraví na škodu. Vysoký obsah rozpuštěných látek může zvyšovat krevní tlak nebo dokonce zanášet a zužovat cévy.



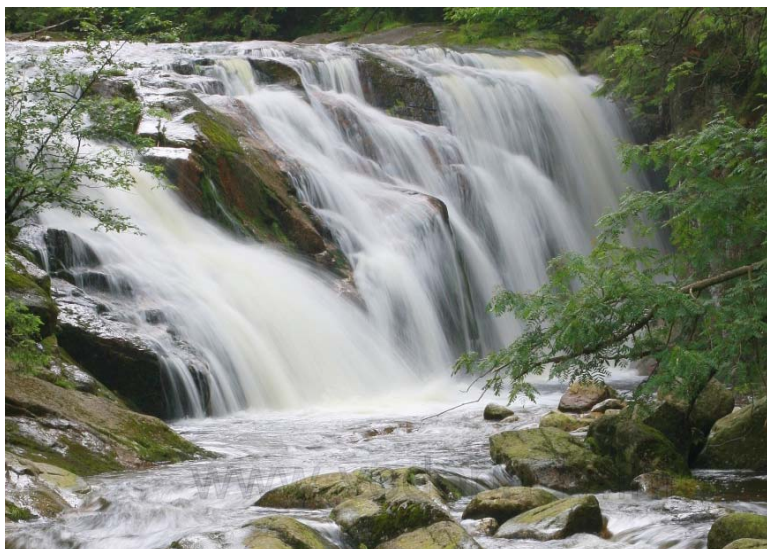
Dělení minerálních vod (převzato a upraveno [126]).

9. 4. Činnost tekoucí vody; moře; ledovce

Činnost tekoucí vody, moře i ledovců, je vnější (exogenní) geologický děj. Tekoucí voda rozrušuje horninové podloží, a to dvěma způsoby. Plošná vodní eroze = dešťový ron - projevuje se na svazích s málo odolným podložím. Druhým způsobem je eroze, kdy řeka rozrušuje své vlastní koryto, tedy svůj vlastní tok. Voda tedy významně modeluje terén.

To, jak bude eroze velká, určuje množství vody, spád vodního toku a odolnost hornin.

Na horních tocích je proud řeky velmi prudký, je zde největší spád, a proto je z těchto míst odnášeno největší množství materiálu. Dno je kamenité a řeka je v těchto partiích chudá na vegetaci. Koryto mívá tvar písmene V. Na horních tocích řek se vytváří vodopády a peřeje.



Malý labský vodopád (převzato a upraveno[127]).

V místech, kde je řeka úzká a hluboko zaříznutá do údolí, kterým protéká, vznikají kaňony. Nejznámějším kaňonem je Velký kaňon na řece Colorado v USA (Grand Canyon). V některých místech zde hloubka kaňonu dosahuje až 1 600 m.

V České republice máme také několik kaňonů. Nejnověji byl národní přírodní rezervací, v roce 2010, vyhlášen kaňon řeky Labe, v oblasti Děčína (Ústecký kraj). Divoký kaňon řeky Doubravky, s výchozím místem u obce Bolek u Chotěboře je dalším takovým geologickým jevem. Unikátní, místy až 7 metrů hluboký kaňon, nalezneme na řece Morávce v Beskydech. Jedinečný je tím, že se nerozkládá v horách ani skalách, ale vybíhá z úplně roviny.



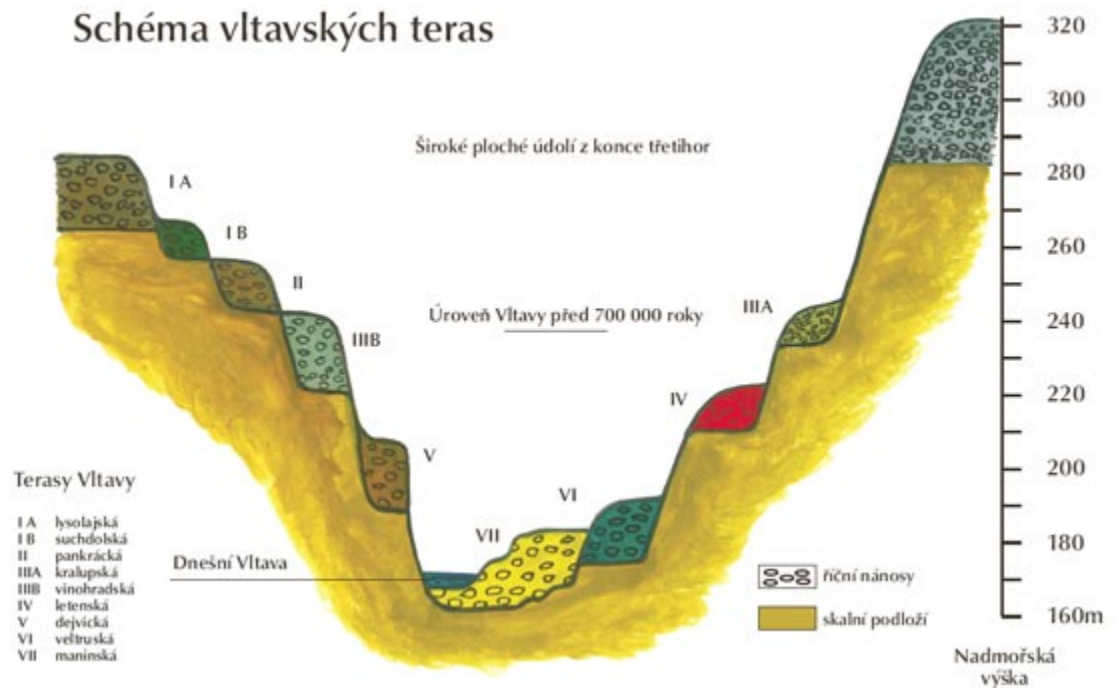
Kaňon v Posázaví, vyhlídka Máj (převzato a upraveno [128]).



Grand kaňon (převzato a upraveno [129]).

Ve střední části toku proud řeky zpomaluje. Koryto se z tvaru písmene V začíná zakulacovat do tvaru písmene U. Řeka vytváří údolní nivy. Zde se usazují úlomky hornin ve vodorovném směru, s mírným náklonem proti proudu řeky. V těchto partiích

se začínají tvořit i říční terasy tzn., že řeka se zde zahlubuje do vlastních usazenin. V Praze, na řece Vltavě, lze pozorovat pozůstatky 12-ti říčních teras (terasy jsou zdrojem stavebních surovin – štěrků a písků). Řeka začíná vytvářet zákruty = meandry.



Vltavské říční terasy (převzato a upraveno [130]).

Na dolních tocích řek již převažuje proces usazování úlomků hornin nad jejich odnosem. V okolí toku vznikají široké nivy a na řece soustava zákrutů (meandrů). Často se stává, že se meandr odškrtní od řeky a vznikne tak slepé rameno. Na nivách, kam řeka vynáší své usazeniny, se vytváří velmi úrodné půdy.

V poslední fázi toku, než se řeka vlije do moře, utváří tzv. deltu. Jedná se o jakýsi rozvětvený vějíř ramen řeky (např. Orinoko, Nil, Volha), kde dochází k usazování úlomků hornin. Dalším typem ústí, je ústí nálevkovité (např. Labe).



Dolní tok řeky s meandry (převzato a upraveno [131]).



Meandry řeky Ploučnice (převzato a upraveno[132]).

Moře, stejně jako tekoucí voda v řekách, má svou tvořivou i rušivou činnost zároveň. Tvořivá činnost moře se projevuje, stejně jako na řece, usazováním unášeného materiálu. Za spolupůsobení gravitační síly Měsíce vytváří moře tzv. slapové jevy, což jsou příliv a odliv. Slapové jevy se projevují změnou výšky hladiny. Snížení hladiny = odliv (v ranních hodinách), zvýšení hladiny (během dne) = příliv. Slapové jevy jsou periodicky se opakujícím dějem. Rušivá činnost moře se projevuje při narážení vln o skály, ty se působením mořské vody postupně obroušují. Tento jev se označuje jako příboj.

Moře může zaplavovat i část pevnin, resp. pevniny pokračují i pod mořskou hladinou. Do hloubky 200 m tento jev nazýváme kontinentální šelf.

Do vnějších geologických jevů, způsobených činností vody, patří i činnost ledovců. Pro vznik ledovců je důležité dostatečné množství sněhu a nízké teploty -> polární oblasti, vysoké polohy v horách. Ledovec tedy vzniká akumulací sněhu. Vrstvy se stlačují a zpevňují za vzniku tzv. firnu (ledové krystalky). Dalším stlačováním vzniká souvislý led -> ledovec.

Ledovce dělíme na pevninské a horské. Pevninské ledovce jsou mnohem větší a pokrývají velkou část pevniny (Antarktida, Grónsko). Pevninské ledovce mohou být až 3 - 4 km mocné.



Největší evropský pevninský ledovec Jostedalsbreen, Norsko (převzato a upraveno [133]).

Ještě dnes můžeme nalézt pozůstatky po dobách ledových, tzv. bludné balvany (osamocené kameny cizích hornin, které do těchto míst ledovec transportoval). Bludné balvany se v České republice nacházejí v oblasti Slezska a na severní Moravě (Javornicko, Ostravsko a Těšínsko). V severních Čechách pak ve Šluknovském a Frýdlantském výběžku. Ve spojitosti s ledovci se můžeme setkat s pojmem "tlení ledovců". Jedná se o odlamování obrovských ker ledu.

Horské ledovce vznikají v ledovcovém kotli (= karu). Při sestupu, díky velké tíze a tlaku, vytváří ledovcová masa údolí typického tvaru písmene U. Při sestupu obrušuje podloží pod sebou a před sebou tlačí netříděný materiál. Tyto ledovcové nánosy označujeme jako morény (na našem území se morény nacházejí v Krkonoších a na Šumavě). Horské ledovce najdeme dnes např. v Alpách nebo Himalájích. Na našem území máme pouze několik pozůstatků po těchto ledovcích, a to Černé nebo Čertovo jezero na Šumavě.

