

Popularizace vědy ve volnočasových aktivitách žáků SŠ - geografie



Tento modul je zaměřen na následující témata v kontextu věkové skupiny žáků středních škol: motivace k zájmu o studium technických a přírodovědných oborů, možnosti a typy popularizace vědy, získávání informací z nejnovějších vědeckých výzkumů, náměty pro aktivity zájmového kroužku, náměty projektů, experimentů, tipy na exkurze apod.

Obsah:

- Popularizace geografie
- Možnosti a typy popularizace
- Náměty aktivit do 20 minut pro popularizaci geografie
- Náměty aktivit do 45 minut pro popularizaci geografie
- Náměty dlouhodobých projektů popularizace geografie



Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, registrační číslo CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

Popularizace vědy ve volnočasových aktivitách žáků SŠ - geografie

Tento modul/kurz je zaměřen na následující témata v kontextu věkové skupiny žáků středních škol: motivace k zájmu o studium technických a přírodovědných oborů, možnosti a typy popularizace vědy, získávání informací z nejnovějších vědeckých výzkumů, náměty pro aktivity zájmového kroužku, náměty projektů, experimentů, tipy na exkurze apod.

Autor:

doc. RNDr. Pavel Mentlík, Ph.D.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

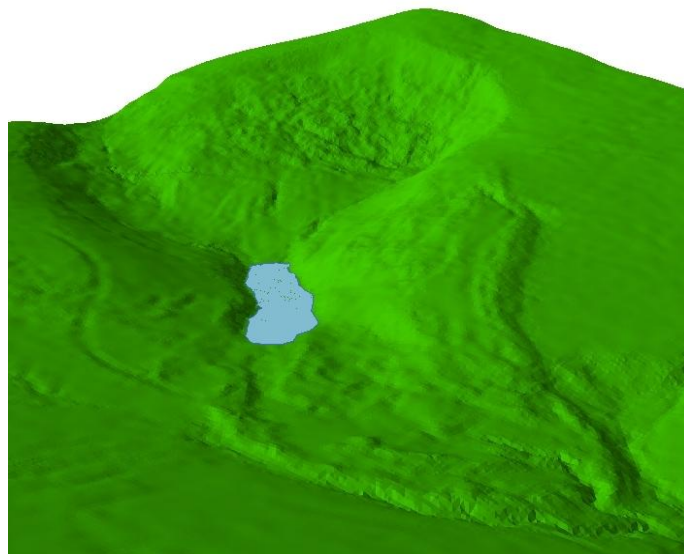
Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Popularizace geografie - úvodem

V "dávných" dobách, byla geografie vědou popisnou a učitelé zeměpisu většinou nepatřili mezi ty úplně nejoblíbenější. Například se popisovalo, kde se nachází jaká hora a jak je vysoká, v jakém městě je lokalizován jaký průmysl a další informace. Dnes je ale geografie jiná a můžeme říci, že se stále vyvíjí. Jedná se o obor spojující aplikaci nejmodernějších metod výzkumů z mnoha přírodovědných oborů, které samy stále prodělávají velkolepý rozvoj. Předmětem výzkumu geografie je krajina, její jednotlivé složky vzájemně vytvářející složitou mozaiku různě se prolínajících příběhů. Ty začínají v dávné minulosti, kdy se rodily samotné kontinenty a v hlubinách se tavily horniny (dnes často nerostné suroviny), po kterých se dnes na zemském povrchu procházíme. Příběhy pokračují přes dobu vzniku a vývoje současných říčních údolí, rozvodí mezi nimi, pánví a vrcholů, které dnešní krajině dominují (přes které stavíme silnice a skrz které hloubíme tunely). Pokračují přes současnost diktovanou člověkem do vždy nejisté, ale pro nás velmi důležité budoucnosti. A právě geografové, spolu s odborníky jiných oborů, tyto příběhy rozplétají a zkoumají.

Doménou geografů je tedy poznání krajiny - sběr a syntéza prostorových dat z mnoha vědních oborů. Naučit se pracovat s takovými daty (shromažďovat je a následně je vyhodnocovat a zpracovávat) je náplní práce současných geografů. A učitelé geografie? Ti by měli učit, jak s těmito daty pracovat a jak jim rozumět.

1.1 Quo vadis, geografie?



3D model okolí jezera Laka - vizualizace georeliéfu zajímavých míst, jedna z možností pro popularizaci geografie mezi širokou veřejností

Geografové zkoumají, jak jednotlivé složky krajiny vznikly, vyvíjely se a budou se vyvíjet do budoucna. Jsou to ti odborníci, kteří z jednotlivých příběhů, jež načrtávají výsledky výzkumů různých vědních oborů, skládají celou mozaiku vývoje a fungování krajiny.

Co tedy dnes, v době nepřehledného množství rychle dostupných informací různé kvality, má geografie konkrétně učit? Především dovednosti, jak poznávat krajinu, kde žijí. Jakým způsobem je možné (a účelné) poznávat jednotlivé složky (sféry), které krajinu tvoří.

Stejně jako u jiných oborů byl kromě rozvoje příbuzných disciplín pro geografii velmi důležitý mohutný rozvoj informačních technologií, které daly geografii soubor mnohých nástrojů, jak prostor zpracovávat - Geografické informační systémy (GIS). Dnes jsou mnohé výstupy z těchto aplikací dostupné na internetu. Přináší nám data, na kterých můžeme učit jednak o jednotlivých krajinných sférách například v okolí školy nebo se dozvědět o procesech a změnách, které probíhaly v krajině v minulosti. Zejména na práci s takovými daty jsou zaměřené připravené projekty.

[Video pro popularizaci geografie \(UK Praha\)](#) (odkaz viz. on-line kurz)

Krátké náměty pro aktivity (do 20 minut) představující základní zdroje dat a informací o geologické stavbě, půdách a ovzduší v konkrétních místech české republiky.

Po čem šlapeme - jak pracovat s geologickou mapou

Co dýcháme - kde získávat informace o ovzduší

Najdi si svou půdu - jaké jsou kde půdní podmínky.

Delší náměty pro aktivity (cca 45 minut - vyučovací hodina) ukazující práci s geograficky zaměřeným softwarem a databází poskytující informace o měnících se geografických jevech.

Kam jedete na dovolenou? - vyhledání zemětřesné a vulkanické aktivity v okolí konkrétního místa pomocí programu Seismic Eruption.

Jak se má tvůj ledovec? - vyhledání údajů a modelování vývoje konkrétního ledovce.

Námět na dlouhodobý vědecký projekt s exkurzí zaměřený na Paleoklimatologii aneb **Jak to kdysi bylo?**

1.2 Možnosti a typy popularizace geografie

Co umí geograf? Geograf odpoví na otázky:

Kde jsem? - pomocí GPS, technologie, která je integrována v mobilech a tabletech a pomocí aplikace, jako je Google Earth může určit polohu na Zemi a z internetu dále získat informace o místě, kde se nacházíme.

Jak to zde vypadá a proč? Jak a proč to funguje? - zde už geograf musí rozumět celé škále jevů a procesů. Zná, jak a z jakého důvodu obíhají mořské proudy a vzdušné masy, jaké jsou kde horniny a kdy (za činnosti jakých procesů) vznikly. Chápe logické vazby, které není možné snadno najít na internetu. Vznikají syntézou znalostí, které je nutné se naučit.

Geograf se zkrátka neztratí!

Geograf umí sbírat, analyzovat a prezentovat prostorová data.

Znamená to, že pomocí GPS nebo jiných pomůcek a technologií umí zaměřit místo v krajině a vygenerovat jeho zeměpisné souřadnice. Umí používat technologie, které dokáží zjistit vztahy mezi jednotlivými zaměřenými jevy v prostoru. A konečně - umí vše prezentovat - tedy dělat mapy. **No nestojí to za to?**

Tipy pro popularizaci geografie

1. Zadáme studentům jednoduchý úkol: kde všude se využívá GPS, a tedy prostorové informace?

Zjišťujeme, že přesné informace o poloze musí mít hasiči a záchranáři, aby se včas dostali k požáru nebo zraněnému. Dost často je GPS využíván i v osobních automobilech, což studenti znají z vlastní zkušenosti. Dále pak je nezbytností v letectví, lodní dopravě a organizování pomoci při řešení katastrofických událostí. Zaměřené ale jsou i hranice pozemků a budov (možnost - dáme studentům za úkol vyhledat jejich místa bydliště v [katastru nemovitostí](#)). Takto by měli pochopit skutečně široké uplatnění geografie v dnešním světě a její velký praktický význam.

2. další aktivitou ukazující na význam geografie v dnešní době je známý úkol využívaný i pro pochopení globalizace - zadáme studentům, aby při návštěvě supermarketu s rodiči zjistili exotickou potravinu, která se zde prodává. Pak ve třídě zjišťujeme, kde potravina roste, jak daleko k nám putovala a proč nemůže být pěstována u nás. Důležité je, aby si studenti uvědomili význam pochopení jevů a procesů, které určují jiné podmínky na daném místě, než panují u nás.

1.3 Možnosti získávání informací z nejnovějších vědeckých výzkumů

Je paradoxní, že v dnešní době není úplně jednoduché doporučit relevantní zdroje k získávání informací o nejnovějších vědeckých výzkumech.

V záplavě informací, které jsou dostupné na internetu, není samozřejmostí rozlišit nedůvěryhodné nebo někdy zcela vykonstruované informace od těch skutečně platných a důležitých.

Nejlepším a vlastně jediným věrohodným zdrojem informací jsou renomované vědecké časopisy. Těch je však celá řada - nacházíme je na specializovaných serverech, kde je možné v nich vyhledávat. Můžeme si jeden takový server ([Elsevier](#)) prostudovat a zjistit, kde, jaké a v jakém množství zde nalezneme informace o geografii.

Zjistíme, že informace využitelné pro výuku geografie můžeme získat pod odkazy na časopisy řazené v [Earth and Planetary Science](#) (fyzická geografie) nebo v kategorii Social Science, kde je vymezený okruh [Geography, Planning and Development](#). **Zde jsou odkazy na časopisy, které publikují geografické články.**

Při zhodnocení převažují nevýhody:

- 1) přístup je většinou placený (dostaneme se pouze na shrnutí článků - abstracta),
- 2) časopisů je opravdu velké množství, není možné je sledovat, natož všechny projít.

Proto musíme využít služby někoho, kdo tyto zdroje prochází a vybírá pro nás relevantní informace a věřit, že dělá svou práci nezaujatě a dobře. Tímto se zabývají vědecké novinářské servery jako [Science Daily](#). Zde, pod záložkou [Earth Climate and Geography](#), můžeme sledovat aktuality výzkumů z geografie.

Podobným serverem je i [Science News](#), kde přímo můžeme najít připravené zprávy pro mládež: [Science News for Students](#).

Podobným serverem v češtině je [Science World](#).

Informace o novinkách také získáme přímo na stránkách těch nejprestižnějších časopisů, jako jsou [Nature](#) a [Science](#). Jsou zde krátké zprávy o aktuálním obsahu toho nejlepšího, co je aktuálně ve vědeckém světě publikováno.

odkazy viz. on-line kurz

2 Náměty pro aktivity zájmového kroužku

2.1 Náměty aktivit do 20 min pro popularizaci geografie

Zjistěme, po čem šlapeme!

Po čem šlapeme aneb horniny z našeho okolí

Úvod

Geologická stavba určuje vzhled, resp. tvar povrchu Země, a tím i celkový charakter krajiny.



Geologické podloží a tvar zemského povrchu

Na obrázku máme nádherný příklad ukazující vztah mezi geologickou strukturou a tvarem povrchu Země. Ne vždy je ale tento vztah tak jednoznačný. Přesto právě v oblastech dlouhodobě denudovaného Českého masívu existuje mnoho výborných příkladů této vazby. Můžeme si ji demonstrovat na příkladu okolí Plzně, kde nacházíme tři hlavní druhy hornin: málo odolné proterozoické břidlice, více odolné vyvěřeliny (zvané spility, podobné vyvěřelým čedičům) a velmi odolné, silně prokřemenělé bulžníky. Zemský povrch na Plzeňsku byl a je modelován především řekami, které na nejméně odolných břidlicích vytvořily sníženiny, na spilitech daly vzniknout zaobleným vyvýšeninám a často i zakleslým meandrům a na bulžnicích se zachovaly nejvyšší polohy, často se skalními útvary ([prozkoumejte 3D model se skalními útvary na vrchu Radyně u Plzně](#)).



Poznání geologické stavby nám tedy dává základní informaci o předpokladech ovlivňujících celkový charakter krajiny. Poznání geologické stavby v minulosti bylo spojeno s návštěvou knihovny a především studiem papírových map. V dnešní době můžeme v České republice využít mapové služby, která je poskytována Českou geologickou službou (ČGS) a umožňuje prohlížet [Geologickou mapu 1 : 50 000 celé České republiky](#).

Na práci s touto mapou je založena níže popsaná aktivita.

Popis projektu

Zadání: prozkoumej horniny v okolí zvoleného místa.

Studenti mohou hledat vybrané místo v okolí svého bydliště, chaty, místa, kde bydlí babička, další příbuzní apod. Místa by měla být zadávána tak, aby studenti (skupiny) zpracovávali různé lokality.

Postup práce:

- 1) Vedoucí vysvětluje význam geologické stavby (viz úvod výše), rozdíl mezi analogovou (papírovou) a digitální mapou a poskytuje [www odkaz](#) na geologickou mapu na internetu. Úkolem je nejprve seznámit studenty s aplikací, naučit se s ní pracovat.
- 2) Studenti se učí pracovat s aplikací - měnit měřítko, posouvat mapu, hledat podle názvu, identifikovat prvky, zapínat a vypínat zobrazované vrstvy a měřit. Vedoucí ověřuje získané dovednosti vhodnými otázkami - jak je daleko z jednoho místa do druhého, jaké horniny jsou prezentovány červenou barvou apod.
- 3) Vedoucí zadává lokalitu a studenti v jejím okolí vymezují čtverec 1x1 km, ze kterého vypisují zjištěné horniny. Horniny řadí podle stáří. Pak zapínají vrstvu Geologicky významné lokality a vybírají nejbližší k zadanému místu.

4) Studenti zpracovávají výstup (prezentaci výsledků pro ostatní), ve kterém prezentují zjištěné horniny a představují geologicky významnou lokalitu.

Tyto lokality je možné po výběru a zjištění zájmu samozřejmě později navštívit.

Multimédia pro badatelskou aktivitu

[Geologické mapy na internetu](#)

[Geologicky významné lokality v ČR](#)

[Výukové video o geologickém mapování \(ČGS\)](#)

odkazy viz. on-line kurz

Co dýcháme?

Vzduch je médium, se kterým jsme od narození v bezprostředním kontaktu. Jsme na něm životně závislí, nikdo z nás by bez vzduchu nepřežil déle než několik desítek sekund či minut. Na druhou stranu vychází z podstaty lidské přirozenosti neustále měnit okolní prostředí svými aktivitami. Lidé jako heterotrofní organismy vdechují vzduch s kyslíkem, který potřebují pro zajištění základních životních funkcí a vydechují vzduch bohatší na kysličník uhličitý. Na rozdíl od rostlin neumíme fotosyntetizovat, a tak kyslík z atmosféry pouze odebíráme. Tento nedostatek bychom si jako lidé asi dokázali odpustit. Problémem ale je produkce jiných, často toxických látek, které člověk svými různými aktivitami do svého základního žívu vypouští.



Les zničený kyselými v dešti, které byly velkým problémem zejména v 70. letech minulého století

Na druhou stranu je pravdou, že v poslední době se znečištění ovzduší (oproti druhé polovině 20. století) celkově snižuje. V každém případě bychom měli být schopni získávat a analyzovat informace o znečištění atmosféry v našem okolí. Ke krátkému seznámení s daty, která jsou měřena a poskytována [Českým hydrometeorologickým ústavem \(ČHMÚ\)](#), je věnována tato aktivita:

Popis projektu

Zadání: prozkoumej změny znečištění ovzduší v místě tvého bydliště v uplynulém dni.

Studenti pracují ve skupinách či jednotlivě - záleží na jejich počtu. Vedoucí zadává různé znečišťující látky, aby studenti nezpracovávali shodnou problematiku a závěrečné prezentace pro ně byly zajímavé.

Postup práce:

1) Vedoucí vysvětluje význam znečištění ovzduší (viz úvod výše), seznamuje studenty s ČHMÚ a poskytuje jim [odkaz na stránky](#) ústavu. Je vhodné stránky promítnout dataprojektorem a přímo seznámit s jejich obsahem. Jako poslední je prezentována stránka [s údaji o znečištění ovzduší](#).

2) Studenti se seznamují se stránkami, dostávají zadání lokality a znečišťující látky, je určeno časové rozpětí, ve kterém budou znečištění analyzovat. Vhodný je právě uplynulý den. Dobré je vybrat místo co nejbližší školy, kde studenti skutečně procházeli.

3) Studenti vypisují údaje do tabulky a vytváří graf ukazující změny znečištění.

4) Studenti prezentují výstupy - jednotlivé látky jsou srovnávány a jsou hledány příčiny výkyvů (například závislost na automobilové dopravě apod.). Diskutována je škodlivost jednotlivých látek.

Vedoucí projekt vyhodnocuje, je vhodné prezentovat [dlouhodobé trendy znečištění](#), které si pro danou lokalitu předem připraví.

Multimédia pro badatelskou aktivitu

[Stránky ČHMÚ](#)

[Aktuální informace ke znečištění ovzduší](#)

[Dlouhodobé informace ke znečištění ovzduší](#)

odkazy viz. on-line kurz

Najdi si svou půdu!

Snad mi kolegové učitelé dáte za pravdu, že půdy jsou asi nejvíce přehlíženou a nejméně populární látkou při výuce zeměpisu či přírodopisu. Studenti často říkají, že jediné zajímavé a vtipné bylo srovnání půdy (svrchní části litosféry vzniklé ze zvětraliny a organických látek) a půdy jako části domu pod střechou, které používám na úvod do problematiky. Je to velmi zarážející, protože oproti například horninám či tektonice je právě půda ta část krajinné sféry, na které přímo závisí přežití (v horším případě) nebo hladovění či prosperita (v té lepší variantě) celé společnosti. Je to proto, že naprosto drtivá většina z toho, co lidstvo konzumuje, je závislé (je vypěstováno - jako přímá potrava nebo krmivo užitkových zvířat) na úrodnosti půdy.



Černozem - ta neúrodnější půda vznikající ve stepích

Proto bychom se měli snažit vyzdvihovat význam půdy jako živitelky lidstva a podporovat její poznání. Prvním krokem může být seznámení se s půdami v okolí bydliště studentů (bydliště nebo známého, oblíbeného místa). K tomu nám může velmi dobře posloužit on-line Půdní mapa ČR 1 : 50 000, která je dostupná ze stránek ČGS. Práce s ní navazuje na první uvedenou aktivitu, která byla zaměřena na práci s geologickou mapou.

[Půdní mapa ČR 1 : 50 000](#)

Popis projektu

Zadání: prozkoumej půdy v okolí zvoleného místa.

Studenti mohou studovat zvolené místo v okolí svého bydliště nebo rekreační chaty, místa, kde bydlí babička, apod. Je zadáváno tak, aby studenti (skupiny) zpracovávali různé lokality.

Postup práce:

1) Vedoucí vysvětluje význam půd pro lidskou společnost (viz úvod výše), rozdíl mezi analogovou a digitální mapou a poskytuje www.odkaz na mapu půd ČR na internetu. Úkolem je nejprve seznámit studenty s aplikací a naučit se s ní pracovat.

2) Tento bod přeskakujeme, pokud jsme pracovali s geologickou mapou. Studenti se učí pracovat s aplikací - měnit měřítko, posouvat mapu, hledat podle názvu, identifikovat prvky,

zapínat a vypínat zobrazované vrstvy a měřit. Vedoucí ověřuje získané dovednosti vhodnými otázkami - jak je daleko z jednoho místa do druhého, jaké půdní typy jsou prezentovány konkrétními barvami apod.

3) Vedoucí zadává lokalitu a studenti v jejím okolí vymezují čtverec 1x1 km, ze kterého vypisují zjištěné půdní typy. Odhadují úrodnost půd a řadí je od neúrodnějších po nejméně úrodné.

4) Studenti zpracovávají výstup (prezentaci výsledků pro ostatní), ve kterém prezentují zjištěné půdní typy, a diskutují (obhajují) své rozdělení půd podle úrodnosti.

Vedoucí vyhodnocuje projekt, pro představu řadí půdy podle úrodnosti, napravuje největší chyby.

Multimédia pro badatelskou aktivitu

[Kvalitně provedená klasifikace půd v ČR](#)

[Půdní mapa ČR](#)

odkazy viz. on-line kurz

2.2 Náměty aktivit do 45 min pro popularizaci geografie

Zeměřesné oblasti světa aneb kam to jedete na dovolenou?

Lidský život z pohledu geologických procesů, které se někdy opakují po desítkách, stovkách let či tisíciletích, trvá nepatrný zlomek času. To je snad jednou z příčin, proč člověk často zapomíná na katastrofické přírodní události (často již po několika letech) a staví si obydlí na místech aktivních zlomů, pod činnými vulkány nebo v záplavových zónách.

