

# KAMENOŽROUT

GEOLOGICKÝ Korespondenční seminář  
Přírodovědecké fakulty UK v Praze

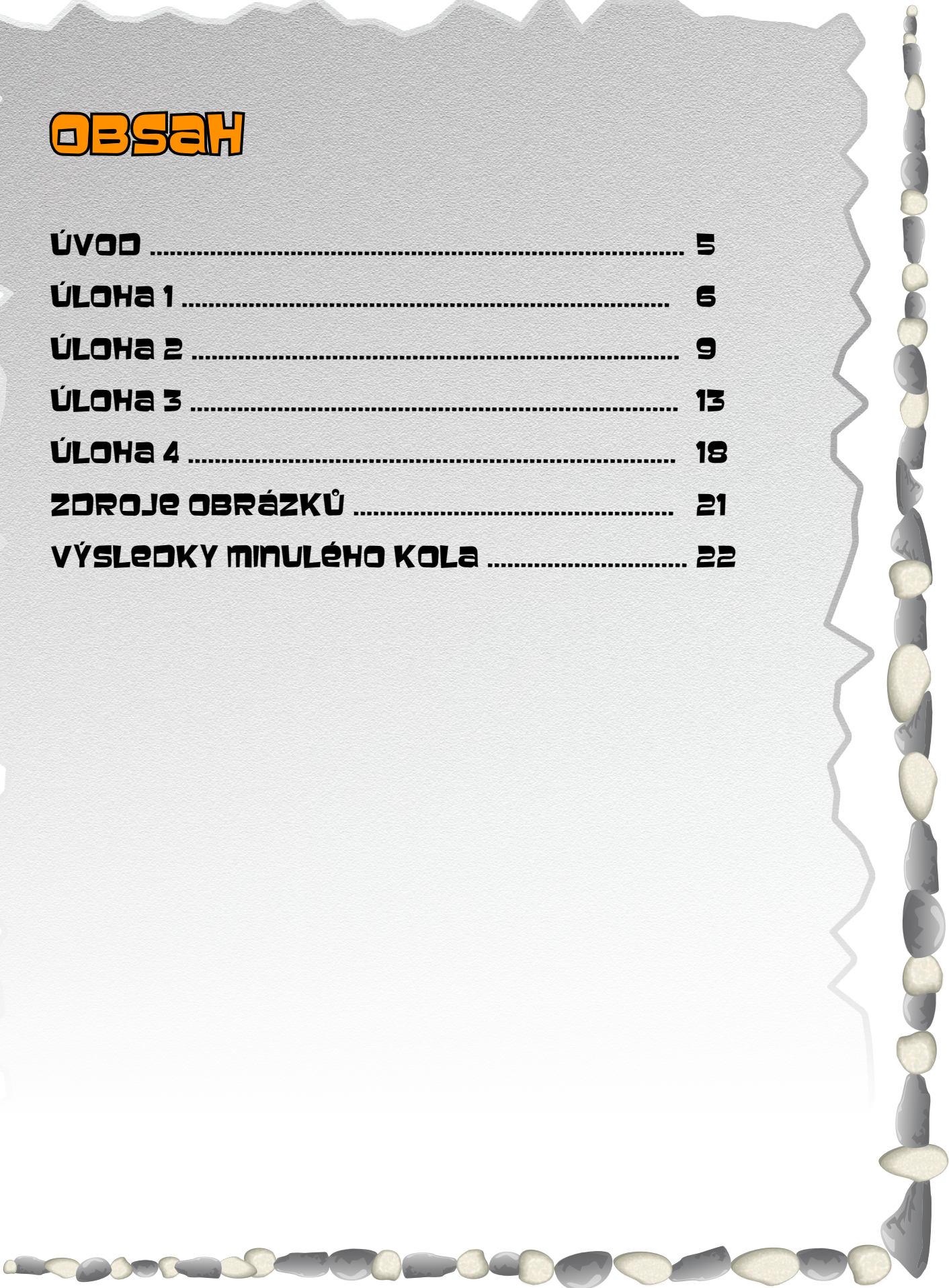


2014/15

5. KOLO

# OBSAH

ÚVOD .....	5
ÚLOHA 1 .....	6
ÚLOHA 2 .....	9
ÚLOHA 3 .....	13
ÚLOHA 4 .....	18
ZDROJE OBRÁZKŮ .....	21
VÝSLEDKY MINULÉHO KOLA .....	22



Milí studenti, učitelé a příznivci geologie,

1. září vychází zadání zimního kola již 3. ročníku geologického korespondenčního semináře Kamenožrout Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. V tomto zadání si pro Vás Kamenožrout připravil čtyři zajímavé úlohy z nejrůznějších oblastí geologie: čeká na Vás geofyzika, speleologie, paleontologie i sedimentologie.

První úloha Vás nejdříve zavede do sluncem zalité kavárny, kde se plánuje geofyzikální výjezd. Podaří se najít starý hradní příkop, který hledají archeologové? Ve druhé úloze pak na Vás čeká dotazník. Toužili jste vždy poznávat dálky a baví Vás lézt jeskyněmi ve světle čelovky? Možná dostanete příležitost zúčastnit se zahraniční speleologické expedice. Jenom znalosti ale nestačí! Ve třetí úloze se spolu s Lenkou a Radkem vypravíte proti proudu času. Časoprostorovou smyčkou se vrátíte do devonu, o celých 400 miliónů let zpátky. Jak to tehdy na Zemi vypadalo? A kde se nacházelo české území? To vše se dozvíte na straně 13. Poslední úloha Vás vezme na vulkanický ostrov uprostřed Tichého oceánu. Když Vás baví geologie, procházka k pláži se může pěkně protáhnout... Stačí nalistovat čtvrtou úlohu a exkurze na ostrov začíná.

### **Co můžete řešením Kamenožrouta získat?**

Korespondenční seminář Kamenožrout je tu zejména pro Vaše potěšení z hledání a objevování tajů geologického světa. Avšak za velké úsilí, které je zapotřebí vynaložit při jeho řešení, by Vás Kamenožrout rád odměnil i jinak.

Každý úspěšný řešitel získá od Kamenožrouta **přijetí na studium kteréhokoliv geologického oboru Univerzity Karlovy v Praze bez přijímacích zkoušek**, diplom a věcnou cenu s geologickou tematikou. Na to, abyste se stali úspěšným řešitelem, **stačí získat 50% bodů**.

### **Jak má vypracované řešení vypadat a do kdy je potřeba ho zaslat?**

- [1] Každou úlohu pište vždy na novou samostatnou stránku /ve formátu doc nebo pdf/.
- [2] V každém pravém horním rohu uveďte své jméno, školu /instituci/, věk a číslo úlohy.
- [3] Řešení je přijímáno v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.
- [4] Obrázky, nákresy a schémata je možné vložit přímo do dokumentu s řešením, nebo je přiložit jako samostatnou přílohu.
- [5] Odpovědi odesílejte e-mailem na **kamenzrout@natur.cuni.cz**, ve kterém uveďte své jméno, školu /instituci/, věk, korespondenční adresu a telefonní číslo.

Kamenožrout bude očekávat Vaše odpovědi **do 18. ledna 2015**.

Přeji Vám hodně štěstí při řešení!

**VÁŠ KAMENOŽROUT**

## ÚLOHA 1: LOKALIZACE ZANIKLÉHO HRADNÍHO PŘÍKOPU

Autor: Jiří Dohnal  
Obor: Užité geofyzika  
Body: 24

Eva se pohodlně usadila v jemně zeleném ušáku a vychutnávala si odpolední šálek kávy. V kavárně vládlo příjemné ospalé ticho a vůně čerstvě mleté kávy se mísila s vůní ořechových koláčů. Na druhé straně kavárny se náhle otevřely dveře a do místnosti zalité sluncem vstoupila Katka. Pod rukou si nesla desky plné papírů a další dokumentace.

„Ahoj, nečekáš dlouho?“ zeptala se trochu udýchaně. „Promiň, nějak dneska nestíhám...“

„V pohodě,“ usmála se Eva a odložila šálek na stůl.

Katka se svezla do nejbližšího křesílka, otevřela desky a opatrně začala rozkládat dokumenty na stolek. Její kamarádka mezitím z velké kožené kabelky vytáhla štíhlý ultrabook, který měla vždy při ruce.

„Tak,“ uhladila Katka přehyby na geologické mapě rozsáhlé pískovcové plošiny nad údolím říčky v sv. Čechách; okraje mapy přepadávaly z malého stolku. Ukázala na místo označené červeným křížkem: „Hrad stával tady, na okraji téhle plošiny.“

Eva si přisunula velké křeslo o kousek blíž a se zájmem se podívala do mapy. Specializovala se na archeologii, ale geologie jí nebyla cizí. „V archivech se mi povedlo dohledat, že ve středověku chránil přilehlou obchodní cestu. V pozdějších staletích byl opuštěný, malá část byla přestavěna na hájovnu, a zbytek leží v troskách. Podle dobových rekonstrukcí to vypadá, že původní areál hradu chránily směrem od údolí prudké srázy, na ostatních stranách probíhal pravděpodobně příkop. Po něm se ale nezachovala ani stopa. Byl zasypan a v jeho místech je dnes ovocný sad.“ Na ultrabooku mezitím otevřela nákres hradu (Obr. 1).

