



Gymnázium
Botičská



GEOLOGIE ZAJÍMAVĚ

sbírka úloh z geologie

Gymnázium Botičská

Praha 2014

Autorka: Mgr. Jana Hájková, Ph.D. (Gymnázium Botičská)

Recenzentka: RNDr. Jaroslava Hajná, Ph.D. (Ústav geologie a paleontologie PŘF UK)

Sbírka vznikla na Gymnáziu Botičská v roce 2014 díky podpoře Magistrátu hl. m. Prahy v rámci grantového Programu na podporu rozvoje škol zřízených hlavním městem Prahou (3/1 Inovace ve vzdělávání).

OBSAH

1. Stavba a vývoj Země	9
2. Nerosty	13
3. Horniny.....	21
4. Endogenní procesy	28
5. Exogenní procesy.....	36
Použitá literatura.....	46

Úvod

Střední školy představují vhodné prostředí, ve kterém mohou studenti získat zájem o geologické vědy, neboť již disponují potřebnými znalostmi z ostatních přírodovědných oborů. Přesto bývá obtížné je pro geologii nadchnout. Předkládaná sbírka chce usnadnit středoškolským učitelům zeměpisu výuku geologických témat a celkově přispět k jejímu zatraktivnění. Sbírkou se snaží zaplnit nedostatek učebních materiálů, s nimiž se učitelé u geologických témat potýkají.

Publikace nabízí především úlohy, s jejichž pomocí se dá učivo opakovat (úloha 1.3), nicméně jsou zde zařazeny i herní aktivity (2.3), časově náročnější úlohy, při nichž studenti rozvíjejí některé praktické dovednosti (5.2), a také úlohy, kdy studenti pracují s mapou (4.4). Materiál v některých úkolech navazuje na ostatní přírodovědné předměty, například zeměpis či chemii (2.8). Několik úloh si klade za cíl předvést geologické vědy jako vědecky i profesně perspektivní oblast (4.6).

Úlohy jsou rozděleny do pěti tematických okruhů: stavba a vývoj Země, nerosty, horniny, endogenní procesy a exogenní procesy. Některé úlohy bylo obtížné zařadit do jednoho okruhu, toto členění má tedy jen orientační charakter.

Většina úloh s obrázky a schémata předpokládá, že je učitel studentům nakopíruje. Pod každou úlohou jsou kurzivou zapsané metodické poznámky, které vysvětlují význam úlohy, upozorňují na možné potíže, případně nabízejí obměnu úlohy.

1. STAVBA A VÝVOJ ZEMĚ

1.1 Doplnování tabulky – porovnávání geosfér

Porovnejte zemskou kůru, plášť a jádro v následujících ohledech.

	vnitřní jádro	vnější jádro	zemský plášť	zemská kůra
mocnost				
šření P a S seismických				
průměrná hustota				
skupenství				
typické prvky (případně				

Poznámky:

Tabulka má vystihnout základní rozdíly, takže je třeba značné zjednodušení při vědomí toho, že geosféry nejsou homogenní. Není nutné uvádět přesné číselné údaje o mocnosti a hustotě, stačí srovnání největší, střední, nejmenší.

Obdobné tabulkové srovnání se hodí například na rozlišení endogenních a exogenních procesů. I zde postačí zjednodušeně říci, kteří činitelé většinou zvyšují (snižují) výškovou členitost reliéfu, resp. vytvářejí větší (menší) tvary.

	exogenní procesy	endogenní procesy
zdroj energie		
převažující vliv na výškovou členitost		
rozsah vytvářených tvarů		
příklady činitelů		

1.2 Zakreslování do mapy – litosférické desky

Barevně v mapě vyznačte základní litosférické desky (severoamerická, jihoamerická, pacifická, antarktická, eurasijská, africká a indo-australská deska). Šrafováním zvýrazněte oblasti s častým zemětřesením a sopečnou činností. Dá se vypořádat pravidelnost v jejich rozmístění?

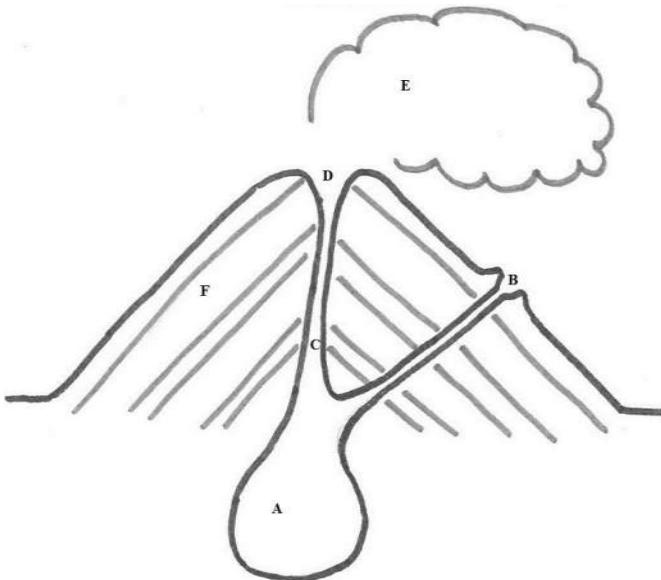


Poznámky:

Dle pokročilosti studentů je možné zařadit i další menší desky, jako je kokosová, filipínská, karibská, arabská deska, Nazca, Scotia nebo Juan de Fuca.

1.3 Popis obrázku – stavba sopky

Popište jednotlivé části stratovulkánu. Podle čeho poznáme, že jde o stratovulkán? Jak by se od stratovulkánu lišila štítová sopka? Co rozhoduje o tom, jak bude mít sopka strmé svahy?

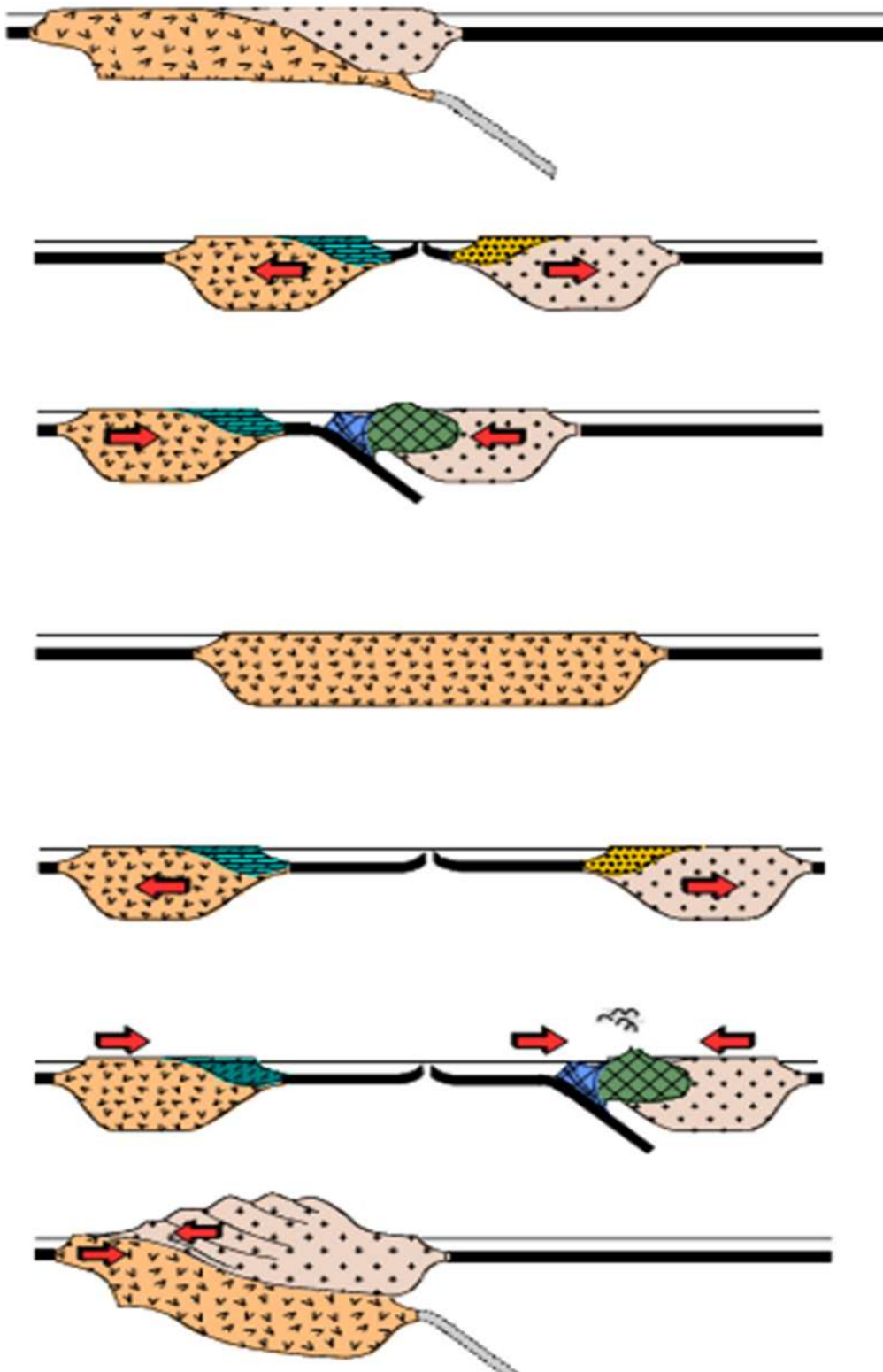


Poznámky:

Učitel může úkol zjednodušit tím, že zobrazené části sopky vyjmenuje. (Jde o parazitický kráter, sopouch, magmatický krb, hlavní kráter, sopečný kužel a pyroklastický materiál.)

1.4 Uspořádání schématu - Wilsonův cyklus vývoje kontinentů

Seřad'te fáze vývoje kontinentu tak, jak se rozpadá celistvý kontinent, vzniká mezi jeho částmi oceán, který následně zaniká, a opětovně se vytváří jednotný kontinent. Podrobně popište, co se při jednotlivých stadiích děje. Uveďte příklady oblastí, které se nacházejí v příslušných stadiích. Rozhodněte, ke kterým obrázkům se vztahují tyto pojmy: subdukce, kolize, rift, divergentní a konvergentní deskové rozhraní.



Poznámky:

Učitel může studentům obrázky nakopírovat na jeden list papíru a studenti pak číslovají jednotlivé fáze. Druhá možnost je, že učitel obrázek rozstříhá na jednotlivá stádia a studenti je řadí na lavici. (Tento postup je náročnější na práci učitele, nicméně svědčí studentům s tzv. kinestetickým typem učení, kteří si látku lépe pamatují díky manipulaci s ní.) Učitel může také společně s žáky řadit schémata na magnetické tabuli.