Pro středoevropany je vysněným místem, na které se často celý pracovní rok těší, okolí Středozemního moře. Navštěvujeme ho pro krásné moře, romantické pobřeží a přívětivé klima. Jedná se (z lidského pohledu) o bezpečné místo, i když přírodní procesy, a to konkrétně zeměřesení, vulkanismus a na ně navázané katastrofické tsunami zde také dokáží nepříjemně udeřit. Dokladem může být zničení Minojské civilizace na Krétě zřejmě v souvislosti s vulkanickou obří erupcí Théry (dnes souostroví Santoriny). Ze zaznamenaných zeměřesení ve Středomoří se dosud největší událo [v okolí Lisabonu \(1. 11. 1755\)](#). Dosáhlo magnituda (vysvětlení viz níže) 8,7 a [v databázi největších historických zeměřesení světa](#) (řazené právě podle magnituda) je na 11. místě. 30. místo v tomto žebříčku zaujímá další největší historicky zaznamenané evropské zeměřesení, ke kterému došlo 11. 8. 1903 v jižním Řecku. Magnitudo mělo 8,3.

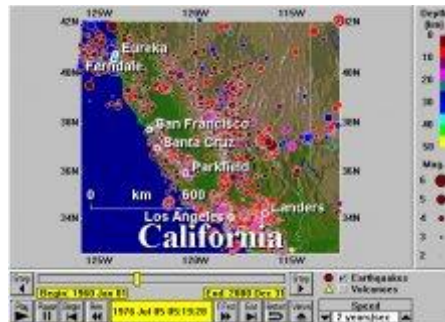


Souostroví Santorini představuje zbytek vulkánu Théra

Účelem této aktivity není odrazovat od dovolené ve Středomoří. Pouze chceme ukázat, jak je lidský pohled na svět prostorově (vnímáme pouze to co se děje v našem bezprostředním okolí) a časově omezený a Země je naopak (a někdy neúprosně) dynamická. Oblast

Středomoří srovnáme s jinými (často výrazně seismicky a vulkanicky aktivnějšími) oblastmi světa.

V tomto kurzu budeme pracovat s programem **Seismic Eruption**. Ideální je tedy pro kurz zajistit počítačovou učebnu, kde se program může nainstalovat. Alternativním řešením je zadat úkol jako projekt studentům domů, aby pro zpracování využili svoje osobní počítače a na vyhodnocení přinesli pouze výstupy - nejlépe zpracované v prezentacích (nutný počítač a dataprojektor).

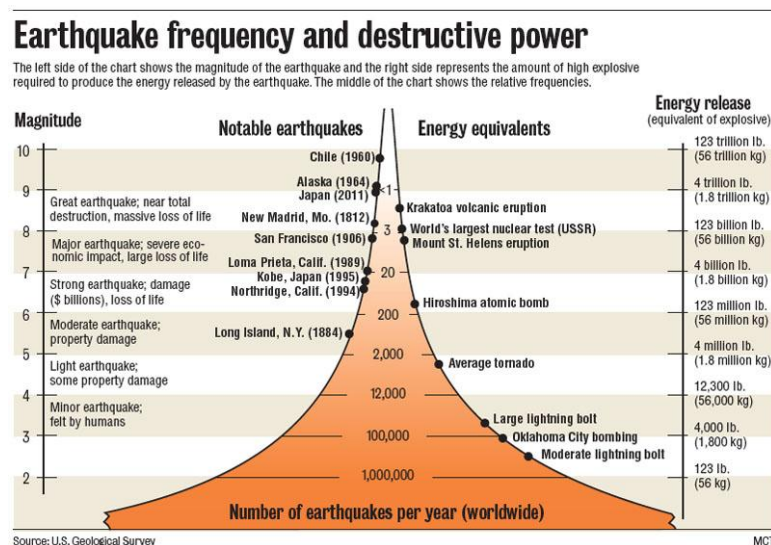


Prostředí programu Seismic Eruption

Program Seismic Eruption je vyvíjen [Dr. Alanem L. Jonesem ze State University of New York v Binghamtonu](#). Program pracuje na platformě Windows a je volně dostupný. Jedná se o program zobrazující zemětřesení a sopečné erupce v prostoru a čase. Uživatel může využívat přednastavených map (většinou pro celé kontinenty) nebo zde může interaktivně vytvářet vlastní mapy (tak jako to budeme dělat my v průběhu našeho projektu).

V následujícím textu jsou vysvětlené pojmy, se kterými budeme v rámci aktivity pracovat. Protože se jedná o obecné a z hlediska výuky geografie či biologie (geologie) často základní pojmy, jejich pochopení a porozumění je i jedním z cílů aktivity.

Zemětřesení: přirozený otřes zemské kůry, vyvolaný pohyby a deformacemi uvnitř zemské kůry nebo pláště. Dochází při něm k náhlému uvolnění velkého množství kinetické energie.



Magnitudo a množství uvolněné energie

Magnitudo: je číslo (v rámci dané stupnice) vyjadřující množství energie uvolněné v místě vzniku (hypocentrum) zemětřesení. Nejčastěji je využívána Richterova stupnice. Magnitudo je v této stupnici definováno jako dekadický logaritmus amplitudy zemětřesení v mikrometrech, registrované standardním Wood-Andersonovým seismografem v epicentrální vzdálenosti 100 km (epicentrum - místo na zemském povrchu, které je nejbližší hypocentru). Richterova stupnice však selhává při rozlišování větších zemětřesení (s magnitudem nad 8,5). V Seismic Eruption je magnitudo vyjádřeno pomocí tzv. seismického momentu (M_w). Ten je vyjádřený momentem síly, který je uvolněn při zemětřesení. Tato síla je závislá na vzdálenosti pohybu na zlomu, ke kterému při zemětřesení dochází, a síle, která pohyb vyvolala. [Stupnice je logaritmická a má 10 stupňů.](#)

Intenzita zemětřesení (projev) se určuje podle různě upravené Mercalliho stupnice, která je založena na subjektivním hodnocení následků zemětřesení na budovách, pozorovaných trhlinách v zemi, přetrhaných potrubích a kolejích atd.

Vulkanická erupce - uvolnění plynů, lávy a tefry ze sopečného kráteru nebo trhliny. Na světě je zaznamenáno 539 vulkánů, u kterých byla zaznamenána erupce v historické době. Podobný počet vulkánů (529) je veden u vulkánů, které vybuchly v holocénu (resp. v posledních 10 000 letech). Ani toto časové vymezení však nepokrývá všechny potenciálně aktivní sopky, protože supervulkány (Toba, Yellowstone) mají interval mezi výbuchy několik desítek tisíc let. Přesto je není možné považovat za vyhaslé, naopak, odpovídají definici jevů, které označujeme jako tzv. **černé labutě** (tj. události nepředvídatelného rozsahu s obrovským dopadem, které jsou mimo zkušenost lidských civilizací). V Seismic Eruption černé labutě nenajdeme. Jsou znázorněny "pouze" všechny sopky se známou erupcí v holocénu. Aktuální výbuchy (od roku 1960) jsou rozlišeny podle níže definovaného magnituda.

Magnitudo vulkanické erupce je hodnota založená na dvou charakteristikách - objemu materiálu, který je v průběhu erupce uvolněn na zemský povrch (láva a tefra), a výšce sloupce, ve kterém je tefra vyvržena ze sopky do atmosféry. Jedná se o veličinu, která je také definována jako *Volcan Explosivity Index (VOI)*. Žádná holocénní erupce neměla zřejmě magnitudo 8. Čtyři erupce však zřejmě dosáhly magnituda 7 (poslední Tambora v roce 1815).

Typ vulkanické erupce je v Seismic Eruption rozlišen na tři nejzákladnější typy: explozivní výbuchy (Explosive), výlevné výbuchy (Lava) a kombinované výbuchy (Both). První uvedené jsou typické pro tzv. maary (sopečná embria) - při expozi většinou nevzniká vulkanický kužel, naopak většinou po výbuchu vzniká sníženina v zemském povrchu. Výlevné erupce nacházíme tam, kde je méně viskózní láva (riftové zóny, tzv. horké skvrny). Vulkanické kužele pak mají charakter štítových sopek (například typické na Havaji) nebo vznikají lávové příkrovy (například Island). Při erupcích, kdy dochází k výlevům lávy i vyvrhování pyroklastik do atmosféry, vznikají charakteristické výrazné kužele (tzv. stratovulkány tedy "skládáné" sopky).

Hranice litosférických desek jsou rozhraní klasifikovaná podle charakteru vzájemného pohybu desek. Jedná se o místa zvýšené seismické a vulkanické aktivity. V Seismic Eruption je rozlišeno:

Konvergentní rozhraní (Convergent): žlutá barva - místo, kde se k sobě přibližují dvě desky a jedna se noří pod druhou (oceánská pod kontinentální resp. oceánská pod oceánskou).

Divergentní rozhraní (Divergent): červená barva - desky se rozestupují (zejména středoocéánské hřbety a riftové zóny na pevnině).

Transformní rozhraní (Transform): modrá barva - desky se vůči sobě na povrchu horizontálně posouvají.

Difusní rozhraní (Diffuse): bílá barva - vzájemný pohyb desk se projevuje v rozsáhlejší oblasti.

Popis projektu

1. Nainstalování programu [Seismic Eruption](#)

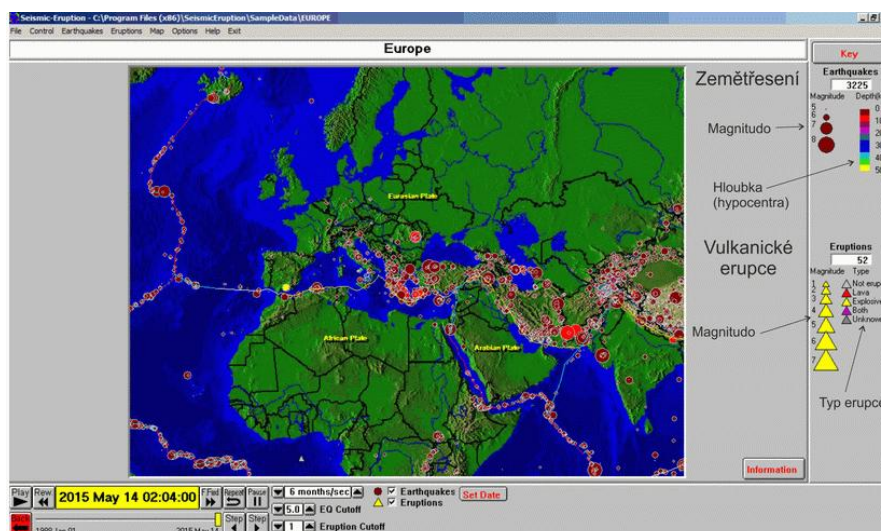
Program je volně dostupný a pracuje na nejrozšířenější platformě Windows. Po stažení programu postupujeme podle doporučení instalačního průvodce.

Projekt se skládá ze dvou částí. V první části se studenti seznámí s celkovou seismickou a vulkanickou aktivitou v Evropě. Definují místa zvýšeného seismického a vulkanického rizika a naučí se s programem pracovat.

1. část

Postup práce

Studenti spustí program a vyberou oblast Evropy. Nad mapou Evropy a širšího okolí se zobrazují jednotlivá zemětřesení, rozlišená velikostí kruhu podle magnituda a barvou podle hloubky. Tato zůstávají znázorněna, místa častější zemětřesné aktivity jsou tedy dobře identifikovatelná. Vulkanické erupce se objevují a opět mizí. V průběhu vizualizace si studenti mohou všimnout, že vulkanická aktivita je koncentrována do dvou míst (okolí Sicílie - Etna a Stromboli a Island). Seismická aktivita je zvýšená zejména na tzv. Helénskému oblouku v Egejském moři a částečně i na Apeninském poloostrově.



Na obrázku vidíme koncentraci jednotlivých zemětřesení v oblastech rozhraní litosférických desek (podle obrázku analyzujeme, o které typy rozhraní se jedná - vysvětlení viz text výše). Vidíme, že seismické riziko se poměrně výrazně koncentruje ve Středomoří. Na tuto oblast se snažíme upřít svou pozornost pro následující část projektu.

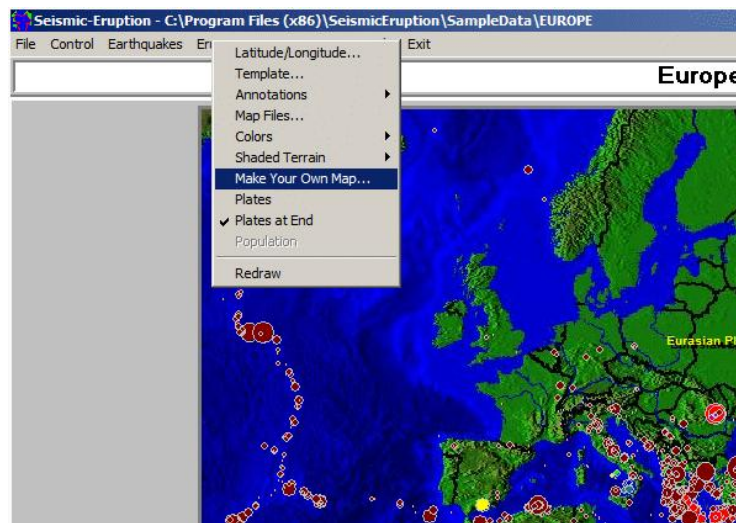
2. část

Ve druhé části projektu studenti vytvoří mapu vybrané oblasti, u které analyzují seismickou a vulkanickou aktivitu.

Postup práce

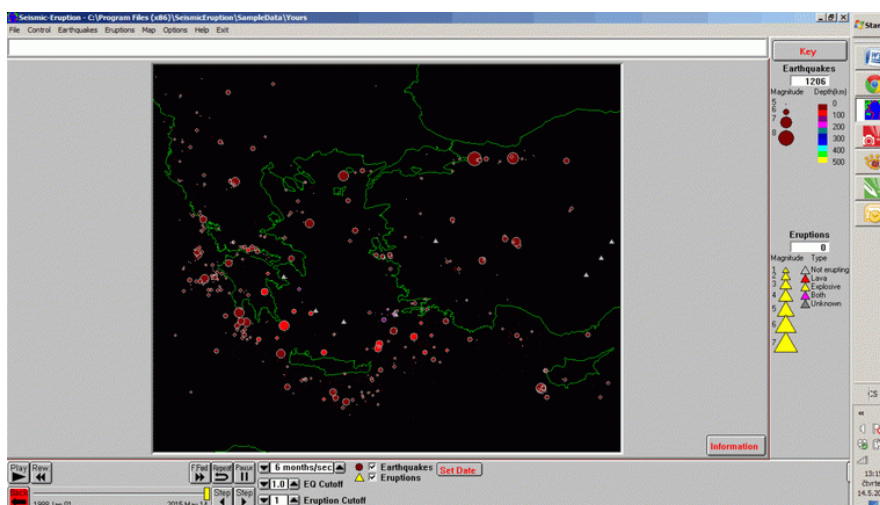
1) Jako první vyvoláme diskusi k rozložení seismické aktivity na Zemi. Studenti jmenují místa, kde (kromě Středomoří) můžeme najít zvýšenou seismickou aktivitu a riziko. Na základě jejich zájmu přidělujeme jednotlivé regiony skupinám (jednotlivcům).

2) Studenti si vytváří vlastní mapu vybraného regionu.



Zobrazená rozbalovací nabídka a příslušné tlačítko pro tvorbu vlastní mapy.

Mapu vytvoříme vymezením oblasti (kliknutím na severozápadní okraj předpokládaného území a tažením myši na jeho spodní okraj). Nad daným územím pak spustíme aplikaci - vizualizujeme zemětřesení v požadovaném časovém rozsahu. Nezapomeneme nastavit magnitudo zemětřesení, která chceme vizualizovat - nastavená velikost 5 může být příliš velká a zemětřesení se nám pak nezobrazují s dostatečnou hustotou).



Výsledná vlastní mapa pro oblast Egejského moře. Můžeme zde identifikovat oblastix (Kréta Peloponés), které mohou být ohroženy zemětřeseními nebo jejich následky (tsunami).

4) Studenti prezentují výsledky své práce - hotové mapy. Výsledky vzájemně porovnáváme a diskutujeme (z hlediska četnosti zemětřesení, typu rozhraní litosférických desek atd.).

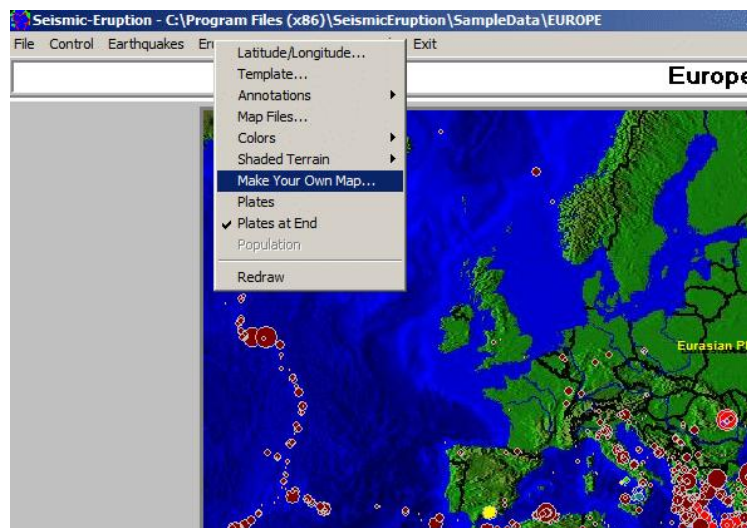
Zhodnocení projektu

Provedeme zhodnocení projektu - na příkladech (zejména s ohledem na Evropu) vymezujeme oblasti se zvýšeným seismickým (a vulkanickým) rizikem. Upozorníme na existenci tzv. černých labutí - extrémních událostí, které se projevují po velmi dlouhé době. Jejich existence je většinou mimo reálnou paměť lidstva (jako příklad můžeme znovu zopakovat výše uvedený výbuch Théry nebo velkou erupci Vesuvu zaznamenanou Pliniem, první uvedený musel velmi ovlivnit podmínky - a tedy i život tehdejších lidí - ve Středomoří).

Multimédia k badatelské aktivitě 1

Seismic Eruption

Tvorba vlastní mapy



Prozkoumej si svůj ledovec

Úvodní slovo a motivace

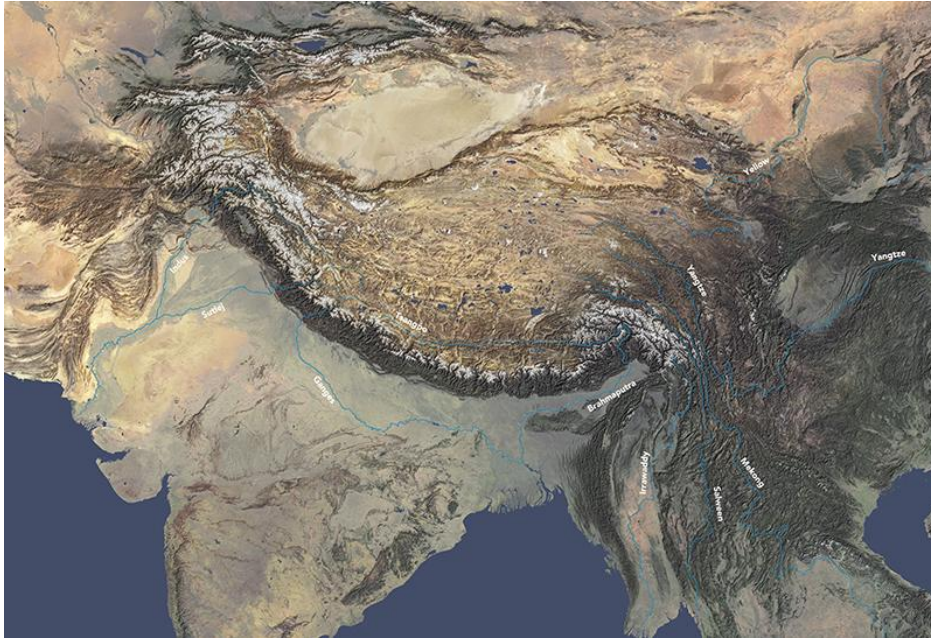
Zalednění a ledovce jsou v dnešní době rozšířeny ve vzdálených oblastech dalekého severu či jihu nebo v nepřístupných velehorách. I pro naše předky byly tyto útvary velkou neznámou a někdy byly popisovány jako bílí draci pomalu se sunoucí z horských oblastí do obydlených území. To však bylo v době chladnějšího klimatu (zejména tzv. Malá doba ledová, končící zhruba na začátku 20. století). Tato exotika, vůně neznáma a dobrodružství, které jsou s ledovci spojeny, jsou dobrou motivací k využití tohoto tématu pro popularizaci fyzické geografie.



Wilderwurm Gletscher.

Ledovec - bílý drak pomalu se sunoucí z horských oblastí ([Henry George Willink. 1892. Wilderwurm Gletscher](#))

I z čistě praktického hlediska však ledovce mají velký význam. V horských oblastech jsou zásadním zdrojem vody, a to zejména velkých himálajských řek (himálajské ledovce mají přibližný rozsah 35 000 km²), jejichž vody mají zásadní význam pro milióny lidí v nejvíce zalidněných oblastech světa. Himálajské ledovce zásobují vodou značnou část povodí velkých asijských řek (Indus, Žlutou řeku, Gangu, Brahmaputru, Iravandi, Salwin, Mekong a Modrou řeku - Jang-c'-ťiang). V mnohých oblastech je energie divokých ledovcových řek využívána v energetice. Tání velkých kontinentálních ledovců má jednoznačně globální dopad. Může způsobit eustatický vzestup hladiny světového oceánu, zatímco ztrátou jejich hmoty může dojít k odlehčení litosférických desek a tím akceleraci glaciostatického zdvihu. Uvažuje se o vazbě ústupu ledovců a zvýšené seismicity přilehlých regionů. V neposlední řadě má sledování ledovců význam paleoklimatologický - postupy a ústupy ledovců jsou ukazatelé klimatických podmínek, které panovaly v minulosti. Všechny tyto důvody nám mohou pomoci pro vzbuzení zájmu studentů o problematiku ledovců před zadáním samotného projektu.