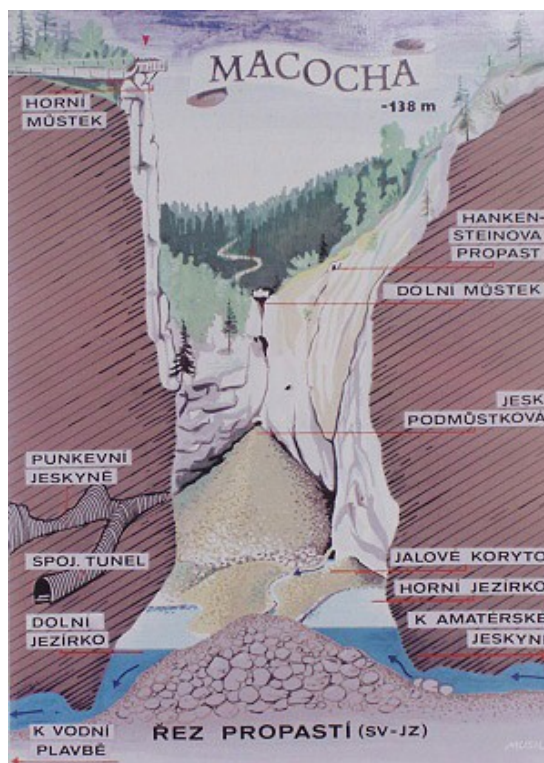


Horský ledovec a jeho jednotlivé části (převzato a upraveno [134]).

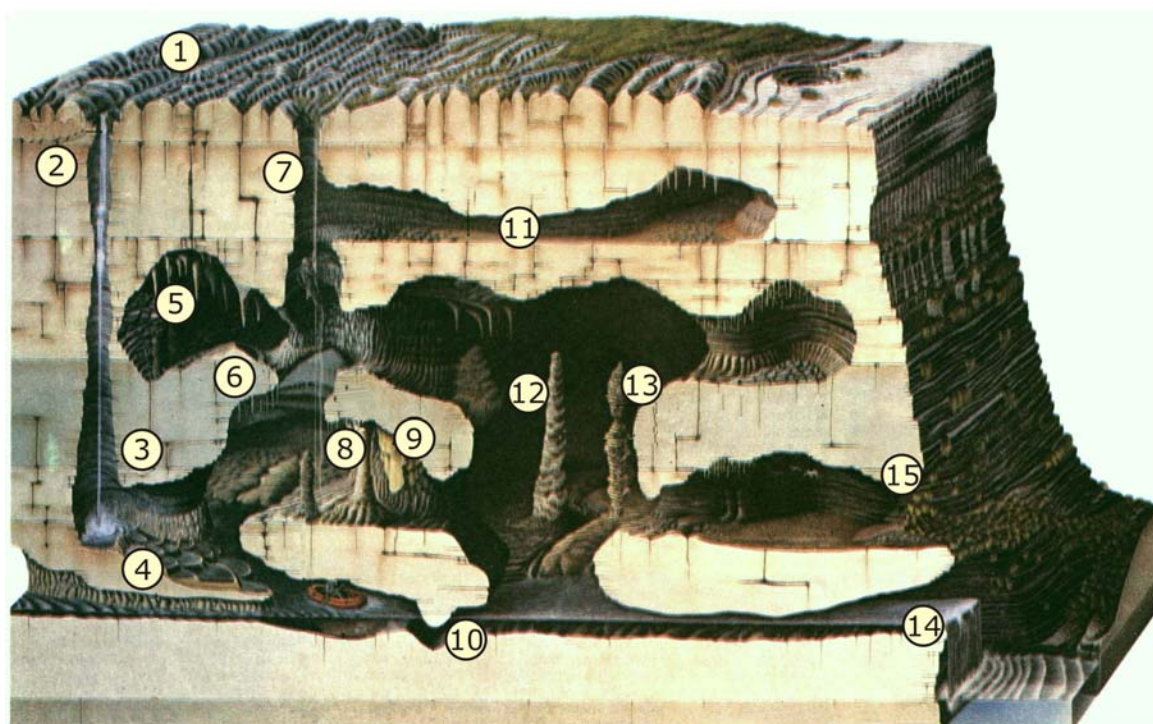
Pokud se spojí činnost povrchové a podzemní vody (zejména tedy eroze a částečně také koroze) vzniká geologický fenomén, který nazýváme kras. Krasem označujeme jeskynní systémy, která vznikly v krajině, kde podloží je pro vodu velmi dobře propustné. Tvoří ho zejména vápence nebo dolomity, ale i sádrovce nebo sůl kamenná). Voda tímto podložím snadno proniká, rozšiřuje puklinový systém a tím vytváří podzemní jeskynní komplexy. Krasové oblasti jsou snadno náchylné k zvětrávání.

Typickou výzdobou krasových oblastí a jeskynních komplexů jsou krápníky. Jsou to však až druhotné jevy činnosti vody. Vznikají zpětným vysrážením vápence z přebytečné vody. U krápníku rozlišujeme tři základní typy: stalaktit (roste od stropu), stalagmit (roste od země) a stalagnát (tvoří sloup).

Prvotními jevy, které vznikají činností povrchové a podzemní vody jsou např. krasová jezírka, škrapy (prohloubeniny, které vznikají chemickým zvětráváním vápenců a dolomitů) nebo závrtý (okrouhlé sníženiny v terénu) nebo polje (závrtý větší než 1 km). Závrtý a polje vznikají rozpouštěním horniny směrem do podzemí. Nejznámějšími krasovými oblastmi u nás jsou Moravský a Český kras. Z významných jeskyní potom Punkevní jeskyně, Sloupsko-šošůvské jeskyně nebo jeskyně Koněpruské.



Řez propastí Macocha (převzato a upraveno [135]).



1 - škrapy, 2 - závrtý, 3 - komíny, 4 - sintrové misky, 5 - stalaktity, 6 - brčka, 7 - stropní dutiny, 8 - stalagnáty, 9 - záclony, 10 - sifon, 11 - opuštěné chodby, 12, 13 - stalagmity, 14 - vyvěračka, 15 - opuštěná vyvěračka

Krasový systém a jeho jednotlivé části (převzato a upraveno [136]).

9. 5. *Hydrologie a hydrogeologie*

Hydrologie se zabývá studiem vody z hlediska jejího pohybu a rozšíření na zemském povrchu. Do kompetencí hydrologie patří i studium koloběhu vody a vodních zdrojů.

Hydrogeologie je podoborem hydrologie i samotné geologie. Předmětem studia jsou podzemní vody, jejich vznik, vlastnosti, pohyb atd. Hydrogeologie je věda stojící na hranici geologie, chemie, ale i některých technických disciplín, jelikož často je třeba ke studiu podzemních vod využít hlubinných vrtů.



Hlubinný vrt – vrtaná studna (převzato a upraveno [137]).

10. Člověk a životní prostředí

Pod pojmem „životní prostředí“ chápeme soubor všech složek prostředí a životních

podmínek, kterými je živý organismus obklopen. Jedná se tedy jak o složky živé a neživé přírody, ale i o složky sociální neboli společenské. Nejdůležitějšími složkami životního prostředí jsou ovzduší, voda, půda, horniny, organismy, ale i celé ekosystémy a energie a složky sociální.

Organismy a prostředí na sebe vzájemně působí a ovlivňují se. Studium těchto vztahů se zabývá věda ekologie.



Země „na dlani“ – odpovědnost k přírodě (převzato a upraveno [138]).

10. 1. Dopady lidské činnosti na životní prostředí

Lidé působí na prostředí, stejně jako i ostatní organismy, už od nepaměti. Tomuto ovlivnění je přikládáno i vyhynutí, resp. vylovení velkých savců v období pleistocénu – oddělení čtvrtohor (mamuti). O to se zasloužili především severoameričtí Indiáni. Dalším významným činitelem, který ovlivnil životní prostředí a ovlivňuje ho stále, je zemědělská činnost. Tuto aktivitu, vznik umělého životního prostředí, provozují lidé již od počátku mladší doby kamenné (neolitu).



Ilustrace lovců mamutů (převzato a upraveno [139]).

Významným mezníkem byla průmyslová revoluce a nástup masivního využívání přírodních zdrojů (ropy, uhlí). Lidé se začali stěhovat, osídlovat „zelené louky“ a vlastní životní prostředí znečišťovali cizorodými látkami. To mělo za následek uhytní některých živočišných i rostlinných druhů i zhoršení zdravotního stavu obyvatel.

S rozvojem vědy a techniky je životní prostředí ovlivňováno stále více a není možné určit, kam až budou tyto důsledky zasahovat. Lidé vždy ovlivňovali životní prostředí, ať už za účelem přežití (lov; počátky zemědělství) nebo s rozvojem průmyslu. Nikdy v dějinách však nebyla devastace taková, jako za posledních 250 let, od počátku průmyslové revoluce (nejvíce ve druhé polovině 19. století a první polovině 20. století) kdy bylo poškozeno až 60% všech ekosystémů.

V České republice byla a je krajina hojně využívána. Proto je nutné dodržovat zákony, které omezí poškozování přírodního prostředí, a které ochrání naši přírodu i pro budoucí generace.

Již ve starověku a středověku zde lidé vypalovali a mýtili lesy a zahrazovali vodní toky (zabránění migrace ryb; zanášení koryt). S nástupem průmyslové revoluce a s budováním prvních továren bylo nutné zříditi těžbu nerostných surovin. Proto začaly vznikat uhelné doly na Kladensku, Mostecku a Ostravsku a nerostných surovin (Jílové, Příbram, Kutná Hora, Jihlava, Jáchymov atd.).

S rozvojem zemědělství byla malá políčka spojována ve velké lány a meze byly rozorány. Ve velkém byla využívána průmyslová hnojiva a půda byla ohrožena erozí.

Stavby silnic pak dělily území na stále menší oblasti a bylo tím zamezováno volnému pohybu živočichů.



Ilustrace poukazující na znečišťování ŽP (převzato a upraveno [140]).

Na stav životního prostředí v České republice (stejně tak i po světě) má vliv výroba, odpady, pohyb obyvatelstva, výstavba nových infrastruktur, ale i staré ekologické zátěže, jejichž důsledky je třeba řešit i dnes.



Chraňme planetu Zemi společně (převzato a upraveno [141]).

10. 1. 1. Fenomén globálního oteplování

Globální oteplování je jedním z nejdiskutovanějších témat současné doby. Veřejností je tento problém vnímán rozporuplně. Názory jsou dvojí, jedná se opravdu o globální problém lidstva nebo jen o pravidelně se opakující děj? Posouzení a zaujetí stanoviska je na každém z Vás. Další kapitola uvede několik obecných faktů, týkajících se tohoto ožahavého tématu.