*Zdroj obrázku: <http://csmres.jmu.edu/geollab/Fichter/Wilson/wilsoncircl.html>
(Obrázek byl upraven.)*

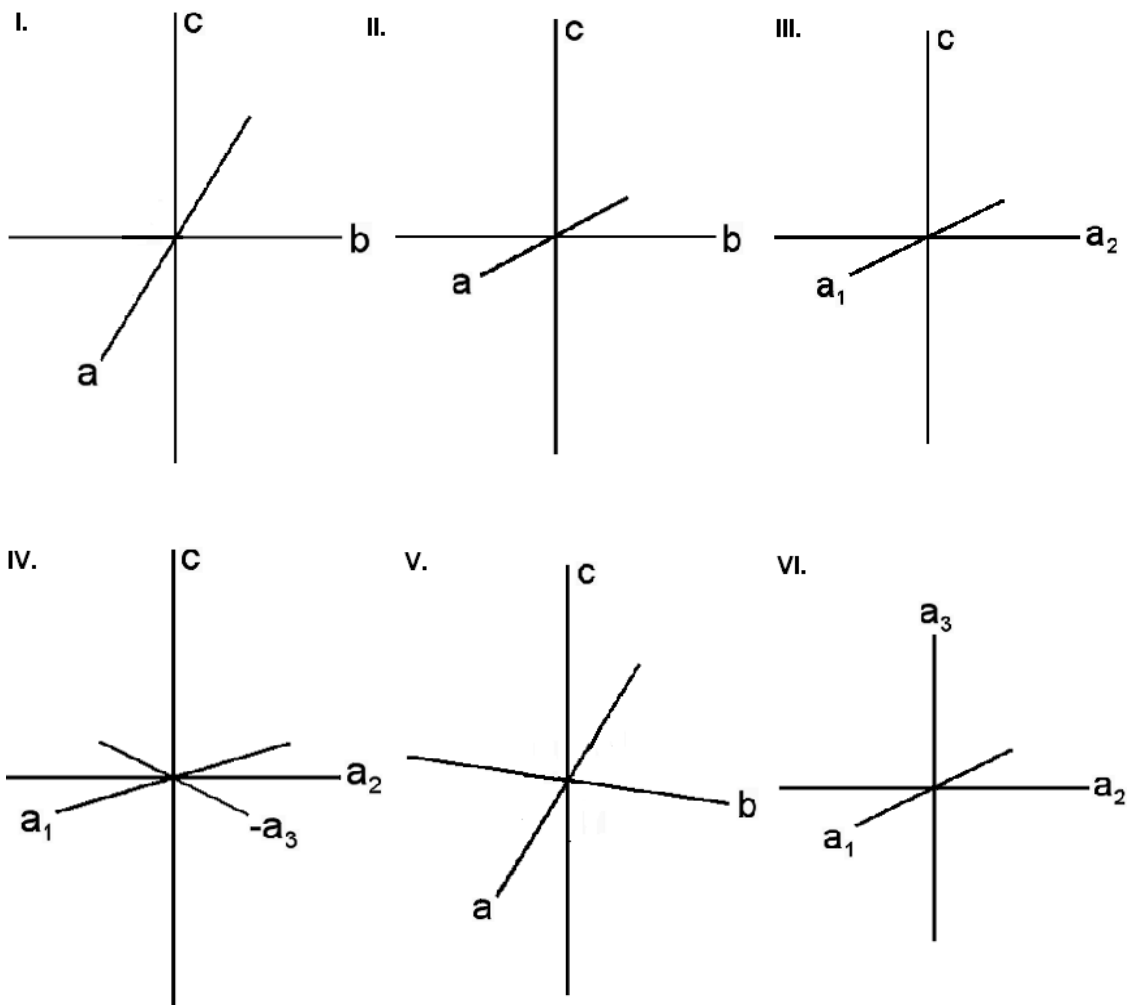
2. NEROSTY

2.1 Určování krystalografických soustav – osní kříže

Přiřaďte k osnímu kříži jeho charakteristiku a pojmenujte krystalografickou soustavu, pro niž je tento kříž typický.

1. Osy **a**, **b**, **c** jsou nestejně dlouhé; žádný úhel svíraný mezi osami není pravý.
2. Osy **a**, **b**, **c** jsou nestejně dlouhé; pravý úhel se nachází mezi osou **b** a **c**.
3. Osy **a**, **b**, **c** jsou nestejně dlouhé; všechny osy navzájem svírají pravý úhel.
4. Předozadní osa **a1** a pravolevá osa **a2** jsou stejně dlouhé (kratší než osa **c**); všechny osy navzájem svírají pravý úhel.
5. Tři vodorovné osy **a1**, **a2**, **a3** jsou stejně dlouhé, svírají úhel 60° ; osa **c** je na ně kolmá.
6. Tři stejně dlouhé osy **a1**, **a2**, **a3** jsou na sebe kolmé.

Rozhodněte, u kterých soustav budou mít krystaly na průřezu často tvar kosočtverce, dvanáctistěnu, šestiúhelníku, resp. čtverce. (Uvažujte pohled kolmo shora dolů. Jednotlivé průřezy se mohou vyskytovat ve více soustavách.)



Poznámky:

Na obrázku je pouze šest osních křížů, přestože je krystalografických soustav sedm. (Klencová a šesterečná soustava mají stejný osní kříž.) Úloha podporuje prostorovou představivost studentů. Pokud si studenti osní kříže vystříhnou z papíru, mohou je jako šablonu vkládat do obrázků krystalových tvarů a určovat, do jaké krystalové soustavy daný tvar patří. Pokud jsou ve škole k dispozici modely krystalů, mohou studenti přiřazovat osní kříže i k nim.

2.2 Hádej, na co myslím. – opakování znalostí o nerostech

Vybraný student myslí na určitý nerost. Ostatní studenti mu kladou otázky, na něž může dotyčný odpovědět pouze ano, nebo ne. Studenti se snaží co nejrychleji zjistit, na který nerost myslí. (Je zakázáno přímo jmenovat nerost, pokud si hádající opravdu není jistý.)

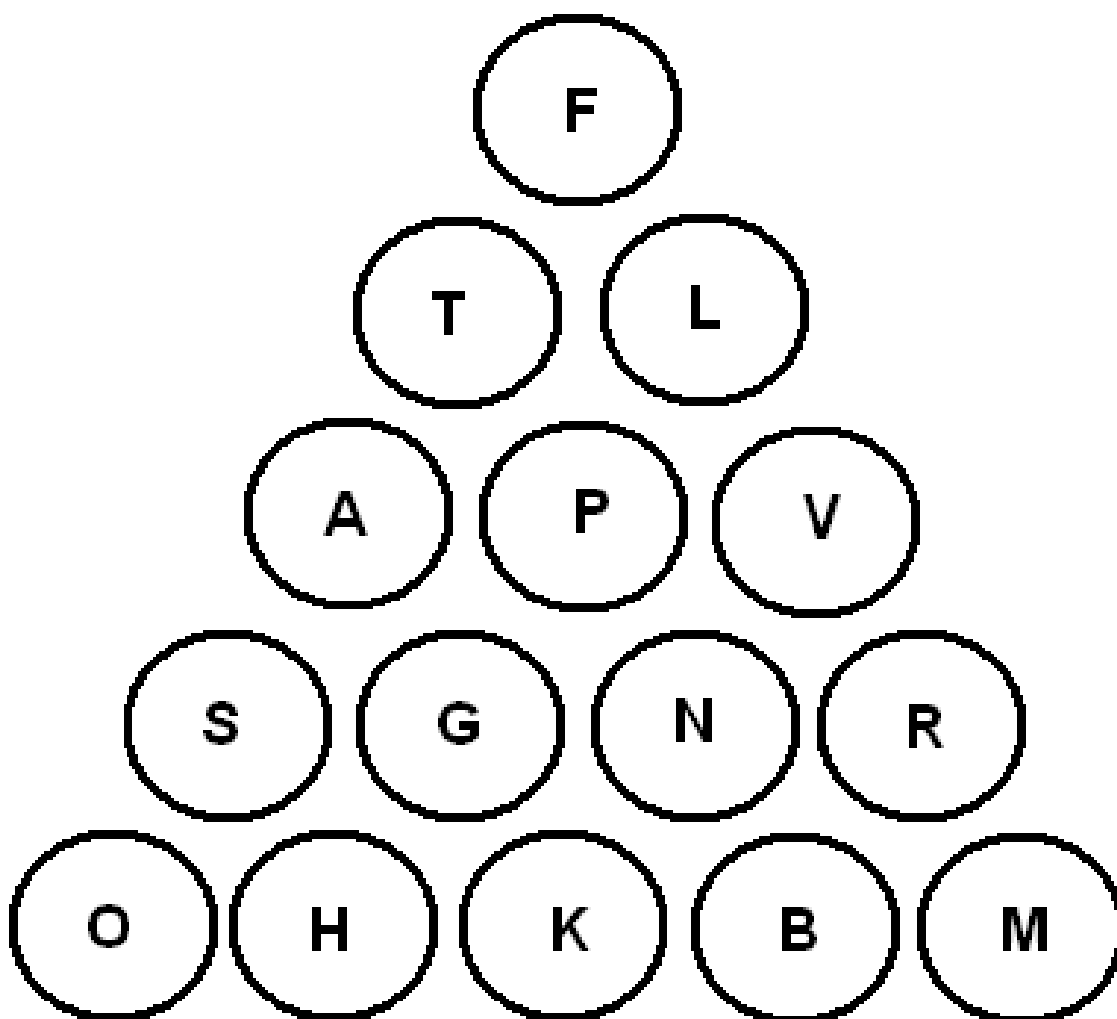
Poznámky:

Jde o procvičení znalostí o nerostech. Studenti se mohou ptát například na zařazení nerostu (Je to oxid?) nebo jeho vlastnosti (Je tvrdší než křemen? Je kujný?) Důležité vlastnosti jsou štěpnost, tvrdost, lesk, barva vrypu, hustota a průhlednost. Je-li to potřeba, mohou tázající se studenti využívat své poznámky. Vybraný student by nicméně

měl o nerostu vědět co nejvíc informací. Hra se dá využít i u hornin, mají-li studenti dost znalostí.

2.3 AZ kvíz – pojmy z mineralogie

Studenti se rozdělí na dvě družstva. Střídavě volí písmena a hádají pojem, který tímto písmenem začíná. Cílem hry je jako první propojit uhádnutými pojmy všechny tři strany trojúhelníku. Pokud družstvo, které zvolilo dané písmeno, pojem neuhádne, hádá stejný pojem i druhé družstvo. V případě, že ani toto družstvo pojem neuhádne, je možné se k tomuto políčku vrátit později a hádat druhý pojem (v závorce), který začíná na stejné písmeno.



F – kazivec (značka prvku, který se získává z krevelu)

T – osmý nerost v Mohsově stupnici tvrdosti (typický tvar krystalu křemene)

L – fyzikální vlastnost nerostů, kdy se odráží světlo od jeho povrchu (fyzikální vlastnost nerostů, které nevykazují štěpnost)

A – fialově zbarvená odrůda křemene (shluk krystalů)

P – hmota, z níž vzniká jantar (mosazně žlutý nerost kyz železnatý)

- V – rýha, kterou vytvoří nerost v porcelánové destičce (větší, dobře omezené krystaly v jemnozrnné hmotě)
- S – skupina nerostů obsahující síru s oxidačním číslem $-II$ (souhrnné označení pro muskovit a biotit)
- G – dutina, jejíž stěny jsou pokryté krystaly (červenohnědý šperkařský nerost těžený v Českém středohoří)
- N – skupina nerostů – prvků, které nevedou elektrický proud (značka prvku, který je součástí halitu)
- R – specifická vlastnost halitu (červená odrůda korundu)
- O – amorfni hydratovaný oxid křemičitý (křemičitan se zelenou barvou, který se často vyskytuje v čedičích)
- H – oxid železitý (fyzikální vlastnost nerostů, jejíž jednotkou je g/cm^3)
- K – název krystalové soustavy s trojčetnou osou, která se vyskytuje u kalcitu (fyzikální vlastnost nerostů, díky které je možné je vytepat do tenkých lístků)
- B – tmavá slída (minerál, jehož vzácnou odrůdou je smaragd)
- M – první nerost Mohsovy stupnice tvrdosti (minerál, který přitahuje střílku kompasu)

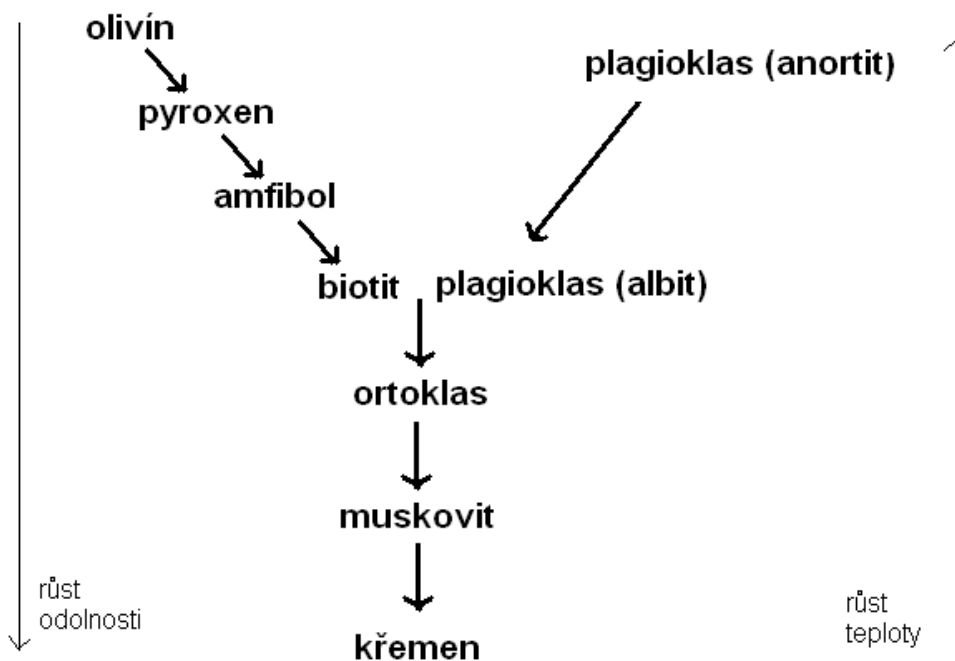
Poznámky:

Hra oživí hodinu soutěžením. Aby se nestalo, že hádá pouze několik studentů a ostatní z družstva mlčí, může učitel zavést pravidlo, že každý z družstva smí odpovědět pouze jednou. Každý student může mít schéma před sebou na papíře, ale postačí, když je schéma načrtnuté na tabuli.