Významné řeky pramenící na "třetím pólu světa"

O čem je projekt

Z výše uvedených důvodů jsou ledovce předmětem dlouhodobého vědeckého zájmu. Jejich sledování, a zejména změny jejich rozsahu (v poslední době zejména ústup) jsou zaznamenávány a celosvětově shromažďovány ve [Světovém soupisu ledovců \(World Glacier Inventory - WGI\)](#). Celkově zde najdeme záznamy o 130 000 ledovcích z celého světa. Tato data jsou globálně shromažďována Světovou službou pro sledování ledovců ([World Glacier Monitoring Service - WGMS](#)). Data, ze kterých se dozvíme polohu ledovce a (zejména) údaje o jeho postupu či ústupu, jsou [volně dostupná](#). Jejich využití nabízí velký potenciál pro praktické seznámení s ledovci obecně a konkrétně s jejich chováním (rychlost ústupu), resp. monitoringem. Právě monitoring přírodních procesů, jeho vyhodnocování a předpokládané dopady na lidskou společnost jsou jedním ze základních úkolů současné geografie.

Přínos projektu

Během projektu:

- studenti se seznámí s problematikou ledovců;
- studenti získají představu o monitoringu ledovců.

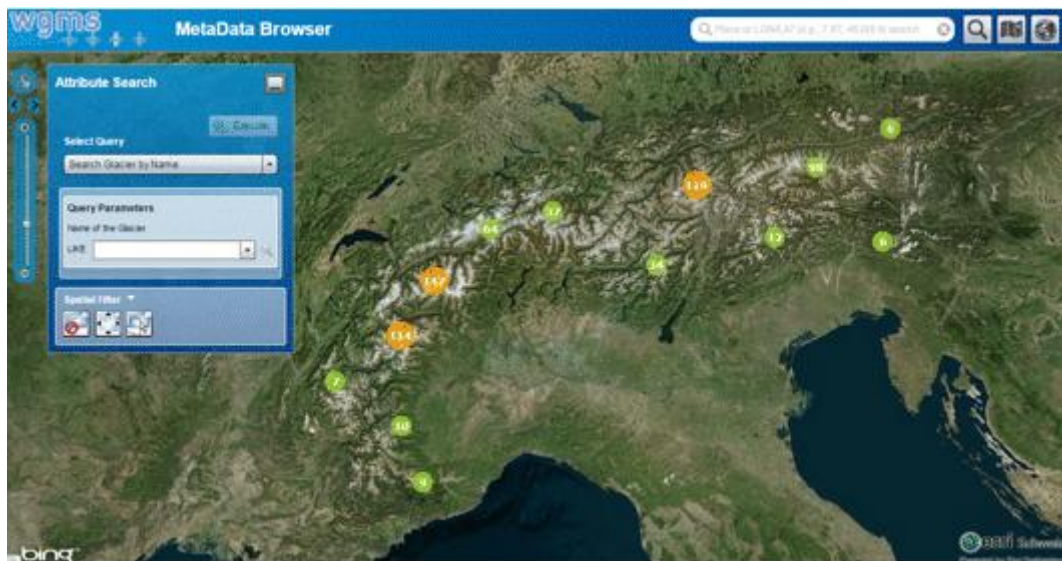
Během projektu budou pracovat s výpočetní technikou a jednoduchými metodami popisné statistiky zhodnotí reálná data.

K projektu je nutné vybavení počítačem s přístupem na internet a nainstalovaným tabulkovým editorem (například Excel).

Popis projektu

Zadání úkolu: najděte v alpské oblasti vhodný ledovec (s více než deseti měřeními) a vytvořte graf ukazující postup (ústup) ledovce.

1) Na internetu se studenti připojí na prohlížeč dat [WGMS](http://wgms.ch) a rozsah si zvětší (dvojitým poklínáním levým tlačítkem myši) na alpskou oblast.



Rozsah alpské oblasti s počty sledovaných ledovců v jednotlivých částech Alp.

2) Studenti si vybírají ledovec, který budou sledovat. Pracují ve skupinách nebo jednotlivě. Je vhodné vybrat ledovec, který má alespoň 10 měření.

3) Studenti si stáhnou tabulku v Excelu a ověří, zda ledovec má deset měření.



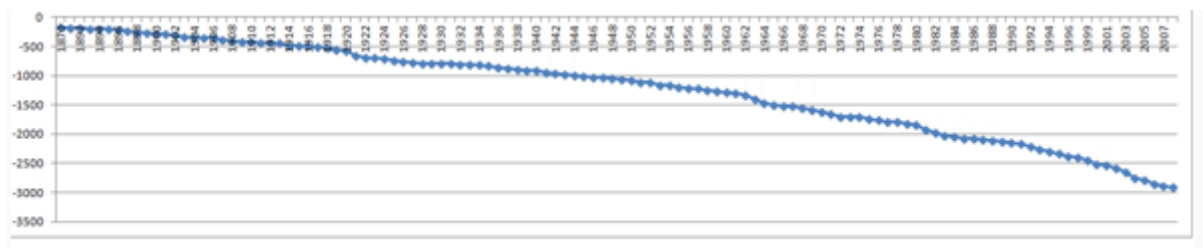
Atributy ke konkrétnímu ledovci stahujeme "Minimum data series" - pro úplná data bychom museli zažádat e-mailem.

4) Studenti vytváří graf vyjadřující změnu čela ledovce.

REFERENCE YEAR	FRONT VARIATION	
1870	-75	
1886	-100	-175
1892	-5	-180
1893	-7	-187
1894	-6	-193
1895	-5	-198
1896	-6	-204
1897	-10	-214
1898	-16	-230
1899	-30	-260
1900	-12	-272
1901	-6	-278
1902	-12	-290
1903	-20	-310
1904	-25	-335
1905	-12	-347
1906	-7	-354
1907	-1	-355
1908	-25	-380

Část tabulky s ukázkou zpracovávaných dat.

5) Studenti prezentují výsledné grafy - diskutujeme, jaký charakter mají změny u jednotlivých ledovců.



Ukázka výsledného grafu - můžeme sledovat akceleraci ústupu ledovce, kdy ústup o prvních 500 m trval téměř o polovinu déle než ústup o stejnou vzdálenost v dalších letech.

V závěru shrneme, k jakým změnám u ledovců dochází a jaké to může mít důsledky - regionální (nedostatek pitné vody, energetika) a globální (změna výšky hladiny oceánu, pohyby litosférických desek).

2.3 Náměty dlouhodobých projektů pro popularizaci geografie

Paleoklimatologie - klíč k poznání fungování klimatických a environmentálních změn

Předkládaný projekt se zaměřuje na pochopení metod, které se používají k výzkumu změn krajiny v minulosti. Projekt má následující základní části:

1) Seznámení s proxy daty

2) Analýza makrozbytků - vyzkoušíme si, jak se to dělá

Seznámení s proxy daty

Tato část se skládá ze dvou částí:

1A) Úvod do problematiky proxy dat - prostřednictvím úvodního textu níže

1B) Proxy na nečisto

1A: Text pro úvod do problematiky proxy dat

Změna krajiny v čase je jednou z klíčových otázek, kterou se v současné době geografie zabývá. Poznání principů fungování přírodních systémů je důležité zejména proto, že nemáme jiný zdroj informací, jak odhadnout budoucí vývoj (krajiny - prostředí, kde žijeme), než analýzu přírodních systémů v minulosti s následným odhadem jejich vývoje v budoucnosti.

Toto se týká i jednotlivých procesů - historická paměť lidstva je z hlediska fungování přírodních systémů velmi omezená (krátká). Některé procesy (a jsou to právě ty nejdůležitější, které mění podmínky v celých regionech nebo i na globální úrovni zcela zásadním způsobem) působí s velmi dlouhou časovou amplitudou. Není jiná možnost, jak je zkoumat a umožnit lidstvu, aby se s jejich případným působením vyrovnalo, než výzkum jejich projevů v minulosti.



Příkladem může být jedna z nejničivějších přírodních katastrof "současnosti". 12. 5. 2008 zasáhlo venkovskou čínskou provincii Sichuan zemětřesení s magnitudem 7,9. Následkem katastrofy bylo zabito asi 80 000 lidí a asi 370 000 lidí bylo zraněno. Milióny lidí byly zemětřesením zasaženy, nuceny změnit nebo opravovat příbytky. Problémem této události byl zejména její výskyt v oblasti, kde zemětřesné riziko bylo považováno pouze za střední až

malé. Zjistilo se, že k podobným zemětřesením zde (zejména z důvodu existence odolných hornin na zlomu a strmého úklonu zlomové plochy) dochází po přibližně 2 700 letech (v roce 2013 došlo k následnému otřesu, opět s ničivými účinky s magnitudem 6,6).

Takovéto události nemůžeme sledovat na základě psaných záznamů (kronik apod.) ani měření, které máme k dispozici. Ani historické (psané) záznamy totiž nemají dostatečný časový dosah a jsou zatíženy subjektivní interpretací pisatele, který nemusel být očitým svědkem. Přímá měření jsou sice přesná, ale i z pohledu fungování daleko běžnějších (tedy vyskytujících se s kratší časovou amplitudou) procesů jsou velmi krátkodobá (sahající maximálně desetiletí do minulosti).

K výzkumu vývoje krajiny proto využíváme tzv. proxy data. To jsou data, která nejsou přímým měřením, ale z jejichž podstaty vyplývá vazba na sledovanou charakteristiku (např. vlhkost, teplotu) nebo aktivitu daného procesu (prach nebo oxidy síry v ledovcích jako proxy chladných a suchých období respektive vulkanických erupcí apod.).

Problém měřítka aneb Proxy data v letech

Jako přírodní procesy i proxy data jsou velmi různorodá. Příkladem mohou být letokruhy stromů, jejichž šířka přináší informaci o charakteru počasí, které panovalo. Stromy reagují na klima, které panuje v konkrétním roce (resp. části roku), přirůstáním jarního a letního dřeva, které má různou hustotu, a tedy i barvu. Je pravdou, že většina současných stromů nepokrývá svým dřevem příliš dlouhé období, ale postupným výzkumem se podařilo (výzkumem a shromažďováním vzorků dřev z historických staveb) pokrýt letokruhy různých druhů celý holocén.

Problém měřítka aneb Proxy data ve staletích a tisíciletích

Stejně jako stromy i ledovce zvětšují každoročně svou mocnost (tedy pokud mají pozitivní roční bilanci a sníh, který napadne v zimě, neroztaje v letních měsících) a přirůstá v podobě tzv. ročních vrstev. Postupným připadáváním v každém roce jsou sněhové vrstvy postupně stlačovány a dostávají se do větších hloubek. Ze sněhu se stává ledovcový led. Po provedení vrtu v ledovci můžeme analyzovat složení ledu (resp. vody), která se na ledovci uložila před mnoha lety, také můžeme analyzovat složení vzduchu, který se i v ledovcovém ledu zachovává, a konečně prach, který je rovněž v ledu uložen. Získáváme proxy data (například obsah skleníkových plynů v atmosféře), která mohou vypovídat o klimatu a podmínkách v dávných obdobích až po statisíce let zpět. Takto staré údaje získáváme z vrtů v několik kilometrů mocných kontinentálních ledovcích (Antarktida, Grónsko).



Na obrázku z Britské Kolumbie (Kanada) vidíme "roční vrstvy", jak se ukládaly v tomto malém horském ledovci. Světlý sníh byl uložen v zimě, tmavé vrstvy jsou spojeny s akumulací v teplejším období, kdy okolí ledovce nebylo pokryto sněhem.

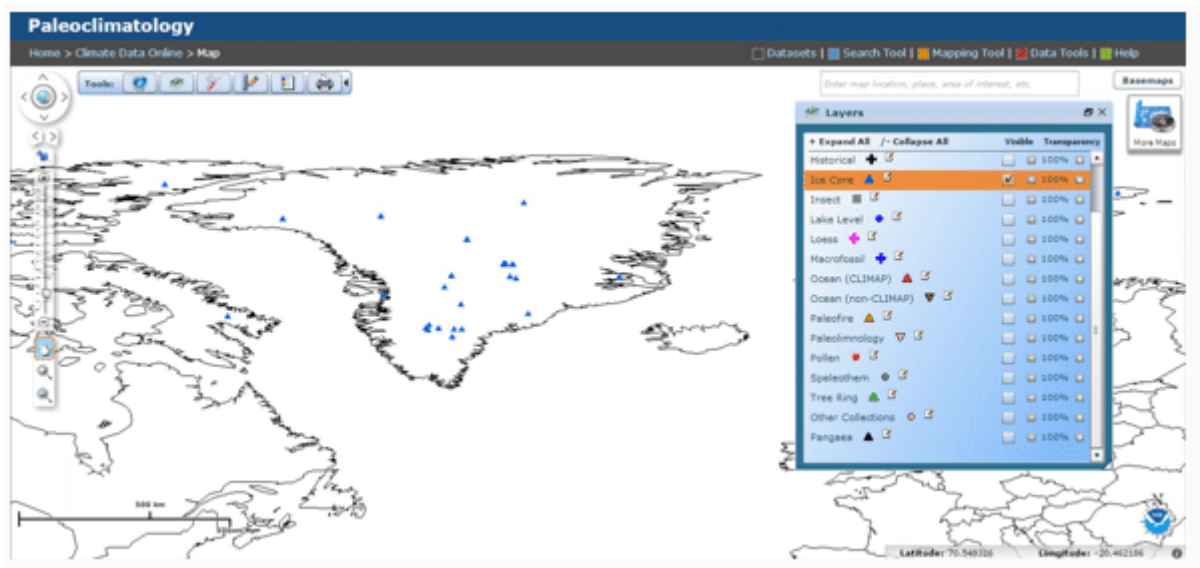
1B: vlastní seznámení se s proxy daty

Právě prostřednictvím dat z ledovců se studenti seznámí s proxy daty. Paleoklimatická "proxy" data jsou na internetu dostupná z celého světa prostřednictvím prohlížečky dat firmy NOAA. Najedeme si proto [na tuto stránku](#), kde si vyhledáme oblast Grónska, z jehož ledovce jsou odebírány vrty přinášející údaje o změnách klimatu na severní polokouli.

V rámci projektu seznámíme studenty s postupem, jak získávat a zpracovávat proxy data z internetu. Následně si studenti sami vyberou a zpracují data z libovolného vrtu. Výsledky prezentují a seznamují s nimi spolužáky.

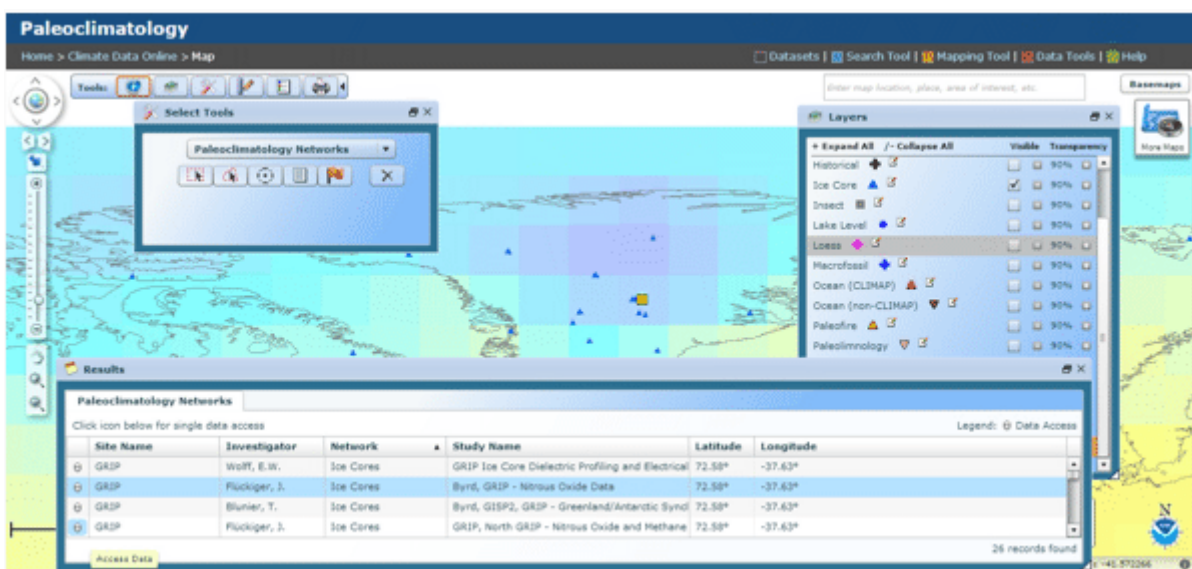
Postup získávání dat:

1) S prohlížečkou paleoklimatických dat NOAA se studenti nejprve musí naučit pracovat. Ovládání je však intuitivní. Nejprve nastavíme polohu na oblast Grónska a pomocí nástroje pro zvětšení a zmenšení (v levé části) Grónsko postupně zvětšujeme. Modré trojúhelníky nám ukazují polohu vrtů. Vrstvu musíme mít "zapnutou" - zaškrtnutí v legendě (okno v pravé části).



Nastavení polohy a rozlohy na Grónsko v legendě - okno vpravo - jsou z proxy dat zaškrtnuté pouze vrty v ledovcích.

2) Po kliknutí na příslušný vrt se nám zobrazí příslušné údaje (tabulka dole v obrázku). Data si stáhneme poklikáním na ikonku vlevo.



Získání údajů ke konkrétnímu vrtu a stažení dat.

3) Data obdržíme v textovém souboru. U každého datasetu je popsáno, během jakého výzkumného projektu byla data pořízena, a níže je pak uvedeno, co je v jednotlivých sloupcích (včetně jednotek, v jakých jsou data uvedena).

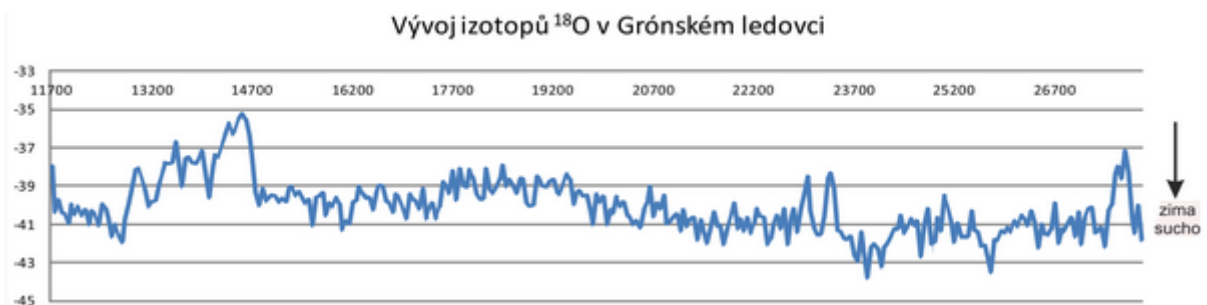
for Astronomy, Physics and Geophysics, University of Copenhagen. It is being supported by Funding Agencies in Denmark (SNF), Belgium (FNRS-CFB), France (IFRTP and INSU/CNRS), Germany (AWI), Iceland (RannIs), Japan (NEXT), Sweden (SPRS), Switzerland (SNF), and the United States of America (NSF). Partial support through contract EVK2-2000-22067 (POP) by the Swiss Federal Office of Science and Education is acknowledged.

DATA:
 Column 1: depth [m]
 Column 2: tentative NorthGRIP age [yr BP]
 Column 3: age (synchronized to GRIP 5509) [yr BP]
 Column 4: N2O concentration [ppbv]
 Column 5: N2O artifacts [ppbv]
 Column 6: 1-sigma uncertainty N2O [ppbv]
 Column 7: CH4 concentration [ppbv]
 Column 8: 1-sigma uncertainty CH4 [ppbv]

depth	NorthGRIP	GRIP	N2O	N2O art.	N2O err.	CH4	CH4 err.
[m]	gas age [yr BP]	gas age [yr BP]	[ppbv]	[ppbv]	[ppbv]	[ppbv]	[ppbv]
2085.075	38165	35618	230.7	NaN	4	600.7	10
2086.175	38195	35670	234	NaN	3.7	593.3	10
2087.975	38249	35789	228.3	NaN	4	524	10
2088.375	38262	35816	231.7	NaN	3.5	493	10
2089.525	38304	35892	226	NaN	3.7	482	10
2090.025	38326	35926	222.3	NaN	3.5	482	10
2091.675	38412	36035	218.3	NaN	4	481.7	10
2092.825	38486	36112	225	NaN	4.3	475.7	10
2093.925	38568	36185	218	NaN	3.9	485	10
2094.975	38653	36255	225.7	NaN	3.5	466.7	10
2096.125	38739	36331	214.7	NaN	3.5	447.7	10
2097.175	38813	36401	NaN	230	4.1	452.3	10
2098.275	38888	36475	221	NaN	3.7	451	10
2099.375	38965	36548	NaN	NaN	NaN	449.3	10
2099.425	38969	36551	216.3	NaN	4	450.3	10
2100.475	39055	36621	NaN	289.7	4	461.7	10
2101.575	39157	36694	NaN	NaN	NaN	464	10
2102.675	39262	36767	214.3	NaN	3.5	451	10
2103.775	39368	36841	217.7	NaN	4	460.7	10

Textový soubor, ze kterého získáváme data.

