

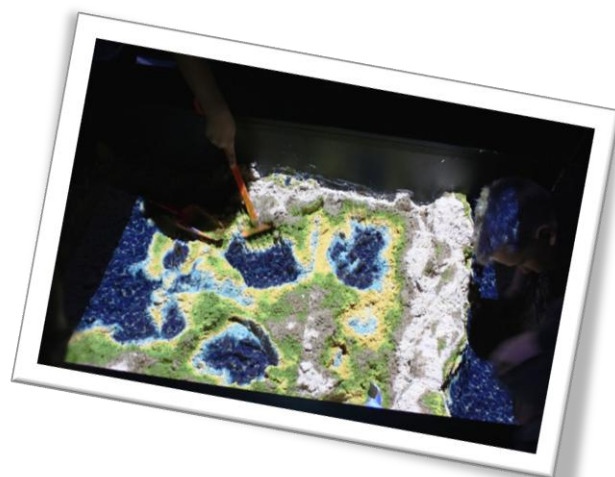
Popularizace vědy ve volnočasových aktivitách žáků ZŠ - geografie



Tento modul je zaměřen na následující témata v kontextu věkové skupiny žáků základních 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:

- Motivace k zájmu o studium geografie
- Možnosti a typy popularizace geografie
- Možnosti získávání nejnovějších informací z vědeckých výzkumů
- Náměty aktivit do 20 minut pro popularizaci geografie
- Náměty aktivit do 45 minut pro popularizaci geografie
- Náměty dlouhodobých projektů
- Náměty exkurzí pro popularizaci 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 ZŠ - geografie

Tento modul/kurz je zaměřen na následující témata v kontextu věkové skupiny žáků základních 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.

Autoři:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.
RNDr. Václav Stacke, 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

Ke geografii mají žáci ZŠ velmi polarizované názory. Pro některé z nich je to předmět oblíbený, pro jiné je to naopak nutné zlo. Skupina žáků bez jakéhokoliv názoru na geografii je však téměř zanedbatelná. Geografie jako věda komplexní má však velký potenciál - neobsahuje žádné obsáhlé soubory informací, které by studenti museli memorovat, naopak se více soustředí na pochopení vazeb mezi jednotlivými složkami a procesy. Do výuky geografie je také velmi jednoduché (a žádoucí) zapojit četné mezipředmětové vazby. Nabízí se velmi jednoduché zakomponování problematiky matematiky, planimetrie, geometrie, chemie, fyziky, dějepisu, cizích jazyků, biologie, informatiky atd.

Schopný učitel tak nemá větší problém žáky k aktivitě při hodinách geografie motivovat, a současně při výuce geografie používat metodický aparát jiných věd a předmětů a tím prohlubovat motivaci žáků ke studiu ostatních předmětů.

1.1 Motivace k zájmu o studium geografie

Každý z nás se s geografickou tematikou setkává denně. Používáme plány a mapy, cestujeme po městě, republice i světě. V zaměstnání mnozí z nás služebně cestují, komunikují s ostatními světovými regiony. Všichni máme rádi dovolené a cestování. Geografie jako multidisciplinární obor v sobě využívá množství informací z jiných přírodovědných i humanitních disciplín. V téměř každé vědě se vyskytuje časoprostorový rozměr - a to je právě parketa geografie. Každý student, který chce studovat přírodní i humanitní vědy by měl mít určité geografické vědomosti a znalosti, nejen proto, aby mohl pracovat na svých vlastních projektech a korektně zpracovávat a vizualizovat data.