2.4 Ano / Ne – krystalizace nerostů

Obrázek zachycuje Bowenovo krystalizační schéma. Jde o sled minerálů uspořádaných tak, jak krystalizují z magmatu. V horní části jsou minerály, které krystalizují jako první, tj. za nejvyšších teplot, minerály ve spodní části krystalizují za nižších teplot. V opačném směru schéma zachycuje stabilitu minerálů na povrchu Země, jinými slovy jejich odolnost vůči zvětrávání. S pomocí schématu rozhodněte, které tvrzení je pravdivé a které nepravdivé.

	ANO / NE
Křemen krystalizuje jako poslední.	
Amfiboly jsou odolnější než muskovit.	
S rostoucí teplotou krystalizace klesá odolnost příslušného minerálu vůči erozi.	
Biotit a albit jsou na povrchu Země přibližně stejně stabilní.	
Ortoklas krystalizuje za vyšších teplot než křemen.	
Pyroxeny se v chladnoucím magmatu objeví dříve než muskovit.	
Olivín je nejméně odolný vůči zvětrávání.	
Vyšší teplota krystalizace znamená menší stabilitu nerostu na povrchu Země.	



Poznámky:

V další hodině je možné se k schématu vrátit a nechat studenty vlastními slovy vyjádřit, o čem schéma vypovídá.

2.5 Pan Čáp ztratil čepičku. - barvy nerostů

Každý student si vytvoří kartičky z různě barevných papírů. (Postačí základní barvy jako je modrá, zelená, červená, žlutá, bílá a černá.) Učitel vždy řekne formulku: „Pan Čáp ztratil čepičku, měla barvu barvičku...“ a doplní nějaký nerost či jeho odrůdu. Studenti pak zdvihnou kartičku s příslušnou barvou nerostu.

Poznámky:

Hra se hodí na procvičení těch odrůd a nerostů, jejichž barva se dá snadno pojmenovat a student má kartičku příslušné barvy (citrín, malachit, azurit, smaragd, rubín, safír...). Výhodou této hry je, že zapojí všechny studenty a učitel může bezprostředně zkontrolovat odpovědi. Každopádně je třeba studenty upozornit, že nelze určovat nerosty výhradně podle barvy.

Krásný vzhled kamenů se dá využít i tak, že učitel vyzve studenty, aby si na příští hodinu přinesli své ozdoby z nerostů, a společně si je pohlédnou a určí.

2.6 Praktická úloha – určování vlastností nerostů

U předložených vzorků minerálů určete podle návodu následující vlastnosti:

- Tvrdost nerostu – Přibližnou tvrdost nerostu určete rýpáním nehtem (nehet ryje do nerostů s tvrdostí menší než 2), měděnou mincí (mince ryje do nerostů s tvrdostí do 3), nožem (nůž ryje do nerostů s tvrdostí do 5) a sklem (do skla ryje nerost s tvrdostí vyšší než 5). K přesnějšímu určení tvrdosti využijte Mohsovu stupnici. (Nerost o příslušném stupni tvrdosti ryje vždy do méně tvrdého nerostu.)
- Soudržnost nerostu – Po úderu kladívkem pozorujte změny na nerostu. (Rozpadne-li se na více kusů, je křehký, vytvoří-li plochou destičku, je kujný.) Prostým okem, případně pod lupou pozorujte plochy na úlomcích nerostu a určete, zda je nerost štěpný, či není. (Štěpné nerosty mají plochy rovné, lomné nerovné.)
- Barva nerostu – Do porcelánové destičky proved'te vryp a porovnejte jeho barvu s barvou nerostu. (Barevné nerosty mívají vryp barevný, zbarvené bílý.)
- Hustota nerostu I. – Zvažte kousek nerostu na laboratorních vahách. Poté jej upevněte na nit a ponořte do odměrného válce s vodou. Odečtěte objem vody před ponořením nerostu a po něm a z rozdílu určete objem nerostu. S využitím vzorce $m = V \cdot \rho$ vypočtete hustotu nerostu.
- Hustota nerostu II. – Naplňte materiálem ze dna potoka rýžovací pánve zhruba z poloviny. Ponořte těsně pod hladinu vody a krouživými pohyby materiál promývejte. Mírným nakloněním okraje pánve odplavujte větší nečistoty. Bude-li již v pánvi zbývat jemnější materiál, ponechte v ní asi na prst vody a pokračujte jemnějšími krouživými pohyby, případně rozprostřete materiál po povrchu pánve. Pokuste se odlišit, které nerosty byly vymyty jako první a které zůstaly u dna pánve. (U dna pánve zůstanou těžší minerály, odplaveny jsou ty lehčí.)

Poznámky:

K úloze potřebuje učitel následující pomůcky: vzorky nerostů, u nichž se stanovují vlastnosti, Mohsovu stupnici tvrdosti (případně nůž, měděnou minci a skleněnou destičku), odměrný válec, laboratorní váhy, nit, kalkulačku, kladívko, lupu, neglazovanou porcelánovou destičku, rýžovací pánev a promývaný sediment. Úlohu s rýžováním lze provádět v terénu u potoka, nebo si písčité sediment dna odebrat a promývat jej ve škole. (Pak je ale zapotřebí dostatečně velká nádoba, resp. výlevka a je třeba počítat s nečistotou v učebně.)

2.7 Doplnování tabulky - vlastnosti a vzorce nerostů

Pokuste se přiřadit do tabulky názvy nerostů, jejichž vlastnosti jsou zde uvedeny. Doplněte jejich zařazení do mineralogické třídy.

Hematit, biotit / muskovit, pyrit, kaolinit, kalcit, křemen, živec (plagioklas / ortoklas), olivín, halit, grafit, galenit, granát, amfibol / pyroxen, mastek, sádrovec.

Číslo	Nerost	Barva	Tvrдость	Ostatní vlastnosti	Třída
1		Růžová, bělavá, nažloutlá, našedlá	6	Dobrá štěpnost	křemičitany
2		Zelená	6,5	Bez štěpnosti, skelný lesk	křemičitany
3		Různé odstíny (ametyst, záhněda, růženín...)	7	Bez štěpnosti, průhledný až průsvitný	
4		Bílý či lehce příměsí zbarvený	2	Dokonalá křehlová štěpnost, rozpustný ve vodě (slaný)	
5		Průhledný až průsvitný	2	Výborná štěpnost, časté dvojčatění krystalů (vlaštovčí ocasy)	
6		Bílá, bělavě šedá	3	Dokonalá štěpnost podle klence, reaguje s HCl (šumí)	
7		Průhledný bezbarvý / tmavě hnědý až černý	2,5	Dokonalá štěpnost podle báze, odlupují se elasticky ohebné plátky	
8		Zelenavý až bělavý	1	Hedvábný lesk, hladký až kluzký na dotek	
9		Bělavý	1,5	Zemité vzhled a zápach, za vlhka plastický, otírá se	křemičitany
10		Tmavozelená až černá	6	Sloupečkovité krystaly	křemičitany
11		Ocelově šedá	2,5	Kovový lesk, velká hustota, výtečná křehlová štěpnost	
12		Červenavá až hnědá, často krvavě rudá	6,5	Skelný lesk	křemičitany
13		Šedočerný	1	Hladký na omak, otírá se, kovový lesk	
14		Červenohnědá až černá	5,5	Zemité, červenohnědý vryp, kovový lesk	
15		Mosazně žlutý	6,5	Kovový lesk, kubické krystaly, černý vryp	

3. HORNINY

3.1 Spojovačka – využití hornin a nerostů

Nerost či horninu z levého sloupce spojte s jeho typickým využitím uvedeným v pravém sloupci.

Alabastr	ochucovado
Pyrit	dlažební kostky
Grafit	sochařství
Vápenec	pokryvačský materiál
Žula	obkladový kámen
Guano	zápalky
Měď	výroba cementu
Kaolinit	šperkařství („kočičí zlato“)
Mastek	výroba porcelánu
Mramor	tuha
Halit	výroba hnojiva
Břidlice	krejčovská křída
Síra	elektrické vodiče

Poznámky:

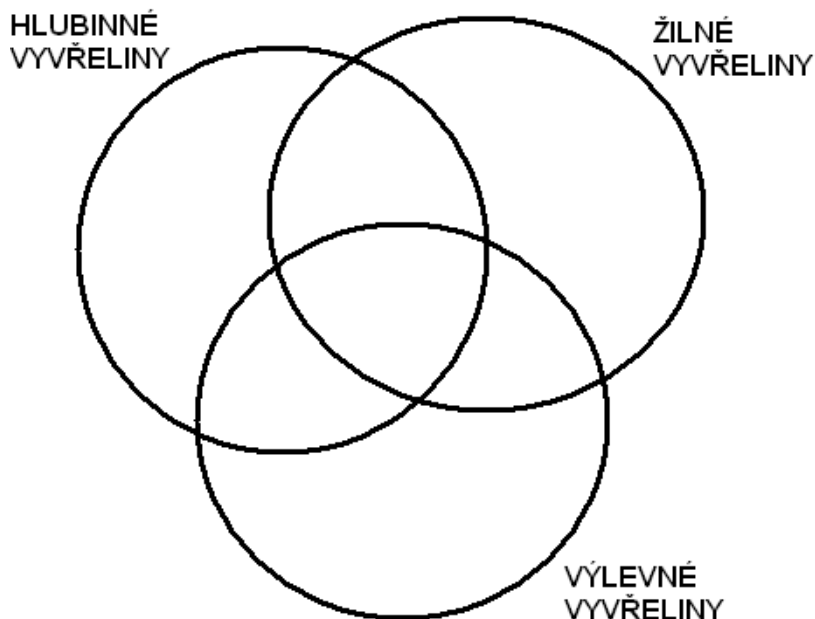
Studenti mohou vymýšlet další využití minerálů a hornin, určovat, které prvky se z nich získávají, nebo porovnávat uplatnitelnost jednotlivých nerostů ve šperkařství. Na to může navázat obecnější zamyšlení nad tím, k čemu je geologické vzdělání dobré.

3.2 Vennovy diagramy – hledání společných a odlišných vlastností hornin

Doplňte do příslušné výseče v diagramu charakteristiku jednotlivých typů vyvřelých hornin. (Ve výseči společné dvěma typům hornin musí být uvedeny jen ty vlastnosti, které jsou těmto dvěma typům společné. Obdobně výseč propojující všechny typy hornin musí obsahovat vlastnosti společné všem horninám.)