4) Data dále zpracováváme v libovolném tabulkovém editoru (např. Excel). Proxy vizualizujeme prostřednictvím vhodného typu grafu.



Na obrázku je graf ukazující relativní změnu (od současného stavu) v obsahu izotopů ^{18}O v ledu z grónského kontinentálního ledovce. Nízké hodnoty indikují chladná a suchá období. Na obrázku je zachyceno období od posledního glaciálního maxima (poslední období, kdy ledovce měly největší rozsah) až po konec pleistocénu (tedy poslední "doby ledové").

2) Analýza makrozbytků

Analýza makrozbytků (jedná se o odolné části rostlinných pletiv, jako jsou semena, větvičky, kousky kůry jehlice, je metodou, která je velmi vhodná, pokud chceme studenty prakticky seznámit s paleorekonstrukcí, kdy určujeme, jakým způsobem se měnily ekosystémy v okolí nějaké zazemněné (nebo zazemňované) nádrže. Části rostlin do nádrže spadly a jsou uloženy ve vrstvách (v sedimentech), které vždy odpovídají určitému období zazemňování nádrže. Studenti sami v rámci projektu poznají, jakým způsobem se takovéto paleorekonstrukce provádí a jak se okolí dané nádrže měnilo.



Pohled na zazemněnou nádržku, velmi vhodnou pro odebrání vpichovací sondy

Proč makrozbytky?

Analýza proxy dat buď vyžaduje náročné laboratorní vybavení (například určení obsahu izotopů, složení plynů, podílu a charakteru prachových částic apod.), nebo značné teoretické a praktické znalosti (například provedení pylové analýzy, kdy musíme být schopni od sebe poznat různé druhy pylů, což je velmi náročné a vyžaduje dlouhodobou praxi). Stejně tak "skutečná" analýza makrozbytků vyžaduje mnohaleté zkušenosti. My ale nebudeme analyzovat vrt sahající tisíce let do minulosti. Najdeme si zazemněný nebo zarůstající rybníček nebo zarůstající říční rameno, kdy předpokládáme, že v sedimentech nalezneme části rostlin, které se nachází v okolí. Přesto je pravděpodobné, že les (tedy ekosystém lesa) se za dobu zazemňování nádrže měnil a my rozbořem sedimentů tyto změny postihneme. Prvním krokem našeho projektu tedy není odběr vpichovací sondy a profilu sedimentů, ale průzkum a sběr vzorků (semen, částí kůry, větviček, jehlic, listů atd.) z dřevin v okolí nádrže a jejich určení. Tím zajistíme, aby studenti byli schopni poznat většinu makrozbytků, které v následně odebraném profilu najdou. Půjde o zbytky rostlin, s kterými se seznámí v aktuální (živé) podobě.

Odběr "jádra"

Po nalezení zazemněné nádrže a sběru a určení vzorků okolních dřevin (resp. rostlin) následuje odebrání vpichovací sondy. Studenty rozdělujeme do dvojic (skupin) a každá skupina si odebere vpichovací sondu z jiného místa. Sonda by měla být alespoň 1 m dlouhá a studenti odebírají asi 15 cm materiálu ze spodní, střední a horní části profilu. Vzorky jsou uloženy do igelitových pytlíků a pečlivě popsány. Takto pak jsou transportovány do laboratoře.



Odběr vpichovací sondy

Rozbor v laboratoři

Na realizaci projektu nepotřebujeme žádné náročné vybavení. Je třeba učebna s přístupem k vodovodu (vhodný je větší odtok, aby nedošlo k ucpání odpadu) a více umyvadel. Každá skupina pak bude potřebovat sítko (běžné kuchyňské sílonové, s průměrem oka asi 1 mm), přes které se odebraný sediment propere. Očištěné oprané zbytky se analyzují, určují a zakreslují pod binokulární lupou. Pro každý vzorek se skupina snaží zjistit dominantní druhy (buky - bučiny, smrky - kulturní? smrčiny) apod. Zjišťují, k jakým změnám mezi jednotlivými vzorky (částmi profilu) došlo. Každá skupina pak nakreslí "svůj" profil na tabuli a společně hledáme shodné znaky. Ideální je (a při realizaci se to několikrát zdařilo), když jsou si jednotlivé profily podobné a odrážejí změny ekosystému v okolí nádrže.

2.4 Náměty exkurzí pro popularizaci geografie

Tento materiál je určen žákům 9. tříd i studentům středních škol. Z tohoto důvodu je totožný text i obrazové přílohy v materiálech pro popularizaci geografie pro ZŠ a SŠ.

Exkurze pro popularizaci geologických věd a fyzické geografie - Úvodní informace

Znáte geologickou historii svého okolí?

Úvod

Exkurze seznamuje s geologickou historií určitého území, metodami jejího odkrývání na konkrétních místech, horninách a fosiliích.

Vynikající je multioborovost exkurze: zahrnuje poznatky se všeobecné a regionální geologie, fyzické geografie, biologie, mineralogie, petrografie a paleontologie, ale lze doplňovat témata týkající se klimatologie, paleogeografie, obecných metod vědecké práce apod. Na vedoucího exkurze však klade vysoké nároky na znalost konkrétních skutečností a na schopnost propojovat různé vědní obory.

Cíl: Demonstrovat geologickou historii vybraných míst v blízkém i vzdálenějším okolí Plzně

Využití přístroje: Lupa, geologické kladívko

Cílová skupina/náročnost: 9. třída ZŠ a 1. až 3. ročníky gymnázií, náročnost vysoká

1 Geologická historie okolí Starého Plzně

Okolí Starého Plzně je ideálním místem pro polodenní geologickou exkurzi z Plzně. Poskytuje průřez nejstarší geologickou historií širšího okolí Plzně. Pro svoji snadnou dostupnost veřejnou dopravou, poměrně krátké exkurzní trasy a možnost sběru zkamenělin je atraktivním cílem.

Za každou zastávkou je uvedena konkrétní literatura týkající se lokality. V celkovém přehledu literatury jsou uvedeny tituly obecnějšího rázu a paleontologické monografie vhodné pro určení případných paleontologických nálezů.

1 Krátká geologická historie území

V okolí Starého Plzně máme záznamy ze tří hlavních geologických období: svrchního proterozoika (1000–800 mil. let), svrchního kambria až svrchního ordoviku (500–450 mil. let) a konce terciéru až staršího kvartéru (pleistocénu) (2–0,01 mil. let). K tektonickým dějům, které ovlivnily zdejší horninové celky, patří kadomské vrásnění (cca 600–550 mil. let) s projevy slabé regionální metamorfózy, projevy vulkanismu pravděpodobného silurského stáří a variské vrásnění s průnikem žilných hornin. Kambrium a ordovik tvoří brachysynklinálu s osou JZ–SV směru. Většinou mírně ukloněné celky jsou postiženy směrnými poklesy, podél kterých jádro brachysynklinály zaklesávalo vůči křídům synklinály.

1.1 Prekambrium

Nejstaršími horninami jsou horniny svrchního prekambria. Usazeniny vznikaly v hlubším moři při okraji na jihovýchodě ležící pevniny. Silně se uplatňovala podmořská sopečná činnost, reprezentovaná výlevy čedičových polštářových láv na mořském dně. V té době ještě neexistovaly větší organizmy, po kterých by mohly zůstat fosilie. Proto jsou tyto horniny atraktivní jen z petrologického a tektonického hlediska, ale jsou bez makrofosilií. Mikrofosilie, reprezentované shluky kokálních mikroskopických řas, známe z vápnatých břidlic z Černic a pravděpodobně by byly přítomny i ve vápnatých břidlicích z území mezi Starým Plzencem a Háji u Koterova. Ke konci prekambria byly tyto prekambriické mořské usazeniny a vulkanity silně zvrásněny a slabě metamorfovány.

Prekambriické usazeniny u Starého Plzece patří pouze blovickému souvrství tzv. kralupsko-zbraslavské skupiny, s odhadovaným stářím 1000-800 mil. let.

Na Staroplzenecku tvoří prekambriické horniny výrazné vrcholy Radyně, Ostré Hůrky, Háju u Koterova, dobře odkryté jsou v opuštěných lomech u Koterova a u Letkova. Výchozy prekambriických hornin jsou u Lhůty a v údolí Úslavy od Sedlce dále podél řeky ke Štáhlavům, mezi Starým Plzencem a Koterovem.

1.2 Kambrium

Po kadomském vrásnění na konci prekambria se stalo okolí Plzně souší. Nemáme zde žádné horniny spodního a středního kambria, které mají velké plošné rozšíření v nedalekých Brdech.

Až ke konci kambria probíhala silná vulkanická činnost na již existující souši. Zanechala po sobě doklady v podobě těles vyvřelých hornin kyselého složení (ryolitů), jezerních a snad i říčních usazenin vznikajících v okolí sopek a mezi sopečnými vyvrženinami. Usazené horniny tvoří slepence a hrubozrnné pískovce bez fosilií. Patří pavlovskému souvrství.

U Starého Plzece jsou ryolitové vyvřeliny známé z okolí Sedlce a Tymákova (Sedlecká skála, Maršál, Spálený vrch) a v pruhu těles dále k Rokycanům. Pavlovské souvrství tvoří skalky v pruhu opuštěných lomů na Stradišti mezi Starým Plzencem a Letkovem, v Sedlci, v údolí Lhůtského potoka a lomu u Lhůty.

1.3 Ordovik

Nedlouho po počátku ordoviku do Staroplzenecka dosáhla mořská transgrese. Vzniklo zde nejprve mělké, ale postupně se prohlubující moře. Jeho hloubku můžeme odhadnout až na stovky metrů. Pobřeží leželo na SZ, ale postupně, jak transgrese pokračovala, se stále více vzdalovalo od Plzenecka. Mořské usazeniny ordovického stáří tvoří materiál splavený z nedaleké pevniny a je velmi různorodý. Vznikaly různé typy pískovců, prachovců, šedozelených, hnědofialových a tmavošedých břidlic, ale také chemogenní usazeniny s větším podílem nerostů obsahujících železo, které byly pokusně těženy jako železné rudy.

Horniny ordoviku začínají nejstaršími polohami klabavského souvrství, které je následovány souvrstvím šáreckým, dobrotivským, libeňským, letenských a vinickým. Pravděpodobně zde existovaly i horniny dalších ordovických souvrství tak jak je známe z Berounska, ale tyto vrstevní sledy, stejně jako možné usazeniny siluru a devonu, byly erodovány již před koncem prvohor. Proto o existenci moře v siluru a devonu nemáme žádné doklady. Můžeme však předpokládat podle vývoje hornin v okolí Berouna, že také zde existovala mořská pánev až do konce středního devonu. V siluru do území pravděpodobně pronikla menší žilné tělesa ultrabazických hornin (pikritů), které způsobila slabou lokální kontaktní metamorfózu hornin ordoviku u Tymákova.

Všechna ordovická souvrství obsahují fosilie, ale nejbohatší jsou souvrství šárecké a dobrotivské. Ostatní souvrství jsou paleontologicky poměrně chudá a fosilie v nich jsou svým výskytem omezeny na ojedinělé polohy.

Horniny ordoviku tvoří brachysynklinálu protaženou ve směry JZ-SV. Střídáním různě odolných hornin vznikl současný reliéf. Zatímco měkčí jílovité horniny (břidlice, prachovce) snáze podléhají erozi, polohy tvrdších a vůči zvětrávání velmi odolných křemenných pískovců tvoří protáhlé hřbety. Starší polohy klabavského souvrství vystupují ve svazích podél Lhůtského potoka. Vyšší část klabavského souvrství vystupuje v údolí Úslavy u Sv. Blažeje západně od obce a dále ve skalkách nad nivou u Sedlce a na Sutici. Pozůstatky po těžbě rud klabavského souvrství jsou na Na Kocandě (Hora) severně od Starého Plzece. Šárecké souvrství buduje malé skalky ve svahu nad nivou Úslavy mezi staroplzeneckou Malou Stranou a Sedlcem a vystupuje na povrch na západním svahu Sutice. Nepatrné pozůstatky po těžbě rud šáreckého souvrství jsou i na Stradišti u Letkova. Dobrotivské souvrství tvoří východní část Černé Stráně a svahy na západě Sutice. Libeňské souvrství vystupuje ve dvou pruzích. Severní tvoří vrcholy Kocandy a Stradiště a pokračuje dále na Čilinu na Rokycansku, jižní pruh tvoří malou vrcholovou plošinu Hůrky ve Starém Plzenci, která pokračuje pruhem na vrcholovou plošinu Sutice a hřbet Skalice u Tymákova. Mladší ordovická souvrství leží v pruhu hornin mezi staroplzeneckou Malou Stranou a Tymákovem. Horniny letenského a vinického souvrství však tvoří jen nepatrné výchozy, pouze na Malé Straně jsou lépe odkryty v erozních roklích. Vyšší polohy letenského souvrství vystupují v cestě k rotundě na Hůrce, ve svahu Černé Stráně pod rotundou a v zářezech polní cesty vycházející z Malé Strany do Tymákova. Silně rozvětralé výchozy vinického souvrství jsou známé z úvozu blíže rozcestí polních cest (u křížku) severně od Hůrky. Prachovce s mocnějšími polohami křemenných pískovců a výše i tenkými polohami fosiliferních pískovců vystupují v nárazovém břehu Úslavy mezi Starým Plzencem a Koterovem.

1.4 Variské vrásnění

Stejně jako většina Čech, i Plzeňsko se od konce středního devonu stalo souší. Původně vodorovné usazeniny kambria, ordovika (a snad i siluru a devonu) byly zvrásněny a následně rozlámány na menší kry. V průběhu tohoto procesu, označovaného jako variského vrásnění, na konci devonu a počátkem karbonu, do hlubokých zlomů pronikalo magma a po utužení vytvořilo na některých místech vyvěřelé žilné horniny.

1.5 Karbon

V průběhu variského vrásnění byly z velké části denudací odstraněny usazeniny svrchního ordoviku, siluru a devonu. Ve svrchním karbonu se nové, říční a jezerní usazeniny ukládaly na reliéf již dosti podobný dnešnímu. Svědčí o tom skutečnost, že pokud jsou zachovány, tak karbonické usazeniny mají jako podloží již jen horniny kambria a ordoviku. Silurské a devonské usazeniny, které zde asi původně existovaly, byly již před svrchním karbonem odstraněny denudací.

Podobně jako na jiných místech plzeňské kotliny se o období svrchního karbonu se i na Plzeňsku ukládaly nánosy divočicích řek. Tyto svrchnokarbonické usazeniny jsou zastoupené rozpadavými arkózovými pískovci a slepenci. V malém rozsahu jsou zachovány v blízkém okolí Týmákova a Letkova, kde až na postupně zanikající pískovnu v Týmákově nevystupují na povrch. V 19. a počátkem 20. století byl z pískovců plaven kaolin a u Letkova byla občasně dobývána tenká slojka nekvalitního uhlí.

1.6 Perm až terciér

Po uložení karbonických hornin došlo k rozlamování a pohybu drobných horninových bloků vůči sobě. V porovnání s předchozími variskými horotvornými procesy byla intenzita těchto tektonických procesů poměrně slabá. Na zakleslých blocích se zachovaly uvedené karbonické sedimenty. Tyto tektonické procesy probíhají až do současné doby.

V druhohorách a třetihorách bylo území nejspíše souší.

Dokladem jezerního z období třetihor jsou jezerními štěrkopísky a jíly dobývané u Kyšic. (již mimo trasu exkurze).

Ke konci třetihor nebo počátkem čtvrtohor zde již protékala řeka ve směru současného toku Úslavy. Svědčí o tom zachovalé reliktové říční štěrky vysoko nade dnem dnešního údolí Úslavy. Říční štěrkopísky pliocenního nebo raně pleistocenního stáří leží na vrcholu Háju u Koterova. Nižší říční terasa se štěrkopísky obsahujícími hrance je u hřbitova při silnici ze Starého Plzeňska do Letkova. Hrance dokládají eolickou činnost na štěrkopískových náplavech té doby.

Nižší říční terasy risského a mindelského stáří jsou stále dobře patrné po obou stranách údolí Úslavy. Jednotlivé terasy jsou odděleny prudkými, několik metrů vysokými svahy porostlými křovinami. Na plochých nebo mírně ukloněných terasách jsou převážně pole nebo louky. Současná Úslava meandruje širokou údolní nivou tvořenou holocenními povodňovými hlínami. Samotné dno údolí pod hlínami je vyplněno hrubými štěrkopísky pozdního würmu. Je zajímavé, že v teplém období würmu řeka tekla po skalním podloží níž nežli teče v současnosti.

Exkurze pro popularizaci geologických věd a fyzické geografie I. - Plzeňsko 1. - Metodický návod

2 Exkurze ze Starého Plzně na Sutici

Z nádraží ve Starém Plzni se vydáme k velké budově Bohemia sektu při silnici ze Starého Plzně do Štáhlav a půjdeme po silnici směrem na Štáhlavy. Skalní podloží zde tvoří silně tektonicky postižené jílovité břidlice klabavského souvrství, tu a tam patrné v dočasných výkopech a příkopech podél silnice do Sedce. Nejlepší výchozy bývají v jižním zářezu silnice před benzinovou pumpou (zastávka 1).

Exkurzní zastávka 1 – Na jižním okraji plzeňské brachysynklinály

Stáří: Paleozoikum, ordovik, stupeň daping, klabavské souvrství, spodní část, 470 mil. let

Hornina: Šedozelené, větráním střípkovitě se rozpadající jílovité břidlice, které větráním nabývají okrovou barvu. Jsou nedokonale štípatelné, s nerovnými vrstevními plochami. Mezivrstevní spáry a pukliny jsou potaženy modravě černými povlaky hydroxidů Fe a Mn.

Fosilie: Velice vzácné. Ojedinele lze nalézt několik milimetrů velké fragmenty organofosfatických misek lingulátních ramenonožců. Velmi vzácně byly nalezeny pozůstatky graptolitů. Nalézt lze i stopy po prolézání měkkotělých živočichů bahnem na mořském dně. Stopy připomínají provazovité linie, které se barvou mírně odlišují od zbývající horniny.

Tektonika: Břidlice jsou strmě ukloněny, neboť se nacházejí v blízkosti zlomu oddělujícího ordovickou výplň plzeňské brachysynklinály od jižněji ležícího území, které je tvořené jen prekambriky horninami. Zlom probíhá přibližně na místě železniční trati. Uklonění a tektonické postižení jsou variského stáří (svrchní devon-spodní karbon).

Prostředí: Břidlice jsou usazeniny klidného hlubšího moře, s hloubkou od několika desítek do prvních stovek metrů ve větší vzdálenosti od břehu.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- ukázat horninu (*zmínit její složení, vrstevnatost, původ a stáří*)
- zmínit příčiny vzniku povlaků (*oxidace a rozklad malého množství pyritu jemně rozptýleného v sedimentu*)
- zmínit ojedinělost schránek organismů (*velké hloubka, nedostatek potravy, primitivní skupina organismů, skupina z kambrické evoluční fauny*)
- nezachování měkkotělých organismů (*původci stop, ichnofosilie*)
- zmínit malou odolnost břidlic vůči zvětrávání (*převaha jílových minerálů, tektonické postižení, zvětrání pod říčními terasami*)

Projdeme dále po silnici a na okraji Sedlce v blízkosti kamenného zděného krytu studny vpravo nad silnicí se dáme ulicí vpravo (směrem k železniční trati). Na konci ulice se vlevo tyčí nápadná, z větší části oplocená skaliska. Na konci ulice při úpatí skály je malé jezírko (zastávka 2).

Exkurzní zastávka 2 – Prekambrické buližníky

Stáří: Prekambrium, kralupsko-zbraslavská skupina, blovické souvrství, asi 800 mil. let.

Hornina: Silicit (tzv. buližník). Je to velmi pevná, vůči větrání odolná hornina tmavošedé barvy se sítí bílých žilek tvořených sekrečním křemenem. Nemá zřetelnou vrstevnatost. Chemicky je to oxid křemičitý s vyšším obsahem grafitoidní substance.

Fosilie: Chybí, ale černá barva horniny dokládá dostatek uhlíku organického původu. Uhlík pravděpodobně vznikl z těl sinic a mikroskopických, možná i vláknitých řas, které byly běžnou součástí planktonu prekambriického moře. Jejich rozpadlá těla na dně dodala materiál pro vznik grafitoidní substance.