Obecně jde o nárůst teploty zemské atmosféry a teploty vody v oceánech. Ze zpráv OSN (= Organizace spojených národů) vyplývá, že průměrná globální teplota vzrostla za posledních 100 let o 0,74 °C. V návaznosti na to vzrostla hladina světového oceánu, od roku 1870, o 20 cm.

Globální oteplování je důsledkem zvýšení koncentrace skleníkových plynů (konkrétně oxidu uhličitého) v atmosféře. Ten se do ovzduší dostává např. ze spalování uhlí nebo rop. Skleníkové plyny mají v atmosféře svou funkci, a to udržování atmosférické teploty. Lidská činnost však jejich objem zvyšuje a tím se planeta Země ohřívá. Tomuto jevu říkáme "skleníkový efekt". Je však třeba říct, že skleníkový efekt je tady od vzniku atmosféry a bez něho by život na Zemi nebyl! Důsledkem globálního oteplování pak mohou být častější povodně nebo naopak sucha, vlny veder nebo silné hurikány.

Jak již bylo zmíněno, názory na globální oteplování se různí. Podle vědců však jedná o přirozený proces, na kterém nemá lidská činnost nejmenší podíl. Právě naopak, planeta se otepluje vždy s koncem doby meziledové, ve které se právě nacházíme. Čeká nás tedy další doba ledová...?



Varování před nárůstem CO₂ v atmosféře (převzato a upraveno [142]).

10. 2. Ochrana životního prostředí

Pod pojem "ochrana životního prostředí" lze shrnout veškerou lidskou činnost, vyvíjenou za účelem ochrany prostředí před znečištěním a devastací. Cílem ochrany životního prostředí je také odstraňování důsledků způsobených znečištěním.

Životní prostředí je, mimo jiné, chráněno i právně, a to soustavou chráněných území. Většinou se jedná o území, která jsou významná rozmanitostí živočišných nebo

rostlinných druhů, příp. jsou zajímavými geologickými lokalitami. V České republice je soustava právně vyhlášených chráněných území následující:

- **národní parky (NP)** - Krkonošský národní park (1963); Národní park Šumava (1991); Národní park České Švýcarsko (2000); Národní park Podyjí (1991),
- **chráněné krajinné oblasti (CHKO)** - 25 oblastí (např. Beskydy, Bílé Karpaty, Český les, Český ráj),
- **národní přírodní rezervace (NPR)** - 110 oblastí (např. Adršpašsko-teplické skály, Broumovské stěny, Kaňon Labe),
- **přírodní rezervace (PR)** - asi 750 oblastí (např. Barrandovské skály, Branické skály, Divoká Šárka),
- **národní přírodní památka (NPP)** - 112 oblastí a objektů (např. Babiččino údolí, Medník, Pravčická brána),
- **přírodní památka (PP)** - asi 1 180 oblastí a objektů (např. Bílá Opava, Kozlov).



Rozmístění NP a CHKO v České republice (převzato a upraveno [143]).

Státním orgánem, který zajišťuje ochranu životního prostředí svými vyhláškami, zákony apod. je ministerstvo životního prostředí. Dohled nad plněním stanovených cílů, vyhlášek a zákonů vykonává Česká inspekce životního prostředí.

Mimo státem řízené organizace se v ochraně životního prostředí iniciuje řada organizací nevládních, např. Greenpeace, Hnutí DUHA nebo WWF (European Policy Office).

10. 3. Odpady a jejich odstraňování

Každá lidská činnost produkuje odpady. Ty provázejí civilizaci od pradávna. Ať už se jedná o průmyslovou výrobu, dopravu, zemědělství, stavitelství, běžné denní činnosti člověka - vše produkuje odpad. Každý z nás tedy produkuje zejména komunální odpad a naším produktem jsou i kaly v čistírnách. Každý odpad pak vyžaduje specifické nakládání s ním, o což se stará zákon o odpadech.

A co to tedy odpad je? Všeobecně se dá říci, že odpad je vše, čeho se člověk zbavil, resp. čeho se zbavit chce. Odpady můžeme rozdělit na několik druhů:

- **komunální odpad** je vše, co vznikne činností fyzické osoby nebo celé domácnosti,
- **zbytkový komunální odpad** je vše, co zůstane po vytřídění dále využitelných a nebezpečných složek běžného komunálního odpadu,
- **tuhý komunální odpad** je odpad, který za působení atmosféry zachovává svůj tvar,
- **domovní odpad** je odpad, který produkuje domácnosti např. při úklidu nebo při běžné denní spotřebě,
- **biologicky rozložitelný odpad** je odpad, který podstupuje proces rozpadu (potravin, papír, odpad ze zahrad - shrabané listí, posekaná tráva atd.).



Kontejnery na tříděný odpad (převzato a upraveno [144]).

A co se děje s množstvím vyprodukovaného odpadu? Proces je následující: Každý z nás nastřádaný odpad odnese k popelnici. Odtud odpad odveze popelářský vůz městských technických služeb. Odpad, z popelářský vozů, se shromažďuje v třídárně. Odtud je několik možností, co z množstvím nashromážděných odpadků:

- odpad se znovu využije,
- odpad je možné recyklovat nebo ho kompostovat = znova ho využít,
- odpad lze využít energeticky - lze ho spálit/zplynit nebo lze vyrobit palivo = znova ho využít,
- odpad je možné uložit na skládce.

Zvláštní nakládání vyžaduje nebezpečný odpad. Jedná se např. o vybité baterie, staré léky, nefunkční elektrospotřebiče atd. Tento odpad do běžné popelnice nepatří. Je možné ho odvézt do sběrného dvora, který je v kompetenci městských technických služeb. Zvláštním případem je pak odpad jaderný.

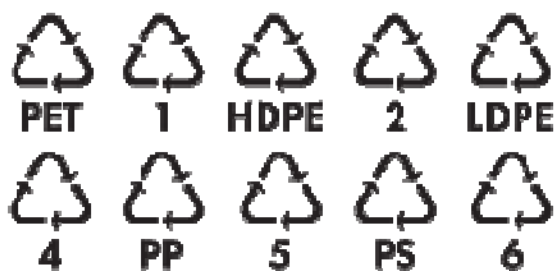
Velké procento domácností v České republice již odpad třídí. K tomu máme k dispozici speciální popelnice:

- **sklo** lze třídít na čiré a barevné. K tomu jsou nám k dispozici dva druhy kontejnerů - bílý (na sklo čiré) a zelený (na sklo barevné). Do těchto popelnic patří všechny odpad označený těmito značkami:



Recyklační značky pro sklo (převzato a upraveno [145]).

- **plast** je tříděný odpad, který patří do žluté popelnice. Jelikož plasty zabírají příliš místa, je třeba je před vynesemím sešlápnout nebo je zmačkat. Do žluté popelnice patří odpad označený těmito značkami:



Recyklační značky pro plast (převzato a upraveno [146]).

- **papír** je odpad, kterého české domácnosti produkují nejvíce; tento odpad patří do modrého kontejneru a je označen těmito značkami:



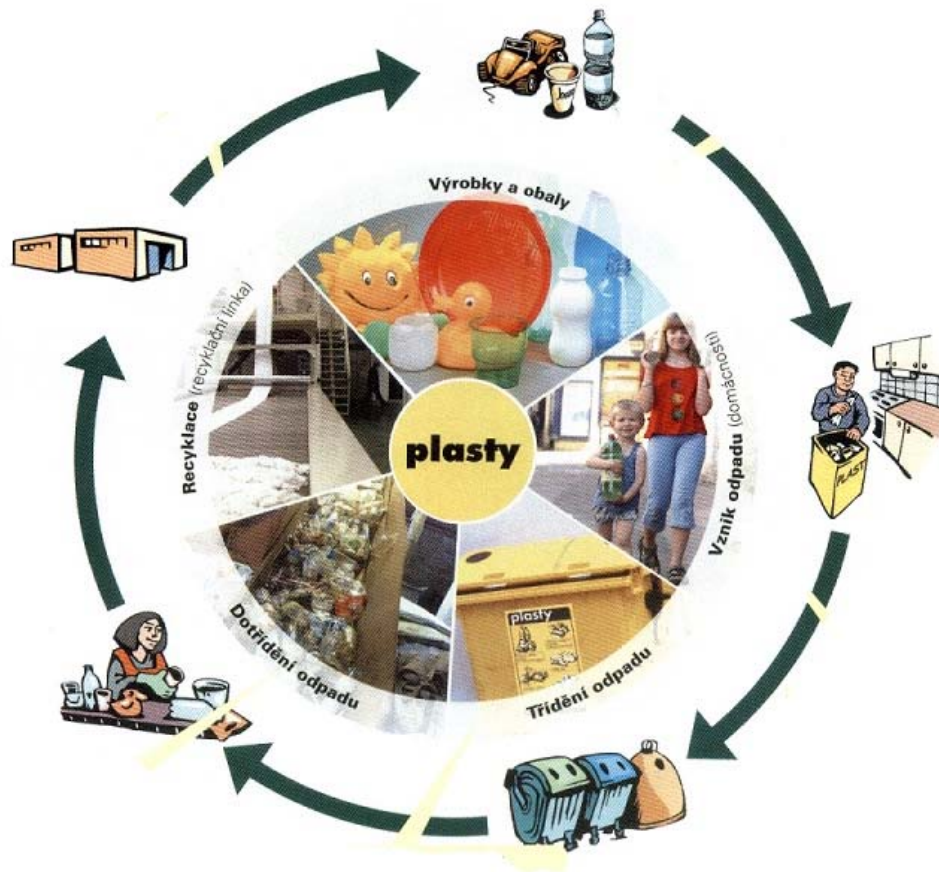
Recyklační značky pro papír (převzato a upraveno [147]).

- **nápojové kartony** patří do oranžovo-černých popelnic (nápojové kartony mají vlastní popelnice z toho důvodu, že jsou vyrobeny z několika vrstev, z nichž jedna je z polyethylenu -> chemikálie by se mohly uvolňovat). Řadíme mezi ně obaly od mléka, džusů nebo vína označených značkami:



Recyklační značky pro karton (převzato a upraveno [148]).

Odpady jsou zdrojem četných surovin, např. papíru, skla, kovů, kompostovaného bioodpadu, dřeva atd. Šeří se tím nejen prvotní suroviny, ale i peníze a životní prostředí.