1. většinou hrubozrnná struktura
2. většinou jemnozrnná struktura
3. rychle tuhnoucí
4. pomalu tuhnoucí
5. tuhnoucí pod povrchem Země
6. tuhnoucí na povrchu Země

7. vzniklé tuhnutím magmatu



Poznámky:

Jde o hledání společných, resp. rozdílných vlastností různých skupin hornin. Každý kruh představuje množinu vlastností daného typu vyvřelých hornin. Vzájemné průniky odpovídají vlastnostem společným dvěma, resp. všem třem typům vyvřelin. (Obdobně lze hledat společné, resp. rozdílné vlastnosti hornin usazených, přeměněných a vyvřelých.) Je třeba počítat s tím, že jsou jednotlivé výseče různě zaplněné, resp. že mohou některé zůstat prázdné. Studenti mohou diagramy doplňovat samostatně v lavicích, nebo je možné načrtnout diagramy na tabuli a doplňovat je společně.

3.3 Doplňování tabulky – klasifikace hornin

Pokuste se zařadit následující horniny do příslušné skupiny podle způsobu jejich vzniku:

Ryolit, mramor, dolomit, jíl, čedič (bazalt), fylit, slepenec (konglomerát), vápenec, diorit, svor, antracit, prachovec, žula (granit), droba, gabro, rašelina, andezit, ropa, asphalt, pemza, brekcie, pískovec, rula a uhlí.

VYVŘELÉ		PŘEMĚNĚNÉ	USAZENÉ		
Hlubinné	Výlevné		Klastické ¹	Chemogenní ²	Organogenní ³

¹ tvořené usazenými úlomky

² vzniklé vysrážením

³ vzniklé z uložených těl rostlin a živočichů

Poznámky:

V případě hlubších znalostí studentů je možné sloupec s přeměněnými horninami dodatečně rozdělit (na horniny vzniklé metamorfózou vyvřelin, sedimentů, resp. jiných přeměněných hornin) a doplnit další příklady hornin.

3.4 Poznej, co to je. – vlastnosti hornin

Přečtete si uvedenou charakteristiku hornin a pokuste se k nim přiřadit příslušné názvy. Popisovány jsou následující horniny: gabro, arkóza, žula, bazalt, spraš, peridotit, slepenec, ryolit, fylit, travertin, pararula, migmatit, tuf a vápenec.

Jde o běžnou hlubinnou vyvřelinu, která mívá šedavou, namodralou či narůžovělou barvu. Je tvořená z živců, křemene a slídy. Ve velkém se vyskytuje například ve středočeském plutonu nebo v moldanubickém masivu.

Tato hlubinná bazická hornina má stejné chemické i mineralogické složení jako čedič. Bývá černošedá, obsahuje velké množství pyroxenů a plagioklasů.

Jde o sediment, který vzniká v potocích či poblíž pramenů. Tvoří se vysrážením kalcitu. Bývá světlý a porézní.

Tuto ultrabazickou hlubinnou vyvřelinu tvoří především olivín. Ve velkém množství se vyskytuje ve svrchním zemském plášti.

Tento klastický sediment je svým vzhledem podobný brekcii. Vznikl stmelěním štěrkovitých kamenů, které jsou na rozdíl od brekcie zaoblené.

Jde o jemnozrnnou horninu tmavě šedé barvy, v níž se vyskytuje především plagioklas a pyroxeny. Vykazuje sloupcovitou odlučnost. Je to nejběžnější výlevná hornina na Zemi i na Měsíci. V ČR se vyskytuje například v Českém středohoří.

Tento břidličnatý metamorfit obsahuje hlavně křemen a biotit. Vznikl silnou přeměnou jílovitých sedimentů. Vyskytuje se například v moldanubiku.

Tato hornina je výlevným ekvivalentem granitu. Je kyselá a často bývá pórovitá a narůžovělá. Mnohdy nese vyrostlice křemene či živců.

Jde o horninu řazenou k aleuritům (prachovým sedimentům), které byly naváté větrem. Mívá žlutavou barvu.

Tento metamorfit vyniká hedvábným leskem, je výrazně břidličnatý a jemnozrnný. Bývá šedozelenkavý. Využívá se jako pokrývačský materiál.

Tato hornina se nachází na pomezí mezi vyvřelými a přeměněnými. Bývá nápadně páskovaná. Tmavší složku tvoří hmota blízká pararulám, světlejší má granitové složení.

Jde o výlevnou horninu vzniklou zpevněním pyroklastik (popela, písku apod.). Její složení se může lišit.

Tento klastický sediment se řadí mezi psamity (píscité usazeniny). Obsahuje hodně křemene a také živců, čímž se liší od křemenného pískovce. Mívá bělavou, žlutou až hnědou barvu.

Jde o organogenní sediment, který vznikl nahromaděním schránek organismů. Tvoří jej kalcit. Mohou na něm vznikat krasové jevy. Vyskytuje se například v Českém a Moravském krasu. Bývá bělavý až šedý.

Poznámky:

Toto cvičení zkouší pasivní znalost hornin, díky tomu je úloha poměrně jednoduchá. Ztížit se dá například tím, že studenti nemají uvedený výčet hornin.

3.5 Výběr kartiček – vlastnosti hornin

Vyberte z uvedených hornin ty, které splňují zadané kritérium.

Gabro, žula, jílovitá břidlice, vápenec, fylit, čedič, spraš, jíl, svor, pískovec, ryolit, diorit, ortorula, štěrk a rašelina.

- a) Horniny, které obsahují málo křemíku.
- b) Horniny, které patří mezi plutonické.
- c) Horniny, které se využívají ve stavebnictví.
- d) Horniny, které obsahují větší množství slídy.
- e) Horniny, jejichž typická barva je tmavá (šedá či černá).
- f) Horniny, které jsou sypké (nezpevněné).
- g) Horniny, které jsou typické pro krasové oblasti.
- h) Horniny, na nichž vznikají úrodné půdy.

Poznámky:

Každý student (případně dvojice) může dostat názvy hornin natištěné na kartičkách. Po zadání určité společné vlastnosti musí kartičky přeskupit, tj. vybrat z nich horniny, které

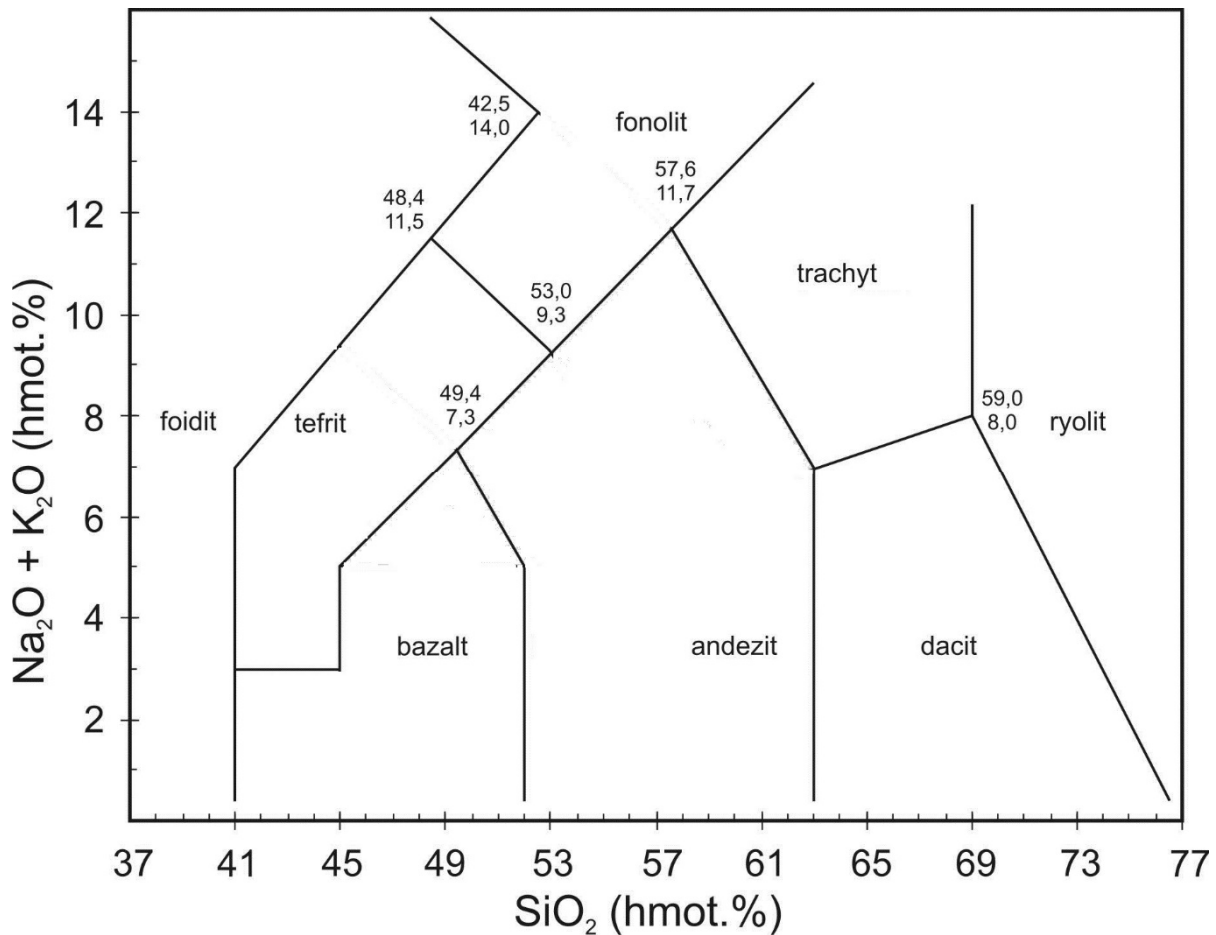
splňují zadané vlastnosti. Takto koncipovaná úloha vyhovuje studentům s kinestetickým typem učení. Je také možné napsat horniny na tabuli a studenti pouze vyjmenovávají ty vybrané. Učitel může předem říci, kolik hornin splňuje příslušné kritérium, tím usnadní rozhodování v nejasných případech.

3.6 Klasifikační diagramy – složení hornin

Klasifikace hornin podle Mezinárodní komise pro klasifikaci hornin (IUGS) vychází z obsahu nerostů v hornině. Rozdělení jemnozrnných vulkanitů znázorňuje TAS diagram. (Na ose x je zachyceno zastoupení křemene v hmotnostních procentech, na ose y zastoupení alkalických složek v hmotnostních procentech.) Rozdělení plutonitů znázorňuje QAPF diagram. (Na osách je vždy číselně vyznačeno procentuální zastoupení jednotlivých složek. Jeho vrcholy zachycují křemen – vrchol Q, alkalický živec – vrchol A, plagioklas – vrchol P a foidy – vrchol F.)