Tektonika: Buližníková skalka je silně rozpukaná. Buližník se při deformaci chová jako křehké těleso. Při tektonickém namáhání při kadomském vrásnění se buližník rozlamoval do sítě větších i menších prasklinek, které byly vyhojeny bílým sekrečním křemenem. Proto je vyvinuto bílé žilkování. Na severním okraji tůňky je velmi pěkný doklad tektonického namáhání. Je zde silně ukloněná hladká plocha nápadná paralelním rýhováním. Je to instruktivní příklad tektonického ohlazu při pohybu menších tektonických ker vůči sobě. Pomalým orientovaným pohybem ker ve směru rýh byla zlomová plocha sedřená a vyhlazená. Rýhy dobře dokládají smysl pohybu ker. Tektonické stáří ohlazu je pravděpodobně až variské a nejspíše souvisí s okrajovým zlomem ordovické výplně plzenecké brachysynklinály. Rozpukání buližníku a vyhojení je však starší, již kadomské (svrchní proterozoikum). Při kadomském vrásnění horniny také prošly slabou regionální metamorfózou, které ordovické horniny nepostihuje.

Vznik a prostředí: Buližníky nejspíše vznikaly prokřemeněním původních jílovitých břidlic. Tyto jílovité břidlice vznikaly na mořském dně v hlubším moři ve větší vzdálenosti od břehu. Na dno dopadalo velké množství organického detritu ze sinic a řas plovoucích při hladině. Organický materiál byl v průběhu kadomského vrásnění redukován až na grafitoidní substanci.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- ukázat horninu a popsat příčiny jejích vlastností a vzhledu (*rozpukání, vyhojení bílým křemenem, tvrdost – ryje do skla, křehkost, odolnost vůči větrání*)
- zmínit tektonické procesy (*zlom, tektonický ohlaz, kadomské, variské vrásnění*)
- zmínit život v prekambriických mořích jen na mikroskopické úrovni (*vznik grafitoidní substance*)

- zmínit historickou těžbu stavebního kamene (*odolnost buližníků, nevýhodný nepravidelný rozpad, lom pod Radyní*)
- zmínit okolní buližníkové vrcholy v blízkém okolí (*Radyně, Andrejšky, Ostrá Hůrka, okolí Kozlu, krajinné dominanty, suky*)

Vrátíme se na silnici, půjdeme dál ve směru na Štáhlavy a na blízké křižovatce odbočíme vlevo do Sedlce. Přejdeme most před řeku a okolo PR Starý Rybník projdeme na náves. Před můstkem přes Tymákovský potok odbočíme ze silnice vpravo po asfaltové cestě mezi domy. Cesta poměrně prudce stoupá. Vlevo podél cesty vystupují malé skalky. Ve spodní části jsou tvořené silně zvětřalými a šupinovitě se rozpadajícími prekambriickými břidlicemi. Jsou to usazeniny podobného původu jako buližníky na předchozí zastávce, nebyly však postiženy silicifikací a zachovaly si původní paralelní vrstevnatost. Ve vyšší části cesty (na úrovni posledních domů vpravo od cesty) jsou ve svahu nad silnicí výchozy masivnějších hornin bez zřetelné vrstevnatosti. Nad cestou je možné si všimnout několika mělkých jam a malých lomů po těžbě stavebního kamene. Jsme na lokalitě 3.

Exkurzní zastávka 3 – Pavlovské souvrství

Stáří: Paleozoikum, svrchní kambrium, pavlovské souvrství, asi 500 mil. let.

Hornina: Slepence a hrubozrnné pískovce. Jejich základní hmota i valouny tvoří převážně sopečný materiál nebo zvětřalý materiál skalního podloží splavený z blízkého okolí (sopečné sklo, drobné lávové valounky, buližníkové valouny, tufový materiál). Sopečná skla a sopečný materiál jsou silně rozložené. Sopečný materiál je změněn na jílový nerost nazelenalé barvy (chlorit), který dodává hornině šedozeleňavé zbarvení. Jemnější materiál (pískovce a prachovce) tvoří jen tenké vložky uvnitř poloh slepenců.

Fosilie: Chybí.

Vznik a prostředí: Hornina vznikala v prostředí občasných jezer a dočasných říčních toků na pevnině v okolí sopečných vyvrženin. O rychlých změnách, tj. přívalech nedokonalé opracovaného materiálu, které se střídaly s etapami klidné sedimentace ve výplavových kuželech, svědčí nedokonalé vytřídění a opracování valounového materiálu.

Tektonika: Usazeniny jsou slabě ukloněny k severu.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- ukázat střídání valounů a jemnějšího materiálu, nedokonalé vytřídění (*rychlá sedimentace zvětřalin a sopečného materiálu*)
- zmínit převahu sopečného materiálu (*existence aktivních sopek v okolí*)
- zmínit nepřítomnost fosilií (*neexistence života v jezerech a řekách*)

Jdeme dál po cestě, která se mírně stáčí vpravo. Cestu kříží vedení vysokého napětí. Zahneme vlevo k velkému sloupu el. vedení u malého lesíka mezi poli. V lese za sloupem je několik velkých jam s menšími skalními výchozy masivních šedozelených hornin.

Exkurzní zastávka 4 – Kambrické ryolity

Stáří: Paleozoikum, svrchní kambrium, asi 500 mil. let.

Hornina: Ryolity. Ryolit je masivní výlevná hornina, vzniklá utuhnutím láv kyselého složení na zemském povrchu. Obsahuje vysoký podíl SiO_2 , K_2O a Na_2O . Z mineralogického hlediska jsou patrné vyrostlice křemene (šedá zrna), živců (světlá zrna, často zjílovatělá) a drobná zrnka tmavých nerostů, které jsou většinou chloritizované a dodávají ryolitu nazelenalou barvu. Hlavní celistvá hmota ryolitu je tvořena velmi malými krystalky živců, přítomno je i (dnes rozložené) sopečné sklo.

Fosilie: Chybí.

Tektonika: Není dobře patrná. Na přítomnost zlomů poukazuje drcení ryolitů na některých místech ve výchozech.

Vznik a prostředí: Ryolit tvoří lávový příkrov o neznámé velikosti. Na povrch vychází v malém tektonicky omezeném tělese, které proráží prachovce a slepence pavlovského souvrství. Svědčí o tom projevy slabé kontaktní přeměny pavlovských vrstev, které tvoří malé výchozy bělavých pevných hornin při západním okraji lesa.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- poukázat na přítomnost fosilií ve vyvěřelých horninách (*hornina vzniká z magmatu) sopečného materiálu*)
- zmínit kaolinizaci živcových vyrostlic (*K-živec se mění na k-jílový materiál jako důsledek rozpadu chemických vazeb v živcovém krystalu*)
- zmínit přítomnost vyrostlic obklopených jemnozrnnou základní hmotou (*vyrostlice vznikaly v průběhu vstupu magmatu, které následně rychle utuhlo*)
- zmínit přítomnost křemenných vyrostlic (*magma bylo velmi bohaté na oxid křemičitý >64 %*)
- zmínit, že pod mikroskopem jsou vyrostlice křemene otavené (jako „ocucaný bonbón“) (*důsledek teploty magmatu blízké teplotě tavení křemene*)
- zmínit, že křemen je jiný (je šesterečný) nežli běžný křemenem v drúzách žilných výplní (je klencový) (*vyšší symetrie šesterečného, tj. vyššího křemene je důsledek krystalizace za vyšší teploty nežli 573°C*)
- zmínit šedou barvu křemenných zrn (*zrna jsou ve skutečnosti dokonale průhledná, ale světlo, které projde do zrna je pohlceno a proto se jeví jako tmavé. Živec světlo*)

odráží, proto působí světlým dojmem. Je to stejný princip, podle kterého okna v budovách vypadají jako tmavá).

- zkuste vytvořit sbírkový formát horniny (velikost vzorku má být 12 x 8 x 3 cm)

Z lesíka s lomem se vydáme podél okraje pole k lese na západě. V nejnižším cípu pole vlezeme do lesa. V prudkém svahu je krátká ale rychle spadající strž. Jsme na první lokalitě ordovického stáří této exkurze.

Exkurzní zastávka 5 – Nejstarší graptoliti Čech

Stáří: Paleozoikum, spodní ordovik, stupeň flo, klabavské souvrství, 480 mil. let.

Hornina: Pískovce, štěrčíkovité slepence, prachovce a břidlice šedozelené a hnědofialové barvy. Patrná je paralelní vrstevnatost, zvýrazněné hrubšími písčitymi vložkami v jemnějších prachovcích a břidlicích.

Fosilie: Vzácné. Hnědofialové břidlice v některých polohách obsahují drobné úlomky fosfatických ramenonožců. Jsou zde druhy neznámé z jiných míst Barrandienu, ale zde přítomný druh *Spondyglosella spondylifera* je znám ze srovnatelně starých vrstev jižní Francie. Nejcennější fosilie poskytla vrstva pískovce, která byla sledována sběrateli na nejširším místě rokličky. V pískovci byla nalezena jedinečná fauna graptolitů. Jsou zde planktonní druhy graptolitů (*Clonograptus*, *Tetragraptus*, *Expansograptus*) a vzácněji se vyskytují i dendroidi (*Callograptus*, *Dendrograptus*, *Desmograptus*). Graptolitová fauna je nejstarší graptolitovou faunou zjištěnou v Čechách a doposud nebyla nalezena na žádném jiném nalezišti v Barrandienu. Její složení je blízké graptolitovým faunám u hranice tremadok/flo na jiných místech ve světě.

V dočasném výkopu nad roklí byla v roce 1976 v rudohnědých břidlicích zjištěna mnohem bohatší ramenonožcová fauna, s rody *Orbithele*, *Sedlecilingula*, *Conotreta*, *Lacunites*, *Palaeoglossa* a zbytky konulárií.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (asi 50 – 100 m) nedaleko pobřeží, se dnem občas zanášeným hrubším materiálem splaveným při bouřích nebo zemětřeseních s mělčin.

Tektonika: Vrstvy jsou mírně ukloněny k SZ.

Čas na zastávku: 15 minut.

Zajímavost: Lokalita je chráněna zákonem pod názvem „Sedlecká rokle“. Sběr fosilií zde není dovolen.

Praktická činnost:

- ukázat horniny různé zrnitosti – prachovce, pískovce (zmínit jejich rozdílný původ, ukládání prachovců bylo přerušováno přínosem hrubšího písku)
- zmínit pojem a určování relativního geologického času (v pískovcích jsou šestiboká křemenná zrna, pocházející z rozvětralých ryolitů kambrického stáří – viz předchozí

zastávka. Ryolity tedy musí být starší, aby mohly být rozvětrávány, jejich křemenná zrna se uvolňovala a po transportu se stala součástí pískovců).

- zmínit graptolity jako důležitou skupinu prvohorních živočichů (*význam pro stratigrafii, planktonní způsob života, vymřelá skupina*)
- zmínit význam ochrany paleontologických nalezišť (*jedinečnost lokality, fauna neznámá z jiného místa, nejstarší planktonní graptoliti z Čech*)

Slezeme roklí na pěšinu nad potokem. Můžeme si všimnout tabule ohraničující chráněné území. Popojdeme proti proudu potoka, překročíme ho a po projdeme k okraji lesa na místech, kde do lesa vchází lesní cesta. My se však nevydáme po cestě, ale odbočíme asi 100 m vpravo mělkou šikmo svahem probíhající úžlabinou, nad kterou vystupují drobné skalky žlutošedých jílovitých břidlic. Pod největšími skalkami se zastavíme. Jsme na další lokalitě.

Exkurzní zastávka 6 – Graptoliti klabavského souvrství

Stáří: Paleozoikum, spodní ordovik, stupeň daping, klabavské souvrství, 475 mil. let.

Hornina: Jílovité břidlice šedozelené barvy, dobře patrná je vrstevnatost a nepřítomnost písčitého materiálu.

Fosilie: Vzácná. V šedavých břidlicích ve spodní části rokle byla zjištěná chudá fauna s graptolity zóny *Corymbograptus v-similis*, zastoupená úlomky většího druhu *C. v-similis*, a menších druhů *Corymbograptus holubi*, *Eotetragraptus quadribrachiatus* a *Expansograptus* sp. a drobnými úlomky dendroidních graptolitů. Z ramenonožců se zde vzácně vyskytují drobní linguláti a otrněný *Celdobolus mirandus*. Zajímavé jsou stopy. Vytváří provazovité, asi 1 cm široké sinusovitě prohnuté tmavší pruhy na vrstevních plochách. Některé jsou vyplněné drobnými oválnými tělísky, reprezentujícími drobné koprolity. Stopy jsou jedinými pozůstatky po měkkotělých červech, kteří prolézali a prožírali bahnitě dno. Pro tento typ stop se používá název *Planolites inchoosp*.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (> 100 m) ve větší vzdálenosti od břehu. Dokládá to i nepřítomnost hrubšího písčitého materiálu.

Tektonika: Břidlice jsou mírně ukloněny k severu a jsou místy šikmo rozpučány.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- zmínit rozdíl v zrnitosti hornin této a předchozí zastávky (*větší vzdálenost od břehu, tj. od písčitých pláží, větší hloubka moře*)
- zmínit přítomnost převážně planktonních organismů (*dno bylo příliš měkké a v příliš velké hloubce pro rozvoj živočichů se schránkami*)
- vysvětlit pojem ichnofosilie (*i stopa po činnosti organismu je fosilie*)

- zmínit, že stopy jsou aktivitou po prolézání bahnem (*nikoliv po bahně, červi vyhledávali organickou hmotu uvnitř bahna*)
- zmínit snadné zvětrávání jílovitých hornin (*tvoří jen nepatrné skalky v erozní rýze*)

Vrátíme se na okraj lesa a po jeho okraji pokračuje dále proti proudu Tymákovského potoka. Na místě, kde je niva nejužší a potok teče téměř pod svahem, je ve svahu se skalkami z jílovitých břidlic patrné ústí štoly. Jsme na další zastávce exkurze.

Exkurzní zastávka 7 – Rudy středního ordoviku

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň darriwil, šárecké souvrství, 466 mil. let.

Hornina: Jílovité břidlice se shluky šedavých oolitů. Hornina je nehomogenní, střídají se shluky oolitů o velikosti 1-2 mm s plochy s převážně jílovitou šedavou hmotou. Vrstevnatost je dobře patrná, vrstevní plochy jsou poněkud nerovné. Šedá barva je způsobena malým množstvím organického uhlíku rozptýleného v břidlici.

Fosilie: Vzácné. Nejsou odtud známe schránky nebo kostry organismů. Zachovalé jsou však stopy po prolézání, které dokládají osídlení dna měkkotělými červovitými živočichy. Pro vazovité stopy jsou poměrně vzácné, mají různou velikost, od tenkých linií do stop o šířce asi 1 cm. Stopy se od pozadí odlišují odlišným leskem, daným paralelním uspořádáním šupinek jílových nerostů, které stopy vyplňují.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (>50 m) ve vzdálenosti minimálně několik km od břehu, s bahnitým dnem.

Tektonika: Břidlice jsou mírně ukloněny k severu.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- zmínit vznik oolitů (*obalování center z úlomků misek ramenonožců nebo zrněk minerálů*)
- zmínit horninu se skupiny ferolitů (*chemogenní usazenina, chemické nebo biochemické srážení na centrálním zrnku*)
- nízké kovnatost (*oolity jsou chloritové, tj. chudé na Fe, stoly mají jen průzkumný charakter*)
- zmínit těžbu (*slabá kovnatost, nerentabilita těžby, podobné rudy u Ejpovic a Klabavy*)
- zmínit nepřítomnost fosilií (*nepříznivé podmínky pro rozvoj života na mořském dně*)

Popojdeme dále po pěšině a za ohybem svahu si všimneme menších skalek s pevné horniny.

Exkurzní zastávka 8 – Variské porfyry

Stáří: Variské vrásnění, asi 340 mil. let.

Hornina: Porfyrit, vyvřelá žilná hornina odvozená od granitoidů. Je to nevzhledná masivní hornina šedé barvy, větráním hnědnoucí. Nejeví známky vrstevnatosti nebo pravidelného rozpadu, je velmi houževnatá. Na čerstvých plochách jsou patrné lesklé štěpné plochy živců a větráním červenající zrnka mafitů (biotit, amfibol, pyroxeny).

Fosilie: Nejsou.

Vznik a prostředí: Hloubka několik set metrů až několik km v zemské kůře, s průnikem žhavého magmatu po hlavní variské tektonické deformaci okolních ordovických hornin.

Tektonika: Porfyrit vytváří asi 20 m mocnou pravou žílu, která proráží nesouhlasně horniny ordoviku.

Čas na zastávku: 5 minut.

Praktická činnost:

- zmínit odolnost hornin vůči větrání (*tvoří prudký svah a nápadné výchozy, rozpad v pevných větších kamenech*)
- zmínit jemný sloh horniny, ukázat fotografii výbrusu (*rychlá krystalizace v tavenině, přítomnost vyrostlíc živců a nepřítomnost křemene*).
- zmínit relativní stáří (*žíla je mladší nežli horniny, které proráží, tzv. pravidlo prorážení; musí být minimálně post-ordovická, tedy relativně mladší než okolní horniny*)

Popojdeme po pěšině dále proti proudu potoka, mineme studánku vpravo při ústí široké rokle a pokračujeme dále podél potoka. Projdeme lesem mezi potokem a svahem až vyjdeme na louku. Vpravo je viditelná tabule a červené pruhy ohraničují chráněné území „Sutice“. Zde vystoupáme mělkou roklí vysoko do prudkého svahu do míst, kde jsou vidět mělké výkopy a drobné lůmky s jazyky rozpadlých černošedých břidlic. Jsme na další lokalitě.

Exkurzní zastávka 9 - Trilobiti dobrotivského souvrství

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň darriwil, dobrotivské souvrství (vyšší část), 462 mil. let.

Hornina: Černošedá jílovitá břidlice. Tmavá barva je způsobena vyšším obsahem organického uhlíku. Dobře patrná je vrstevnatost a uspořádání klastického muskovitu paralelně s vrstevnatostí. Jílovitá břidlice je výsledkem klidné a plynulé sedimentace v hlubším mořském prostředí. Ve vyšší části svahu je vyšší podíl prachové (0,1-0,01 mm) příměsi. Při horní hraně svahu je přítomna i tenká poloha šedého pískovce. V břidlicích jsou hojně nápadně nepravidelné, zploštělé a uvnitř měkké konkrce. Původně obsahovaly vyšší podíl pyritu, který je v povrchových partiích výchozů vyvětralý. Na puklinách a některých vrstevních plochách jsou červenohnědé povlaky hydroxidů Fe, vzniklých z původně vyššího

obsahu jemně rozptýleného pyritu v břidlicích. Rozklad pyritu indikuje i přítomnost sádrovcových krystalků na vrstevních plochách. Břidlice se za několik měsíců na vzduchu rozpadají na drobné lupínky

Fosilie: V břidlicích je rozmanitá, avšak celkově nepříliš hojná a spíše jen drobná fauna. Ve spodních částech svahu je fauna vzácnější. Přesto je toto místo jedno s nejbohatších míst s faunou dobrotivského souvrství v Barrandienu. Nejbohatší polohy s faunou jsou v horní části svahu, v břidlicích s prachovou příměsí, ale i tam se fosilie nachází jen ojediněle. Přesto jsou odtud známé nálezy celých trilobitů, zejména (ve vyšších partiích) patřící menším cyklopygidním a remopleuridním trilobitům (*Degamella princeps*, *Ellipsotaphrus monophthalmus*, *Microparia* sp., *Girvanopyge occipitalis*). Ve vyšší části svahu se vyskytuje trilobit *Coplacoparia borni*, který chybí v dolní části svahu. Tam je naopak hojný *Ormatops mirus*. Chybí zde na Plzenecku jinak hojný trilobit *Cyclopyge umbonata bohemica*, což dokládá, že ve svahu je odkryta pouze vyšší část souvrství. Tento druh je totiž přítomen spíše ve spodnějších a středních partiích souvrství. Na Sutici byly nalezeny i vzácnější druhy trilobitů (*Areia fritschi*, *Eccoptochiloides* sp., *Eccoptochile mariana*, *Parabarrandia* sp.). Z netrilobitové fauny jsou přítomné konulárie (především *Metaconularia imperialis*) a hlavonožci, kteří bývají nevalně zachovalí. Nalezen zde byl i jeden s nejstarších spirálně vinutých hlavonožců, druh *Trocholites fugax*, který je znám se stejně starých vrstev Španělska. Z ramenonožců převažují drobné okrouhlé misky *Paterula circina* a protažené větší misky lingulelly *Rafanoglossa impar* a vzácněji i jemně žebrované misky *Benignites primulus*. Hojní jsou hyoliti, fylokaridní korýš *Caryocaris wrighti*, nalezeny byly zbytky paleoskolecidů, kroužkovců a unikátních karpoidů (*Bohemiacystis bouceki*, *Cothurnocystis* sp., *Prokopicystis mergli*, *Mitrocystella* sp.).

Vznik a prostředí: Mořské prostředí. Břidlice jsou usazeninami hlubšího (>100 m) moře s bahnitým dnem ve větší vzdálenosti od břehu. Při dně byl nedostatek kyslíku. To je patrné z nedostatku průlezných stop a přítomnosti pyritu a pyritových konkrecí. Vyšší obsah redukované organické hmoty podmiňuje černou barvu usazenin. Postupné hrubnutí usazenin směrem vzhůru dokládá mírné změlčování prostředí v době usazování břidlic. Toto změlčování vrcholí ukládáním písčitého materiálu v ojedinělých lavicích výše ve svahu. Jílovitá sedimentace byla následně přesušována přírůsky křemitého písku (viz předchozí zastávka). Tyto křemencové polohy již patří mladšímu libeňskému souvrství.

Tektonika: Břidlice jsou subhorizontálně uloženy, neboť se nacházíme v blízkosti osy brachysynklinály. Břidlice jsou slabě tektonicky postižené, rozpukané, ale nejsou drcené nebo detailně zvrásněné.