Proces recyklace plastů (převzato a upraveno [149]).

11. Přírodní katastrofy

Od svého příchodu na planetu Zemi žije člověk s přírodou v jisté sounáležitosti. Někdy více, někdy méně. Člověk však přírodu a bohatství Země ke svému životu potřebuje. Celou existenci lidstva provází řada přírodních jevů, katastrof, kterým musel člověk čelit. V dávných dobách přisuzovali lidé tyto jevy dílu bohů, kteří se na ně hněvali za to, co činí. Na posvátná místa přinášeli oběti, kterými si bohy usmiřovali.

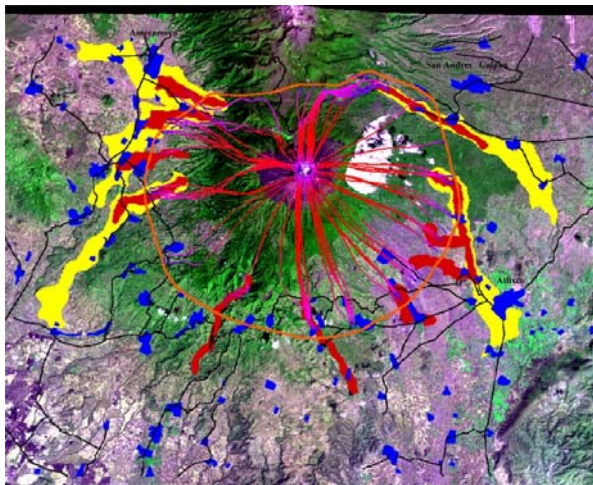
S poznáním přišlo nejen odhalení zákonitostí přírodních jevů, k jejichž intenzitě a častosti však člověk a celkový rozvoj lidské společnosti nemalou měrou přispívá (např. zahrazování vodních toků -> povodně, neopatrné zaházení s otevřeným ohněm -> požáry, sesuvy).

11. 1. Sopečné erupce

Zdá se, že sopečné erupce, a vulkanismus obecně, jsou čistě přírodními jevy. Ano, ale tímto jevem je ohrožena až 1/10 obyvatel planety Země. Vědci registrují kolem 500 aktivních vulkánů, z čehož pouze asi 50 se každý rok aktivně projeví sopečnou erupcí. Velké riziko pak představují vulkány, které vybuchnou náhle, a nepřipravenost lidí je pak připravuje o životy.

K ohrožení může dojít už při prvotních sopečných jevech – rychle tekoucí láva, žhavá mračna popela, uvolnění plynných látek do ovzduší, příp. i zemětřesení způsobené výbuchem. Druhotnými jevy, které se projevují, jako dozvuky sopečného výbuchu, mohou být sesuvy půdy, vlny tsunami nebo spád kyselých dešťů (díky množství plynů, především oxidů síry) v atmosféře.

Pro předpověď rizik a minimalizaci škod se sestavují tzv. mapy vulkanického ohrožení.



Mapa sopečného ohrožení (převzato a upraveno [150]).

Z historického hlediska se událo několik ničivých sopečných erupcí. 1 470 l. p. n. l. vybuchla sopka na dnešním ostrově Santorini, která zde srovnala se zemí celou tamější antickou kulturu. Erupce byla doprovázena vlnou tsunami, která postihla celé Středomoří. Nejznámější katastrofou je však zřejmě erupce sopky Vesuv (r. 79 n. l., jih Itálie, v blízkosti Neapole), která zničila dvě tehdy římská města – Pompeje a Herculaneum. Pyroklastický materiál z jícnu sopky zasypal tato města 3 metry mocnou vrstvou materiálu a pohřbil vše živé.

I u nás máme sopky a sopečná pohoří, v současné době již nečinné, např. Doupovské hory, Milešovka, Komorní hůrka, Říp atd.



Pompeje se sopkou Vesuv v pozadí (převzato a upraveno [151]).

11. 2. Zemětřesení a tsunami

Přírodní katastrofou, která si pravidelně vyžádá nejvíce obětí, škod a zasahuje velmi rozsáhlé území, je zemětřesení. Zemětřesení přichází nečekaně, bez varování a

zanechává za sebou spoušť. I přes velkou síť seizmických stanic, které se snaží předvídat výskyt zemětřesení, je jeho předpověď velmi obtížná. Stejně tak i možnost se před zemětřesením efektivně chránit, především pak nemovitý majetek. Nejznámějším místem výskytu ničivých zemětřesení je zlom San Andreas v Kalifornii, na západním pobřeží USA.



Zlom San Andreas, USA (převzato a upraveno [152]).

Nejohroženějšími oblastmi jsou všechna místa na jakémkoliv styku litosférických desek, především ale např. Japonsko nebo západní pobřeží USA.

Stejně jako sopečnou erupci i zemětřesení často doprovází vlna tsunami nebo svahové pohyby. Doprovodným jevem mohou být i zvukové nebo světelné efekty. Na velikosti škod má pak velký podíl horninové podloží a reliéf postižené oblasti.

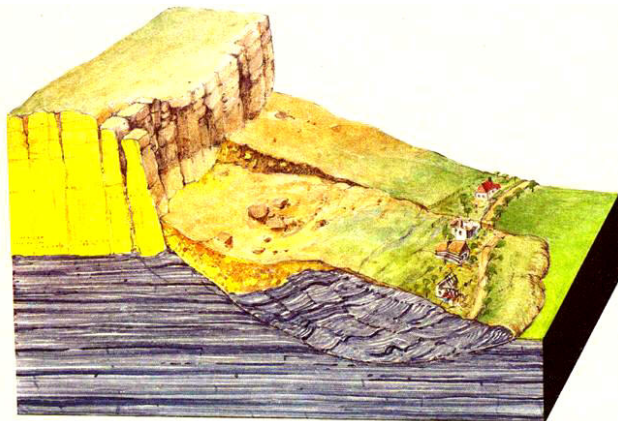
Předpovídat zemětřesení je stejný problém jako předpovídat vulkanickou aktivitu.

Ani Česká republika není zemětřesných aktivit ušetřena. Český masiv je celistvý blok, ale částečně seizmicky aktivní. Nejaktivnější oblastí na našem území je Kraslicko na západě republiky, dále pak Podkrušnohoří nebo oblast Mariánských lázní.

11. 3. Sesuvy a skalní řízení

Přírodním jevem, pouze regionálního měřítka, jsou svahové pohyby (sesuvy; skalní řízení). Jsou vázány na svažité terén, tudíž spíše na členité horské oblasti.

Působením gravitace se horninový materiál dává do pohybu. Svahové pohyby mohou být vyvolány předchozím zemětřesením, ale v tomto případě často i neopatrným zásahem člověka do krajiny, vytvářením umělých svahů apod. Svahové pohyby ničí budovy, komunikace, méně často si vyžádají oběti na životech. Během roku se jich po světě dějí desítky až stovky.



Model svahového pohybu (převzato a upraveno [153]).



Přírodní sesuv (převzato a upraveno [154]).

Přestože v České republice nedošlo k žádným katastrofickým sesuvům, je lokalizováno tisíce místních sesuvů. K nejčastějším svahovým pohybům na našem území patří půdní sesuvy. Ty jsou vyvolány nestabilitou svahu, resp. horninového podloží. Svahové pohyby jsou u nás zaznamenány např. v oblasti Moravskoslezských Beskyd, v oblasti Džbánu ve středních Čechách atd.

11. 4. Požáry

Rizika požáru není, krom polárních oblastí, zbaven žádný kout planety Země. Požáry vznikají buď přírodní cestou – vleklá období sucha, vznícení od blesku atd., nebo je založí člověk, ať už nevědomky, svým nezodpovědným chováním v přírodě nebo úmyslně. Ročně tak požáry pohltní až 0,17% veškeré vegetace.

Ideální podmínky pro přírodní ničivé požáry nabízí oblasti, kde se kombinuje faktor vysokých teplot a dlouhých období sucha (středomořské a kontinentální klima). Z tohoto hlediska jsou tedy požáry nejčastěji postiženy oblasti Austrálie, Středomoří, v USA je to pak oblast Kalifornie a celý jihozápad Severní Ameriky.

Paradoxní se může jevit fakt, že člověk je strůjcem těchto ničivých katastrof z 80 – 90%. Ať už požár nezaloží úmyslně, přispívá k riziku ohrožení sebe i svého majetku tím, že městské aglomerace se neustále rozšiřují do dříve volné krajiny. Tak jsou ohroženy a taková centra, jako např. australské Sydney nebo Melbourne.



Požárem zachvácená krajina, Austrálie (převzato a upraveno [155]).



Požáry vyčerpaná koala v rukou záchranáře, Austrálie (převzato a upraveno [156]).

Pokud i u nás zavládne teplé počasí, dlouhodobějšího charakteru, zvyšuje se tím riziko přírodních požárů, jako např. požáry na jižní Moravě v roce 2012.

3.4. Shrnutí praktické části

Navrhovaná podoba učebnice geologie pro 9. ročník základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií vychází z požadavků rámcových vzdělávacích programů.

V návaznosti na množství prostudovaných učebnic geologie, jak současných, tak historických, se snaží reflektovat chyby a držet se základních didaktických pravidel.

Snahou učebnice je přiblížit dětem geologické vědy co možná nejpřijatelnější formou, nezatěžovat je obtížnostmi, díky kterým se většinou ztrácí o tyto přírodní vědy zájem. Ba naopak, cílem je dětem ukázat, jak nás geologie úzce obklopuje, jak je zajímavá, že si to ani často neuvědomujeme.

4. Závěr

V rámci diplomové práce jsem prostudovala řadu dřívějších, a i současných učebnic geologie. Žádná z nich se však nedrží didaktické zásady „Od viditelného k neviditelnému“, tj. nepostupují od hornin k jejich obsahu. Neboť co vidí žáci napřed? Právě tyto velké celky. Naopak, většina učebnic vychází z téměř abstraktních pojmů, jako jsou krystalografické soustavy, jež jsou bezesporu důležité, ale v pedagogické praxi, dle uvedené zásady, nejsou viditelné, a tudíž si je žáci nedovedou ani představit.

Spíše je tak nutné, aby žáci věděli, jak horniny vznikají (i historicky) a teprve pak přejít k jejich obsahu. Takto je nutné postupovat u všech kapitol, tedy od hmatatelných a viditelných věcí, k věcem neuchopitelným a často pouhým okem nepostřehnutelným.