„Podívej, podle šrafy je jasné, že skalní podloží plošiny je v hloubce kolem dvou metrů a tvoří ho téměř nezvětralý křemenný pískovec,“ pokračovala Katka ve čtení mapy.

„Do něj šlo asi docela dobře vykopat příkop, vid’? Ten je pro nás v tuhle chvíli nejzajímavější. Je nanejvýš pravděpodobné, že se v něm dochovalo množství dobových artefaktů.“

*Chystá se archeologický výzkum hradu, kterému bude předcházet geofyzikální měření. Provede ho Katka a její kolegové. Jejich úkolem je i lokalizace uvedeného příkopu. Podle dostupných informací je téměř jisté, že příkop byl vysekaný ve skále, jeho hloubka mohla být kolem 6 metrů a šířka 6 až 8 metrů. Můžeme předpokládat, že výplň zaniklého příkopu tvoří hlinito - kamenitý materiál s podílem splachů kulturních vrstev.*

Obr. 1: Kresba hradu. Litografie A. Pucherny podle kresby E. Herolda z roku 1860



[1] Které z následujících geofyzikálních metod (v závorce je uvedena klíčová fyzikální vlastnost, jejíž anomálie je metoda za určitých podmínek schopna zjistit) by bylo možné principiálně využít pro lokalizaci příkopu a proč: (8)

- Gravimetrie [hustota = objemová hmotnost].
- Magnetometrie [magnetická susceptibilita].
- Geoelektrické (odporové) metody [měrný odpor].
- Radionuklidové metody [obsah uranu, thoria a draslíku].
- Seismické (refrakční) měření [rychlost šíření podélných seismických vln].

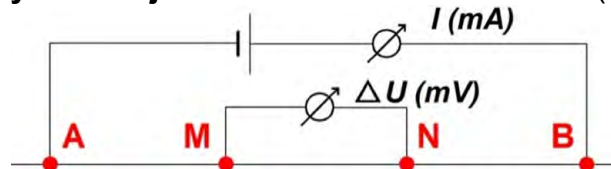
Pokud ti první otázka připadá příliš obtížná, zkus se zamyslet spolu s Katkou nad následujícími a pak se vrať zpět...

[2] Gravimetrie. Hustota hornin a zemin závisí na hustotě minerálů, které je tvoří, dále na porozitě a konečně na podílu pórů vyplněných vodnými roztoky a vzduchem. Sestav následující horniny do řady od nejnižší po nejvyšší hustotu: (2)

pískovec – čedič – křemenný písek – granit – amfibolit s 30% magnetitu – hlína



[3] Magnetometrie (Obr. 2). Podle hodnoty magnetické susceptibility lze minerály zařadit do třech základních skupin, které mají i svá jména. Uveď označení těchto skupin a jejich nejzákladnější charakteristiku. Do které(-ých) skupin spadají minerály obsahující železo? Dolož konkrétně. (5)



Obr. 3: Symetrické odporové profilování – Wennerovo uspořádání elektrod

[4] U klasického odporového měření (Obr. 3) se používají čtyři elektrody: dvěma proudovými (A, B) se do země „pouští“ proud  $I$  a mezi dvěma měřícími (M, N) se pak měří napětí  $\Delta U$  (viz Obr. 2). Měrný odpor, který je cílem našeho měření, se určí podle Ohmova zákona; do jeho obecného vzorce je potřeba přidat ještě tzv. konstantu uspořádání  $k$ , která závisí na vzdálenosti jednotlivých elektrod. Vypočtená hodnota se pak označuje jako „zdánlivý měrný odpor“  $\rho_z$ , protože popisuje celý „blok“ poloprostoru, kam pronikl proud: (3)

$$\rho_z = k \cdot \Delta U / I$$

Hlubkový dosah tohoto měření je přibližně 1/3 vzdálenosti mezi elektrodami A a B. Jakou vzdálenost AB bys hypoteticky zvolil/a, pokud si myslíš, že odporové měření by umožnilo zjistit přítomnost příkopu.



**[5] Radionuklidové metody. Které z následujících typů hornin obsahují a které neobsahují (nebo jen v minimálních koncentracích) draslík: (3)**

**granit, jíł, křemenný pískovec, ortorula, čistý vápenec, čedič, droba.**

**[6] Seismika. Vyhledej z otevřených zdrojů a uveď orientační hodnoty pro rychlosti šíření podélných seismických vln v těchto prostředích a horninách: (3)**

**vzduch, voda, suchá hlína, břidlice, žula, čedič, peridotit.**

*A teď se můžeš opět pokusit rozlousknout otázku č. 1.*

„Tak myslím, že je vše připraveno,“ pronesla Katka. „Ráno se akorát musíme stavit na fakultě pro vybavení a můžeme vyrazit.“

„Super, domluveno. Takže zítra v osm?“



## ÚLOHA 2 : KONKURZ DO TÝMU SPELEOLOGICKÉ EXPEDICE

Autor: Michal Filippi (Geologický ústav AV ČR, v. v. i.)

Obor: Geologie, geomorfologie, mineralogie

Body: 26



V geologických a hlavně speleologických kruzích se již nějakou dobu šeptá o připravované expedici do málo prozkoumané oblasti jedné nejmenované země. Aby nedošlo k prozrazení akce a jejích cílů, země konání a tím spíše konkrétní pohoří se zatím tají. Podle indicií ze sousedních zemí a na základě studia satelitních snímků jsou šance na objevy jeskyní velké, a vzhledem k tomu, že se v oblasti nalézají různé horniny, je zde šance i na objevy dalších geologických fenoménů. Díky členité morfologii terénu a celkem divoké geologické historii oblasti se předpokládají objevy zajímavých skalních útvarů, nalezišť minerálů nebo zkamenělin. Expediční tým by měl tedy zahrnovat odborníky z různých oblastí. Vědecko-průzkumná expedice je nákladná záležitost, a aby vše probíhalo bez problémů, rozhodl se hlavní organizátor akce, že jádro týmu složí z již osvědčených kolegů, které osobně zná. Potřebuje ale k týmu zkušených jeskyňářů a geologů ještě přibrat i „mladou krev“, která pomůže při fyzicky náročných pracích a zároveň vnese i nový pohled na již částečně rutinní práci starších výzkumníků. Proto se hlavní organizátor rozhodl vytvořit dotazník, který má pomoci vybrat nejvhodnější adepty. Zajímají ho jak odborné znalosti, tak i charakter případných adeptů. V těžkých situacích při dlouhodobém pobytu v divočině je totiž důležité obojí, a selhání jedince může nejen ohrozit výsledek expedice, ale i zdraví či životy účastníků. Jestli tě baví příroda (hlavně ta neživá), dobrodružství a objevování neznámého, zkus se popasovat s dotazníkem a vyzkoušet si, zda bys mohl být členem expedičního týmu.

Chystaná expedice je speleologická, takže je jasné, že hlavním cílem průzkumů bude podzemí. První otázka se tedy nabízí:

**[1] Jak bys definoval/a jeskyni – co tento termín představuje? Stačí popsat stručně jednou až třemi větami. K tomu doplň, co jeskyně není, a uveď alespoň tři příklady „ne-jeskyní“ a krátce vysvětli, proč se ten který fenomén mezi jeskyně neřadí. (2)**

O cíli expedice se skoro nic neví. Protože leží v hornaté oblasti částečně porostlé bujným pralesem a částečně naopak v holé krajině zakryté mladšími sedimenty, můžeme očekávat, že se při průzkumech setkáme s různými horninami. Druhá otázka tedy zní:

**[2] Napiš, v jakých horninách se můžeme setkat s jeskyněmi. Jaké hlavní typy jeskyní můžeme rozlišit podle jejich vzniku? (2)**

Každý ví, že jeskyně nejsou jen díry ve skále, ale také krápníková výzdoba. Někdy nenápadná, snadno přehlédnutelná, jindy bohatá až pompézní, zcela zakrývající původní stěny a strop jeskyně. Běžný návštěvník jeskyně má výzdobu rád, průzkumník ovšem raději vidí holé stěny jeskyně, aby mohl snáze určit její genezi a najít/předpovědět i její další pokračování. Přesto je výzdoba – radící se mezi tzv. sekundární chemogenní výplně (jednodušeji řečeno speleotémy) – důležitý fenomén, který je předmětem mnoha vědeckých bádání. Především datování a záznamy klimatických změn určené z dlouho a stabilně rostoucích speleotém jsou poznatky, které mají obecnější význam pro mnohé další vědní disciplíny.