1.2 Možnosti a typy popularizace geografie

Geografie, jako jeden z multidisciplinárních oborů, má v otázce popularizace podměrně jednoduché postavení. Všichni studenti cestují, všichni studenti se setkávají dennodenně s mapami a plány. Při sledování televize se setkávají se zprávami z celého světa a s filmy a pořady, natáčenými v zahraničí a situovanými do nejrozličnějších koutů světa. Zařadit do výuky aktuální tematiku a dění je poměrně snadné, a toto dokáže studenty velmi dobře motivovat. Není nic jednoduššího, než se po návratu z prázdnin věnovat životu ve středomoří a středomořské krajině se všemi jejími parciálními složkami. Většina studentů to viděla, zažila na vlastní kůži a nebývá větším problémem je zapojit do diskuze a tím motivovat i další studenty. I v budoucím životě budou studenti přicházet do styku s geografickými informacemi, budou pracovat v zahraničí, popřípadě služebně cestovat a veškeré informace ze zeměpisu se jim budou hodit.

1.3 Možnosti získávání informací z nejnovějších vědeckých výzkumů

Možností, jak získat informace o nejnovějších vědeckých výzkumech na poli jak sociální, tak fyzické či regionální geografie je celá řada. Mezi populárně-naučné zdroje patří i některé české časopisy, jako například multidisciplinární *Vesmír*. Přímo k výuce geografie jsou určeny tradiční *Geografické rozhledy*. Mezi již těžšími kalibry vědeckých časopisů lze vyhledávat v některé z mezinárodních databází odborných periodik. Poměrně sofistikovaný systém vyhledávání lze využít například v databázi *Scencedirect* nakladatelství Elsevier. Mezi další nakladatele, zabývající se i geografii a příbuznými vědami, patří např. *Wiley*. Nejvyšší metou, které lze na poli geografii dosáhnout, je publikace v *Nature Geoscience*. V tomto periodiku je publikována opravdu pouze ta nejlepší, nejaktuálnější a nejatraktivnější věda.

2 Náměty pro aktivity zájmového kroužku

Zeměpisný kroužek - jeden z nejsnadněji vedených kroužků na školách. Při správné práci se žáky není třeba účastníky ani příliš motivaci, protože vnitřní motivace pro studium zeměpisu umí být velmi silná. Pokud mezi aktivity zařadí učitel diskuzi nad aktuálním děním, žáci se rádi dozvědí nové informace a souvislosti, které jim běžná media nepředloží. V aktivitách zeměpisného kroužku je navíc spousta prostoru pro mezipředmětové vazby. A pokud učitel například zjistí, že žák se zajímá o chemii, je velmi snadné zařadit do aktivit zeměpisného kroužku základní chemické rozbor (např. různých typů půd nebo vody) a tím tohoto žáka motivovat i do hodin zeměpisu.

2.1 Náměty aktivit do 20 min pro popularizaci geografie

Volně dostupné letecké snímky a možnost jejich využití při vysvětlení problematiky měřítek mapy

Žáci se při této činnosti aktivní formou naučí vypočítat měřítko mapy. Pomocí této aktivity si také zafixují správný postup výpočtu, naučí se odhadovat měřítko mapy. Jelikož je tato problematika hodně abstraktní, může tato názorná aktivita pomoci překonat strach mladších dětí z map a práce s nimi. Při využití leteckých snímků dotčené školy/bydliště a města a jeho okolí navíc seznámíme žáky s pohledem na krajinu z ptáčích perspektivy.

Metodický list pro badatelskou aktivitu "Volně dostupné letecké snímky a možnost jejich využití při vysvětlení problematiky měřítek mapy"