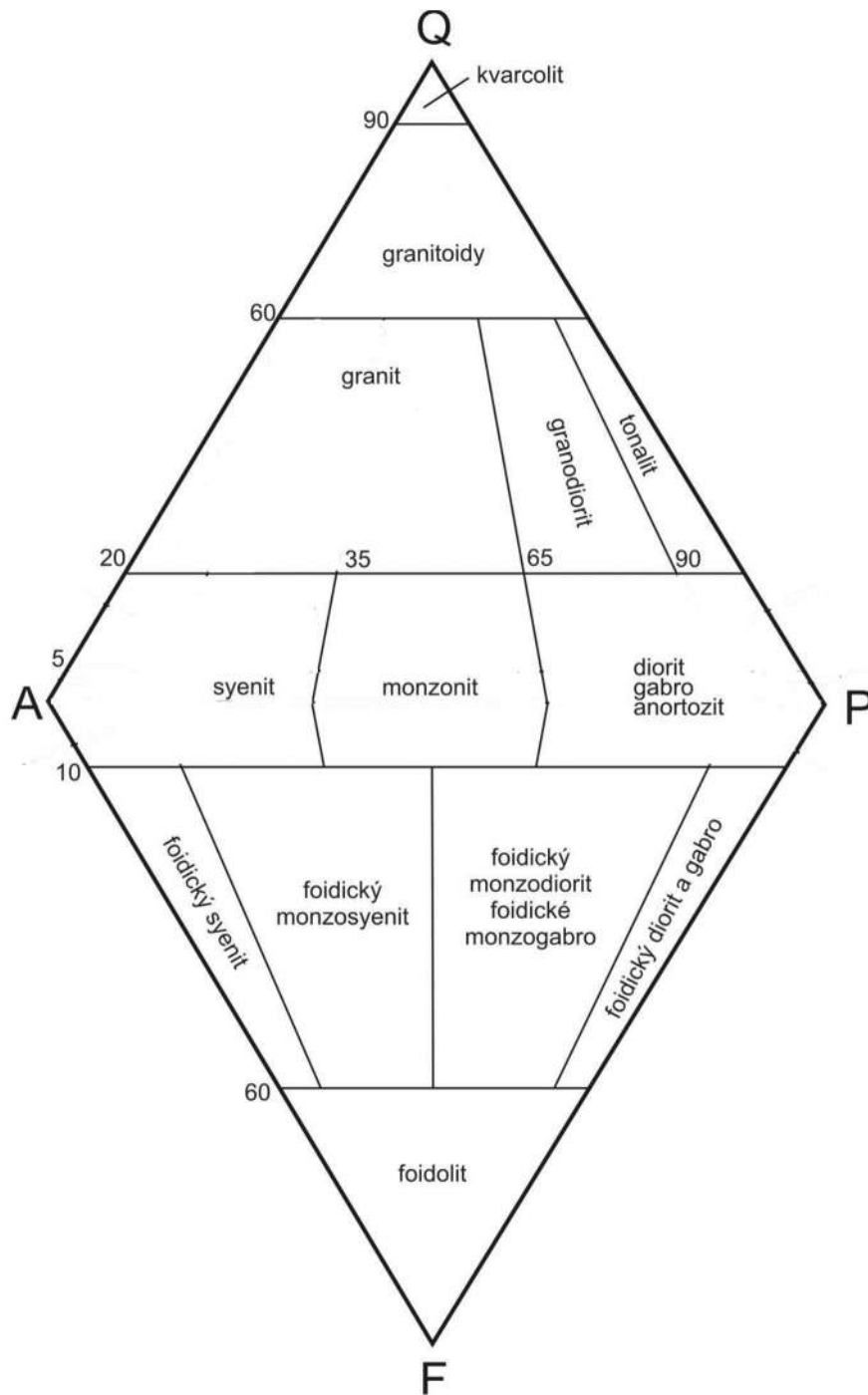
S pomocí zjednodušeného diagramu TAS rozhodněte, která tvrzení o vulkanitech jsou pravdivá.

- a) Dacit je kyselější hornina než andezit.
- b) Bazalt se řadí mezi alkalické horniny.
- c) Nejvyšší obsah SiO_2 má mezi vulkanickými horninami tefrit.
- d) Foidit může obsahovat menší i větší množství alkalických látek.
- e) Bazalt se od dacitu liší vyšším obsahem SiO_2 .
- f) Fonolit je zhruba z poloviny tvořen SiO_2 .
- g) Minimální obsah SiO_2 v tefritu činí 41 %.



S pomocí zjednodušeného diagramu QAPF rozhodněte, která tvrzení o plutonitech jsou pravdivá.

- Foidolit neobsahuje žádný křemen.
- Gabro a diorit mají obdobné složení.
- Granit má oproti tonalitu větší zastoupení alkalických živců.
- Kvarcolit může mít velmi variabilní složení.
- Granodiorit se od dioritu liší vyšším obsahem foidů.
- Od syenitu směrem k monozitu přibývá množství plagioklasu.
- Granitoidy jsou kyslejší než syenitoidy.



Poznámky:

Hlavní dovedností, kterou úloha procvičuje, je interpretace diagramů a orientace v nich.

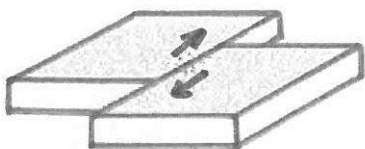
Úlohy se dají využít i tehdy, když se studenti o všech uvedených horninách neučili.

Nicméně je vhodnější tyto diagramy probírat spíše se studenty s pokročilejšími znalostmi.

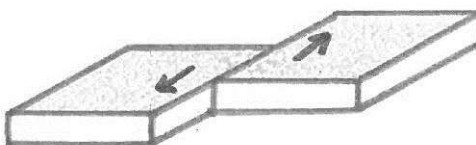
Oba diagramy jsou zjednodušené.

Pojmenujte zlomy a zlomové struktury. Vyznačte podložní a nadložní kru a zlomové plochy.

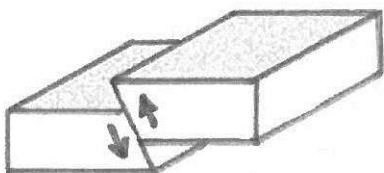
A



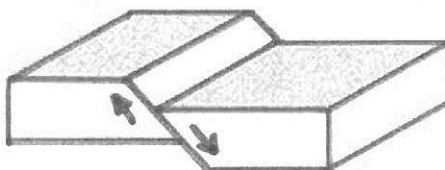
B



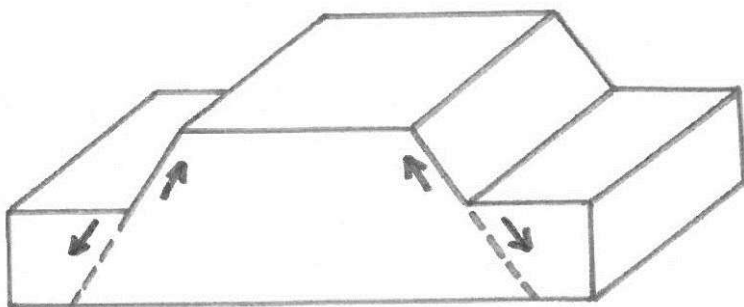
C



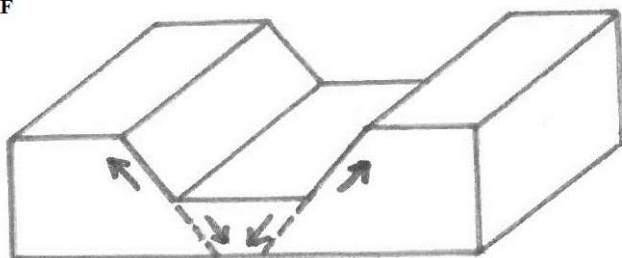
D



E

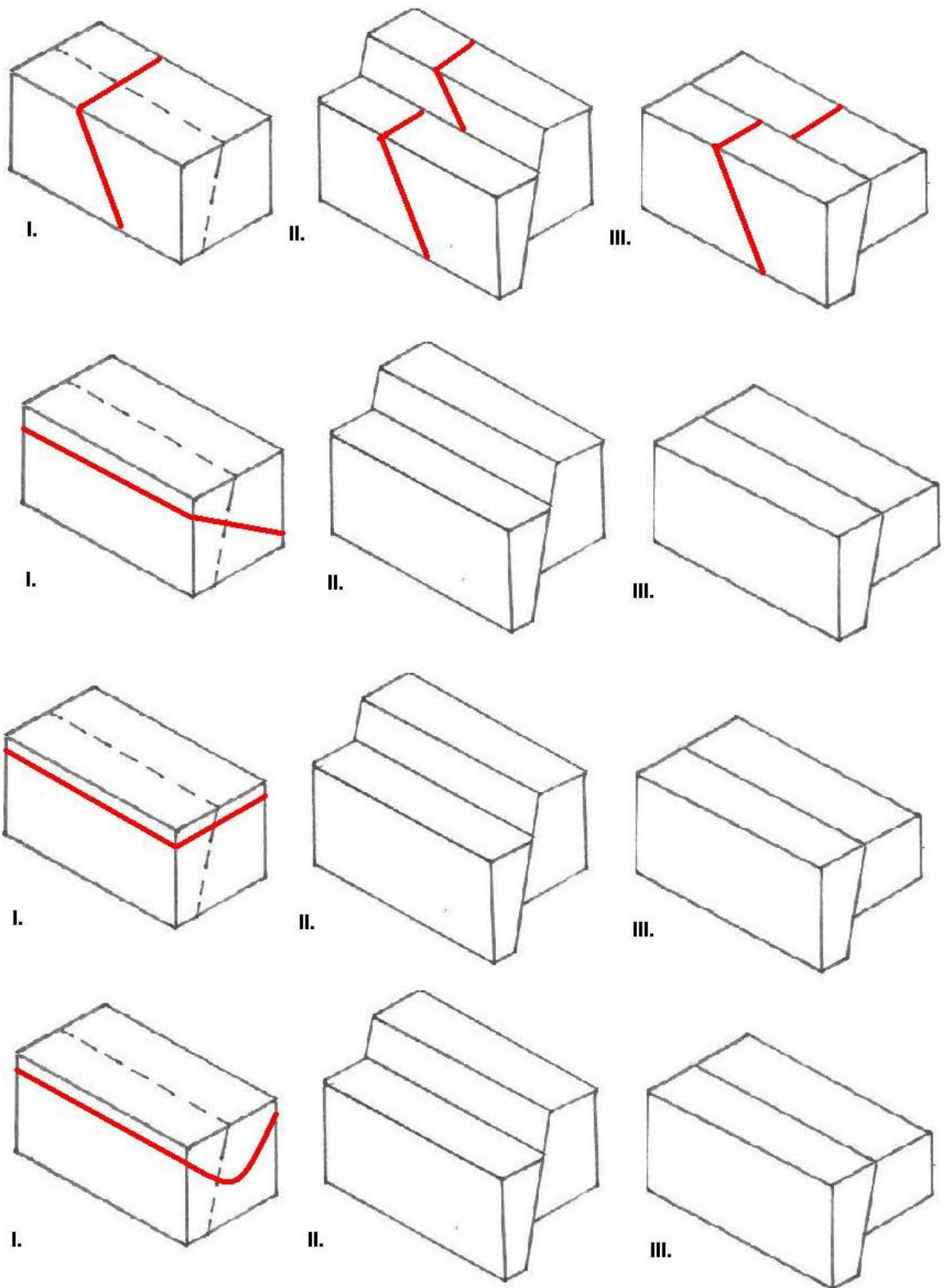


F



4.3 Dokreslování blokdiagramů - zlomy

Dokreslete do blokdiagramů ve druhém a třetím sloupci vrstvy poté, co došlo ke zlomu a následné erozi vyvýšené části. První trojice blokdiagramů představuje vyplněný vzor.