[3] Stalaktit, stalagmit a stalagnát zná jistě každý. Co ale méně známé formy jeskynní výzdoby? Jednoduše svými slovy napiš, jak si představuješ, že vypadají, a jakým mechanismem vznikají:

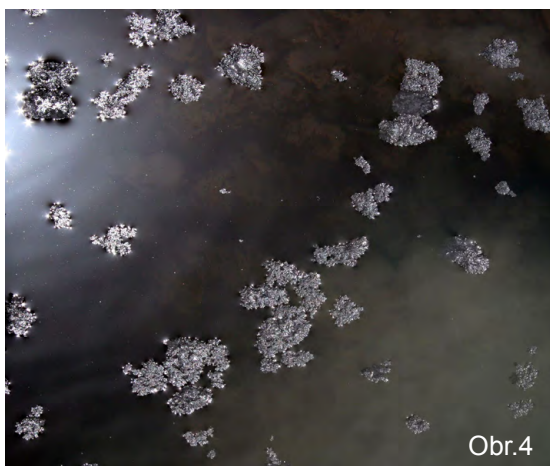
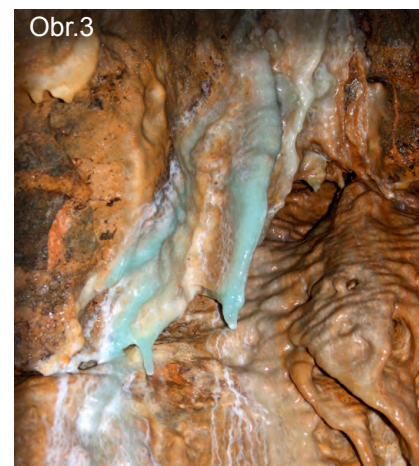
- a) brčka;
- b) jeskynní perly;
- c) raftové stalagmity;
- d) heliktity. (4)

[4] Určitě si dobře představíš, jak vypadá nejčastěji se vyskytující „obecný“ krápník. Uveď:

- a) z jakého minerálu je složen?
- b) podle jaké chemické rovnice a za jakých podmínek se tvoří?
- c) které další minerály (jmenuj jich alespoň pět) mohou tvořit v podzemí krápníky nebo jim podobné útvary, a v jakých prostředích, resp. z čeho vznikají? (3)

Vedoucí expedice by rád do svého týmu vybral někoho, kdo nejen umí správně vyhledávat informace a dobře formulovat odpovědi, ale s intuicí či přirozenou inteligencí být schopen vidět a odhadnout věci, které zatím nezná. Expedice směřuje do neznámých končin, takže určitá fantazie kombinovaná se znalostmi je vítána.

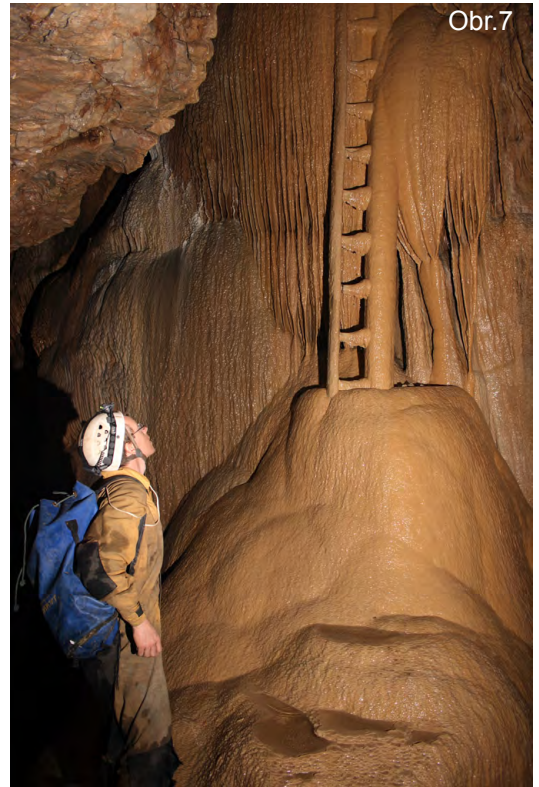
[5] Věnuj proto pozornost obrázkům 1 až 7 a zkus popsat, co na nich vidíš. Jak zobrazované fenomény vznikly? Není nutné vše přesně poznat, stačí pozorovat a o jevech uvažovat. (6)







Obr.6



Obr.7

Oblast s výskytem jeskyní a dalších souvisejících jevů se nazývá kras. Pojmenování má podle charakteristického pohoří ve Slovinsku. Krasové oblasti jsou typické svou morfologií, která je utvářena především rozpouštěním hornin. Voda, přestože jí v krasu mnoho nenajdeme (noří se totiž velmi rychle do podzemí), hraje v krasu zásadní roli. Přímo vytváří nebo je prvotní příčinou většiny krasových fenoménů, jako jsou hluboce zařízlé kaňony, kruhovitě deprese zvané závrtky, ponorné toky mizející do země a samozřejmě portály jeskyní. S morfologií krasové krajiny tedy velice úzce souvisí důležitý bod při přípravě geologicko-speleologické expedice, a to studium satelitních snímků. V místech, kde není vegetace, můžeme ze snímku o krajině mnohé vyčíst. Často lze i poznat, kde jsou jeskyně, jak jsou velké a kam směřují. Stačí pak jen zadat vyhledané body do GPSky a vyrazit objevovat...

**[6] Stručně popiš satelitní snímek vegetací nezakryté krajiny na obrázku 8. Které hlavní speleologické objekty jsou vidět v jeho pravé, střední a levé části (jmenuj vždy jeden hlavní pro každou část)? (4)**



Obr.8

Fyzická námaha, monotónní stravování, nutnost rychle se rozhodnout a další vyjaté situace vedou k projevu pravé povahy členů týmu expedice, a je důležité je zkusit poodkrýt ještě před začátkem výpravy. Poslední otázky dotazníku jsou tedy zaměřeny na chování v situacích, které

mohou ovlivnit výsledek expedice nebo změnit životy druhých. Významnou roli hraje i schopnost správného úsudku v těžkých situacích. Odpovědi piš stručně, ale s vhodnými argumenty.

[7] Jsi vedoucí podzemní skupiny, která zkoumá konec dosud známé jeskyně. Zdá se, že pokud se proleze zával (tedy málo stabilní halda kamení nahromaděná v důsledku řízení stropu), bude jeskyně pokračovat a dojde k objevu nových, možná unikátních prostor. Jeskyně se tak stane nejdelsí na světě a to znamená prestiž a slávu celé expedice. Nicméně situace je taková, že dnes je poslední den v terénu, zítra už se odjíždí do civilizace a pak domů. Rychlý průzkum bez řádného zajištění závalu může přinést skvělý výsledek (pravděpodobné), ale také může skončit vážnou nehodou (méně pravděpodobné). Napiš, jak se rozhodneš a proč? (1)

[8] Obětavost a nasazení jsou velice důležité vlastnosti a jejich přítomnost či absence se u jednotlivých členů týmu brzy ukáže. Dokumentuj na třech příkladech, co si myslíš, že je neoblíbená odborná (dokumentační, vědecká) nebo i běžná činnost při expedici, kterou je možno dělat jako dobrovolník bez vyzvání a kterou ostani ocení?

Dokumentuj na dvou příkladech odbornou (dokumentační, vědeckou nebo i běžnou) činnost, o které si myslíš, že je pro kamaráda/tým neoblíbená, a kterou je možné dělat jako dobrovolník bez vyzvání během expedice. (2)

[9] Jsi se skupinou v již známé jeskyni v místě aktivního podzemního toku a najednou zjistíš, že se začíná zvedat hladina vody. Je jasné, že venku prší. Máš mapu jeskyně i s profily chodeb, víš tedy, kde jsou nízké a kde vysoké prostory. Ven to není daleko, ale cestou je dlouhá a úzká plazivka, která se může celá zaplavit. Máš zásoby vody i jídla. Víš, že pršet může silně, ale jen krátce. Uveď, co uděláš a proč. (2)

Gratulujeme ti k vyplnění dotazníku! Tvé odpovědi vyhodnotíme, a až se bude plánovat další expedice, je možné, že se na tebe obrátíme. A pokud ne, nezoufej, když máš touhu po objevování v krevi, přijde to samo a budeš jednou sám/sama vybírat členy pro svou vlastní expedici!



## ÚLOHA 3 : PROTI PROUDU ČASU

Autor: Aneta Hušková

Ilustrace: Dagmar Budd

Obor: Paleontologie a paleogeografie

Body: 26

„Dneska to ale hází, co...“, postěžovala si Lenka.

„No už se těším, až tam budeme,“ poznamenal Radek, a snažil se tvářit, že mu z divokého letu rakety není špatně. Mířili pravidelnou večerní linkou na Mars, a už toužebně vyhlíželi přistávací rampu. Zatím nebyli ani v půlce cesty, ale Zemi už z okénka viděli jako na dlani. Modravě zářila do tmavého vesmíru.