Své poznatky, které jsem získala prostudováním velkého množství současných i dřívějších učebnic geologie, a které jsem se pokusila aplikovat v diplomové práci, se snažím ověřovat i v pedagogické praxi, konkrétně na víceletém gymnáziu v Brandýse nad Labem – Staré Boleslavi i v rámci projektu Přírodovědecké fakulty UK v Praze, Přírodovědci.cz, kde pracuji s dětmi široké věkové kategorie 6 – 15 let.

5. Shrnutí výsledků

- 1) Předmětem výzkumu bylo prostudování a kritické zhodnocení učebnic geologie (viz. Seznam použitých zdrojů). Výsledkem je zjištění, že tyto učebnice neodpovídají didaktickým zásadám.
- 2) Na základě toho jsem navrhla, dle didaktických zásad, novou učebnici geologie.
- 3) Geologie je úzce provázaná s ochranou životního prostředí. Tento fakt jsem se pokusila v učebnici zohlednit a tyto obory propojit.
- 4) Výsledky zkoumání si neustále ověřuji v pedagogické praxi a výsledek je takový, že považuji za nutné držet se zásady „Od viditelného k neviditelnému“, protože většina žáků je geologickými vědami zcela nedotčena.

6. Seznam použitých zdrojů

- Bouček, B., Čepek, L.: Geologie - učebnice pro IV. třídu středních škol. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 1952
- Bouček, B., Čepek, L. a kol.: Mineralogie a geologie pro I. třídu gymnasií. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 1953
- Bouška, V. a kol.: Geologie pro gymnázia. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 1984
- Cílek, V. a kol.: Přírodopis IV pro 9. ročník základní školy. Scientia. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 2000
- Černík, V. a kol.: Přírodopis 9 - Geologie a ekologie pro ZŠ. SPN. Praha. 2010
- Frič, A.: O vrstvách kůry zemské a skamenělých tvorech v nich obsažených. Spolek pro vydávání laciných knih českých. Praha. 1869.
- CHATTERJEE, S., et al. Shiva structure: A possible KT boundary impact crater on the western shelf of India. *Special publications, Museum Texas Tech University*. 2006
- Chlupáč, I. a kol.: Geologická minulost České republiky. Academia. Praha. 2011
- Jakeš, P.: Geologie - učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií. Nakladatelství České geografické společnosti, s. r. o., Praha. 1999
- Knecht, P., Janík, T. a kol.: Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. Paido. Brno. 2008
- Košťák, M., Mazuch, M. a kol.: Putování naším pravěkem. Granit, s. r. o.. Praha. 2011
- Matyášek, J., Hrubý, Z.: Přírodopis - Geologie a ekologie. Nová škola. Brno. 2010

Pečírka, J.: Nerostopis pro nižší gymnasia a realní školy. Kněhkupectví J. G. Calve. Praha. 1853

Petránek, J.: Malá encyklopedia geologie. Nakladatelství JIH. České Budějovice. 1993

Podroužek, L.: Integrovaná výuka na základní škole. Fraus. Plzeň. 2002

Reichwalder, P., Jablonský, J.: Všeobecná geológia 1. Univerzita Komenského Bratislava. Bratislava. 2003

Reichwalder, P., Jablonský, J.: Všeobecná geológia 2. Univerzita Komenského Bratislava. Bratislava. 2003

Rosický, Fr. V.: Nerostopis pro nižší třídy středních škol. Nakladatelství F. Tempského. Praha. 1897

Slavíková, L.: Mineralogie pro pátou třídu gymnasií, reálných a reformních reálných gymnasií. Profesorské nakladatelství a knihkupectví. Praha. 1934

Šafránek, F., Bernard, A.: Nerostopis pro pátou třídu gymnasií. Nakladatelství F. Tempského. Praha. 1901

Šulc, J.: Všeobecná mineralogie s ukázkami rozborů nerostných. Dědictví Komenského. Praha. 1909

Švec, F.: Mineralogie, petrografie, geologie a pedologie. Nakladatelství Jaroslava Buriana. Písek. 1925

Švecová, M., Matějka, D.: Přírodopis 9 - učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus. Plzeň. 2007

Vališ, J. a kol.: Geologie pro základní školy. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 1983

Vitásek, F.: O vývoji a převratech na povrchu zemském. Vydavatelství volné myšlenky československé. Praha. 1922

Zapletal, J. Přírodopis 9. Prodos. Olomouc. 2000

Ziegler, V.: Geologická školní technika rychle a stručně. Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta. Praha. 2002

Elektronické zdroje

- [1] <http://planety.astro.cz/zeme/1936-vznik-a-vyvoj-zeme>
- [2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Pr%C5%AF%C5%99ez_Zem%C3%AD.png
- [3] <http://scotese.com/newpage12.htm>
- [4] <http://scotese.com/newpage1.htm>
- [5] <http://scotese.com/newpage2.htm>
- [6] <http://scotese.com/newpage3.htm>
- [7] <http://scotese.com/newpage4.htm>
- [8] <http://scotese.com/newpage5.htm>
- [9] http://dinosaurs.wikia.com/wiki/Inostrancevia?file=Inostrancevia_sp.jpg
- [10] http://sarv.gi.ee/tug/specimen_image/434/434-260_1.jpg
- [11] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Trias>
- [12] <http://scotese.com/newpage8.htm>
- [13] <http://ayay.co.uk/background/dinosaurs/large/brachiosaurus/>
- [14] <http://scotese.com/jurassic.htm>
- [15] <http://www.stellarfour.com/2012/02/why-t-rex-is-tyrant-lizard-king-of.html>
- [16] <http://scotese.com/cretaceo.htm>
- [17] <http://scotese.com/newpage9.htm>
- [18] <http://scotese.com/miocene.htm>
- [19] <http://scotese.com/lastice.htm>
- [20] <http://richienek.blog.cz/1006/vymreni-dinosauru>
- [21] <http://irritator.blog.cz/1110/projekt-burgesske-bridlice-2-2>

- [22] <http://proteus.brown.edu/greekpast/4782>
- [23] <http://www.designanduniverse.com/articles/mountains.php>
- [24] <http://www.ig.cas.cz/cz/o-nas/popularizace/geopark-sporilov/horniny/horniny-obrazek-03/>
- [25] <http://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/vznik.html>
- [26] <http://investicnizlato.com/zlato/vlastnosti>
- [27] <http://www.pohanstvi.net/inde.php?menu=keltovemetallurgie>
- [28] <https://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99%C3%ADbro>
- [29] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Joachimsthaler_1525.jpg
- [30] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Anticlastic-Copper-Cuff-Bracelet.jpg>
- [31] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Sulfur-sample.jpg>
- [32] <http://www.kentchemistry.com/links/bonding/network.htm>
- [33] <http://www.e-chembook.eu/anorganicka-chemie/tetrel-y-skupina-uhliku/>
- [34] <http://abetterchemtext.com/Condensed/diamond.htm>
- [35] <http://www.hpwt.de/Mineralien/Pyrit.htm>
- [36] <http://www.sberatelmineralu.cz/prodane-kameny-1/galenit-chalkopyrit.html>
- [37] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/rudy/sfalerit.html>
- [38] <http://geologie.vsb.cz/gp/stud.php>
- [39] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Selpologne.jpg>
- [40] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Piles_of_Salt_Salar_de_Uyuni_Bolivia_Luca_Galuzzi_2006_a.jpg
- [41] <http://www.isgs.illinois.edu/maps-data-pub/publications/geobits/geobit4.shtml>
- [42] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Fluorite-Quartz-Rhodochrosite-ed10a.jpg>
- [43] http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=104
- [44] http://www.mineral.cz/gallery.php?akce=ukaz&media_id=821
- [45] <http://www.geology.neab.net/norge-2001/froland.htm>
- [46] <http://www.seilnacht.com/Lexikon/13Alu.htm>
- [47] <http://darkprincess.blog.cz/0706/>
- [48] <http://mineralogie.mysteria.cz/oxidy.html>
- [49] <http://www.lunin.net/zdravje/slo/Kristaloterapija/209/>
- [50] <http://www.mindat.org/min-2402.html>
- [51] http://www.gjar-po.sk/studenti/chemia/chem_zaujímavosti/uran.htm

- [52] <http://atominfo.cz/2012/09/v-dukovanech-bude-o-vikendu-odstaven-blok-kvuli-vymene-paliva/>
- [53] <http://zs5vajgar.wu.cz/Prirodopis/Horniny2.jpg>
- [54] http://fyzweb.cz/materialy/fyzika_Zeme/tektonika/image010.jpg
- [55] http://geologie.vsb.cz/geologie/KAPITOLY/6_GEO_STRUKTURY/6_geol_struktury_soubory/image019.jpg
- [56] <http://www.ig.cas.cz/cz/o-nas/popularizace/geopark-sporilov/zeme---dynamicka-planeta/zeme-obrazek-07/>
- [57] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Tectonic_plate_boundaries_clean.png
- [58] <http://www.novinky.cz/zahranicni/svet/227614-obrazem-pustina-po-zemetreseni-v-japonsku.html>
- [59] http://vls.wikipedia.org/wiki/Ofbeeldinge:286px-Olympus_Mons.jpeg
- [60] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Vesuvius_from_plane.jpg
- [61] https://sites.google.com/site/vulkanizmus/sopecne_tvary/sypany_kuzel
- [62] http://geografia_liceum.republika.pl/pluto.html
- [63] <http://geologie.vsb.cz/gp/skoly/prezentace/5/magmat1.jpg>
- [64] <http://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/cojemin.html>
- [65] http://hospodariuk.rajce.idnes.cz/Vulkanity_na_minerally_a_horniny/#gabro_3.JPG
- [66] http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/horniny/horniny/horniny_1.html
- [67] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pansk%C3%A1_sk%C3%A1la_-_varhany.jpg
- [68] <http://sk.wikipedia.org/wiki/Fonolit>
- [69] <http://eu2009.cz/scripts/detail.php?id=3262&newsid=3220&listid=11.html>
- [70] <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/obrazky/andezit1.jpg>
- [71] http://geologie.vsb.cz/praktikageologie/KAPITOLY/4_MAGMATITY/4_MAGMATITY.htm
- [72] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/sklo/obsidi%C3%A1n.JPG>
- [73] <http://petrol.sci.muni.cz/poznavanihornin/magmatity/vulkanickaskla.htm>
- [74] <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/mikro/perlit.html>
- [75] <http://www.krystal-sedlcany.com/cz/e-shop/698148/c19910-nahrdelnik-kratky/sopecny-tuf-bily-2c-pemza-valoun.html>
- [76] <http://ukradenagalerie.cz/o-nas-pisek/>