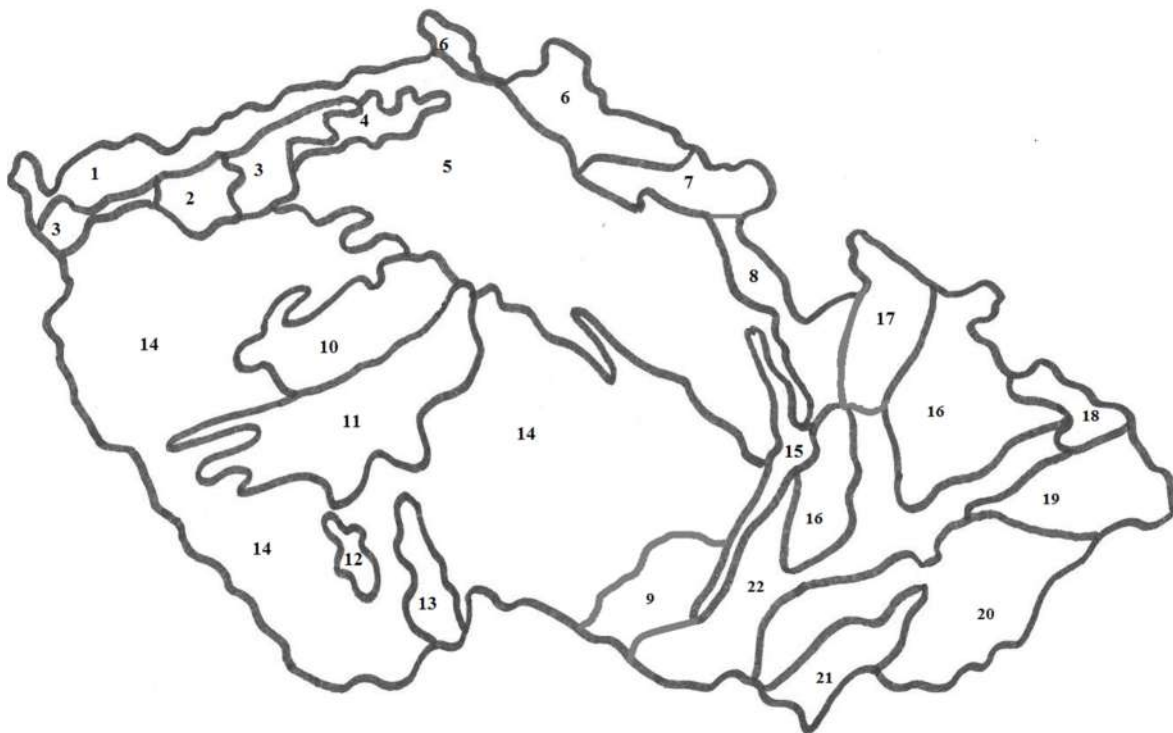
Poznámky:

První sloupec zachycuje blokdiagramy, ve kterých je přerušovanou čarou zakreslen zlom. Druhý sloupec zachycuje stav poté, co došlo k vyzdvižení pravé poloviny blokdiagramů. Třetí sloupec zachycuje stav poté, co došlo k odstranění přecházející části erozí.

Úloha rozvíjí prostorovou představivost studentů. Zakreslení prohnuté vrstvy v poslední trojici blokdigramů je obtížnější než zakreslování rovných vrstev.

4.4 Zakreslování geologických celků do mapy – geologická stavba ČR

Doplňte k příslušnému geologickému celku číslo, pod kterým je zakreslen v mapě.



- ___ prvohorní Krušnohorské krystalikum
- ___ neogenní sedimenty Vídeňské pánve
- ___ křídové sedimenty Českobudějovické pánve
- ___ třetihorní sedimenty podkrušnohorských pánví (Chebské, Sokolovské a Mostecké)
- ___ prvohorní sedimenty a magmatity Barrandienu
- ___ třetihorní flyš Západních Karpat
- ___ křídové sedimenty Třeboňské pánve
- ___ permokarbonské sedimenty Boskovické brázdy
- ___ moravskoslezský devon
- ___ prvohorní a starší magmatity a metamorfity Moldanubika
- ___ třetihorní vulkanity Doupovských hor

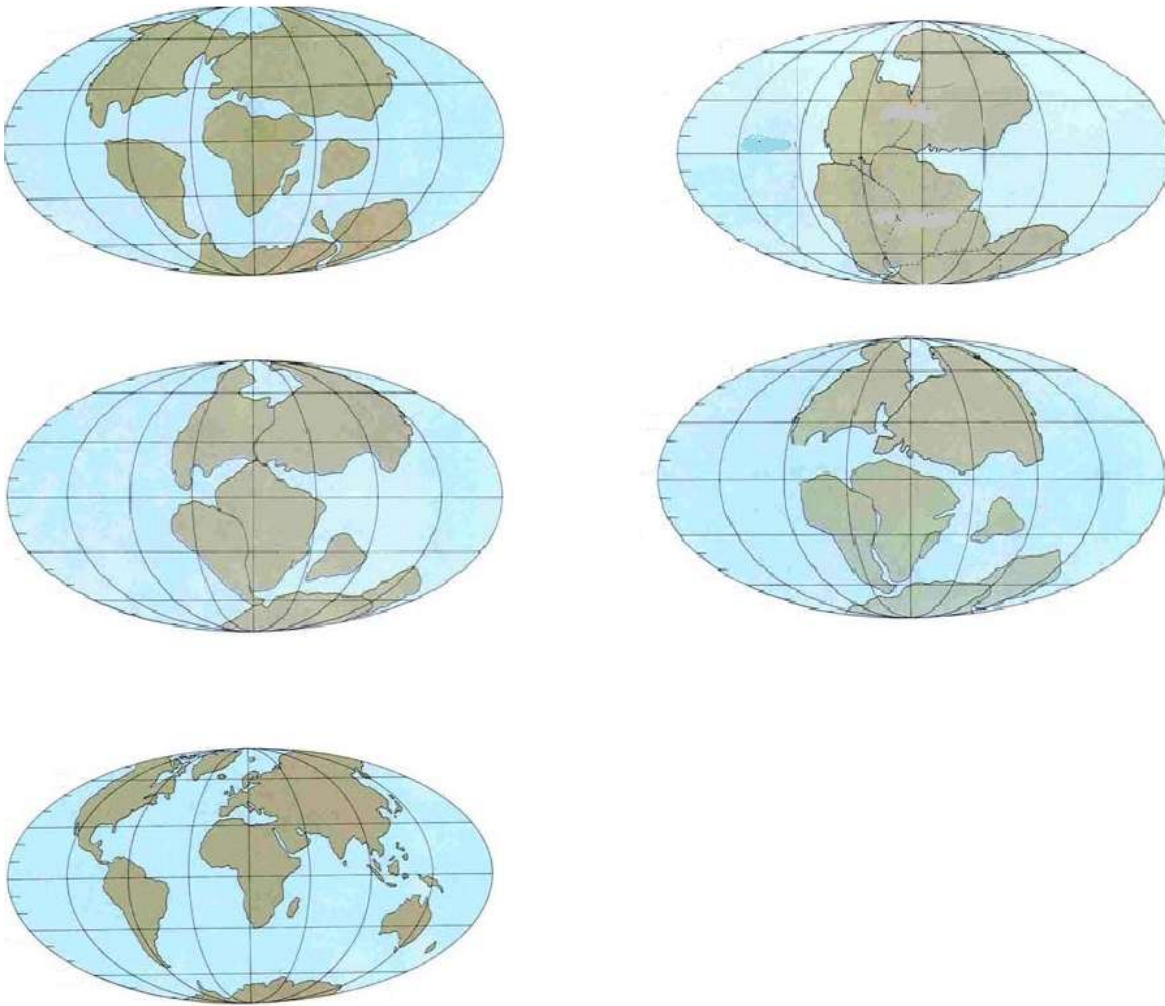
- ___ prvohorní vyvřeliny Středočeského plutonu
- ___ křídové sedimenty České křídové tabule
- ___ prvohorní Žulovský masiv a Silesikum
- ___ prvohorní Krkonošsko-jizerské krystalinikum (včetně Lužických hor)
- ___ křídový flyš Podslézské jednotky (Moravskoslezské Beskydy)
- ___ neogenní sedimenty Karpatské předhlubně
- ___ permokarbon Podkrkonošské pánve
- ___ prvohorní Orlické krystalinikum
- ___ třetihorní vulkanity Českého středohoří
- ___ karbonské, neogenní a kvartérní sedimenty Ostravské a Opavské pánve
- ___ moravikum (prekambrium až devon)

Poznámky:

Úloha se hodí také do výuky České republiky. Učitel může udělat úkol obtížnější tím, že dá studentům pouze slepou mapu bez seznamu geologických celků. Naopak zjednodušit se dá úloha tak, že studenti mají vybarvit určitou barvou základní geologické celky (moldanubická, tepelsko-barrandienská, sasko-duryňská, západosudetská, moravsko-slezská jednotka a Karpaty). Šrafováním pak mohou odlišit celý Český masiv a Karpatský systém.

4.5 Řazení obrázků – vývoj kontinentů

Očíslujte obrázky tak, jak se vyvíjelo rozložení oceánů a kontinentů od nejstarší doby po současnost. Obrázek č. 1 bude zachycovat pozici kontinentů před 225 mil. lety, č. 2 před 180 mil. lety, č. 3 před 135 mil. lety, č. 4 před 65 mil. lety a č. 5 postavení kontinentů v současnosti. Vlastními slovy popište vývoj kontinentů. (Použijte znalost názvů Pangea, Laurasie, Gondwana a Thetys.)



Poznámky:

Obrázky je také možné vystříhat a nechat studenty, aby je na lavici seřadili.

Zdrojem obrázků byly internetové stránky http://paos.colorado.edu/~toohey/fig_69.jpg a http://paos.colorado.edu/~toohey/fig_58.jpg. Obrázky byly upraveny.

4.6 Mapové aplikace – práce s geologickými mapami

S pomocí mapových aplikací České geologické služby (webová stránka <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>) zodpovězte následující úkoly:

1. S pomocí geovědní mapy v měřítku 1 : 500 000 v záložce Geologie určete, v jakém geologickém regionu se nacházejí města Pelhřimov a Břeclav. Očekávali byste, že se v obou místech vytvořila stejná půda? Správnost svého názoru ověřte pomocí půdní mapy v měřítku 1 : 50 000.
2. S pomocí geologické mapy v měřítku 1 : 50 000 v záložce Geologie určete, které horniny převažují v okolí Benešova. Jak se nazývá geologická oblast, do níž Benešovsko patří?

3. S pomocí geologické mapy v měřítku 1 : 50 000 v záložce Geologie určete, které horniny se **nevyskytují** jižně od Lovosic
 - a) spraš
 - b) kvartérní sedimenty
 - c) usazeniny z doby křídy
 - d) granodiorit

4. V mapě významných geologických lokalit v záložce Geologie vyhledejte, které z měst má ve svém okolí těchto lokalit nejvíce:
 - a) Hradec Králové
 - b) Opava
 - c) Prostějov
 - d) Brno

5. S využitím mapy dekoračních kamenů v České republice v záložce Nerostné suroviny rozhodněte, kde je více lomů na dekorační kámen:
 - a) na Ostravsku
 - b) ve středních Čechách

6. V mapě svahových nestabilit v záložce Inženýrská geologie vyhledejte, ve které oblasti ČR se vyskytuje nejvíce sesuvů. Pokuste se zdůvodnit, proč jsou právě zde.

Poznámky:

Úlohu je třeba vypracovat v počítačové učebně. V mapách lze zapínat a vypínat zobrazené vrstvy a zviditelnit legendu pomocí ikon v horní liště vpravo. Bližší údaje o příslušném místě se objeví po kliknutí do mapy. Učitel může tyto úlohy uzavřít společným zamyslením nad praktickým využitím geologie. Může také zadat domácí práci na téma komplexní geologická charakteristika vybraného místa, kterou studenti vypracují s pomocí uvedených webových stránek.

Autorské řešení: V Břeclavi převažuje fluvizem (alpsko-karpatské čelní pánve), v Pelhřimově kambizem (Český masiv), v Benešově se vyskytuje granodiorit (středočeský plutonický komplex), u Lovosic nenajdeme granodiorit. Nejvíc geologických zajímavostí má Brno, lomů na dekorační kámen je více ve středních Čechách. Nejvíc sesuvů je v oblasti Českého středohoří (Ústecko, Lounsko) a v Moravskoslezských Beskydech, o něco méně též v Českém ráji.

5. EXOGENNÍ PROCESY

5.1 Kartičky – definice pojmů (kras)

Polovina studentů dostane každý po jedné kartičce, na které je uveden jeden pojem. Student kartičku nikomu neukazuje a připraví si krátký popis toho, co pojem obnáší. Po vyzvání pojem přiblíží, aniž by jej musel vyslovit. Druhá polovina studentů, kteří žádné kartičky nedostali, hádá, o jaký pojem jde.