Náhle měli pocit, jako by se vše propadlo. Pásy se jim bolestivě zařízly do těla. Všude byla tma. Na chvíli se rozhostilo ticho, světla zablikala a znovu se rozsvítila. Z reproduktorů se ozvalo hlášení kapitána:

„Vážení cestující, právě jsme proletěli časoprostorovou smyčkou. Zachovejte klid, posádka pracuje na vyřešení situace.“

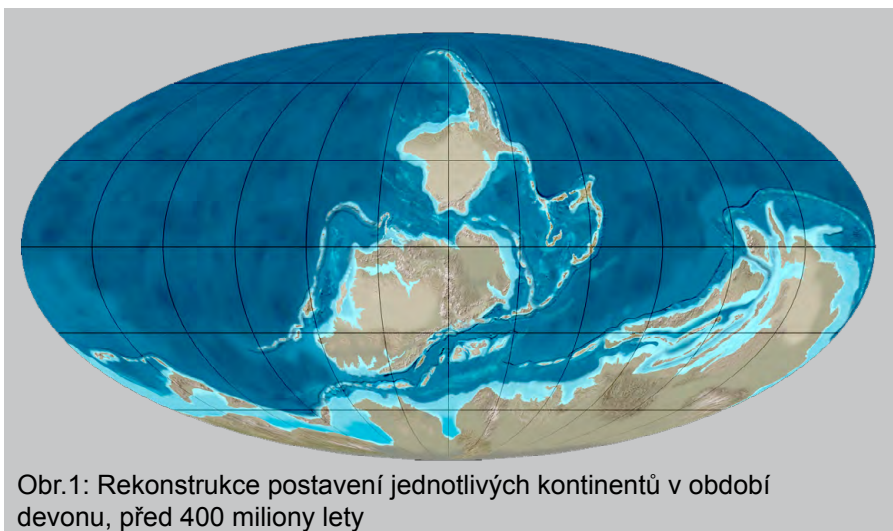
„Časoprostorová smyčka? Co to sakra je?“ prohlásil Radek, když se trochu vzpamatoval.

„No, asi jsme se dostali o nějakou dobu zpět v čase,“ poznamenala Lenka, která se zájmem hleděla z okénka. „Pane jo, podívej, to snad ani není Země, vždyť jsou kontinenty úplně jinde!“ Lenka překvapeně ukazovala z okénka.

„Jestli se nemýlím, tak jsme se propadli o celých 400 milionů let zpátky, Lenko, jsme v devonu!“

*Před 400 miliony lety vypadala naše planeta docela jinak, než jak ji známe dnes. Pohyb litosférických desek způsobuje, že tehdy byly kontinenty v úplně jiné poloze. Některé tehdejší kontinenty ani nenesou jména těch dnešních.*

*Na Obr. 1 je rekonstrukce devonského světa. Nejseverněji se rozkládala Siberie, která v současné době tvoří značnou část Ruska, označovanou jako Sibiř. Od ní na jih směřuje úzký pruh ostrovního oblouku Kazachstánie, který, jak název napovídá, tvoří oblast dnešního Kazachstánu. Druhý největší kontinent, jenž se nachází jižně pod Sibiří, se nazývá Laurusie. Vznikla ve středním siluru, před 430 miliony lety, srážkou tří menších kontinentů – Avalonie (území dnešní Anglie), Baltiky (dnes oblast Skandinávie - Norsko, Švédsko, Finsko) a Laurentie (Spojené státy, Kanada a Grónsko). V oblasti jižního pólu se rozkládala Gondwana, která v sobě zahrnovala oblast Jižní Ameriky, Afriky, Austrálie, Antarktidy a Indie.*



Obr.1: Rekonstrukce postavení jednotlivých kontinentů v období devonu, před 400 miliony lety

Reproduktory opět ožily. „Vážení cestující, zůstaňte, prosím, na svých místech se zapnutými pásy. Začínáme postupný návrat časoprostorovou smyčkou.“

„Nevíš, kde je teď území České republiky?“ zeptala se Lenka, která se pořád dívala z okénka.

„Myslím, že je támhle, na okraji Gondwany.“ Raketa sebou trhla a dole na Zemi se začaly pohybovat kontinenty, jako ve zrychleném filmu.

„Podívej támhle na tu kolizi desek! To snad není možné, vidíme na vlastní oči Variskou orogenezi! Jak se ty desky přetlačují, která bude na vrchu... to musí být pořádný tlak, horniny tam dostanou pěkně zabrat,“ komentoval Radek a honem hledal v batohu foťák. Tohle si musí zaznamenat.

*Při Variské (Hercynské) orogenezi se srazily dvě kontinentální desky – Gondwana a Laurusie. Při kolizi jsou horniny na okrajích obou desek pod velkým tlakem a probíhá jejich metamorfóza – přetvoření. V Evropě se takto vyvrásnila oblast Centrálního masivu ve Francii, Ardeny a Harc v Německu, Svatokřížské hory v Polsku, Cornwall na jihozápadě Anglie, Český masiv u nás a mnohé další. V devonu tyto oblasti tvořily jednotné horstvo, které bylo postupem času erodováno exogenní geologickou činností (větrem, vodou, gravitací), a proto jej dnes můžeme pozorovat jen jako oddělené zbytky, které jsou navíc mnohdy překryté mladšími horninami.*

**[1] Zjisti, jak vypadala Země na konci proterozoika. Uveď, jaký prakontinent se tu nacházel. (2)**

**[2] Napiš jméno kontinentu, který vznikl spojením Gondwany a Laurusie. Na jaké kontinenty se pak koncem prvohor začal rozpadat? (4)**

**[3] Vyhledej a uveď, které další oblasti v Evropě byly vyvrásněny při Variské orogenezi. (4)**

Najednou to raketou opět trhlo.

„Co je to zas tentokrát?“ otráveně prohlásil Radek. Lenka zbledla a ukázala z okénka.

„Myslím, že nám hoří motor!“ Vyděšeně se na sebe podívali.

„Vážení cestující, kvůli nenadálým technickým problémům musíme nouzově přistát. Zachovejte klid a zůstaňte na svých místech!“ Ale i do kapitánova hlasu se začala vkrádat panika. Raketa zahájila prudký sestup a blížila se k modré hladině širého oceánu.

*Oceán, kolébka života, byl v období devonu plný organismů, které v dnešní době již živé nenajdeme. Byli zde ale také živočichové či rostliny, jež obývají i dnešní moře, ale ve zcela jiné formě, než před 400 miliony lety.*

Raketa postupně zpomalovala, ale když narazila do oceánské hladiny, stále měla značnou rychlost a ozval se mohutný tupý náraz. Všichni cestující byli prudce vrženi dopředu, ale bezpečnostní prvky zafungovaly na jedničku. Lenka s Radkem se malátně vzpamatovávali z nárazu a zmateně hleděli okolo sebe. Za okénkem se rozprostírala voda s probleskujícími paprsky slunce, a na mělkém dně se to hemžilo životem.

*V nejmělkčích vodách bychom našli spoustu druhů ramenonožců (brachiopodů), kteří mají schránky podobné dnešním měkkýšům, ale jejich způsob života je do jisté míry odlišný. Jejich schránka se skládá z břišní a hřbetní misky, přičemž břišní miska bývá výrazně větší. Na ní je také umístěn speciální otvor pro stvol, kterým se přichycují k podkladu. Kolem začátku trávicí soustavy mají lofofor, vířivé brvy, kterými si přihánějí do schránky vodu a z té pak filtrují drobné částičky jako potravu.*

Velmi podobné jsou jim rostrokonchie, které však mají pouze jednoduchou schránku. Svůj název získaly podle rostra, speciálního trubicovitého protažení schránky, kudy proudí voda, ze které si odebíraly živiny a kyslík.

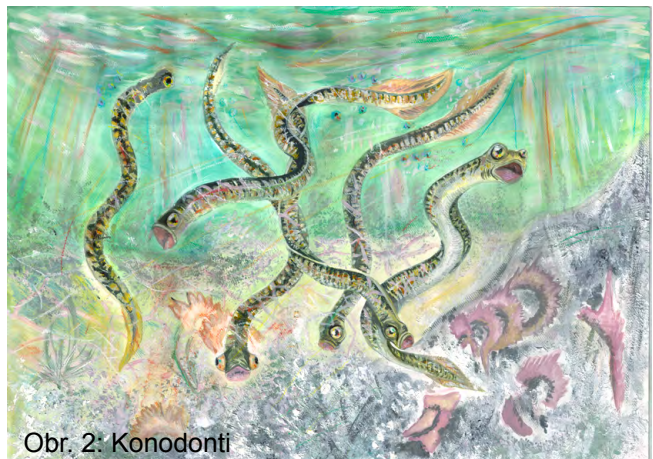
V teplejších mělkých vodách bychom pak mohli narazit na korálnatce – ale jiných rodů, než známe dnes. Pro období devonu jsou typičtí rugózní koráli, kteří žijí – na rozdíl od ostatních – soliterně. Často se pro ně užívá označení drsnatí kvůli jejich výrazné schránce. Koloniálními korály této doby jsou tabulární neboli deskatí. Ti jsou podstatně podobnější dnešním šestičetným a osmičetným korálům.

Lenka si mnula krk, kterým jí při nárazu nepříjemně trhlo. Pohled jí opět zabloudil k modravému výhledu z okénka. Co to je támhle za divné kytky?