Téma	Volně dostupné letecké snímky a možnost jejich využití při vysvětlení problematiky měřítek mapy
Tematický celek	Základy práce s mapou
Motivační rámec aktivity	Aktivní a zábavnou formou naučit žáky počítat a určovat měřítko mapy.
Počet žáků	1-30
Věk žáků	10-18 let
Pomůcky	Vytisknuté ortofotomapy různých měřítek stejného, pro žáky známého, prostředí s grafickým měřítkem. Pravítko. Kalkulačka (chytrý telefon).
Stručný popis aktivity	Žáci na dodaných ortofotomapách s grafickým měřítkem počítají, kolika metrům ve skutečnosti odpovídá jeden centimetr na mapě. Poté převádějí na stejné jednotky a tak zjišťují měřítko mapy. Porovnávají jednotlivé mapy a jejich měřítka, pod dohledem učitele diskutují jejich rozdíly, detaily zobrazení, llochu zobrazené oblasti, vhodnost pro jednotlivé využití atd. Nadaní žáci případně měří vzdálenost vybraných míst, zobrazených na mapě.
Vhodné místo	běžná učebna, možno využít i přesné měření výrazných prvků např. v parku před školou (socha, roh trávníku, strom).
Cíle aktivity	Žáci budou schopni měřením a výpočtem určit měřítko předložené mapy. Takto si zafixují správný postup výpočtu měřítka. Pochopí rozdíly mezi mapami velkého a malého měřítka. Poznají, jaké detaily lze vyčíst z map různých měřítek. Seznámí se s pojmem generalizace.
Rozvíjené kompetence	Žák při činnosti rozvíjí zejména kompetence k řešení problémů, současně však rozvíjí i kompetence k učení. V následné diskusi pak rozvíjí kompetence komunikativní i sociální.
Předchozí znalosti	Aktivita navazuje na výklad o mapách a jejich měřících. Žáci by měli být předem schopni používat kalkulačku, rozumět trojčlence a chápaní abstraktního pojmu obsah mapy. Převody jednotek.

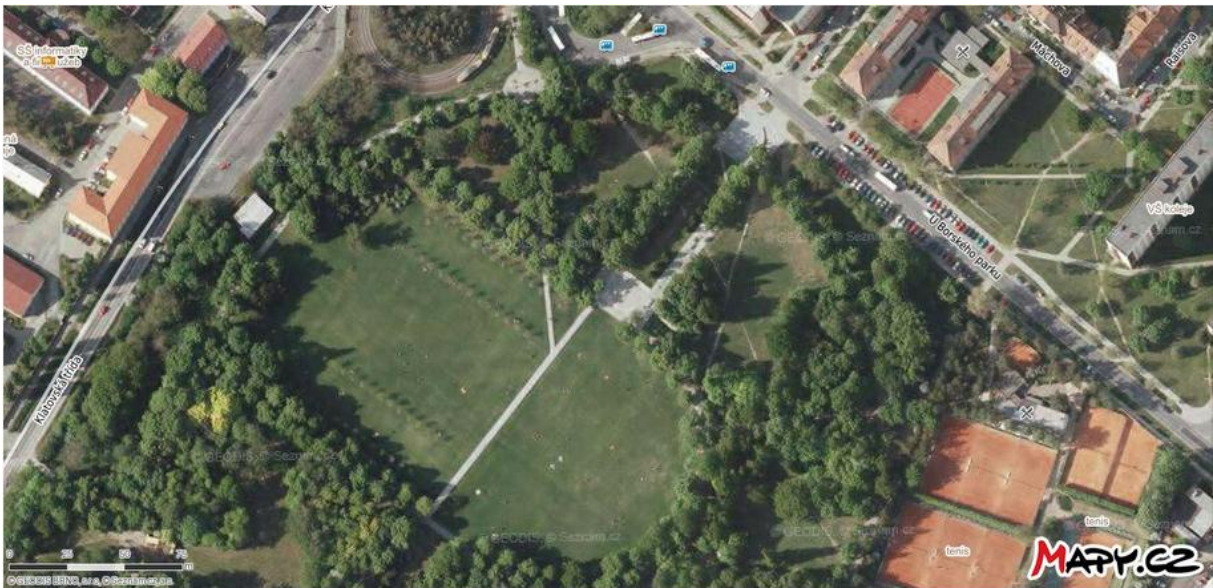
Mezipředmětové vztahy	Matematika - výpočet. Fyzika - přesné měření.	
Časový plán	Fáze činnosti	Metody a formy, motivace
0-3 minuty	Příprava na činnost	Rozdání předem vytištěného souboru 3-5 ortofotomap stejného území, ale různých měřítek s vyobrazeným grafickým měřítkem. Zopakování pojmu měřítko mapy. Dotaz na všechny studenty, ať na mapě největšího měřítko (mapy jsou očíslovány na rubu od největšího k nejmenšímu měřítku) naleznou školu/bydliště. Nadanější žáci se pokusí nalézt stranu budovy, na kterou jsou otočena okna učebny.
3-13 minut	Měření a počítání měřítko	Žáci na základě změření délky grafického měřítko vypočítají, kolik metrů ve skutečnosti má jeden centimetr. Prostým převodem jednotek pak zjišťují měřítko předložených map. Nadaní studenti se pokusí změřit na mapě vzdálenost, mezi dvěma výraznými objekty v mapě a a tu dle měřítko přepočítat na reálnou vzdálenost.
13-17 minut	Moderovaná diskuse	Žáci diskutují vhodnost využití map jednotlivých měřítek pro nejrůznější účely. Učitel žáky vede k pochopení množství určitelných detailů na mapě každého měřítko.
17-20 minut	Shrnutí úkolu	Učitel žákům shrne rozdíly mezi mapami velkého a malého měřítko, vysvětlí jejich využití a ukáže příklady, kde lze takovéto snímky (vč. historických nalézt) - mapy.cz, maps.google.com, kontaminace.cenia.cz.
Hodnocení	Ústní hodnocení žáků probíhá průběžně dle správnosti výpočtu měřítko a reakcí v diskusi.	
Návaznosti	Na tuto aktivitu navazují další hodiny s kartografickou a topografickou tematikou. K činnosti se lze samozřejmě vrátit kdykoliv, když žáci mají problémy s pochopením a vysvětlením měřítko mapy. Vhodným místem k zopakování je i terénní výuka, popř. školní výlet.	
Poznámky	V průběhu samotného počítání měřítko je vhodné na tabuli/projekční	