- [77] <http://adrspach-skaly.sweb.cz/krajina/skaly.html>
- [78] <http://natalee-jewel.com/antelope-canyon-arizona-usa/>
- [79] <http://www.profi-bazar.cz/inzerat/sterk-dekorativni-nebo-ricni>
- [80] http://gymtri.trinec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=169&catid=29&Itemid=13
- [81] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Clay-ss-2005.jpg>
- [82] <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/nerudy/j%C3%ADly.html>
- [83] http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/horniny/horniny/horniny_1.html
- [84] <http://www.eu2009.cz/scripts/detail.php?id=1342&newsid=334&listid=11.html>
- [85] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/energysur/%C4%8Dem%C3%A9%20uhl%C3%AD.html>
- [86] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/energysur/hn%C4%9Bd%C3%A9%20uhl%C3%AD.html>
- [87] <http://tezba-a-vyuziti-cerneho-uhli.webnode.cz/hornictvi/>
- [88] <http://tezba-a-vyuziti-cerneho-uhli.webnode.cz/uprava-a-vyuziti-cerneho-uhli/vyuziti-cerneho-uhli/energetika/>
- [89] <http://oko.yin.cz/32/vznik-ropy/>
- [90] <http://filip-sellner.byl.cz/sem/ropa.htm>
- [91] <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/energysur/asfalt.html>
- [92] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/energysur/ra%C5%A1elina.html>
- [93] http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/horniny/horniny/horniny_1.html
- [94] <http://cristimoise.files.wordpress.com/2012/06/beauty-sunset-pamukkale-coral-turkey.jpg>
- [95] <http://www.geology.cz/aplikace/fotoarchiv/fotoarchiv.php?foto=15254&showmap=stop#nahled>
- [96] <http://vyuka.zsjarose.cz/data/swic/lessons/980.jpg>
- [97] <http://vygosh.borec.cz/img/geo/mramor.png>
- [98] <http://rajivawijesinha.files.wordpress.com/2010/08/taj-mahal.jpg>
- [99] <http://www.znojmu.cz/digitalizace/basic04.php?polozka=294976&sbirka=5&radit=nazev&akce=fotka>
- [100] <http://www.mineralogie-puchnerova.estranky.cz/fotoalbum/nerosty/horniny/fylit.jpg.-.html>

- [101] <http://www.geology.cz/aplikace/fotoarchiv/fotoarchiv.php?foto=17412#nahled>
- [102] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Eclogite.jpg>
- [103] http://geologie.vsb.cz/praktikageologie/KAPITOLY/5_METAMORFIKA/5_METAMORFIKA.htm
- [104] http://www.uake.cz/frvs1269/obr/temata_obrazky/2_tema/2obr16.jpg
- [105] <http://www.sitesetis.com/nowhereforum/viewtopic.php?f=8&t=77>
- [106] <http://www.voderek.cz/prirodopis/ekoprirodopis9/p913/p913.htm>
- [107] <http://kurz.geologie.sci.muni.cz/kapitola3.htm>
- [108] <http://www.ig.cas.cz/userdata/pictures/geopark/CeskyMasiv.jpg>
- [109] <http://igorindruch.sweb.cz/ceska/obrazky/projektobrazky/geomapy/fig7%20flysches%20belt%20geol.jpg>
- [110] <http://www.geologicke-mapy.cz/geologicke-mapy/mapovani/>
- [111] <http://byznys.ihned.cz/c1-54858870-cesko-ma-zasoby-hnedeho-uhli-uz-jen-na-18-let-dalsi-tezba-za-limity-bude-obtizna>
- [112] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sd-bilina.9.08.JPG>
- [113] <http://www.stranypotapecke.cz/teorie/priliv-odliv.asp>
- [114] <http://evvo.spaco.cz/wp-content/uploads/2009/01/slunecnielekt.jpg>
- [115] <http://evvo.spaco.cz/wp-content/uploads/2009/01/geoelek.jpg>
- [116] http://byznys.lidovky.cz/firmy-trhy.asp?c=A101208_152815_firmy-trhy_gh
- [117] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Watercycleczechhigh.jpg>
- [118] <http://geology.com/articles/selenga-river-delta/>
- [119] http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Budihostice._o_Leti%C5%A1t%C4%9B.Sazen%C3%A1_p_.CZUFAPPZ.html
- [120] <http://www.hajduch.net/cesko/priroda/vodstvo>
- [121] <http://www.navzduchu.cz/cyklo/tipy-na-vylety/kokorinsko/>
- [122] <http://www.lipno-planicka.cz/>
- [123] <http://itras.cz/jezero-laka/galerie/10640/>
- [124] <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleczech.html#gwstorage>
- [125] http://www.mamaaja.cz/ActiveWeb/Article/2721/gastro_myty_a_legend.html
- [126] http://ona.idnes.cz/foto.aspx?foto1=PET34ca9d_vody.JPG
- [127] <http://www.vodopady.info/cz/krkonose/Krkonose.php?page=malylabsky>
- [128] <http://www.turistika.cz/fotogalerie/71750/vyhliidka-maj#559928>
- [129] <http://paradisetheworld.com/four-ways-to-explore-the-grand-canyon/>
- [130] <http://www.prazskestezky.cz/unet/unet01.html>

- [131] http://geologie.vsb.cz/geologie/kapitoly/8_EXOGENN%C3%8D_PROCESY/8_e_xo_geod_procesy.htm
- [132] <http://www.turistik.cz/cz/kraje/liberecky-kraj/okres-ceska-lipa/mimon/meandry-ploucnice/galerie/>
- [133] http://www.noramb.cz/News_and_events/travel/Napsali-o-Norsku-/Vyslanec-nejvtiho-evropskeho-ledovce-pijima-navtvy-u-obce-Gjerde/
- [134] <http://oko.yin.cz/33/ledovec/horsky/>
- [135] <http://www.treking.cz/regiony/propast-macocha.htm>
- [136] http://geologie.vsb.cz/geologie/kapitoly/3_SLO%C5%BDKY_ZEMSK%C3%89_K%C5%AERY/3_z%C3%A1kladn%C3%AD_slo%C5%BEky.htm
- [137] <http://www.hydropruzkum.cz/>
- [138] <http://www.liss.cz/?page=enviroment>
- [139] <http://www.abicko.cz/clanek/precti-si-priroda/10480/cesko-v-dobe-ledove-co-lovili-lovci-mamutu.html>
- [140] <http://www.fontanus.cz/?obsah=2d>
- [141] <http://www.meblik.cz/ekologie/>
- [142] <http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/globalni-oteplovani/zpochybeni-globalniho-oteplovani-co-obsahovaly-unikle-mailly.aspx>
- [143] http://www.infodatasys.cz/lesnioblasti/cr/np_chko.htm
- [144] http://ucebnice.enviregion.cz/8_-odpady/co-je-to-odpad_
- [145] <http://www.jaktridit.cz/cz/trideni/jak-spravne-tridit---barevne-kontejnery/sklo>
- [146] <http://www.jaktridit.cz/cz/trideni/jak-spravne-tridit---barevne-kontejnery/plast>
- [147] <http://www.jaktridit.cz/cz/trideni/jak-spravne-tridit---barevne-kontejnery/papir>
- [148] <http://www.jaktridit.cz/cz/trideni/jak-spravne-tridit---barevne-kontejnery/napojove-kartony>
- [149] <http://www.mesto-senov.cz/zivotni-prostredi>
- [150] <http://www.sci.muni.cz/~herber/volcano/popocatepetl.jpg>
- [151] http://www.geopic.pl/album/wezuwiusz_pompeje.jpg.php
- [152] <http://mybloginfo.inepise.cz/22073-zlom-san-andreas.html>
- [153] http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/8_kapitola.htm
- [154] <http://mymilujemezemepis.webnode.cz/prirodni-katastrofy/svahove-procesy/>
- [155] <http://www.bushfireinformation.com.au/wp-content/uploads/2012/11/Bushfire-Information.jpg>

[156] <http://advocacy.britannica.com/blog/advocacy/2009/11/the-australian-%E2%80%9Cblack-saturday%E2%80%9D-bushfires-of-2009/>

7. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Paleogeografické rekonstrukce

Příloha č. 2 – Stratigrafická tabulka

Příloha č. 3 – Přehled krystalových soustav

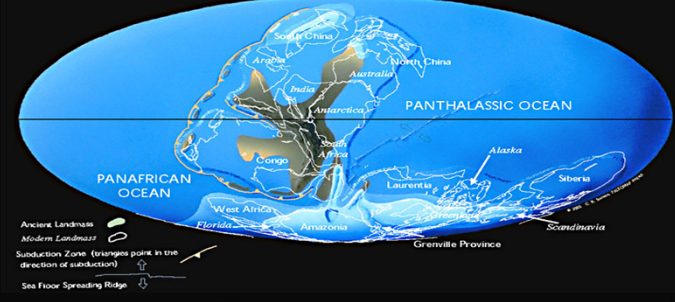
Příloha č. 4 – Grafický návrh obálky učebnice

Příloha č. 1 Paleogeografické rekonstrukce

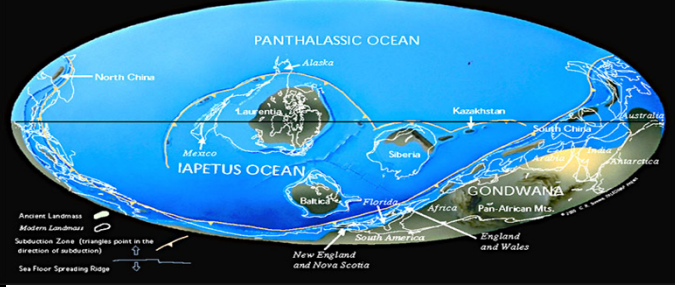
STAROHORY = PREKAMBRIUM (<< - 550 mil. let)

	Na Zemi existuje jediný superkontinent Rodinie. Ta vznikla po srážce několika kontinentů (3 - 4). Srážka vyvolala vrásnění, které dalo vzniknout horským masivům na okraji Severní Ameriky a západní Evropy. Existence Rodinie se datuje cca půl miliardou let. Toto období nazýváme mladší starohory a bylo provázeno chladným podnebím.
750 mil. let	Započal rozpad Rodinie (cca na 8 malých kontinentů). Středem Rodinie se stala Laurentie (dnešní Severní Amerika) - poloha na rovníku. V severní části se od Rodinie oddělila Gondwana (dnešní jihovýchodní Asie, Indie, Austrálie, Antarktida atd.). Ve východní části se nachází kontinent Baltika (obratník Kozoroha) a kontinent Sibiř (pod rovníkem). U jižního pólu se nalézá západní Gondwana (západní Afrika, Florida, Amazonie). Dále zde nalézáme mikrokontinenty Patagonie, Západní Arábie a konžský blok.
650 mil. let	Vytvoření Protolaurasie (po spojení Západní Gondwany, Laurentie, Baltiky a Sibiře). Na druhé straně leží Protogondwana. Ta se při své cestě k jihu sráží se Západní Arábií, Kongem a Patagonií.
600 mil. let	Protogondwana pokračuje ve svém pohybu k jihu a sráží se s Protolaurasií. Dochází tak ke spojení většiny území Afriky a Jižní Ameriky. Vytvořil se tak nový superkontinent, který zahrnoval téměř veškerou souš - Pannotie.