Lilijice (crinoidea) na první pohled vypadají jako rostliny, ale je to kolonie mikroskopických živočichů, spadajících do kmene ostnokožců. Do dnešních dob se nám dochovávají jejich zkamenělé schránky členěné na stonek, který byl přichycen k podkladu, ramena a kalich. Lilijice najdeme i v současnosti, často je pro ně užíváno označení „mořské lilie“.

Za okénkem rakety postupně ubývalo slunečních paprsků a vodou se začala šířit neproniknutelná tma. Raketa zřejmě klesala ke dnu.

Při sestupu do větší hloubky postupně ubývalo přisedlých forem a začaly by přibývat formy plavoucí. Velmi kuriózními živočichy, na které bychom mohli narazit, by byli konodonti (Obr. 2) – přibližně deset centimetrů velcí dravci připomínající dnešní mihule. Jejich rozsáhlý kousací aparát v hlavové a ústní části jim umožnil stát se obávanými a zákeřnými lovci drobnějších živočichů.



Obr. 2: Konodonti

I konodonti byli ovšem jen malými jedinci oproti hlavonožcům, největším predátorům tehdejších oceánů. Schránky hlavonožců z této doby mohou dosahovat až několika desítek centimetrů.

**[4] Najdi ramenonožce, který žije v mořích i dnes. Jak se jmenuje a jaké mořské prostředí je pro něj typické? (2)**

**[5] Na lokalitě byl odebrán vzorek vápence, ve kterém byly nalezeny tabulární a rugózní koráli, spousta ramenonožců a pár rostrokonchií. Zkus rekonstruovat a popsat prostředí, ve kterém se tento sediment ukládal. (Bylo to mořské, nebo sladkovodní prostředí? Hlubokovodní či mělkovodní? Spíše u pólů či u rovníku?) (4)**

**[6] Proč se koráli vyskytují v teplejších vodách? Uveď, proč jsou dobrými bioindikátory prostředí jak v dnešních, tak i v minulých dobách. (4)**

Raketa se začala otřásat, jak se posádce povedlo zprovoznit záložní motory. Za okénky opět přibývalo světlo a Lenka s Radkem s úlevou pozorovali, že se pomalu začínají vynořovat na hladinu. Co je tam asi čeká?

V předchozím období, siluru, na souš vystoupily první rostliny. Byly to primitivní psylofyty, které daly záhy vzniknout výtrusným rostlinám, tedy plavuním, přesličkám a kapradinám, které v devonu začínají tvořit stromovité formy. Objevují se první lesy, které se stanou útočištěm pro první živočichy, kteří vyjdou na souš (Obr. 3). Tito obojživelníci se dostávají na souš z důvodu migrace mezi jednotlivými vodními toky či jezery. Aby byli schopni přechodu, vytvářejí se kostmi zpevněné končetiny, které se postupně pro pohodlnější pohyb podsouvají pod tělo. Dochází také k výrazné změně dýchání a zpevnění břišní dutiny, která je ve vodním prostředí nadnášena vztlakem.

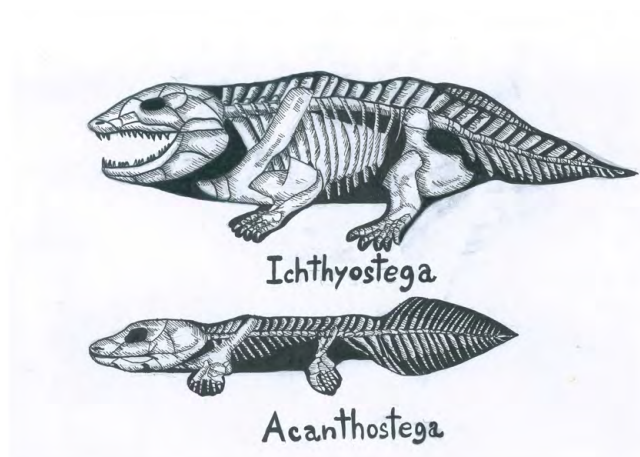
Na pobřeží, ve stínu stromů, Radek zahlédl nějaký pohyb.

„Zatraceně, to je ale velká potvora!“ oťásl se Radek a fascinovaně pozoroval čtyřnohého tvora s rybím ocasem.

Mezi první obratlovce, jejichž zkameněliny nesou charakteristické znaky změn, patří *Acanthostega* a *Ichthyostega* (Obr. 4). Oba druhy se však od dnešních obojživelníků výrazně liší. Jejich končetiny mají sedm prstů a pohyb jejich těla připomínal spíše krokodýly než čolky a mloky.



Obr. 3: Krajina devonu a její obyvatelé



Obr. 4: *Ichthyostega* a *Acanthostega*

**[7] Najděte dva nejvýznamnější rody devonských plavuní. Čím se liší od dnešních zástupců? (2)**

**[8] Devon bývá často nazýván „obdobím ryb“ (Obr. 5). Právě v této době došlo k velkému rozvoji čelistnatých ryb (Gnathostomata). Jaké třídy se mezi ně řadí (vyhynulé i dodnes žijící)? Mezi kterou z nich patřili výše uvedení zástupci, kteří jako první obratlovci vystoupili na souš? (4)**

„To jsme ale v pěkném průšvihů, co,“ poznamenala Lenka a nervózně si mnula ruce. „Jak se odsud jenom dostaneme?“

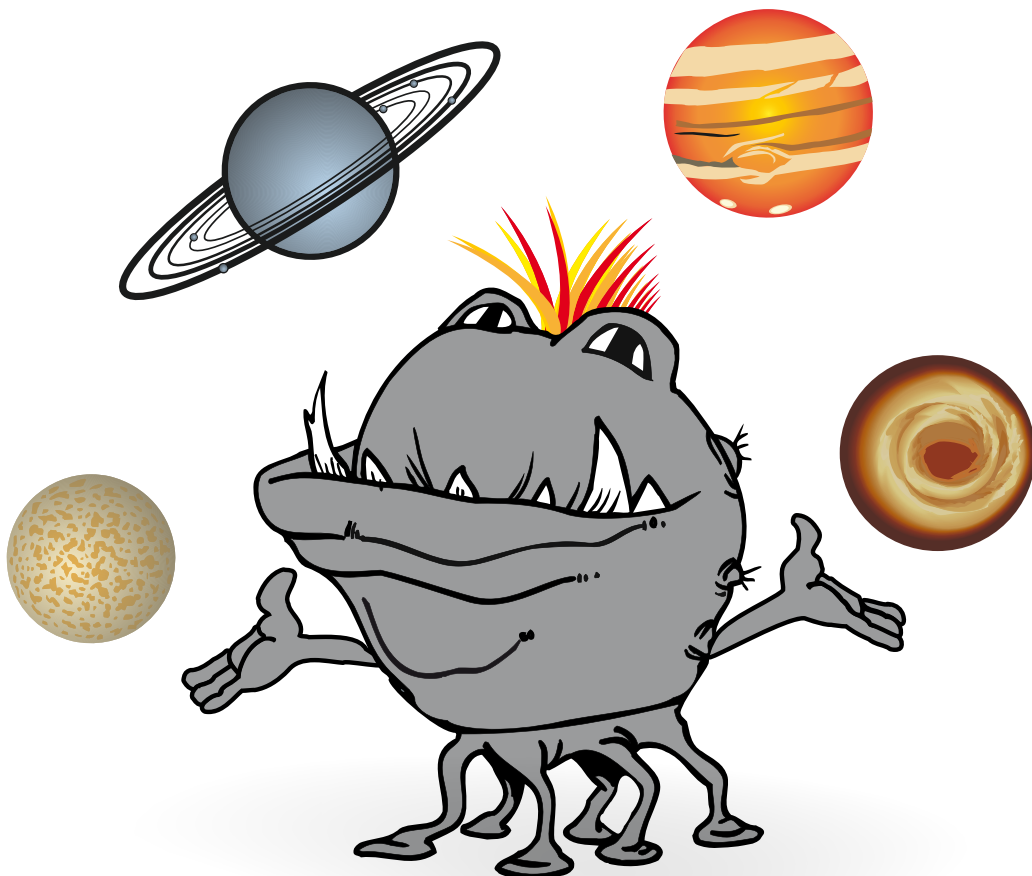


Obr. 5: Devonské moře

„Neboj,“ uklidňoval ji Radek. „Posádka zašle nouzový signál o časoprostorových souřadnicích a z naší současnosti pošlou záchrannou jednotku. Tak jsem o tom aspoň četl,“ vysvětloval s jistou pochybností v hlase Radek.

„Podívej, máš pravdu!“ vykřikla Lenka a tlačila se na okénko, jak se snažila zahlédnout aspoň kousek z oranžového záchranného plavidla, které k nim postupně sestupovalo.

„Až tohle budeme doma vyprávět, nikdo nám neuvěří,“ dodal už s úsměvem Radek a oba se těšili na přesun zpět. Třeba ještě stihnou tu večerní párty na Marsu.