STALAKTIT	MEROKRAS	ŠKRAP
STALAGMIT	MOGOT	PONOR
STALAGNÁT	SINTR	VYVĚRAČKA
BRČKO	JESKYNNÍ PERLA	SLEPÉ ÚDOLÍ
HOLOKRAS	ZÁVRT	POLJE

Poznámky:

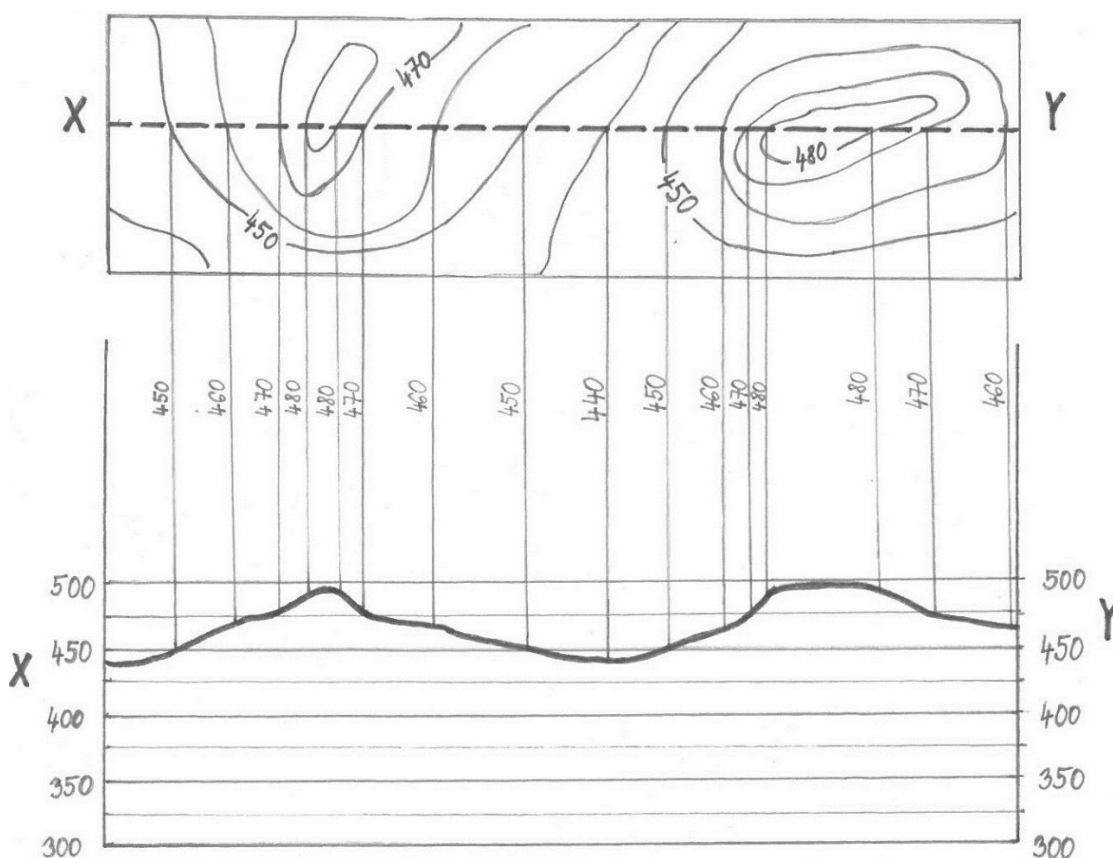
Hra se hodí k zopakování pojmově náročných témat. Výhodou této hry je její časová flexibilita. (Je možné s ní vyplnit krátký čas, který zbývá do konce hodiny, nebo ji pojmut jako delší opakování na začátku hodiny, kdy dostane kartičku každý student.) Další výhodou této hry je skutečnost, že se jí účastní všichni studenti. Je dobré vyvolávat je na přeskáčku, aby byli všichni ve střehu a dávali pozor. Pojem hádá vždy ten student, který se přihlásil jako první. Za určitý počet uhádnutých pojmů (například za 3 pojmy) může učitel dávat známku za práci v hodině. Je dobré zavést pravidlo, že student, který už známku získal, nemůže hádat dál. Tak dostanou příležitost i ti pomalejší. Hra rozvíjí vyjadřovací schopnosti studentů, neboť je nutí stručně, ale výstižně opsat nějakou skutečnost. Úlohu lze snadno připravit na jakékoliv téma s větším počtem termínů. (Další níže uvedený příklad slouží k zopakování pojmů z vulkanismu a zemětřesení.)

STRATOVULKÁN	MAGMATICKÝ KRB	EPICENTRUM
SOPOUCH	GEJZÍR	ZEMĚTŘESNÝ ROJ
KALDERA	SOLFATÁRA	SEISMOGRAF
PYROKLASTIKA	HORKÁ SKVRNA	RICHTEROVA ŠKÁLA
LÁVA	OHNIVÝ KRUH	CUNAMI

5.2 Příčný profil – konstrukce řezu terénem

Podle návodu a doprovodného obrázku sestrojte příčný profil mezi dvěma předem vybranými místy.

1. Spojte v mapě pravítkem místa, mezi nimiž chcete příčný profil konstruovat.
2. Na vzniklé úsečce vyznačte průsečíky s vrstevnicemi.
3. Zapište si nadmořskou výšku těchto průsečíků.
4. Změřte a zapište si vzdálenosti průsečíků od krajního bodu úsečky (od X).
5. Sestrojte graf, jehož osa x zachycuje vzdálenost a osa y nadmořskou výšku. (Zvolte vhodně stupnici.)
6. Do grafu zanešte průsečíky vrstevnic s úsečkou XY. (Souřadnice odpovídají jejich vzdálenosti od bodu X a nadmořské výšce.)
7. Spojte body plynulou křivkou.



Poznámky:

K úloze je třeba mít nakopírované mapy s vrstevnicemi. Úloha je časově náročnější (zabere 30 až 45 minut). Studenti mohou vytvářet graf ručně nebo na počítači. Pokud všichni konstruují příčný profil mezi stejnými místy, je dobré profily na závěr porovnat. Grafy jednotlivých studentů se totiž budou lišit v závislosti na tom, jak dlouhá je osa x

a jaké rozpětí bylo zvoleno na ose y. Je vhodné studenty upozornit, že příliš dlouhá osa y vede k neadekvátnímu převýšení, kdy i mělké údolí vypadá jako hluboký kaňon.

5.3 Zakreslování do mapy – tvary reliéfu v Evropě

Do mapy Evropy vyznačte, kde se můžeme hojně setkat s následujícími tvary: Fjordy, watty, kary, trogy, morénami a s krasovým reliéfem.

Zakreslete do mapy význačné evropské delty, estuária a činné sopky.

Vyšrafujte oblasti, které byly ve velkém měřítku formovány pevninským, resp. horským ledovcem, a oblasti s vulkanickým reliéfem.



Poznámky:

Učitel může úlohu pozměnit tím, že do mapky sám vyznačí vybraná místa, a studenti mají popsat typický reliéf v daném místě. Úloha se hodí do regionální geografie Evropy.

5.4 Domino – exogenní tvary reliéfu

Každá dvojice studentů obdrží sadu kartiček. Na každé kartičce jsou zapsané dva pojmy. Úkolem je poskládat pojmy vedle sebe tak, aby spolu sousedily logicky související pojmy.

MEANDR	VODOPÁD
NIVA	MRTVÉ RAMENO
POLYGONÁLNÍ PŮDY	ŘÍČNÍ TERASY
HRANCE	MRAZOVÉ ZVĚTRÁVÁNÍ
DUNA	VĚTRNÁ ABRAZE
AKUMULACE SNĚHU	ERG
MORÉNA	KAR

BLUDNÝ BALVAN	TILL
DELTA	PEVNINSKÝ LEDOVEC
FJORD	ŘÍČNÍ RAMENA
POBŘEŽNÍ SRUB	ČLENITÉ POBŘEŽÍ
VOŠTINY	PŘÍBOJ
ŘÍČNÍ EROZE	PÍSKOVEC
VISUTÉ ÚDOLÍ	KAŇON

Poznámky:

Pokud je domino uspořádáno správně, vytvoří kartičky kruh. Pokud učitel hodlá používat tuto metodu opakovaně, vyplatí se kartičky zalaminovat, čímž se zvýší jejich odolnost. Obtížnost tohoto typu úkolu závisí na zvolených pojmech. (Obtížnější je situace, kdy je možné vytvořit více logicky souvisejících dvojic, obecně domino s větším počtem pojmů.) Po uspořádání kartiček mají studenti zdůvodnit, jak spolu dvojice pojmů souvisí.

5.5 Popis obrázků - exogenní tvary reliéfu

Pojmenujte geologické útvary, které zachycují následující obrázky. Vysvětlete, jak tyto útvary vznikají (jakí činitelé se podíleli na jejich vzniku).



Poznámky:

Tento typ úlohy lze ztraktivnit tím, že studenti nepracují s kresbami, ale s fotografiemi. (Vyučující je může promítat v PowerPointu.) Úlohu je možné využít i při probírání České republiky, kdy na příkladu známých geologických útvarů studenti vysvětlují jejich vznik. (Lze zmínit například bludný balvan v Kunčicích, Husovu kazatelnu, Obří důl, Pravčickou bránu, Koněpruské jeskyně, Kokořínské pokličky či Prachovské skály.)

5.6 Skládankové učení – zvětrávání

Studenti se rozdělí do skupin po čtyřech. Každý student ve čtveřici si přečte jednu část textu, který pokrývá určitou část tématu, a zapamatuje si (případně poznamená) podstatné informace. Vlastními slovy pak sdělí svým spolužákům, co se dozvěděl. Na základě přečtených a vyslechnutých informací doplní každý student odpovědi na přiložené otázky.

- a) Které typy zvětrávání existují?
- b) Uveďte příklady mechanického a chemického zvětrávání.
- c) Vyjmenujte několik minerálů, které vznikají při chemickém zvětrávání.
- d) V jakých oblastech je intenzita eroze nejvyšší?
- e) Kteří činitelé se účastní transportu zvětralin a přispívají k jejich třídění?
- f) Které faktory ovlivňují intenzitu zvětrávání?

Zvětrávání je soubor procesů, při kterých dochází k **mechanickému** rozpadu a **chemickému** rozkladu hornin na zemském povrchu. Horniny a jejich stavební součásti - minerály během zvětrávacích procesů reagují s atmosférickými a hydrosférickými činiteli (vodou, plyny obsaženými ve vzduchu) a biosférou.

Výsledkem této interakce je rozpad soudržných hornin na sypké nesoudržné materiály (**rezidua, zvětralin**) doprovázený současně i částečným chemickým rozkladem výchozích hornin. Zvětralý materiál je následně přemístován vzduchem, řekami a gravitací do depresí zemského povrchu, kde se ukládá.

Rozpukané, porušené horniny snadno reagují s chemicky aktivními látkami rozpuštěnými ve vodě. Přitom dochází k rozpouštění části nestabilních minerálů, částečnému odnosu rozpuštěných látek a tvorbě nových minerálů stabilních na zemském povrchu. Nezbytná energie je těmto procesům dodávána převážně slunečním zářením. Oba procesy, chemické i fyzikální zvětrávání, působí v těsné vzájemné vazbě a součinnosti. Fyzikální rozpad usnadňuje působení chemicky aktivních látek a naopak.

Zvětrávání a následná eroze, tj. destrukční geologické procesy, modelují reliéf Země vytvořený působením endogenních sil (vrásnění, zlomové tektoniky atd). Charakter zemského reliéfu je produktem dlouhodobého soupeření endogenních a exogenních sil. Kdyby nedocházelo k neustálému tektonickému oživování reliéfu a zvyšování výškových rozdílů, byl by zemský reliéf působením eroze zarovnan řádově během stovek milionů let.

Zvětrávání hornin způsobují zejména **fyzikální** (mechanické) a **chemické** procesy. Kromě nich se na zvětrávání přímo či nepřímo podílejí i **organismy**, zejména rostliny, půdní mikrobiota a drobní i větší živočichové. Uplatnění jednotlivých typů zvětrávání je podmíněno zejména klimaticky. V teplejších oblastech tropech a subtropích, se uplatňuje především zvětrávání chemické, zatímco v oblastech chladných - polárních a velehorských, s řídkou vegetací, má rozhodující vliv zvětrávání mechanické.