Late Proterozoic 650 Ma

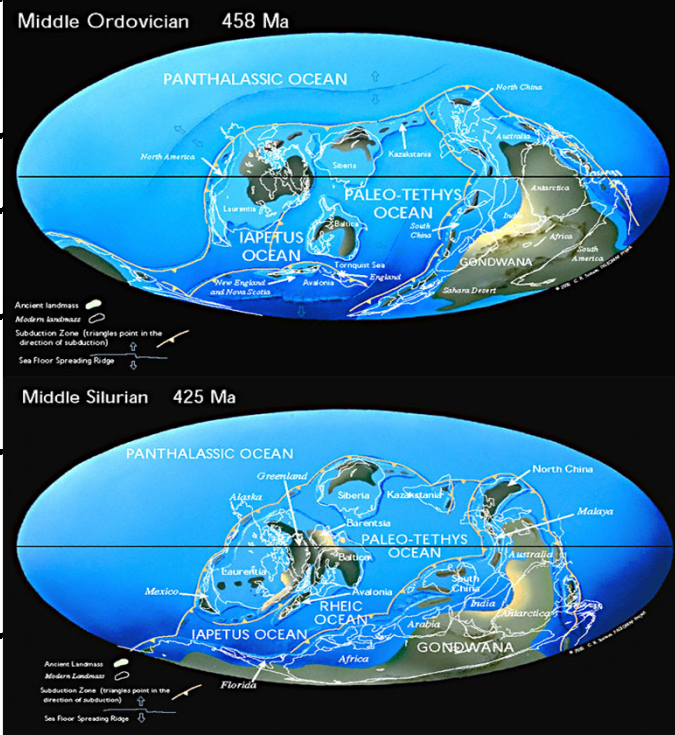


Late Cambrian 514 Ma



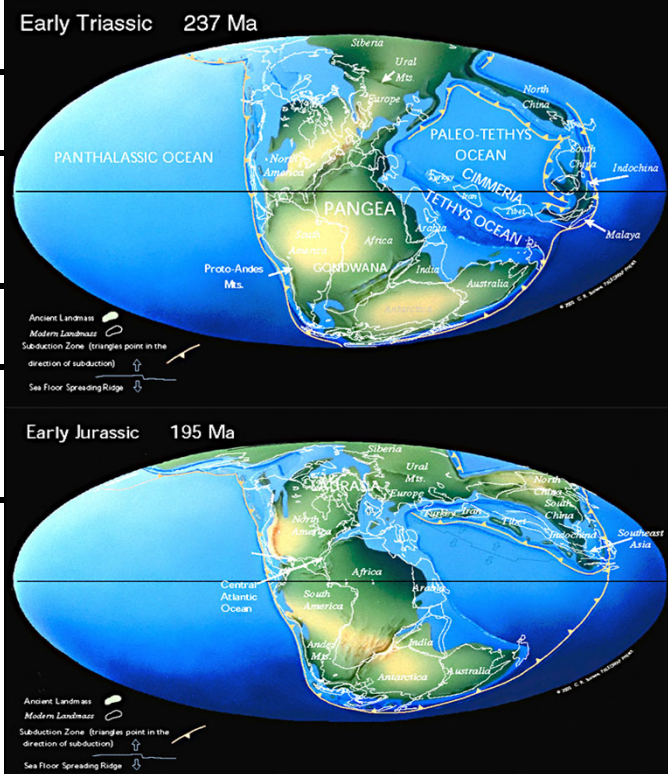
PRVOHORY = PALEOZOIKUM (550 - 250 mil. let)

550 mil. let	Pannotia se rozpadá na Laurentii, Baltiku, Sibiř a Gondwanu. Gondwana se rokládá na obrovské ploše od jižního pólu až k obratníku Raka na severní polokouli. Laurentie, Sibiř a Baltika nastupují svou cestu k severu. Mezi Laurentií a Baltikou se vytvořil oceán nazývaný Iapetus.
450 mil. let	Od Gondwany se odděluje Avalonie míří na sever. Laurentie společně s Baltikou překračují rovník. Před 444 mil. let se Avalonie sráží s Baltikou.
420 mil. let.	Od Gondwany se odděluje deska, která bude tvořit základ jižní Evropy a míří směrem k Baltice. Od východní Gondwany se odděluje Severočínská a Jihočínská deska a putují severozápadním směrem k Sibiři.
415 mil. let	Baltika se sráží s Laurentií za vzniku Eurameriky. Tato kolize vyvolala kaledonské vrásnění (pohoří v Británii a Skandinávii, Apalačské pohoří). Mezi Euramerikou a Gondwanou se rozkládá Rheický oceán. Celá Gondwana míří severozápadním směrem k Euramerice.
390 - 310 mil let	Gondwana se sráží s Euramerikou a kolize vyvolává variské (hercynské) vrásnění. Toto spojení dalo vznik novému superkontinentu Pangee. Pozůstatkem variského horstav je na našem území Český masív a řada vnitrozemských jezerních pánví. Vriské vrásnění bylo na našem území spjato i se zdvihem nořské hladiny
280 mil. let	Sibiř se střetává s Pangeou (v místě polohy tehdejší Baltiky). Kolize dala vznik pohoří Ural. Pangea má v této době tvar písmene V. Mezi oběma výběžky se rozkládal oceán Tethys.



DRUHOHORY = MEZOZOIKUM (250 - 65 mil. let)

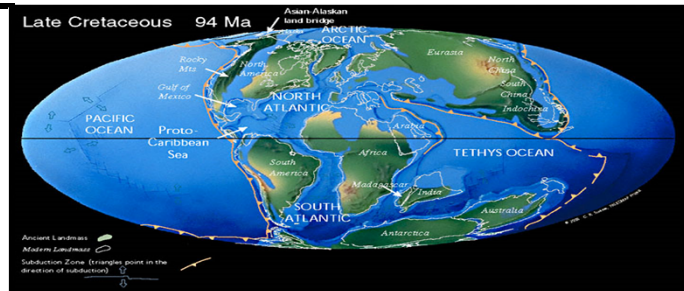
220 mil. let	Pangea putuje k severu. Severní výběžky Sibiře zasahují až na severní pól. Východně od Pangey se formuje jihovýchodní Asie.
200 mil. let	Pangea se rozpadá na Laurasii a Gondwanu. Zlomová trhlina dává vzniknout Atlantickému oceánu, resp. jeho severní části.
150 - 140 mil. let	Rozšiřuje se severní Atlantik za rozpadu Laurasie. Severní Amerika započíná pohyb proti směru hodinových ručiček a vzdaluje se tak od Eurasie. Eurasie se naopak otáčí po směru hodinových ručiček, čímž zmenšuje velikost oceánu Tethys, který leží mezi ní a Gondwanou.
140 - 100 mil. let	Gondwana se rozpadá na Atlantiku (její součástí je Jižní Amerika, Afrika, Arábie, Madagaskar a Indie) a Antarktidu (včetně Austrálie).
100 mil.let	Atlantika se rozděluje na Jižní Ameriku a Afriku s Arábií za vzniku jižního Atlantiku. Na východním pobřeží Afriky vznikají zlomy, podél kterých se odděluje Arábie, Indie a Madagaskar, kteří se vydávají vstříc, přes oceán Tethys, Asii. Vzniká tak Indický oceán.
90 mil. let	Od Indie se odděluje Madagaskar a zůstává poblíž Afriky. Indie se přibližuje k Eurasii rychlostí 15 cm za rok. Způsobuje tak uzavírání oceánu Tethys a naopak otevírá Indický oceán. Nový Zéland se odpojuje od Austrálie a dává vznik Tasmanovu moři.



KENOZOIKUM (65 - >>)

65 - 55 mil. let

Od Eurasie se definitivně odděluje Severní Amerika a Grónsko a dávají vzniknout Norskému moři. Atlantický a Indický oceán se zvětšují, na úkor postupnému zániku oceánu Tethys. Austrálie se odtrhla od Antarktidy a nastupuje velmi rychlou cestu k severu (podobně jako Indie).



35 mil. let

Indie se sráží s Asií a oceán Tethys definitivně mizí. Začíná himalájské vrásnění. Africká deska se posouvá severovýchodním směrem k Evropě. Tímto je vyvoláno alpínské vrásnění (současně probíhající s vrásněním himalájským). Vznikají tak Pyreneje, Apeniny, Alpy, Karpaty atd. Dále pokračuje rozpad Pangey. Jižní Amerika se vzdaluje od Antarktidy, čímž vyvolává první cirkulaci (koloběh) v oceánech kolem Antarktidy a tím se zde ochlazuje a začínají se tvořit ledovce.