## ÚLOHA 4 : KDYŽ JOE GEOLOG NA PLÁŽ

Autor: Leona Chadimová (Geologický ústav AV ČR, v. v. i.)  
Obor: Sedimentární geologie, karbonátová sedimentologie  
Body: 24 (+ 2 bonusové body navíc)

*Motto úlohy: Když jde geolog na pláž, ne vždy to znamená, že se půjde opravdu vykoupat. Je to ta méně pravděpodobná varianta. I když vyloučené to není...*

Martina se moc těšila na pláž. Po dlouhé době to bude první příležitost, kdy bude moct zůstat u moře na jednom místě déle než deset minut, aniž by si jen krátce zaplavala a už zase balila věci a jelo se dál. Nikdy se nepovažovala za plážového povaleče. Vlastně si ani nedovedla představit, že by na pláži měla strávit celý den nicneděláním, natož týden i déle na nějakém pobytovém zájezdu. Ale teď si to užije! Ani se nechtěla moc opálit. To už stejně nejde, když má opálené nohy a ruce jen dolů od kraťasů a krátkého rukávu. Těšila se na vyhrátý písek, klidný odpočinek a šnorchlování. Přeci jenom možnost si prohlédnout podvodní život na útesu na 21. stupni severní šířky na vulkanickém ostrově uprostřed Tichého oceánu se nenaskytne každý den, tak musí využít každou minutu.

Ale ani tentokrát to nedopadlo podle jejích představ. Nakonec byla Martina ráda, že plánovala zůstat na pláži několik hodin, ale mrzelo ji, že si nestihla všechno dopodrobna prohlédnout a vyfotit. Z koupání se opět stalo jen rychlé plavání s brýlemi a přesun dál. Co všechno upoutalo Martininu pozornost?

Zdržela se už cestou na pláž, která nepatřila mezi „profláklá“ místa ke koupání a povalování. Byla spíš známá mezi surfaři, a to hlavně v zimě, ne teď na začátku léta. Proto ani neočekávala nějaké davy lidí, které by na ni koukaly, proč ji zajímají nějaké šutry a skály u silnice a proč nejde rovnou na pláž. Výchozy v zářezu silničky, po které přijela autem, byly totiž neuvěřitelně zajímavé. Podobné pak viděla i u pěšiny, která vedla přímo k pláži (Obr. 1, Obr. 1 – detail).



Obr. 1: Výchozy u pěšiny k pláži



Obr. 1, detail



[1] Napiš, jak se nazývají útvary (viz Obr. 1), které mohla Martina vidět cestou na pláž. (3)

[2] Jak se nazývá tento druh uspořádání vrstviček v hornině? (3)

[3] Popiš, jakým způsobem (mechanismem) tyto útvary (a toto uspořádání) mohly vzniknout. (4)

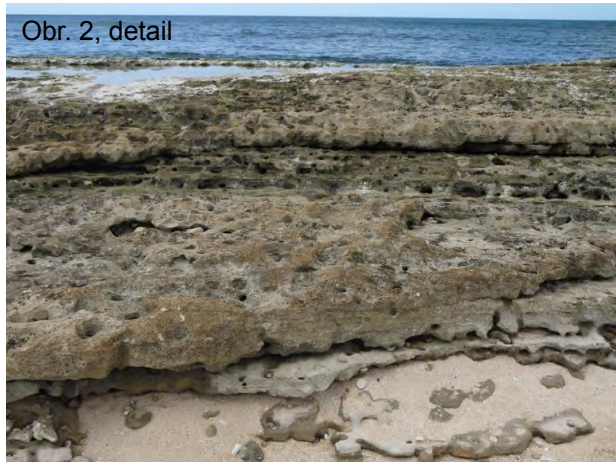
[4] – bonusová otázka: Uveď, jak se nazývá tento typ hornin. (bonus 2)

Výchozy si Martina vyfotila a nezapomněla přidat měřítko jako minule – to ji pak mrzelo, protože nebylo z fotek jasné, jak velké ty věci jsou. Cestou na pláž Martina přemýšlela. Vrstvy a celé výchozy, které právě prozkoumala a zdokumentovala, mohly mít dva typy složení. Vrtalo jí to hlavou po celou dobu procházky k pláži. Tam ale uviděla další zajímavou věc, dokonce se jí na chvíli zdálo, že pro ni snad někdo nachystal procházení učebnice geologie ve 3D. Snad ani není možné, že by uviděla další krásný příklad tvarů a geologických fenoménů vyskytujících se běžně na mořských pobřežích, o které jsou ale „surozemečtí“ jako ona běžně ochuzeni (Obr. 2, Obr. 2 – detail).

Obr. 2: Na pobřeží



Obr. 2, detail



[5] Napiš, jak se nazývají tyto pevné desky na pobřeží (viz Obr. 2) svažující se pod určitým úklonem přímo do moře. Z jakého materiálu jsou složeny? (5)

Koupání bylo momentálně úplně zapomenuto, Martina skoro nevěděla, kam se má jít dřív podívat. Nestačilo, že na pláži narazila na podivně zpevněné desky vystupující přímo z moře, o které se třífštily vlny. Ty si prohlédla, pak chtěla popojít kousek vedle na část volné pláže s bezpečným vstupem do vody, ale narazila na další věc, která ale nebyla hned tak jasná. Trochu litovala, že tu není „jako doma“, že na pláž nechodí každý den, jako místní, kteří to mají za úplně všední záležitost. Jako my chození do lesa nebo po louce... O to víc měla „oči na stopkách“ a připravený foťák. Tentokrát ji zaměstnaly zvláštní rourkovité a trubičkovité útvary, které tu a tam vystupovaly z vrstev výchozů, které pozorovala jak u silnice, cestou na pláž, tak teď téměř všude okolo. Rourky byly velké několik centimetrů v průměru a dlouhé třeba i deset a více (Obr. 3, Obr. 3 – detail 1 a 2).

Obr. 3: Rourkovité útvary na pláži



Obr. 3, detail 1



Obr. 3, detail 2



Často byly vázány na jakési úrovně; v určitých úrovních se rourek nacházelo více a občas prostupovaly i skrz vrstvy. Martině se ale zdálo, že tyhle části vrstev jsou o něco méně zpevněné než ty, které viděla cestou k pláži a u silnice. Tady se jí zdály trochu víc drolivé a nebyly tak jasné a ostré.

**[6] Napiš, co mohou být tyto rourky a trubičky. Jak se v hornině ocitly? Jak to, že vypadají pevnější a vystupují z horniny? (4)**

Když Martina rourky uviděla, tak už úplně vzdala možnost koupání. Její největší koníček a zároveň zaměstnání dostal (jako obvykle) přednost. Také si cenila příležitosti si sáhnout na věci popsané v učebnicích a vidět je tam, kde vznikají a jak právě vznikají! Některé z nich znala i z Česka, protože i na české území několikrát zasáhlo v minulosti moře, a i my tak máme spoustu mořských sedimentů. Tohle ale bylo přeci jenom něco jiného.

Když Martina popošla ještě kousek dál po pláži prohlédnout si, jak to vypadá na druhé straně od desek na pobřeží, narazila tam na úplně jiné horniny. Byly tmavé, úplně černé nebo tmavě šedé, poměrně jemnozrné, ale místy i hrubší, horizontálně uložené, občas s velkými kameny. Pod nimi byly vrstvičky pěkně zprohýbány. Pak si všimla, že v jedné úrovni jsou po celé délce výchozu nějaké bílé „fleký“. Když přišla blíž, tak uviděla, že jsou to úlomky úplně bílých kousků nějaké horniny či materiálu. Ale opravdu pouze v jedné úrovni. Úplně maličkaté, větší, ale i pár docela velkých (Obr. 4). Tyto úlomky měly svou vnitřní strukturu, na povrchu to vypadalo jako vedle sebe naskladané malinkaté trubičky, které jsou spolu propojené a jsou rozdělené napříč mnoha příčkami. Vrstvičky, které obsahovaly bílé úlomky, měly poměrně hrubozrný charakter; nasedaly na vrstvy z jemnozrného materiálu. Co se tady dělo? Když si pak uvědomila, jaké horniny vystupují



Obr. 4: Bílé úlomky



Obr. 5: Reliéf ostrova

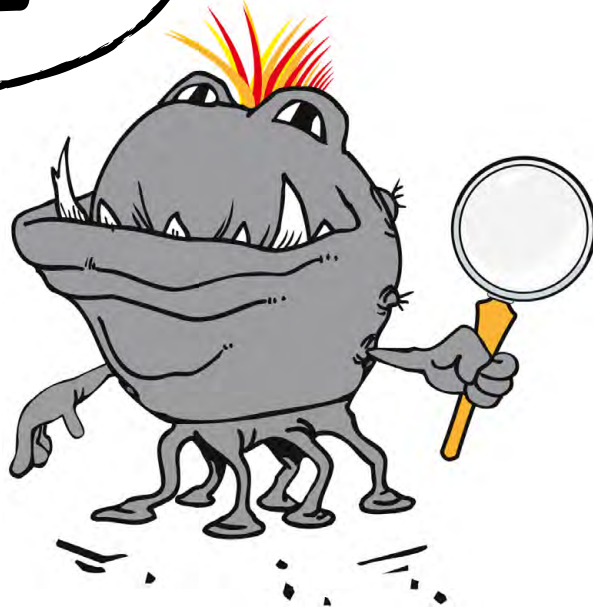
ve větší vzdálenosti od pláže na povrch a jaký je vlastně reliéf ostrova (Obr. 5) a jeho historie, bylo jí vše hned jasnější a už věděla, jak se tam ty bílé úlomky mohly asi dostat.