Čas na zastávku: 15 minut.

Zajímavosti: Odolnost vůči větrání, vložky jílovitých břidlic, přerušovaná sedimentace, chráněné naleziště trilobitů.

Praktická činnost:

- zmínit černou barvu jílovitých břidlic (*důsledek vyššího podílu organické hmoty, srovnat se zastávkou 6*)
- zmínit a vysvětlit malou velikost fosilií (*hloubka, nedostatek potravy, problém s vytvořením dostatečného množství kalcitu na schránku*)

- zmínit přítomnost cyklopygidních trilobitů (*indikátory hloubky moře, nektonní predátoři*)
- zmínit přítomnost hlubinných hlavonožců (*spirálně stočený druh, jeden z nejstarších vůbec*)
- zmínit snadný rozpad břidlic (*objemové změny podmíněné jílovými nerosty hornin, šupinkovitý rozpad*)
- vysvětlit účinky kyzového větrání jako důsledek obsahu pyritu (*vznik sádrovce na vrstevních plochách, rozklad H_2SO_4 , nepříznivý vliv kyselého prostředí na rostliny*)
- vysvětlit vznik kongrecí (*diagenetický původ, koncentrace pyritu*)

Vylezeme svahem na vrcholovou plošinu a dáme se mírně do svahu vpravo. Vyjdeme za postupně zarůstající lesní cestu, po které se dáme dále k JV (=projdeme lesem nad širokou roklí, na jejímž dolním konci byla již zmíněná studánka). Asi po 200-300 m si můžeme všimnout terénních nerovností a haldíček, za kterými se skrývají nevysoké, jen několik metrů vysoké svíslé stěny křemencových lomů na vrcholku Sutice. Jsem na poslední exkurzi zastávce s usazeninami svrchního ordovíku.

Exkurzní zastávka 10 – Křemencové lomy

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň sandby, libeňské souvrství, 460 mil. let.

Hornina: Křemité pískovce a černé jílovité břidlice. Jílovité břidlice tmavošedé nebo lehce nafialovělé barvy reprezentují sediment usazený v hlubším moři z jílovité suspenze. Mohutné křemenné pískovce jsou tvořeny téměř jen křemennými zrny stmelеныmi křemenným tmelem. Výsledkem je vznik mimořádně tvrdého a houževnatého křemenného pískovce. Křemenný písek byl na místo přinesen z větší vzdálenosti jednorázovou událostí. Nejeví proto vnitřní zvrstvení.

Fosilie: Nejsou. Na vrstevních plochách pískovcových lavic lze pozorovat různé nerovnosti, z nichž mnohé snad reprezentují stopy po prolézání nebo doupata po měkkotělých organismech.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (>50 m) s bahnitou sedimentací, přerušovanou častými a mohutnými přírasy písčitého materiálu. Přírasy dobře vyříděného křemenného písku, z nichž se vytvářely křemencové lavice, byly důsledkem silných bouří nebo tektonických zemětřesení, které splachovaly dobře tříděné, zralé písky z příbřežních plošin do hlubších částí pánve.

Tektonika: Vrstvy jsou uloženy téměř horizontálně, neboť se nacházíme v jádře brachysynklinály. Mírné tektonické namáhání je patrné z vertikálního rozpukání křemencových lavic.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- zmínit dokonalé vytrídění a tvrdost křemenců hornin (*plážové písky, jen křemenná zrna, křemenný tmel*)
- zmínit homogenitu křemenců (*vznik jednorázovým přínosem písku*)
- zmínit jílovité vložky (*viz výše popsaný mechanismus*)
- zmínit nepřítomnost fosilií (*nepřítomnost nebo vzácnost života na mělkovodních plážích, málo stabilní prostředí pro rozvoj života*)
- zmínit vertikální rozpukání křemencových lavic (*křemence se chovají jako křehké těleso, při tektonické deformaci se rozlamují kolmo ke směru vrstev, zatímco břidlice se chovají jako mazadlo umožňující klouzání vrstev po sobě*)
- zmínit nahnědlou zvětrávací kůru křemencových kamenů (*dochází k oxidaci Fe^{II+} na Fe^{III+} při zvětrávání podél puklin; z roztoků se sráželo Fe a Mn ve formě hydroxidů*)
- zmínit nápadné střídání pískovcových lavic a jílovitých břidlic (*důsledek střídání sedimentace ze suspenze – břidlice – a usazování náhlých přínosů písku - křemence*)
- zmínit důvody lámání kamene (*stavební materiál, výroba dlažby – vznik „kočičích hlav“ v dlažbě jako důsledek křehkosti křemenců*).

Exkurze pro popularizaci geologických věd a fyzické geografie II - Plzeňsko 2. - Metodický návod

3 Exkurze v severním okolí Starého Plzně

Z nádraží ve Starém Plzni se vydáme na náměstí a dále přes řeku na plzeňskou Malou Stranu. Půjdeme dále po silnici na Letkov, projdeme okolo hřbitova vlevo a silnice nás přivede k úzkému cípu lesa vpravo mezi poli. Zde odbočíme vpravo na lesní cestu. Cesta mírně stoupá. Vpravo od cesty je ve svahu řada jam a malých lůmků. Jsem na první zastávce.

Exkurzní zastávka 1 – Pavlovské souvrství: sopečné tufy

Stáří: Paleozoikum, svrchní kambrium, pavlovské souvrství, asi 500 mil. let.

Hornina: Hrubozrnné pískovce, slepence, místy polohy jemnozrnnějších pískovců. Jejich základní hmota i valouny tvoří převážně sopečný materiál (splavené sopečné sklo, tufový materiál, křemenná zrna). Sopečná skla a sopečný materiál jsou silně rozložené. Sopečný materiál je změněn na měkký, za vlhka až mazlavý jílový nerost žlutozelené barvy, který dodává hornině šedozeleň až žlutozelené zbarvení. Velkost sopečných skel je až centimetrová. O vysokém obsahu oxidu křemičitého svědčí místy na puklinách vyvinuté drobné krystalky křemene.

Fosilie: Chybí.

Vznik a prostředí: Hornina vznikala v prostředí občasných jezer a dočasných říčních toků na pevnině v okolí sopečných vyvrženin. Místy je patrné čochkovité uspořádání poloh a jejich vyklíňování. Za zmínku stojí rozpadavost některých partií, která je způsobena vysokým podílem zjílovatělých sopečných skel.

Tektonika: Usazeniny jsou slabě ukloněny k JV. I když je vzhled původního svahu silně poznamenán lámáním kamene v lomech, je patrné, že horniny zde tvoří pruh ve směru JZ-SV a tvoří nízký hřbet, erozně vypreparovaný s měkčích nadložních jílovitých břidlic spodního ordoviku.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- ukázat střídání valounů a jemnějšího materiálu, nedokonalé vytřídění (*rychlá sedimentace zvětralin a sopečného materiálu*)
- zmínit zjílovatění sopečných skel (*sklo je nestabilní sopečný materiál, který se rychle rozkládá*)
- zmínit převahu sopečného materiálu (*existence aktivních sopek v okolí*)
- zmínit nepřítomnost fosilií (*neexistence života v jezerech a řekách*)

Projdeme okolo zašlých lůmků po lesní cestě a na úrovni okraje pole vpravo zahneme do lesa. Povrch mírně stoupá. Můžeme si všimnout, že ve svahu v lese přibývají nízké haldičky a mělké jámy. Asi po 100 metrech vyjdeme na lesní cestu (v současnosti s pasekou), za kterou je vidět větší, asi 3 m vysoká halda, na jejímž jihozápadním konci je hluboká jáma. Ve svahu haldy nebo blízkých nižších haldiček lze nalézt větší, masivní načervenalé kameny. Jsme na zastávce 2.

Exkurzní zastávka 2 – Klabavské souvrství: Těžba pelosideritů

Stáří: Paleozoikum, spodní ordovik, stupeň daping, klabavské souvrství, 467 mil. let.

Hornina: Sedimentární siderit (pelosiderit) a pískovce. Hornina je celistvá, za čerstva šedá až okrová, větráním se mění na červenou. Nápadná je červená zvětrávací kůra a červené probarvení podél prasklin a puklin v kamenech. Jemnozrnná pelosideritová hmota v sobě má šmouhy a tenké polohy hrubozrnného písku s hojnými fosfatickými bioklasty. Patrný je nedostatek zřetelné vrstevnatosti.

Fosilie: Vzácné. Siderity sice obsahují hojné fosfatické bioklasty, ale nálezy úplnějších misek ramenonožců jsou poměrně vzácné. Jsou odtud známi lingulátní ramenonožci *Elkanisca praelineola*, *Acrotreta scabra*, *Paldiskites sulcatus*, *Orbithale sodalis* a některé další druhy, které poukazují na nepříliš hluboké mořské prostředí. Známi jsou šavlovité schránky konulárie *Sphenothallus* sp. a nalezeni byli i paleoskolecidi rodu *Plasmuscolex*. V sideritech jsou přítomni i graptoliti, ale jen nepříznivě zachovaní a neumožňující přesné určení. Ze složení fauny je však patrné, že pelosideritová poloha patří starší části klabavského souvrství.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (asi 50 – 100 m) nedaleko pobřeží, s občasným naplavením hrubšího materiálu s mělčin.

Tektonika a geologická situace: Vrstvy jsou mírně ukloněny k JV. Klabavské souvrství zde tvoří široký pruh jílovitých břidlic s několika metry mocnou polohou celistvých sideritů. Omezení je na JV tektonické.

Čas na zastávku: 20 minut.

Zajímavost: Těžba sideritů je v literatuře zmiňována již v polovině 19. století a zřejmě byla mnohem starší. Je soustředěna do pruhu ve směru JZ-SV v délce několika set metrů. Velká halda je z celého dobývacího pole nejmladší. Místo s těžbou sideritu jako zdroje železa bylo označováno jako Na Kocandě, Kocanda nebo Hora.

Praktická činnost:

- ukázat horninu a zmínit dvojí zrnitost – celistvý siderit a písčitou a bioklastickou složku (zmínit jejich rozdílný původ, ukládání jílovců=sideritů bylo přerušováno přínosem hrubšího písku a drti schránek ramenonožců)
- zmínit zvětrávání pelosideritu (v pelosideritu je Fe v dvojmocné formě – siderit je chemicky FeCO_3 . Zvětráváním při povrchu kamene a podél prasklin, kam může

atmosférický kyslík se Fe^{2+} mění na Fe^{3+} . Trojmocné železo způsobuje červenou barvu a změnu sideritu na hematit Fe_2O_3 .)

- zmínit určení posloupnosti stratigrafických jednotek (*hrubý písčítý materiál je tvořen křemennými zrny, která mají svůj původ v kambrických ryolitových výlevech. Pokud tedy křemenná zrna převládají v hrubších vložkách v sideritu, na blízkém pobřeží muselo docházet ke zvětrávání kambrických vyvřelin a vzniku písku z těchto vyvřelin*)
- zmínit význam ochrany starých důlních děl (*jedinečnost lokality, fauna odtud je neznámá z jiného blízkého místa, halda je dokladem činnosti našich předků, význam pro lokální hutnictví*)
- zmínit nezřetelnou vrstevnatost (*pelosiderit je mnohem odolnější vůči větrání nežli jílovitá břidlice. Proto není vrstevnatost patrná. Původní vrstevnatost se zřetelně projevuje až při mírném zvětrání; okolní jílovité břidlice se rychle rozpadají, nevytvářejí výchozy a podminují „měkký“ reliéf.*)

Dáme se k jihu po lesní cestě, která prochází při okraji lesa (vpravo je pole). Sejdeme z cesty vpravo a půjdeme podél okraje lesa k Z až JZ. Po asi 50 metech se v lese objevují mělké jámy a malé výchozy; sejdeme do nejhlubší jámy. Ve dně jsou parné drobné výchozy a spousta kamenitého štěrku. Jsme na další lokalitě.

Exkurzní zastávka 3 – Libeňské souvrství: křemence s faunou

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň sandby, libeňské souvrství, 460 mil. let.

Hornina: Křemité pískovce v lavicích oddělených tenkými jílovitými polohami. Místa jsou pískovce „děravé“ otvory o velikosti několika mm až cm. Tyto tzv. závalky jsou ve skutečnosti vyvětralé oválené úlomky jílovitých břidlic, původně zapracované do pískovcové lavice. U pískovců je patrné vysoká tvrdost a pevnost, neboť je tvořena křemennými zrnky tmelenými opět křemenem. Tyto tzv. řevnické křemence tvoří 10-50 cm mocné lavice, ukloněné k JV. Svrchní vrstevní plochy křemencových lavic jsou nerovné, s rozmyvy, prohlubněmi danými nerovnoměrným sesedáním písku po jeho naplavení na mořské dno.

Fosilie: Fosilie se dají nalézt v „děravých“ pískovcích. Jsou to většinou úlomky misek ramenonožců a rozlámané části krunýřů trilobitů. Z trilobitů zde byl nalezen stratigraficky významný druh *Dalmanitina cilinensis* společně s *Primaspis primordialis*, *Selenopeltis buchi*, *Stenopareia panderi* a ramenonožci *Hirnantia index* a *Saukrodictya porosa*. Ojedinelá je další fauna. Lokalita je významná tím, že fauna je zde přítomna ve výchozech křemenců. Je teprve takovou třetí lokalitou v Barrandienu, neboť většina fosilií z řevnických křemenců libeňského souvrství pochází z kamení sebraného na polích. Na Plzeňsku je to jediné místo, kde lze sbírat tuto faunu ve výchozech.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (>50 m) s častými přínosy dobře tříděného písku z mělčin.

Tektonika: Vrstvy jsou ukloněny k JV, neboť se nacházíme v severozápadním křídle brachysynklinály. Libeňské souvrství se na severu (podél okraje lesa) stýká s klabavskými břidlicemi na předchozí zastávce. Směrný zlom směru JZ-SV zde má výšku skoku

minimálně 300 m, neboť zde chybí svrchní část klabavského souvrství a celé souvrství šárecké a dobrotivské. Křemence tvoří plochý hřbet Hory a Na Kocandě, který je podél severního okraje lemovaný malými zašlými lomy, ve kterých byl křemencem lámán jako stavební kámen.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- zmínit minerální složení křemenců hornin (*plážové písky, jen křemenná zrna, křemenný tmel, vysoká odolnost vůči chemickému zvětrávání*)
- zmínit homogenitu křemenců (*vznik jednorázovým přínosem dobře vytríděného písku*)
- zmínit způsob zachování fosilií (*rozlámání misek a krunýřů souvisí s jejich transportem v kalném proudu písku po mořské dně*)
- zmínit využití křemenců (*pevnost, odolnost vůči větrání, stavební materiál*)
- zmínit odolnost vůči zvětrávání (*tvoří hřbet Hora a Na Kocandě*)

Vrátíme se na lesní cestu a dáme se přímo k V řídkým lesem. Po chvilce dojdeme k jeho okraji a podél něj se dáme vlevo (k východu). Po celkem asi 600 m přijdeme k velké haldě při okraji lesa, za kterou je patrná hluboká jáma. Jsme na lokalitě 3.

Exkurzní zastávka 4 – „Černá halda“

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň sandby, vinické souvrství, 450 mil. let.

Hornina: Černé jílovité břidlice a šedavé jemnozrnné pískovce, na puklinách a vrstevních plochách s povlaky hydroxidů Fe. Břidlice jsou poměrně tvrdé a na čerstvých plochách mají tmavošedou barvu. Nápadné jsou silné, žlutohnědé a někdy opalizující povlaky hydroxidů železa. Jejich přítomnost vyvolala pokusnou těžební činnost v naději na blízkost lože železných rud. Výsledkem je halda vytěžená z hluboké jámy při severním konci haldy. Ve skutečnosti zde však žádná poloha železné rudy není a povlaky vznikaly rozkladem pyritu jemně rozptýleného v černé břidlici. Těžba je asi z 19. století, přesné údaje však nejsou známy.

Fosilie: Vzácné. V břidlicích se nehojně vyskytuje drobná fauna ramenonožců s převahou rodu *Paterula*, drobných trilobitů rodu *Zeliszella* a neurčitelných hlavonožců. Pro nalezení fosilního zbytků je nutno proklepat značnou množství kamenů, které bývají nerozpadlé až v hloubce 10-20 cm pod povrchem haldy. Na povrchu haldy jsou břidlice rozpadlé do jemných šupinek.

Vznik a prostředí: Břidlice jsou usazeniny hlubokého moře, s hloubkou minimálně 100 m.

Tektonika: Neznámá.

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- vysvětlit vznik černých břidlic (*velký hloubka, vzdálenost od pobřeží, vyšší podíl organického materiálu v hornině, nedostatek kyslíku u dna*)
- zmínit vzácnost fosilií (*nepříznivé prostředí pro život u dna s vodou chudou na kyslík*)
- zmínit těžbu a její značný rozsah (*pokusné dobývání bylo důsledkem neznalosti skutečných geologických podmínek*)

Pokračuje po lesní cestě na sever a křižovatce lesních cest zabočíme vpravo. Pokračujeme nejprve po okraji lesa a posléze cestou mezi poli k jihu až ke křížku na rozcestí polních cest. Zde zabočíme vlevo asi 50 m do úvozu polní cesty mezi poli, kde jsou spodní části úvozů patrné drobné výchozy rozpadavých světle šedých břidlic. Jsme na další zastávce.

Exkurzní zastávka 5 – Vinické souvrství: nejmladší ordovik

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň sandby, vinické souvrství, 450 mil. let.

Hornina: Jílovité břidlice, měkké, silně zvětralé a rozpadající se na malé kousky v jižním zářezu úvozu.

Fosilie: Vzácná a špatně zachovalá. Z trilobitů se zde dá nalézt špatně zachovalý malý cyklopygidní trilobit *Cyclopyge reviviva*, dále zbytky malých nuculidních mlžů a ramenonožec *Paterula bohemica*. I když je fauna vzácná a špatně zachovalá, je charakteristická pro vinické souvrství. Na tomto místě byla fauna vinického souvrství objevena v roce 1946 a definitivně se tak vyřešilo do té doby sporné stáří jílovitých břidlic, které tvoří nejmladší výplň plzenecké brachysynklinály. Podobná fauna byla nalezena u Tymákovy, odkud jsou známy další charakteristické trilobitové rody vinického souvrství: *Dalmanitina*, *Marrolithus*, *Zeliszella*, *Eccoptochiloides* a *Heterocyclopyge*.

Vznik a prostředí: Břidlice vznikaly v hlubším moři s bahnitým dnem v hloubce více než 100 m. Hloubku indikuje přítomnost cyklopygidních trilobitů, hyolitů a celkově drobná velikost a vzácnost fosilií.

Tektonika: Vrstvy jsou uloženy téměř horizontálně, neboť se nacházíme v ose brachysynklinály. Významné je hluboké zvětrání jílovitých břidlic.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- poukázat na přítomnost drobných a vzácných fosilií (*hloubka moře, nedostatek kyslíku a potravy*)

- zmínit zvětrání břidlic (*jílovité břidlice snadno a tedy hluboce zvětrávají. Na povrch proto vystupují jen v prudkých svazích nebo hlubokých zářezích;*
- zmínit širokou depresi z místa ke Starému Plzenci (*na J a na S tvoří zalesněné hřbety pruhy vůči větrání odolných řevnických křemenců, depresi tvoří rozpadavé jílovité břidlice a prachovce vinického a letenského souvrství*)
- zmínit biostratigrafický význam fosilií (*přítomnost trilobity Cyclopyge rediviva jednoznačně indikuje stáří, tj. vinické souvrství, neboť je to pro souvrství charakteristický=vůdčí druh*)

Vrátíme se ke křížku a odbočíme vlevo (k jihu) na polní cestu mezi poli. Cesta vchází do lesa. Pokračujeme po lesní cestě lehce vlevo, cesta se pak stáčí doprava, sestupuje se svahu a po asi 400 m se napojuje na další lesní cestu. Zde odbočíme vpravo (k JZ), projdeme okolo několika zahrad vpravo do cesty, za kterými přijdeme pod prudký svah. Pod svahem je kromě tabule naučné stezky i tabulka chráněného území. Jsem pod PP Černá stráň (zastávka 6).

Exkurzní zastávka 6 – „PP Černá stráň“

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň darriwil, dobrotivské souvrství (vyšší část), 462 mil. let.

Hornina: Černošedá jílovitá břidlice, rozpadající se do tenkých lupínků. Ve svahu je množství malých výchozů, celkově je však svah pokryt drobnými šupinkami rozpadlých jílovitých břidlic. Kromě toho v suti můžeme najít až několik cm velké oválné nebo zploštělé jílovité konkrce, které jako odolnější materiál vyvětrávají z jílovitých břidlic.

Výše ve svahu jsou v jílovitých břidlicích několik decimetrů až metrů mocné polohy šedých pískovců s častými průleznými stopami, čeřinami a četnými stopami po zabořování písku do bahnitého dna.