plátno uvést modelový příklad správného postupu.

Multimédia pro badatelskou aktivitu "Volně dostupné letecké snímky a možnost jejich využití při vysvětlení problematiky měřítek mapy"

Doporučený multimediální materiál

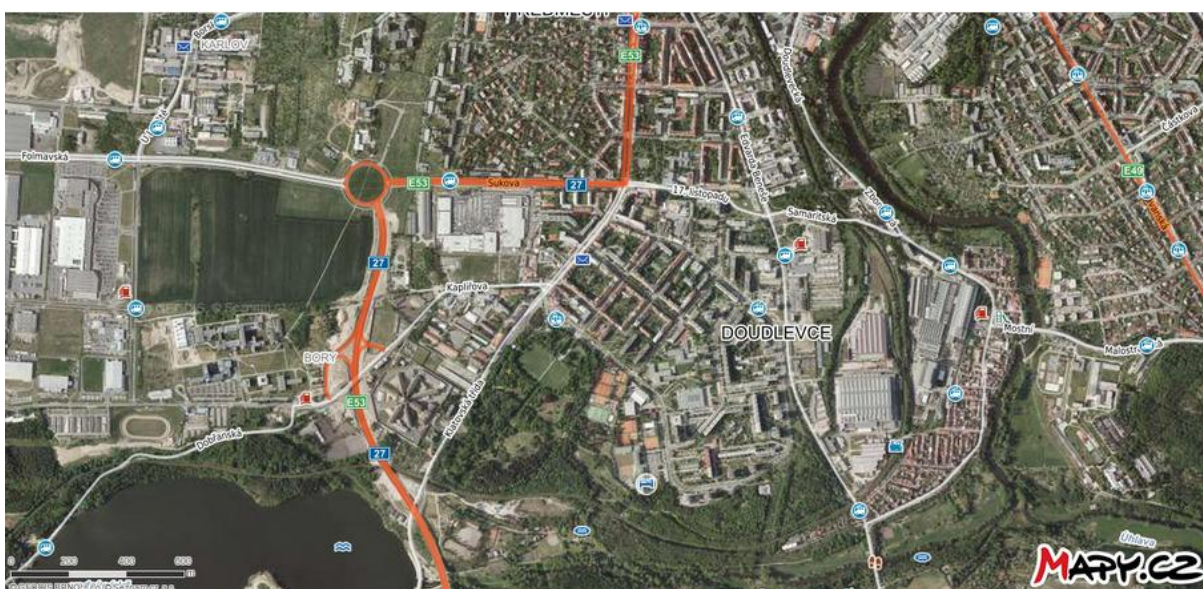
Příklad mapy největšího využitelného měřítka: *(Je vhodné využít mapu, na které je zobrazena část školy, popř. dům, čtvrť, ve kterém žák bydlí. Další možností je zařadit sem mapu ke škole přilehlého parku, aby bylo možno s žáky zajít ven a za pomoci pásma změřit přesnou vzdálenost mezi dvěma, na mapě viditelnými, místy, a tuto pak porovnat se vzdáleností změřenou v mapě.)*