**[7] Věděl/a bys stejně jako Martina, jak se tam ty bílé úlomky mohly dostat? Jak se jim říká? A o čem jejich přítomnost svědčí? Zkus alespoň přibližně určit, čeho to jsou úlomky (je to minerál, zkamenělina, umělá hmota...??). (5)**

Zakončení Martinina výletu nakonec předčilo její očekávání. Stačila se i vykoupat a díky zpoždění kamarádů, kteří ji měli vyzvednout na parkovišti u pláže, si stihla zašnorchlovat a podívat se na zajímavosti ostrova i pod vodou.



# ZDROJE OBRÁZKŮ



## ÚLOHA 1:

Obr.1: Kresba hradu. Litografie A. Pucherny podle kresby E. Herolda z roku 1860. Zdroj: <http://hrady.dejiny.cz/kunratice/006.htm>).

Obr. 2: Magnetometrie. Měření protonovým magnetometrem – vlevo přístroj, vpravo sonda. Zdroj: [http://www.kcas.cz/?page=geofyzika/metody\\_pruzkumu/magnetometrie](http://www.kcas.cz/?page=geofyzika/metody_pruzkumu/magnetometrie))

## ÚLOHA 2

Autor fotografií: Michal Filippi. Popis obrázků je předmětem vyřešení úlohy a bude zveřejněn v řešení 5. kola

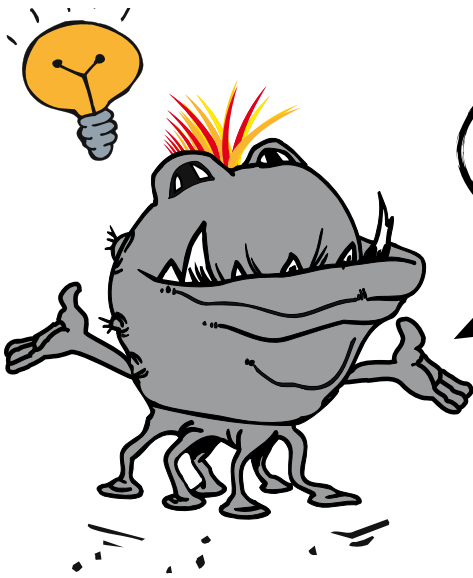
## ÚLOHA 3

Obr.1: Rekonstrukce postavení jednotlivých kontinentů v období devonu, před 400 miliony lety. Zdroj: <http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

Ilustrace - Obr. 2 - 5: Dagmar Budd

## ÚLOHA 4

Autorka fotografií: Leona Chadimová



# VÝSLEDKY MINULÉHO KOLA

## ÚLOHA 1

- [1] Obecně: železný meteorit = siderit, speciálně: bohatý na nikl = ataxit nebo oktaedrit. (2)
- [2] Železné meteority: cca 4 až 6 %. (1)
- [3] Kamenný meteorit = chondrit. (1)
- [4]  $7,98 \text{ g.cm}^{-3}$  (2)
- [5] 4179 kg (2)
- [6]  $1,74 \text{ g.cm}^{-3}$ ;  $2,08 \text{ g.cm}^{-3}$  (2)
- [7] *Magnetometrie* – těleso má vysokou magnetickou susceptibilitu, *georadar* – těleso má vysokou elektrickou vodivost i magnetickou permeabilitu, *detektor kovů* – těleso vykazuje elektronovou vodivost, špičkové detektory jsou schopné zjistit velké kovové předměty až do hloubky kolem 5 metrů. 2 body za každou metodu se zdůvodněním. (6)
- [8] Maximem, protože jeho hustota je větší než okolí. (1)
- [9] Přímo nad těžištěm = středem meteoritu. (1)
- [10] Soustředné kružnice se středem nad těžištěm meteoritu. (2)
- [11] Nad vodou:  $1,36 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-2} = 1,36 \text{ } \mu\text{Gal}$ , pod vodou:  $1,29 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-2} = 1,29 \text{ } \mu\text{Gal}$ . (6)
- [12] Bohužel nikoliv, pro pozitivní odpověď by teoretická extrémní hodnota musela být alespoň 9 až 10  $\mu\text{Gal}$ . (1)

## ÚLOHA 2

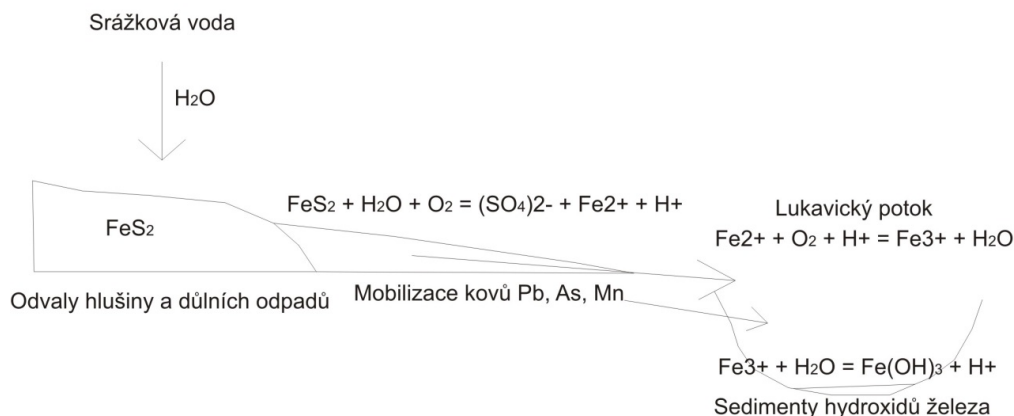
- [1] 1A, 2B, 3C, 4A (4)
- [2] Pravá fosilie - prosycená či zrekrytalizovaná původní část organismu, většinou jsou to schránky, kosti, zuby, mumie a pseudomumie. Tyto zkameněliny se nachází zejména v mladších a nepříliš zpevněných usazeninách. Ve starších horninách se takové zkameněliny nacházejí jen výjimečně.  
Nepravá fosilie - není zachována žádná část původního organismu, jsou to otisky, jádra, výlitky, stopy po činnosti, pseudomorfézy apod. (2)  
Pravé zkameněliny:  
žraločí zub  
Bos primigenius - kost  
Pecopteris raconicensis - zbytky rostlinných zuhelnatělých pletiv  
Nepravé zkameněliny:  
Ptenoceras alatum - jádro  
Micraster leskei - jádro  
Eudolaites promura – otisk (3)
- [3] Např. nejlépe se zachovávají tvrdé části organismů, závisí též na vhodnosti jejich chemického složení versus chemismu prostředí, na jejich velikosti, rychlosti zakrytí sedimentem, charakteru sedimentu, dynamičnosti prostředí, inkrustaci, intukrustaci a rekrystalizaci, častěji dochází k fosilizaci ve vodním prostředí, ale též jsou nacházeny např. organismy zasypané sopečným popelem, napadané do asfaltových jezer, uvězněné v údolích a jeskyních s nedostatkem kyslíku, uzavřené v pryskyřici, zmrzlé apod. (2)
- [4] Zástupci vybraných vůdčích fosilních skupin a geologické období, ve kterém je daná skupina významná pro stratigrafické členění.  
Monograptus transgrediens  
Graptoliti - skupina je významná pro biostratigrafii období ordovik - spodní devon.  
Paradoxides bohemica  
Trilobiti - významní zejména od kambria do ordoviku (případně do permu).  
Ceratites nodosus  
Amoniti - významní od spodního devonu do křídly.  
Foraminifera - významná hlavně pro křídly a terciér.  
Radiolaria - významná pro biozonaci křídly a terciéru. (5)
- [5] Fosilie je dobře rozpoznatelná.  
Druh měl co největší světové rozšíření, nejlépe kosmopolitní.  
Druh byl na Zemi přítomen v krátkém historickém období (krátký stratigrafický rozsah).  
Druh byl hojný.  
Druh byl co nejméně vázán na prostředí. (5)
- [6] Vlastní fotografie. (2)