Fosilie: Poměrně hojné a druhové bohaté. V břidlicích je typická fauna dobrotivského souvrství, zastoupená především trilobity *Cyclopyge umbonata bohemica*, *Mytocephala oriens*, *Nobiliasaphus repulsus*, *Eccoptochile mariana*, *Pricyclopyge binodosa*, *Degamella princeps*, *Dindimene plasi*, *Selenopeltis macrophthalma*, *Zbirovia arata* a *Placoparia zippei*. Z další fauny jsou významní ramenonožci (*Benignites primulus*, *Paterula circina*, *Rafanoglossa impar*), fylokaridní korýš *Caryocaris wrighti*, carpoidi *Microcystella*, *Mitrocystites* a další ostnokožci. Z plžů je zde běžný *Plectonotus vokovicensis* a *Mourlonia* sp., časté jsou úlomky konulárií, hyoliti i další fauna. Výše ve svahu jsou v břidlicích i graptoliti rodu *Rectograptus*. Hojné jsou různé drobné průlezné stopy.

Ve fauně převažují trilobiti a další skupiny přizpůsobené životu na bahnitém dně v hlubokém moři. Hloubka byla jistě větší než 100 m. Svědčí o tom převaha cyklopygidních trilobitů (*Cyclopyge*, *Degamella*, *Microparia*) doprovázených slepými trilobity (*Placoparia*, *Dindymene*). Tento typ společenstva se označuje jako *paterulové* společenstvo; je charakteristické pro hlubší šelf.

Vznik a prostředí: Hluboké moře (> 100 m) ve větší vzdálenosti od břehu, s bahnitým dnem a vodou chudou na kyslík.

Tektonika: Břidlice jsou mírně ukloněny k severu. Nad silnicí vystupuje menší tektonická kra břidlic, která je na západní straně omezena tektonicky.

Čas na zastávku: 20 minut.

Praktická činnost:

- zmínit druhovou rozmanitost, ale zároveň i drobnou velikost fosilií (*stabilita hlubšího moře, nedostatek potravy*)
- vysvětlit pojem ichnofosilie (*i stopa po činnosti organismu je fosilie*)
- zmínit, že stopy na vrstevních plochách jsou aktivitou po prolézání měkkotělých živočichů bahnem (*nikoliv po bahně, červi vyhledávali organickou hmotu pohřbenou uvnitř bahna*)
- zmínit, že ne všechny organismy se zachovávají jako fosilie (*stopy jsou jediným dokladem existence měkkotělých živočichů*)
- zmínit snadné zvětrávání jílovitých hornin na drobné šupinky (*jílové nerosty při navlhnutí nabobtnají a břidlici natrhají; rozpad břidlic podporuje i mrazové trhání zamrzlé vody*)
- zmínit nedostatek bylinného pokryvu ve svahu (*chybí půdní horizont; svahy jsou v létě rozpálené a velmi suché – mají černou barvu; svahy pokryté drobnými šupinkami jsou nestabilní pro zakořenění semenáčků*).

Pokračujeme po silnici dolů do Starého Plzeňce. Z ulice Podhradní odbočíme vpravo směrem k rotundě, odbočíme na cestu k vykopávkám a k rotundě a za posledními domky si v cestě všimneme rozpadavých a dobře vrstevnatých mírně ukloněných poloh prachovců. V zahradách vlevo od cesty tyto prachovce tvoří menší skalky. Pokud bychom neodbočili k rotundě, ale pokračovali po cestě za poslední domky, v zářezích cesty bychom viděli výchozy stejných prachovců. Jsme na poslední zastávce.

Exkurzní zastávka 6 – Letenské souvrství

Stáří: Paleozoikum, střední ordovik, stupeň sandby, letenské souvrství, 455 mil. let.

Hornina: Prachovce s nerovnými vrstevními plochami, s vysokým podílem klastické slídy a tenkými polohami jemnozrnných pískovců.

Fosilie: Chybí. V prachovcích fosilie chybí, velmi vzácně se úlomky fosilií vyskytují v tenkých pískovcových vložkách. Hojně jsou průlezné válcovité stopy, vlnovkovité nebo paprscité stopy. Jedinou bohatou faunu letenského souvrství na Plzeňsku bychom mohli sbírat asi o 1 km dále ke Koterovu. Ve svahu na nivou Úslavy zde byla v pískovcové poloze nalezena poměrně bohatá fauna s trilobity (rody *Stenopareia*, *Primaspis*, *Cekovia*, *Actinopeltis*),

ramenonožci (*Drabovia*, *Saukrodictya*, *Onniella*, *Bicuspina*, *Schizocrania*), konulářiemi, mechovkami a dalšími fosiliemi.

Vznik a prostředí: Moře do asi 50-100 m hloubky ve větší vzdálenosti od břehu, s častým přínosem prachového materiálu, epizodami hnutí materiálu po mořském dně a vlivem proudů a vln na sedimentaci.

Tektonika: Břidlice jsou mírně ukloněny k severu.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- zmínit vzácnost fosilií (*nestabilní prostředí na mořském dně nevhodné pro rozvoj bentosního života*)
- zmínit malou odolnost vůči větrání (*prachovce jsou odkryté jen v hlubokých roklích v Plzenci, v úvozu cesty za kostelem a prudkých svazích Hůrky*)
- zmínit nedokonalou vrstevnatost (*střídání poloh různé zrnitosti dokládá dynamické mořské prostředí*)
- zmínit různé stopy a jejich dobré zachování (*stopy jsou dobře zachovány, protože se střídají vrstvičky o různé zrnitosti; různé typy stop dokládají odlišné strategie získávání potravy; někteří prolézali sedimentem, jiní se paprskovitě rozlézali z jediného místa apod.*)

Pokud vystoupáme až k rotundě, můžeme se všimnout (při dobré viditelnosti) různých terasových stupňů Úslavy. Za zmínku také stojí materiál zdí rotundy, který je až na výjimky tvořen křemitými pískovci libeňského souvrství.

Exkurze pro popularizaci geologických věd a fyzické geografie III - Jinecko. - Metodický návod

Geologie okolí Jinec

V okolí Jinec jsou jedinečné odkryvy v mořských usazeninách středního kambria. **Jinecké souvrství** je od poloviny 19. století proslulé bohatstvím a kvalitou zachování trilobitů a dalších živočichů. Jinecké souvrství s fosiliemi vystupuje na několika místech. Některé však leží ve vojenském prostoru nebo jsou přísně chráněná a sběr fosilií na nich není dovolen. Exkurze proto vede na sběratelsky sice známé avšak nechráněné místo, kde lze i bez použití kladívka v sutí po sběratelích nalézt typické fosilie středního kambria. S kladívkem je tato možnost ještě vyšší. V průběhu exkurze by se sběr fosilií měl omezit pouze na proklepávání sutě, které je na všech zmíněných lokalitách dostatek.

4 Exkurze na Vystrkov

Z nádraží v Jincích jdeme podél hlavní ulice do centra obce. Přejdeme široké náměstí a odbočíme ke kostelu vlevo do kopce. Za posledními domky zahneme vlevo do aleje, projdeme okolo hřbitova po polní cestě a jdeme dále. Na křižovatce polních cest se dáme šikmo vpravo po louce do cípu louky a dále lesem stále do kopce. V lese jako orientační bod stojí velký dřevěný krmelec, okolo kterého stoupá cesta dále do kopce. Na vrcholku kopce se o mělkých jam obklopených množstvím sutě se zastavíme. Jsme na první zastávce.

Exkurzní zastávka 1 – Ohrazenické slepence

Stáří: Paleozoikum, střední kambrium, ohrazenické slepence, 500 mil. let.

Hornina: Hrubozrnné pískovce a slepence. Na větších kamenech je dobře patrné střídání poloh o různé zrnitosti; na pískovec nasedá slepenec, některé pískovce jeví šikmé zvrstvení, velikost valounů ve slepencích je různá, od mm to několika cm aj. Všechny tyto znaky ukazují na dynamické podmínky sedimentace hrubozrnného říčního a plážového materiálu. Slepence a pískovce jsou tvořeny jen stabilním materiálem; převažují bílé valouny křemene, běžné jsou šedé až černé valouny buližníků a tu a tam i jiného materiálu (pískovců, vulkanitů).

Fosilie: Chybí.

Vznik a prostředí: Slepence a pískovce jsou v odborné literatuře interpretovány jako uloženy říčních toků a aluviálních kuželů, nelze však vyloučit ani vznik při mořském pobřeží jako plážové písky a štěrky. Dynamické prostředí je patrné s dobrého vytrřídění některých poloh a špatného vytrřídění polohách jiných a z ostrých hranic mezi různými velikostními frakcemi siliciklastů. V některých kamenech jsou ostré hranice dokládajících rozmyvy již existujícího naplaveného materiálu. Valouny nejsou dokonale zaoblené, což dokládá nepříliš dlouhý transport a krátkou dobu, po kterou se valouny o sebe mohly otírat a zaoblit se. Nepřítomnost nestabilního materiálu však svědčí o vyšší intenzitě chemického zvětrávání na pevnině, v průběhu kterého se nestabilní minerály (živce, tmavé nerosty) rozložily chemicky.

Celkové si lze prostředí představit jako říční prostředí s přechodem do mořského pobřeží se štěrkovými a písčítými plážemi.

Tektonika: Slepence a pískovce tvoří mocné lavice mírně ukloněné k S.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- ukázat střídání valounů a jemnějšího materiálu, nedokonalé vytřídění (*rychlá sedimentace zvětralin, změny rychlosti proudu*)
- nedokonalé zaoblení křemenných valounů (*třídící procesy nebyly příliš intenzivní, transport byl na poměrně krátkou vzdálenost = výnosové kužele*)
- různý valounový materiál (*větrání prekambriických hornin dokládá přítomnost buližníkových valounů = buližníky existovaly před tvorbou slepenců jako již hotové horniny*)
- zmínit nepřítomnost fosilií (*neexistence života v jezerech a řekách, štěrkové pláže bez fosilií*)
- nejmladší kambriické uloženiny (*konec transgresně–regresního cyklu středního kambria s nástupem terrigenních usazenin = říčního a plážového prostředí*)

Projdeme okolo jam a zabočíme vlevo víceméně po vrstevnici do řídnějšího dubového lesa. Po asi 150 metrech přijdeme na mírně skloněný podélný hřbítek, za kterým následuje poměrně prudký svah. Po několika metrech sejdem na dobře znatelnou pěšinu ve svahu, pod kterou začíná prudký svah. Jsme na další zastávce. Všimneme si pravidelně rozpukaných odolných pískovců v suti nad cestou.

Exkurzní zastávka 2 – Jinecké souvrství: lingulové společenstvo

Stáří: Paleozoikum, střední kambrium, jinecké souvrství, zóna *Lingulella havliceki*, 500 mil. let.

Hornina: Jemnozrnitý laminovaný pískovec. Pískovec je zřetelně vrstevnatý, stejnoměrně zrnitý, rozpadavý podél puklin na dosti ostrohranné kameny. Při rozlomení má na povrchu hnědavou zvětrávací kůru, která dokládá vyšší obsah karbonátu (nejspíše sideritu-ankeritu) v pískovci. Střed kamene bývá jednoduše šedý. Některé laminy jsou více zdůrazněny; pokud pískovec rozklepeme podél takových lamin nebo pokud v suti nalezneme větší vrstevní plochy, můžeme si na nich všimnout asi 2-5 mm větších vyklenutých „zrnků“. Tato „zrnka“ jsou misky lingulátních ramenonožců vyplavených na vrstevní plochu a uložených klenutou stranou vzhůru.

Fosilie: Hojné, ale zastoupené jediným druhem ramenonožce. Tento lingulátní ramenonožec druhu *Lingulella havliceki* bývá zachován na vrstevních plochách ve značném množství, ale jeho zachování není nejlepší. Patrný bývá jen kapkovitý obrys bez detailů stavby misek.

V některých, na ankerit bohatších laminách (mívají hnědavé zbarvení) je zachování misek velmi příznivé, i když nálezy celým miskám jsou vzácnější; většinou jsou misky rozlámané na malé úlomky. Charakteristická je druhová chudost, neboť jiná fauna chybí. *Lingulella* žila zahrabána do písčito-bahnitého dna pomocí masitého stvolu, který se však nezachovává.

Vznik a prostředí: Mělké moře se silnou aktivitou proudů, které vyplavovaly misky do lamin, třídily jemný písek o různé zrnitosti a bahno do vějířovitých nánosů a rozmývaly již jednou uložené písčito-bahnitě sedimenty. Hloubka činila jen několik metrů a snad byly tyto písky občas i vystaveny na vzduchu při odlivu. Uložení misek klenutou stranou vzhůru je charakteristické pro proudový režim na dně; misky obrácené proud odnášel dále a uložil je na jiném místě.

Prostředí tak nejspíše připomínalo současné přílivo-odlivové pláže, kde činnost vln, voda proudící odlivovými stružkami, náplavy vysychavého bahna a mělké laguny obývají druhově chudá, na jedince však bohatá společenstva červů a měkkýšů. Zde v kambriických pískovcích máme jen jediný druh, protože měkkotělé organismy zachovány nejsou.

Tektonika a geologická situace: Vrstvy jsou mírně ukloněny k S.

Čas na zastávku: 20 minut.

Praktická činnost:

- zmínit laminaci (*dokládá dokonalou třídící činnost proudů, střídání různé zrnitosti*)
- zmínit zvětrávání karbonátu (*karbonát je vyvětralý=chemicky vyloužený v povrchových zónách pískovců*)
- zmínit význam lingulových společenstev (*jsou to společenstva mělkých vod, lagun a přílivo-odlivových plošin; takové prostředí je silně vystaveno nepříznivým vlivům – proudům, vysychání – a přežívají v něm jen organismy schopné přežít takovou fluktuaci abiotických podmínek*)
- zmínit jednodruhovost fosilních asociací (*typický rys faun kambria; společenstva měla nízkou diverzitu; podobnost dnešnímu Baltskému moři s nižší salinitou*)
- zmínit vyklenutí misek (*dokládá vliv jednosměrných proudů, protože misky vyklenuté směrem vzhůru jsou na dně stabilnější nežli v obrácení poloze*).
- zmínit zachování fosfatického materiálu misek (*černá barva*)

Sejdeme pod pěšinu. V prudkém svahu vystupuje řada skalek, je zde mnoho mělkých jam a suti po činnosti sběratelů. Jsme na další lokalitě.

Exkurzní zastávka 3 – Jinecké souvrství: Trilobit *Ellipsocephalus hoffi*

Stáří: Paleozoikum, střední kambrium, jinecké souvrství, zóna *Ellipsocephalus hoffi*, asi 500 mil. let.

Hornina: Šedé prachovce, nedokonale vrstevnaté, pevné, po čase se rozpadající na menší střípky. V místě jsou patrné polohy pevnějších nevrstevnatých vápničných pískovců, zvláště ve vyšších polohách. Celkově je patrné mírné hrubnutí usazenin směrem do nadloží.

Fosilie: Hojně. Naprostá většina fosilií patří trilobitu *Ellipsocephalus hoffi*. Jeho 1-2 cm dlouhé krunýře bývají většinou rozpadlé. Proto jsou nejčastější kranidia a části trupu, vzácní však nejsou ani celí jedinci, někdy i ve skupinkách. Tento trilobit je vzácněji doprovázen větším a jen v úlomcích nalézaným paradoxidním trilobitem *Rejkocephalus lyelli*. Jiné skupiny živočichů chybí. Místy lze v prachovcích nalézt svislé nebo provazovité stopy po prolézání měkkotělých živočichů mořským bahnem, ale jejich původce neznáme.

Ellipsocephalus hoffi je nejčastěji nalézaným celým trilobitem v Čechách. Je předmětem sběru a obchodu. O intenzitě sběratelů-obchodníků svědčí rozsáhlé výkopy na prudkém svahu Vystrkova na místech, na kterých stojíme. Sběratelé sledují několik metrů mocnou polohu, ve které jsou tito trilobiti hojní.

Vznik a prostředí: Mělké klidné moře nebo mořská laguna (10-50 m) s občasnými přírasy jemného bahna. Prostředí nebylo čistě mořské. To dokládá nízká diverzita a nepřítomnost typický mořských organismů, kterými jsou ostnokožci nebo orthidní ramenonožci. Tektonika: Vrstvy jsou mírně ukloněny k S.

Čas na zastávku: 45 minut; v sutí při pečlivém prohlížení lze téměř vždy nalézt víceméně úplné zbytky trilobitů. Je potřeba opatrnosti, aby nedošlo ke zranění, neboť pod suťovými osypy jsou i strmé skalní stěny.

Praktická činnost:

- zmínit stavbu těla trilobitů a způsoby zachování (*etymologie termínu trilobit = tělo ze tří laloků; stavba těla: cephalon, trup, pygidium, jen dorzální krunýř; vyhynulá skupina členovců; nezachování měkkých částí těla; rozpad krunýře po odumření jedince*)
- stanovit technická a bezpečnostní opatření (*horninu rozbíjet „po vrstvě“, opatrný pohyb v sutí, pozor na převisy a strmé skalní stěny*)
- zmínit způsob zachování fosilií (*úplnost trilobitů jako důsledek jejich pohřbení nánosem bahna, nezachování měkkých částí, zachování klenutosti, estetický vzhled*)
- zmínit nízkou diverzitu fosilií (*nepřítomnost ramenonožců a ostnokožců; dominance jediného druhu a vzácnost druhého; nízká diverzita jako typický rys kambrických faun,*)
- zmínit přítomnost stop (*měkkotělé nezachovalé organismy*)
- zmínit nepřijatelnost obchodování s fosiliemi (*kulturní dědictví, ničení přírody; potřeba ochrany lokalit proti ničení*)

Vrátíme se na lesní pěšinu a pokračujeme po ní mírně dolů směrem k JV. Zakrátko přijdeme na malou plošinku obklopenou nízkými skalkami po obou stranách. Zde odbočíme vlevo po vrstevnici (mírný svah přechází do prudšího svahu výše) a po asi 100 metrech narazíme na mělké jámy s čerstvou sutí. Jsme na další a poslední zastávce.

Exkurzní zastávka 4 – Jinecké souvrství: Trilobit *Paradoxides gracilis*

Stáří: Paleozoikum, střední kambrium, jinecké souvrství, zóna *Paradoxides gracilis*, asi 502 mil. let.

Hornina: Prachovce zelenošedé barvy, s nezřetelnou vrstevnatostí. Na vrstevních a lomných plochách jsou patrné hnědé a kovově modravé povlaky hydroxidů Fe a Mn. Tento typ zbarvení je pro Jinecko charakteristický.

Fosilie: Hojné a příznivě zachovalé. V prachovcích a břidlicích jsou nejčastější úlomky i celé krunýře trilobita *Paradoxides gracilis*, který dosahuje až 15 cm délky. Vzácnější, ale přesto poměrně běžné jsou krunýře menších druhů *Conocoryphe sulzeri*, *Ptychoparia striata* a *Lobocephalina emmrichi*, nalézt lze i drobného agnostidního trilobita *Peronopsis integra*. Běžné jsou zbytky ostnokožců, zachovalých jako malé, izolované destičky; nálezy celých jedinců pralilijice *Lichenoides* a destiček terčovce *Stromatocystites* jsou vzácné.

Pod svahem jsou patrné pozůstatky po starší sběratelské činnosti. Jsou zde ploché haldy sutí po těžbě pískovcové lavice, která vznikla na dně kambriického moře z bahnotoku při dně. Při jeho pohybu byly do bahnotoku zachyceni ostnokožci, kteří se zde na rozdíl od prachovců vyskytují úplní a představují původní živé jedince pohřbené pod vrstvou naplaveného písku. Při bázi pískovců byly hojné celé téky terčovce *Stromatocystites pentagonalis*, vzácněji i celé kalichy pralilijice *Akadocrinus jani*. Vzácně se zde vyskytují i větší lingulátní ramenonožci rodu *Westonia*. Poloha pískovce je v současnosti nepřístupná, neboť jámy jsou zaplněny sutí a sběr fosilií zde není možný.

Vznik a prostředí: Břidlice jsou usazeniny hlubokého moře, s hloubkou 50 a více metrů, s víceméně stálým přínosem jemného bahna. Přítomnost ostnokožců dokládá plně mořské prostředí. Občasný přínos jemnějšího písku z mělčin pohřbíval na dně žijící společenstva.

Tektonika: Vrstvy jsou mírně ukloněné k S.

Čas na zastávku: 30 minut.

Praktická činnost:

- vysvětlit význam náhlých bahnotoků pro paleontologii (*pohřbení a příznivé zachování na dně žijících organismů; fosilní „Pompeje“*)
- zmínit charakteristický vzhled fosilií z Jinecka (*modravý povlak na fosiliích; ze Skryjí a Týřovic mají žluté povlaky; ale pozor, z okolí Rejkovic rovněž!*)
- zmínit hojnost a příznivé zachování fosilií (*celosvětově významné fosilie; typické fosilie středního kambria, přítomné ve všech významných světových muzeích; hojnost úplných krunýřů; fosilie bez tektonické deformace*)
- zmínit vyšší diverzitu fosilií (*plně mořské prostředí, vyšší hloubka = vyšší stabilita prostředí; více druhů trilobitů; jejich různá velikost indikuje různé potravní strategie a tudíž i složitější potravní vztahy; přítomnost ostnokožců = ostnokožci potřebují plně mořské prostředí*)
- upozornit na ničení lesa (*výkopy, padání stromů; nutnost ochrany lokalit před sběrateli-obchodníky*)

*Z lokality vyjdeme přímo do svahu po spádnici, přejdeme nízký hřbet budovaný pískovci nejvyšší části jineckého souvrství (s *Lingulella havliceki*) a stejnou cestou okolo krmelce se vrátíme zpět do Jinec.*

Exkurze pro popularizaci geologických věd a fyzické geografie IV - Koněprusko. - Metodický návod

Geologie okolí Koněprus

Koněprusy jsou častým cílem školních výletů pro své Koněpruské jeskyně. Exkurze do jeskyní může pokračovat do blízkého okolí Zlatého Koně. Je zde jedinečný sled vápencových souvrství spodního a počátku středního devonu. Bohužel celé území je silně zasaženo těžbou vysokoprocentních vápenců, kterou pomalu mizí jedno z geologicky nejvzácnějších a nejzajímavějších území v Čechách.