Zdroj: Ch. R. Scotese (www.scotese.com)

Příloha č. 2: Stratigrafická tabulka

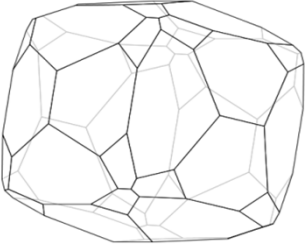
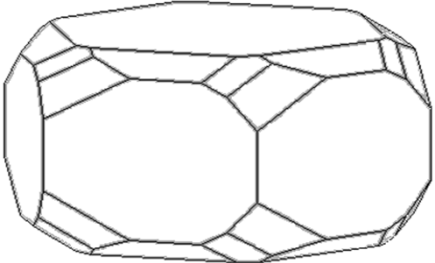
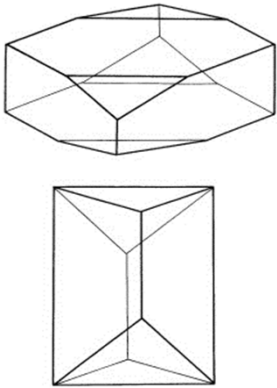
FANEROZOIKUM		
MEZOZOIKUM	KENOZOIKUM	
KŘÍDA	PALEOGÉN	NEOGÉN
~145 mil. let	~65 mil. let	~23mil. let
		KVARTÉR
		~2,5 mil. let

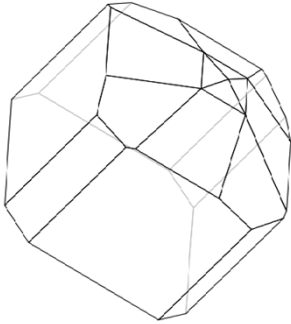
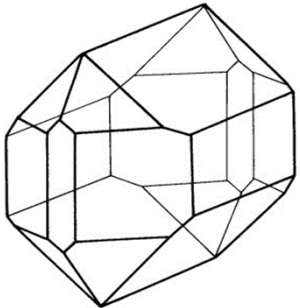
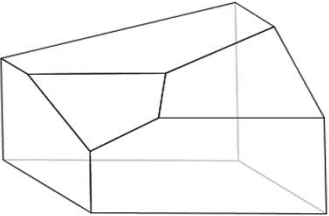
FANEROZOIKUM		
PALEOZOIKUM	MEZOZOIKUM	
KARBON	PERM	TRIAS
~359 mil. let	~299 mil. let	~251 mil. let
		JURA
		~199 mil. let

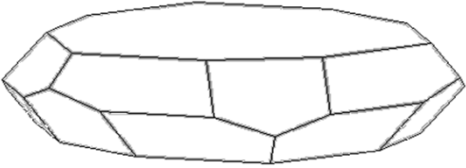
FANEROZOIKUM		
PALEOZOIKUM		
KAMBRIUM	ORDOVIK	SILUR
~542 mil. let	~488 mil. let	~443 mil. let
		DEVON
		~416 mil. let

PREKAMBRIUM		
ARCHAIKUM	PROTEROZOIKUM	
~4,6 mld. let		~542 mil. let

Příloha č. 3: Přehled krystalových soustav

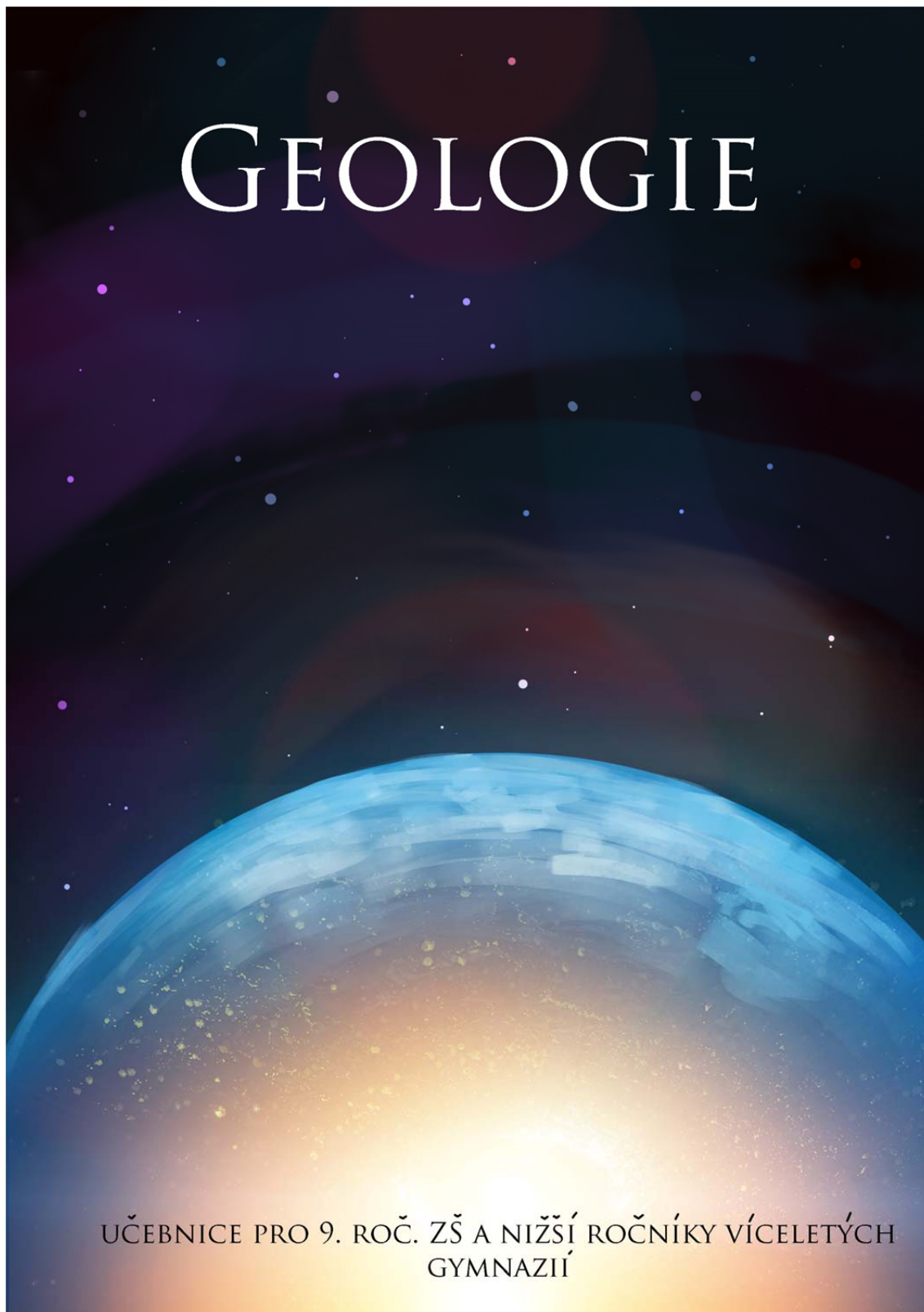
SOUSTAVA + MODEL	CHARAKTERISTIKA SOUSTAVY	TYPICKÉ MINERÁLY
 <p>KRYCHLOVÁ (KUBICKÁ)</p>	<p>Soustava má 9 rovin souměrnosti. Osní kříž tvoří tři stejně dlouhé osy, které jsou na sebe navzájem kolmé. Na krystalech je typická krychle, osmistěn a dvanáctistěn. Na krystalech ale můžeme najít i takové kuriozity jako je 48-stěn nebo 24-stěn.</p>	<p>zlato; stříbro; granát; měď; galenit; pyrit; fluorit; diamant</p>
 <p>ŠESTEREČNÁ (HEXAGONÁLNÍ)</p>	<p>Osní kříž je tvořen šesti stejně dlouhými osami (3 hlavní a 3 vedlejší). Typickým tvarem je šestiboký hranol nebo pyramida (=otevřený krystalový tvar, skládající se z libovolného počtu různoběžných ploch, které se protínají v jednom bodě).</p>	<p>grafit; apatit; topaz; korund</p>
 <p>JEDNOKLONNÁ (MONOKLINICKÁ)</p>	<p>Osní kříž tvořen třemi nestejnými osami. Z toho dvě svírají libovolně velký úhel a třetí osa je na ně kolmá. Typickým tvarem je hranol, který má kosodělný půdorys.</p>	<p>sádrovec; muskovit; mastek; ortoklas</p>

SOUSTAVA + MODEL	CHARAKTERISTIKA SOUSTAVY	TYPICKÉ MINERÁLY
 <p data-bbox="210 564 577 596">ČTVEREČNÁ (TETRAGONÁLNÍ)</p>	<p data-bbox="651 453 1245 596">Dvě osy osního kříže jsou stejně dlouhé. Typickým tvarem je hranol se čtyřmi plochami nebo dipyramida (=uzavřený krystalový tvar, tvořený libovolným počtem různoběžných ploch).</p>	<p data-bbox="1256 564 1451 596">rutil; chalkopyrit</p>
 <p data-bbox="170 943 618 975">KOSOČTVEREČNÁ (ORTOROMBICKÁ)</p>	<p data-bbox="651 868 1245 975">Osní kříž tvoří tři osy různé délky, které jsou na sebe navzájem kolmé. Typickým tvarem je hranol se čtyřmi plochami nebo dipyramida.</p>	<p data-bbox="1256 948 1451 979">síra; olivín; baryt</p>
 <p data-bbox="219 1315 562 1347">TROJKLONNÁ (TRIKLINICKÁ)</p>	<p data-bbox="651 1273 1245 1347">Osní kříž je tvořený třemi různě dlouhými osami svírajícími libovolný úhel (nikoliv však úhel pravý).</p>	<p data-bbox="1256 1315 1693 1347">plagioklas; modrá skalice (chalkantit)</p>

SOUSTAVA + MODEL	CHARAKTERISTIKA SOUSTAVY	TYPICKÉ MINERÁLY
 <p data-bbox="237 488 551 520">KLENCOVÁ (TRIGONÁLNÍ)</p>	<p data-bbox="651 373 1247 517">Někdy řazena do soustavy šesterečné. Klencová soustava má však svislou osu c trojčetnou. Osní kříž je tvořen třemi vodorovnými, stejně dlouhými osami.</p>	<p data-bbox="1256 488 1641 520">kalcit; dolomit; hematit; křemen</p>
<p data-bbox="143 564 1765 635">Opomenout nesmíme ani nerosty beztvaré (= amorfní)! Tyto nerosty nemají pravidelné krystalické uspořádání a částice jsou v nerostu rozmístěny náhodně. Mezi amorfni nerosty řadíme např.: opál; jantar nebo limonit.</p>		

Zdroj: webmineral.com

Příloha č. 4 – Grafický návrh obálky učebnice



GEOLOGIE



UČEBNICE PRO 9. ROČ. ZŠ A NIŽŠÍ ROČNÍKY VÍCELETÝCH
GYMNAZIÍ