## ÚLOHA 3

- [1] Těžba železné rudy v Lukavici probíhala hlubinným způsobem. Při rozšiřování těžebních jam a další doprovodné činnosti docházelo k záborům půdy původně využívané pro zemědělství nebo lesní hospodářství. Docházelo k mýcení stromů v lesích pro provozy zpracování rudy atd., a tedy k narušení lesních porostů coby stabilizačního prvku ekosystému. Vykácením části souvislého lesního porostu byla snížena odolnost lesního porostu proti účinkům povětrnostních vlivů (vítr, sněhové kalamity atd.) a následnému přemnožení různých škůdců. Kořenový systém lesa zadržuje vláhu, a proto při jeho narušení docházelo k ovlivnění hydrogeologických poměrů. Odlesněná plocha je náchylnější k větrné a vodní erozi půdy. Zpracování vytěženého materiálu doprovázely emise prachu, které též vznikají u všech přesypů pásových dopravníků (doprava hlušiny na haldy). V ojedinělých případech mohlo docházet k propadání poddolovaných oblastí, což způsobovalo problémy s udržováním staveb nebo využíváním zemědělské půdy umístěné „relativně“ daleko od místa dolování. Velkým problémem byly skládky hlušiny, důlních odpadů a odpadů z výroby, které se hromadily v blízkosti dolů. Ty zabíraly poměrně velkou plochu a při splachu dešťovou vodou způsobovaly vymývání těžkých kovů do podzemních a povrchových vod a způsobovaly tak kontaminaci potravního řetězce. (2)
- [2] Závisí na tom, jakou lokalitu si student vybral. 2 body za každý pozorovaný jev. (4)
- [3] Kyzem se nazýval pyrit,  $\text{FeS}_2$ . (1)  
Pro svou zlatavou barvu byl někdy neznalými zaměňován s ryzím zlatem. (1)  
Pyrit se používal pro výrobu střelného prachu. (1)
- [4] Oranžová barva sedimentů na břehu potoka pochází z vysrážených hydroxidů železa, které vznikají při oxidaci pyritu. (1)  
Podzemní voda ve studních ovlivněná procesy kyselá důlní drenáže má nižší pH. Místo obvyklé hodnoty cca 7 mohla být voda v Barušíně studni výrazně kyselá (pH cca 4 i méně). Vypereme-li prádlo ve vodě tak kyselého charakteru, udělají se v něm dírky nebo se rozpadne docela. Tento jev byl v Lukavici pozorován ještě na začátku 20. století, než byla obec připojena na vodovod. (1)
- $$2\text{FeS}_2(\text{s}) + 7\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4(\text{SO}_4)^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) \quad (1)$$
- nebo**
- $$4\text{FeS}_2(\text{s}) + 15\text{O}_2(\text{g}) + 14\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 8(\text{SO}_4)^{2-}(\text{aq}) + 16\text{H}^+(\text{aq}) \quad (1)$$
- [5] Galenit ( $\text{PbS}$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ) a arsenopyrit ( $\text{FeAsS}$ ) mohou do podzemní vody uvolnit olovo, zinek, železo a arsen a to díky snížení pH. Nemoc beri-beri je onemocnění nervového systému způsobené nedostatkem thiaminu (vit. B1). Kromě jiných příčin je způsobena otravou arsenem, který blokuje využití thiaminu v těle. Vzhledem k tomu, že arsen je ve zrudnění přítomen v arsenopyritu a mohl se dostávat do potravního řetězce, mohli teoreticky obyvatelé Lukavice nemocí beri-beri onemocnět. (2)
- [6] Voda v Prádelském rybníce má neutrální pH a složení makrokomponentů odpovídající povrchové vodě; těžké kovy jsou přítomny ve stopových koncentracích. Výtok důlní vody ze šachty sv. Bartoloměje má výrazně nízké pH a vysoký obsah rozpuštěných látek (RAS), především síranů jako produktů oxidace pyritu, železa, olova, manganu,

kadmia a arsenu. Podobný charakter má i voda ze studně Baruše řeznice a je tedy zřejmé, že tato voda přímo komunikuje s vodami důlními nebo dochází k průsaku z výsypek a odvalů hlušiny. Na vzorcích z Lukavického potoka a řeky Chrudimky je naopak vidět postupné ředění kontaminované vody směrem od zdroje znečištění, i když zvláště v Lukavickém potoce je stále vysoká kontaminace vody železem a kadmíem. (3)

## Kyselá důlní drenáž (AMD) - koncepční model



Za obrázek, který obsahuje alespoň 2 rovnice nebo popsané jevy AMD (2).

[7] Voda ve studni rozhodně pitná nebyla, už jen díky své kyselosti vyjádřené parametrem pH. Pitná voda by jej měla mít v neutrální nebo mírně zásadité zóně, cca 6,5 – 9,5. Při srovnání s vyhláškou pak přípustné limity pro pitnou vodu překračují obsahy železa (limit je 0,2 mg/l), manganu (limit 0,05 mg/l), olova (limit 10 µg/l), vápníku (limit je 30 mg/l) a dusičnanů (limit 50 mg/l). (2)

- [8]
- Vzhledem k tomu, že Jirchářova dílna leží výrazně daleko proti proudu potoka, může za likvidaci železných součástí mlýna kyselá voda vytékající z hald vznikajících při těžební činnosti a zpracování kůží. Škody na majetku mlýna tak zaplatí kutér Němec společně se správcem/majitelem dolů. (1)
  - Za úbytek ryb v řece mohou rukou společnou kutér Němec a správce/majitel dolů a částečně také jirchář Martin. Vzhledem k nerovnému podílu na znečištění potoka změní rychtář objem vody vytékající z oblasti jejich působení (roury drénující vodu z dolů a odvalů hlušiny, počet věder vylitých do řeky při zpracování kůží) a stanoví, jakým dílem kdo škodu rybáři nahradí. (1)
  - Jirchář Martin je ovšem také částečně zodpovědný za špatný stav ryb v lovišti, protože v rámci provozování své živnosti při vydělávání kůží používá kamenec hlinitý (síran hlinitodraselný) a močovinu, takže k celkové nepohodě přispívá výrazným zápachem. Jirchářské dílny se vždy stavěly na okraji osídlených oblastí a i v tomto případě by bylo moudré, kdyby jeho dílna ležela až za lovištěm ryb po proudu řeky. (1)
  - Voda ve studni řeznice Baruše je výrazně kyselá a to je způsobeno právě projevem kyselé důlní drenáže a opracováním rudy v bezprostřední blízkosti jejího domu. Kompenzaci v podobě nové suknice a náhradního zdroje vody jí vyplatí kutér Němec společně se správcem/majitelem dolů. (1)

- [9] František de Couriers se svými inženýry nakonec nechal vybudovat odvodňovací kanál a štolu, které odváděly kontaminovanou vodu vytékající ze šachty až za hranice obydlené části Lukavice. To řešilo akutní problémy obyvatel, ale nevyřešilo ekologické problémy jako takové. Dnes bychom začali odtěžením hald a výsypek nebo jejich zatravněním či pokrytím jejich povrchu geotextilií tak, aby bylo zamezeno kontaktu dešťové vody s pyritem a tedy zamezení oxidačních reakcí, které produkují kyselé vody kontaminované těžkými kovy. Zamezení oxidačních reakcí lze také docílit pokrytím výsypek směsí jílu a siltu, které udržují vysokou saturaci vodou a nepustí tak okysličenou vodu k pyritovým hlušinám. Kontaminovanou podzemní vodu vytékající ze štol lze neutralizovat těsnící stěnou obsahující  $\text{CaCO}_3$  nebo zachycením v laguně s následným přidáním  $\text{CaCO}_3$ . (3)

## ÚLOHA 4

- [1] A  
Odůvodnění: v tropickém humidním klimatu se organická hmota rozkládá na huminové kyseliny, Fe je velmi málo mobilní a oxidy a hydroxidy Fe by byly spíš žluté, jílové minerály by vodu zakalily, nebyla by průhledná. (2)
- [2] D (2)
- [3] C (3)
- [4] B  
Odůvodnění: superkritický tok je charakterizován Froudovým číslem větším než 1, subkritický ho má menší než 1. Froudovo číslo je přímo úměrné rychlosti, nepřímo hloubce vody. (2)
- [5] a) až od určitého, vyššího, průtoku,  
b) má tvar kruhu (při pohledu shora), vně je podstatně vyšší hloubka vody,  
c) hydraulický skok se bude vzdalovat od středu (přítoku vody) – kruh se zvětšuje. (2)
- [6] D (2)
- [7] C (2)
- [8] A  
Odůvodnění: pro intenzivní chemické zvětrávání je důležitá zvýšená teplota i přítomnost vody. (2)
- [9] D D  
Odůvodnění: kapky deště se otiskly do nezpevněného měkkého jílového substrátu, takže víme, že v době sedimentace se nacházíme přibližně v úrovni hladiny (moře, jezera). (2)
- [10] B  
Odůvodnění: velký valoun na vrcholu zabraňuje přístupu intenzivních srážek, které tudíž erodují málo zpevněné horniny v okolí, ale ne pod valounem. (2)
- [11] C (2)



# VÍTE, ŽE...



**NEJÚSPĚŠNĚJŠÍ ŘEŠITELÉ  
KORESPONDENČNÍHO SEMINÁŘE  
BUDOU PŘIJATI KE STUDIU  
GEOLOGICKÝCH OBORŮ NA UK  
BEZ PŘIJÍMACÍCH ZKOUŠEK!\***

\* PODROBNÉ INFORMACE NALEZNETE NA

[HTTP://KAMENOZROUT.CUNI.CZ](http://kamenozrout.cuni.cz)

**KamenožROUT**

**© 2014**