5 Exkurze na Koněprusko

Na počátku devonu se na místní podmořské tektonické elevaci začal na mělčinách ve větší míře ukládat bioklastický materiál. Vznikl mohutný sled šedavých vápenců, které dnes budují strmé stěny Kotýzu na západním konci původního táhlého hřbetu (dnes přerušeno vytěženým prostorem Císařského lomu). Na těchto **kotýzských vápencích**, které mají stáří stupně lochkovu, se na počátku následujícího stupně pragu vytvořil korálový útes. Útesové bílé **koněpruské vápence** vytváří mohutné těleso nevrstevnatých bioklastických vápenců, které jsou mimořádně bohaté na fosilie. Útes tvoří akumulace karbonátového materiálu lilijic, ramenonožců, mechovek, korálů a stromatopor tmelených vápenatými řasami. V blízkém okolí Zlatého Koně se vytvořilo masivní, korálovo-řasové jádro útesu, ze kterého směrem k východu a jihu směřovaly rozsáhlé osypy vápenatého materiálu ze schránek a koster v mělkovodním mořském prostředí osídleném nejrůznějšími skupinami mořských živočichů. Na konci stupně pragu se vlivem poklesu mořské hladiny vynořil útes nad hladinu a byl mořskou abrazí seříznut do plochého ostrova. Ostrov ale existoval jen ve spodním emsu. Počátkem svrchního emsu se zvedla mořská hladina a tato plošina byla znovu zaplavena mořem. vrchol útesu vytvořil dno v hloubce několika metrů ale možná až několika desítek metrů. Na zatopené plošině se ukládaly deskovité šedorůžové až červené **suchomastské vápence**. Ve stejném období (v emsu) se útes začal rozlamovat trhlinami hlubokými až 100 m, protaženými ve směru JZ-SV. Do vzniklých trhlin (tzv. neptunických žil) byl z vrcholové plošiny mořskými proudy a vlněním zanášen bioklastický materiál, který tyto trhliny postupně zaplňoval. Na suchomastské vápence se počátkem středního devonu, ve stupni eifelu, začínají ukládat šedé **acanthopygové vápence**. Tyto vápence se vytváří na nové mělkovodní plošině činností korálů a lilijic. Vznikají zde malé korálové útesy obklopené mírně hlubším prostředím, silně se uplatňuje činnost vln a mořských proudů. Na krátké období se zde znovu rozvíjí mimořádně bohatá společenstva s ramenonožci, koráli a lilijicemi. Ke konci eifelu dochází opět k mírnému prohloubení. Vznikají polohy tmavších a hlubkovodnějších vápenců, které jsou považovány za projev tzv. **chotečského eventu**. Následně se na krátkou dobu se obnovuje mělkovodní korálová plošina, která je ale záhy zanášena bahnitým a jemně písčitém materiálem srbského souvrství a útesotvorné organismy zde vymírají. Zanešení útesu klastickými sedimenty obsahujícími fosilní flóru středního devonu indikuje postupný zánik mořské pánve související s nastupujícím variským vrásněním.

Sled koněpruských, suchomastských a akantopygových vápenců je v Barrandienu zcela unikátní. Konepruský útes je jediným dobře dochovaným útesovým a tedy mělkovodním prostředím spodního devonu u nás (pokud nepočítáme plošně mnohem omezenější zachovalý rozsah útesových osypů stáří spodního emsu v Praze) a je mimořádně bohatý na fosilie. Útes se spojen víceméně pozvolnými přechody s hlubším mořským prostředím ležícím ve spodním a středním devonu na JV a V. Bohužel neznáme severní okraj útesu, neboť severní omezení Zlatého Koně je čistě tektonické. **Očkovský přesmyk**, který podmiňuje vznik prudkých severních svahů Zlatého Koně, vyzdvihl severní kru nad jižní kru s útesem do takové míry, že se do kontaktu dostaly silurské vápence s tělesem devonského útesu. Devonské uloženiny severní kry podlehy erozi již ke konci paleozoika. My tedy nevíme, zda a jak daleko pokračoval konepruský útes dále na sever.

Z parkoviště projdeme po silnici a pěší cestě naučné stezky na vrcholovou kótu Zlatého Koně.

Zastávka 1 - Klatý Kůn – vrcholová kóta

U kóty jsou informační tabule o významu skalních stepí i panoramatické pohledy s popisy blízkých a vzdálenější kopců v krajině. Pokud se podíváme severním směrem, máme před sebou širokou kotlinu s vesnicí Koneprusy, která je tvořena snadno rozpadavými graptolitovými břidlicemi a vulkanity spodního siluru. Částečně zalesněný plochý hřbet tvoří vrch Kosov, jehož ploché návrší tvoří plochá synklinála vyplněná vápenci kopaninského a požárského souvrství (silur) se zachovalým zbytkem spodnodevonských kotýzských vápenců. Za tímto hřbetem je patrné široké údolí, ve kterém leží Králův Dvůr a Beroun. Údolím protéká řeka Litavka, vede zde dálnice a železniční trať. Široké a hluboké údolí vzniklo snadnou erozí měkkých jílovitých břidlic svrchního ordoviku (vinického, zahořanského, bohdaleckého a královského souvrství). Za nimi je táhlý zalesněný hřbet Dědu a Drabova, který je budován křemennými pískovci letenského souvrství. Protože křemenné pískovce jsou mírně ukloněny k JV, letenské souvrství zde vystupuje v táhlém, vůči erozi odolném hřebeni. Další zalesněný hřbet na obzoru patří Krušné hoře. Krušná hora je historicky významná těžbou železných rud ordovického stáří, které zde s křemenci a pískovci spodního a středního ordoviku tvoří izolovanou tektonickou kru, oddělenou od hlavního ordovického synklinoria pruhem prekambriických hornin. Mezi hřbetem Dědu a Krušnou horou leží odtud neviditelná, ale zajímavá malá kra limnického karbonu. Tato lískovská kra je kromě výborně zachovalé karbonské flóry proslulá i nálezy velkého karbonského hmyzu.

Za dobré viditelnosti je na SV skoro na úrovni horizontu vidět oranžová skvrna na pozadí tmavých lesů. Jsou to nápadně zbarvené krasové výplně nejvyšší etáže lomu „Na Stydých vodách“ u Svatého Jana pod Skalou. Tyto krasové výplně jsou pravděpodobně druhohorního stáří. Vznikly krasovatěním v tropickém klimatu tehdejší doby. Jejich nadmořská výška, rozsah a charakter dokládají, že i my se nacházíme víceméně na úrovni silně zkrasovatělé druhohorní a terciární paroviny. Členitý reliéf okolo nás je výsledkem nedávného vyzdvihu Českého masivu, obnovení erozní činnosti řek a erozní modelace terénu v posledních několika málo milionech let.

Čas na zastávku: 20 minut.

Praktická činnost:

- zmínit modelaci krajiny geologicky mladou erozí (*obnovení erozní činnosti řek, vypreparování odolnějších hornin do hřbetů, vznik údolí odnosem materiálu souvrství tvořených jílovitými horninami, průběh říčních toků a potoků*)
- zmínit krasovatění (*vysoké stáří krasovatění na úrovni druhohorní paroviny, vysvětlit krasovatění jako chemický proces, zmínit pohyblivost Ca^{2+} iontů*)
- zmínit zemědělské využití depresí a vznik skalních stepí na elevacích (*skalní stepi byly do konce 19. století pastvinami, dnes zarůstají náletovými dřevinami*)

Sejdeme od kóty dál po naučné stezce k zábradlí u hrany Císařského lomu.

Zastávka 2 – U hrany velkolomu

Stáří: Paleozoikum, devon, devon spodní, stupeň prag, koněpruské vápence, 410 mil. let.

Hornina: Masivní bílé vápence. Vápence koněpruské tvoří hlavní část útesového tělesa. V prudké, skoro svislé lomové stěně pod námi tvoří její větší část. Nad ní je poloha červených deskovitých krinoidových vápenců suchomastských, které vystupují ve svahu těsně za zábradlím. Samotný vrchol Zlatého koně a nejvyšší část vyhlídky budují korálové vápence akanthopygové. Lom je mimořádně hluboký, nicméně těžba do hloubky stále pokračuje. Současně probíhá po jeho okrajích rekultivace zahliňováním prudkých skalních stěn. V lomu bylo odkryto masivní jádro útesu, tvořené řasovo-korálovými vápenci. Jejich velké bloky i s korály můžeme studovat na protější vyhlídce lomu. Je zde několik velkých bloků vynesných s lomu a zabraňujících vstupu do lomu. Do lomu není možné vstoupit. Z paleontologického hlediska je lom zajímavý hojným výskytem vápenců přeplněných štíty trilobity *Radioscutellum intermixtum*, reprezentujících exuvie splavené do prohlubní a trhlin v těle útesu.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- zmínit devastaci a přeměnu krajiny těžbou vápenců (*zánik původní krajiny, zašpinění krajiny poléťavým prachem, rychlost těžby; problematika rekultivací*)

Sejdeme z vyhlídky po pěšině po svahu zpět a dále se podél zábradlí posuneme směrem dolů po trase naučné stezky. Sejdeme na dno Houbova lomu a po průchodu krátkou soutěskou odbočíme vlevo k informační tabuli, za kterou je osyp žlutobílých vápenců. Jsme na další zastávce.

Zastávka 3 – Prag: Koněpruské vápence

Stáří: Paleozoikum, devon, devon spodní, stupeň prag, koněpruské vápence, 410 mil. let.

Hornian: Bílý koněpruský vápenec bez zřetelné vrstevnatosti. Hornina je tvořena z více než 95 % uhličitanem vápenatým.

Fosilie: Při pozorné prohlídce sutí záhy nalezneme běžné fosilie. Převažují rekrystalované články stonků lilijic, úlomky i celé misky mnoha druhů ramenonožců, krajkám podobná zoaria mechovek, ulity plžů, vzácněji nalezneme i misky mlžů, hlavonožců, části štítů trilobitů aj. Celkem je odtud popsáno asi 400 druhů živočichů. Na některých ukázkách vápenců jsou zvláštní ledvinité vrstevnaté průřezy. Jsou to vápence vzniklé činností řas, která spojily původně sypkou hmotu bioklastů do pevného vápence.

Z ramenonožců jsou významné hrubě žebrované misky rhynchonellidních, pentameridních a spiriferidních ramenonožců (*Sicorhyncha*, *Stenorhynchia*, *Latonotoechia*, *Uncinulus*, *Sieberella*, *Hysterolites*), hladké misky terebratulidního ramenonožce *Cryptonella melonica* a některých spiriferidních ramenonožců (*Quadrithyrus*, *Myriospirifer*), jemně žebrované misky strofomenidních a orthidních ramenonožců (*Bojodouvillina*, *Gladiostrophia*, *Cymostrophia*, *Iridistrophia*, *Plicanoplites*, *Dalejina*, *Isorthis*, *Fascizetina*, *Schizophoria*), někdy s nápadnými růstovými valy (*Leptaena*, *Leptaenopyxis*). Běžná je jemně žebrovaná atrypa *Carinatina comata* i další rody atryp (*Variatrypa*, *Kyrtatrypa*). Z mechovek, jejichž přesné určení je bez pečlivého studia nemožné, jsou hojné dekaorativní rody *Fenestella*, *Reteporina*, *Hemitrypa* a *Utropora*. Z trilobitů je možné nalézt proetidní rod *Gerastos* nebo harpetida *Liohapes venulosus*. Bohatost fauny je unikátní.

Prostředí: Vápence vznikaly nahromaděním skeletů a koster nejrůznějších organismů v prohlubních a na svazích lemujících hlavní těleso útesu v tropickém podnebí. Hloubka mohla činit i jen několik metrů, ale také až několik desítek metrů podle konkrétní situace na útesu. Většina schránek nejeví známky omletí příbojem. Výjimku tvoří masívní koralinity rugózních korálů, které bývají ováleny a byly zřejmě spláchnuty z mělčin na útesu.

Druhové složení, zachování a bohatost fauny se liší místo od místa. Na některých místech jsou koněpruské vápence tvořené hrubě rekrystalovaným kalcitem, na jiných místech jsou rozpadavé a doslova přeplněné mimořádně bohatou a příznivě zachovalou faunou. Směrem k JV se však přeci jenom složení fauny mírně mění. V lomu blíže Měňan asi 2 km vzdáleném je vyšší podíl trilobitů a objevují se další druhy ramenonožců, což je interpretováno jako pozvolný přechod do mírně hlubšího prostředí.

Čas na zastávku: 45 minut; je vhodné ponechat více času na sběr fosilií a krátkou besedu nad nalezenými fosiliemi.

Praktická činnost:

- zmínit neobyčejně vysokou druhovou pestrost fosilií (*útesové prostředí v tropickém klimatu; řada různých podmínek na odlišných částech útesu*)
- zmínit rozdíly ve složení útesotvorných organismů devonu a v současnosti (*na současných útesech chybí lilijice, stromatopory, ramenonožci, rugózní a tabulární korálnatci*)

- zmínit abiotické podmínky pro vznik útesů (*tropické klima, čistá voda v otevřeném moři platí v současnosti stejně jako v devonu*)
- zmínit trofickou strukturu v současnosti a v devonu (*ve spodním devonu byli na vrcholu hlavonožci, dnes ryby, kytovci a žraloci*)
- zmínit různou morfologii schránek ramenonožců (= *rozdílná morfologie vypovídá o prostředí a způsobu života: hrubě žebrované typy žily v neklidné vodě, menší a hladké typy v kryptickém prostředí, ploché velmi tenké misky strofomen ležely volně na dně*).

Projdeme po dnu Houbova lomu. Ve stěně si můžeme všimnout vstupu do jeskyní na rozhraní masivních bílých vápenců koněpruských a šedorůžových vrstevnatých vápenců suchomastských. Hlavní patro jeskyní vzniklo právě na rozhraní těchto dvou typů vápenců. Rozhraní mezi oběma vápenci mírně klesá k východu, proto po další cestě půjdeme postupně do stále stratigraficky vyšších poloh vápenců. Ve stěně si také můžeme všimnout hlubokého zkrasovatění a oranžových jílovitých výplní krasových trhlín.

Pokračujeme po cestě, mineme ceduli naučné stezky na konci loučky a za odbočkou stezky si všimneme mělké jámy v loučce těsně vpravo do cesty. Jsme na další zastávce.

Zastávka 4 – Svrchní ems: Suchomastské vápence

Stáří: Paleozoikum, devon, devon spodní, stupeň spodní ems, suchomastské vápence, 405 mil. let.

Hornina: Narůžovělé krinoidové vápence. Vápence mají nezřetelnou vrstevnatost.

Fosilie: Jsou velmi hojné. Kromě bílých průřezů destičkami lilijic jsou ve vápencích hojně spíše drobné fosilie. Na této zastávce ve svrchní části suchomastských vápenců je hojný velký trilobit *Phacops major* a různé druhy plžů. Celkově je složení fauny suchomastských vápenců velmi proměnlivé. Kromě lilijic jsou nejhojnější drobní ramenonožci s hladkými miskami a drobní trilobiti, zejména proetidní a fakopidní (*Unguliproetus unguis*, *Eremiproetus eremita*, *Phaetonellus*, *Phacops regius*). Kromě těchto skupin je možné nalézt schránky hyolitů, hlavonožců, plžů a mlžů. Na rozdíl od koněpruských vápenců však chybí fenestrátní mechovky a korálnatci, což poukazuje na hlubší mořské dno. Fosilie vzhledem ke své spíše malé velikosti nejsou sběratelsky příliš atraktivní.

U exkurzní zastávky ležící mělká jáma zbyla po výzkumu prováděného Národním museem v roce 1977. V literatuře je známa jako lokalita „U Transformátoru“. Stejně vápence vystupují v polní cestě u jámy. Jsme však v přísně chráněném území a sběr fosilií zde není dovolen.

Prostředí: Mořské prostředí v hloubce několika až prvních desítek metrů v tropickém podnebí, s kobercovitými porosty menších druhů lilijic.

Čas na zastávku: 20 minut.

Praktická činnost:

- zmínit menší velikost fosilií (*prostředí nebylo útesové, ale odpovídalo hlubšímu mořskému dnu v hloubce několika desítek metrů*)
- zmínit vrstevnatost vápenců (*vrstevnaté vápence vznikají v hlubší vodě, kde se uplatňuje klidnější a víceméně plynulá sedimentace bioklastického materiálu*)
- fosilie v jeskyni (*pokud půjdeme na exkurzi do jeskyní, ve stropě chodby těsně před východem z jeskyně si můžeme všimnout otisků ocasních štítů trilobita Scabriscutellum; tento trilobit je typický pro suchomastské vápence*)

Vrátíme se několik metrů k rozcestí a dáme se k východu po cestě naučné stezky. Přejdeme silnici a sestoupíme na dno malého mělkého lomu. Jsme v tzv. „Acanthopygovému lomu“, podle majitele také nazývaném „Jiráskův lom“.

Zastávka 5 – Eifel: Akanthopygové vápence

Stáří: Paleozoikum, devon, devon spodní, stupeň eifel, suchomastské vápence, 390 mil. let.

Hornina: Šedé krinoidové vápence. Vápence mají nezřetelnou vrstevnatost. Mají název podle charakteristického, i když nepříliš hojného lichaidního trilobita *Acanthopyge haueri*.

Fosilie: Hojné, ale jen v některých polohách. Části jsou korálnatci a to solitérní i koloniální rugózní i masivní tabulární. V některých polohách jsou časté stromatopory. Hmotu vápenců však stejně tvoří z převážné části články lilijic. Trilobiti jsou hojní v některých polohách. Převažuje fakopidní *Phacops haueri*, vzácnější jsou trilobiti rodů *Aulacopleura*, *Acanthopyge*, *Harpes* a *Trysanopeltis*, *Orbitopreotus* a *Myoproetus*. Z ramenonožců převažují drobnější druhy s hladkými nežebrovanými miskami. Nejčastější jsou druhy *Karbous hassiacus*, *Trigonatrypa baucis* a *Quasidavidsonia mediocarinata*. Významným druhem řídce větvených korálnatců je *Amplexus florescens*. Tabulární koráli a stromatopory jsou nejčastější v brekciovitých polohách, která vznikaly náhlým spláchnutím hrubého bioklastického materiálu z mělčin do hlubších částí útesové plošiny.

Prostředí: Mořské prostředí v hloubce jen několika metrů v tropickém podnebí. Vlny a proudy občas způsobovaly splachování hrubé korálové drti do hlubších částí útesu. V nejvyšší části akantopygových vápenců je vyvinuta poloha tmavých deskovitých vápenců, která obsahuje fauny hlubšího otevřeného moře. Tato poloha je srovnávána s polohami tmavých vápenců na hranici třebotovských a chotečských vápenců, které vznikaly v důsledku tzv. chotečského eventu.

Nad tmavou polohou je vyvinuta poloha brekciovitého vápence, který obsahuje korálovou faunu řazenou do spodního givetu. Nad nimi jsou již vápnité pískovce srbského souvrství, které však v lomu nevystupují.

Čas na zastávku: 10 minut.

Praktická činnost:

- zmínit přítomnost jen nežebrovaných misek ramenonožců (*také nežebrované misky mají ramenonožci žijící v klidné vodě, nejspíše v chráněných prostorách mezi korálovými trsy*)
- vysvětlit chotečský event (*tmavá poloha vápenců vznikla jako důsledek změn ve složení mořského fytoplanktonu; do vody se dostalo větší množství živin, která se jako organická hmota uložila v jinak světlých vápencích*).

Z lomu pokračuje stezkou dále podél okraje lesa k poslední zastávce při okraji lomu Na Kobyle.

Zastávka 6 – Očkovský přesmyk: „PP Lom na Kobyle“

V opuštěném lomu se svislými stěnami vystupují ve spodní části šedobílé suchomastské vápence. Nad nimi jsou šikmou plochou odděleny nadložní polohy šedých vápenců šedé polohy místy se zřetelnými polohami vápenců. Šikmé rozhraní mezi vápenci tvoří zlomová plocha očkovského přesmyku. Podél ní došlo k násunu tmavých vápenců silurského stáří na spodnodedovské vápence suchomastské. Přesmyk je variského stáří. Omezuje

Čas na zastávku: 15 minut.

Praktická činnost:

- vysvětlit rozdíl mezi přesmykem a poklesem a jejich příčiny (*přesmyk vzniká při bočním stlačování, při kterém se nadložní kra vysouvá nad kru podložní; při roztahování horninového prostředí dochází k poklesu, při kterém nadložní kra relativně poklesá vůči kře podložní; v případě očkovského přesmyku tedy došlo ke zkrácení prostoru nasunutí kry nadložní; zlomová plocha bývá jen mírně ukloněna*)

Vrátíme se na parkoviště podél okraje lesa a polní cestou mezi loukami.

Pokud máme čas, můžeme pokračovat prohlídkou Koněpruských jeskyní.

další materiály viz. on-line kurz