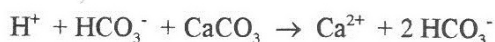
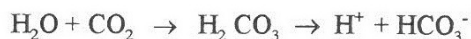
Mezi hlavní procesy, které způsobují mechanickou dezintegraci hornin, patří zejména:

- a) **objemové změny** způsobené rychlým zahříváním a ochlazováním horniny; při dlouhodobém působení vyvolávají odlupování povrchových vrstev horniny,
- b) **rozmrzání a zamrzání pórové vody** a vody vázané na pukliny a trhliny - způsobuje odlamování hornin podle těchto porušených ploch,
- c) v podmínkách pouštních nebo v agresivním ovzduší městských aglomerací se může uplatňovat i **kryštalizační tlak některých solí** (např. sádrovce),
- d) **působení gravitace**, které vyvolává odlamování narušených hornin,

Text 2 Chemické zvětrávání (Kachlík 2001, s. 200 - 201)

Chemické zvětrávání je složitějším procesem než zvětrávání mechanické. Dochází při něm nejenom k rozpadu původní horniny na drobnější částice, ale chemickými reakcemi mezi horninou a jí prostupujícími roztoky, se výchozí hornina značně látkově mění. Část rozpuštěného materiálu je z horniny odnášena do různých vzdáleností, např. mobilní prvky jako Na, Ca, částečně Mg; část minerálů (např. draselné živce, některé minerály Fe, Mg) reagují s roztoky za vzniku nových (autigenních) minerálů. Pouze nejdolnější minerály jsou chemickým zvětráváním postiženy jen málo např. křemen. Z chemických reakcí se při zvětrávání uplatňují zejména:

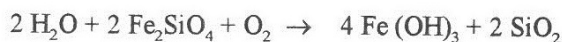
- a) **rozpuštění** - např. soli jsou z původního sedimentu nebo sedimentární horniny zcela převedeny do roztoku a transportovány vodou na značné vzdálenosti,
- b) **karbonatizace** - vzdušný CO₂ rozpuštěný ve vodě vytváří slabou kyselinu uhličitou, která reaguje s kalcitem za uvolňování vápníku nebo rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého



- c) **hydratace** - bezvodý minerál reaguje s vodou, hydroxylové ionty se zabudovávají do struktury a tak minerál postupně přechází na vodnatou formu např. z draselného živce vznikne kaolinit



- d) **oxidace** - zejména málo stabilní minerály reagují s kyslíkem za spoluúčasti vody na oxidy nebo hydroxidy



Výsledkem chemického zvětrávání hornin je mimo rozklad původních hornin také tvorba stabilních jílových minerálů (např. kaolinit, illit, montmorillonit aj.) ve zvětrávacích kůrách a eluviích. Vznik jednotlivých typů jílových minerálů je podmíněn klimatem a složením výchozích hornin. Kaolinit vzniká v teplém humidním klimatu, v chladnějším mírném klimatu a v mořském prostředí se vytváří illit. Montmorillonitem bohaté jíly vznikají rozpadem bazičtějších hornin.

Ve většině hornin běžně zastoupené živce se přeměňují na jílové minerály. Křemen, který je běžnou součástí většiny kyselých hornin, se chemicky rozpouští jen za vysoké alkalinity podzemní vody. Může být transportován ve formě gelu. Jeho srážením vznikají opály. V případě jeho většího odnosu může být reziduum obohaceno o minerály Al, případně o minerály Fe a Mn. Vznikají tak sytě rudohnědé lateritické zvětralin, které jsou-li dostatečně obohaceny hliníkem se těží jako surovina pro výrobu hliníku nebo žaruvzdorných hmot. Známé jsou pod označením **bauxity**. Tmavé minerály se rozpadají především na Fe a Mg hydroxidy (limonit, goethit), případně karbonáty a jílové minerály.

Text 3 Eroze, transport, sedimentace (Kachlík 2001, s. 203 - 204, 208)

Termínem **eroze** (denudace) označujeme destruktivní exogenní geologické procesy, modelující zemský povrch a dotvářející jeho rozmanitou topografii. Erozi jsou vystaveny všechny geologické objekty na zemském povrchu, ať již vytvořené činností endogenních (vulkanická, magmatická tělesa) nebo exogenních sil (souvrvství sedimentů). Eroze je podmíněna intenzitou zvětrávání. Zvětrávání mechanické je mnohonásobně rychlejší než zvětrávání chemické, proto objemy mechanicky zvětralých hornin převyšují objemy produktů chemického zvětrávání. Zvětralé částice hornin, transportované v různých médiích (voda, vzduch, led, gravitace), proces eroze ještě zrychlují.

Rychlost eroze je měřitelná poměrně snadno na určitém místě (např. historickém objektu, pomníku, skalním podkladu), obtížnější je vyjádřitelná pro větší části zemského povrchu např. celé kontinenty. Mezi jednu z nejpoužívanějších poměrně exaktních metod zjišťování průměrné rychlosti eroze určité oblasti je metoda vycházející z určení množství materiálu odnášeného do oceánských pánví řekami za určitou časovou jednotku (např. rok). Ze zjištěné celkové kubatury sedimentů pak lze zjistit průměrnou rychlost eroze pro příslušnou plochu. Rychlosti eroze různých částí kontinentů se liší, řádově se však pohybují v cm/1000 let. Např. pro povodí Amazonky byla výše uvedeným způsobem spočtena rychlost eroze na 4,7 cm/1000 let. Samozřejmě nejvyšší rychlosti eroze jsou v horských, vegetací nekrytých oblastech, zatímco minimální jsou v oblastech nížinných. Protože celkovou úroveň eroze ovlivňuje zejména mechanické zvětrávání, koreluje rychlost eroze s průměrnou nadmořskou výškou jednotlivých kontinentů, poněkud méně zřetelná je závislost na množství vody odtékající řekami z jednotlivých kontinentů. Protože nikdy v historii nedošlo k úplnému srovnání výškových rozdílů na Zemi, jsou rychlosti horotvorných procesů větší než rychlosti eroze.

V posledních stoletích významně zasahují do těchto procesů i antropogenní vlivy (zemědělská činnost, odlesňování, těžba surovin atd., průmyslové exhalace).

Zvětraliny jsou na zemském povrchu přemísťovány různým způsobem. Největší množství materiálu je však přemísťováno proudící vodou. Zbylá část sedimentů pak větrem, ledovci nebo gravitací. Každý z uvedených mechanismů transportu má své zvláštnosti, které se projevují ve specifické zmitosti (velikosti převládajících úlomků), stupni vytřídění, opracovanosti i složení sedimentů. Při transportu dochází totiž nejen ke třídění materiálu podle zmitosti (unášecí schopnost transportačních médií je závislá na rychlosti jejich proudění), ale i k jeho chemickému rozpouštění. Třídění se uplatňuje především při transportu vodou a částečně větrem. Transport ledovci a gravitací má třídící účinky menší. V případech transportu těmito médii se setkáváme s nevytříděnými a chemicky nezralými sedimenty, jejichž součástí jsou v hornině často chaoticky uspořádané. Sedimenty transportované vodou a větrem jsou obvykle zmitostně lépe vytříděné, mají pravidelnější vnitřní uspořádání sedimentárních těles (textury a struktury). Obsahují více chemicky zralého materiálu (tj. materiálu stabilního v povrchových podmínkách). Soubor těchto znaků nám dovoluje zpětně interpretovat, jakými pochody se sedimenty tvořily a v jakém prostředí se ukládaly.

K ukládání částic sedimentu unášených vodou nebo větrem dochází při snížení rychlosti transportačního média v důsledku různých překážek, tření, v případě vody hlavně ke snížení výškových rozdílů v reliéfu, které jsou rozhodující i pro transport úlomků působením gravitace nebo ledu. K sedimentaci dochází v místech lokálních nebo regionálních **erozních bazí** (nejnižší úrovně, kam až může zasahovat eroze), jimiž mohou být hladiny jezer, moří nebo mezihorských depresí. Soubor fyzikálních, chemických a biologických podmínek, za kterých dochází k ukládání sedimentů, označujeme jako **sedimentační prostředí**.

Text 4 Faktory ovlivňující zvětrávání (Kachlík 2001, s. 199, 202 - 203)

Intenzita zvětrávání je dána celou řadou faktorů, mezi nimiž hraje nejvýznamnější úlohu **klima, tektonická predispozice, aktivní tektonické pohyby, charakter reliéfu, původní složení hornin**, jejich odolnost vůči zvětrávání a **délka působení těchto faktorů**. Procesy zvětrávání se spolupodílejí nejen na modelaci zemského reliéfu, ale významně zasahují i do látkových cyklů probíhajících na Zemi - např. cyklu uhlíku, silikátového cyklu i koloběhu vody. V neposlední řadě je existence zvětralinového pláště, z něhož se za přispění bioty vyvíjejí postupně půdy, podmínkou existence života na naší planetě.

Faktorů, které ovlivňují rychlost a intenzitu chemického i mechanického zvětrávání, je několik. Patří mezi ně především:

- a) **výchozí složení a struktura horniny**, tektonické porušení horniny, porozita atd., které určují odolnost horniny vůči zvětrávání, Odolnost minerálů je určována především pevností vazeb jednotlivých prvků v krystalové mřížce a jejich chemickou reaktivitou. Generálně platí, že minerály, jejichž krystalová mřížka je stabilní v podmínkách vyšších tlaků a teplot (např. olivín, pyroxeny), poměrně snadno zvětrávají. (Neplatí to pro chemicky málo reaktivní nerosty jako např. diamant a další drahokamové nerosty). Naopak minerály krystalizující za nižších teplot jsou vůči zvětrávání nejodolnější. Pro vyjádření stability minerálů ve zvětrávacích procesech se dá použít obráceného Bowenova schématu
Nejstabilnější minerály (křemen) se stávají hlavními součástmi klastických sedimentů, protože jsou schopny transportu na velké vzdálenosti.
- b) **klimatické poměry** - zejména teplota, humidita, výpar, rostlinný kryt, úroveň hladiny spodní vody a její pohyby, které ovlivňují zejména oxidačně-redukční podmínky. Z těchto důvodů jsou nejhlubší zvětralinové profily v oblastech tropických dešťových pralesů, kde jsou největší srážky, výpar a dochází zde k pohybům hladiny podzemních vody. Významně působí také hustý rostlinný kryt. Intenzita a dosah zvětrávání klesá směrem k pólům.
- c) **morfologie terénu** - v horských oblastech je materiál gravitací rychle odnášen a chemické zvětrávání se proto nemůže plně uplatnit,
- d) délka působení jednotlivých faktorů,
- e) **antropogenní vlivy** (kyselá dešť) v poslední době značně urychlují chemické zvětrávání hornin.

Poznámky:

Studenty je možné rozdělit na skupiny buď po čtyřech, nebo po dvou. Závěrečné otázky ověřují, zda se ke všem studentům ve skupině dostaly veškeré podstatné informace. Úloha zlepšuje vyjadřování studentů a zároveň je učí vybrat z neznámého textu důležité informace. Pokud učitel tuto metodu použije k probrání nové látky, měl by pak informace ujednotit, případně doplnit. (Nedostatečná znalost může pramenit nejen z nepozornosti posluchače, ale také z nekvalitního podání hovořícího studenta.)

Texty byly přežaty ze skript V. Kachlíka Základy geologie (Karolinum, Praha 2001, 343 s., ISBN 80-246-0212-1) a byly zkráceny.

POUŽITÁ LITERATURA

Bauer, J., Tvrz, F. **Minerály**. Artia, Praha, 1988, 207 s.

Bouška, V., a kol. **Geologie pro gymnázia**. SPN, Praha, 1984, 223 s.

Dudek, A., Malkovský, M., Suk, M. **Atlas hornin**. Academia, Praha, 1984, 312 s.

Kachlík, V. **Základy geologie**. Karolinum, Praha, 2001, 343 s., ISBN 80-246-0212-1.

Pauk, F., Hrabětín V. **Geologie pro zeměpisce**. SPN, Praha, 1979, 224 s.

Špičák, A., a kol. **Geologické procesy zapsané v horninách**. Geofyzikální ústav AV ČR, Praha, 2011, 40 s., ISBN 978-80-904072-4-4.