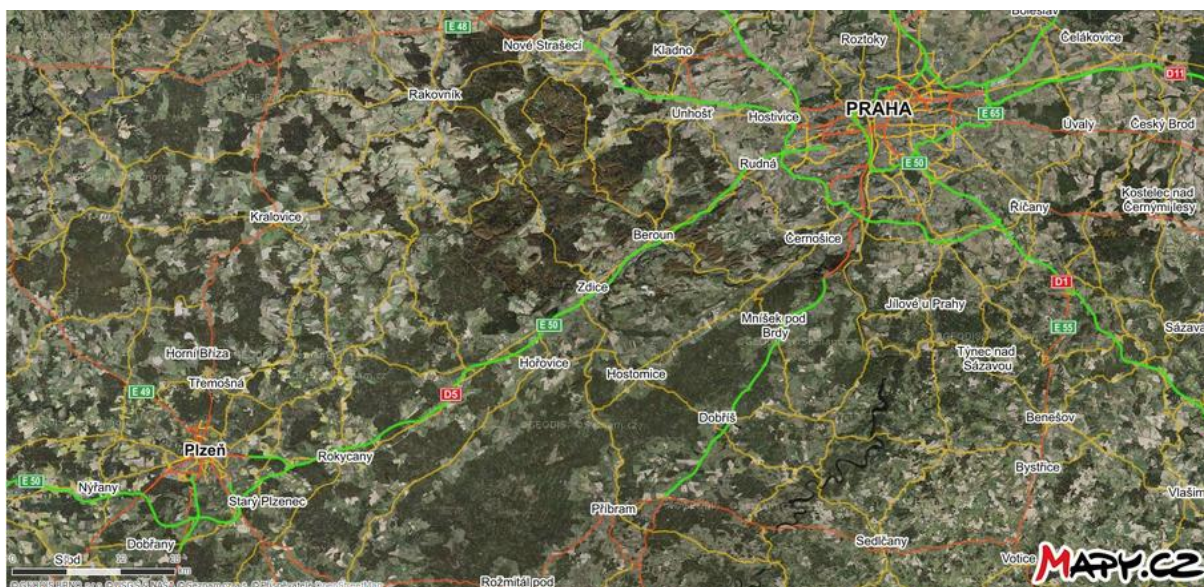
Příklad mapy velkého měřítka: *(Je vhodné zvolit mapu tak, aby na ní bylo zobrazeno širší okolí školy, popř. žákova bydliště. Nejvhodnější je zobr. např. přístupovou cestu do školy od zastávky MHD, aby měl žák i porovnání, jak dlouho mu daná cesta trvá.)*



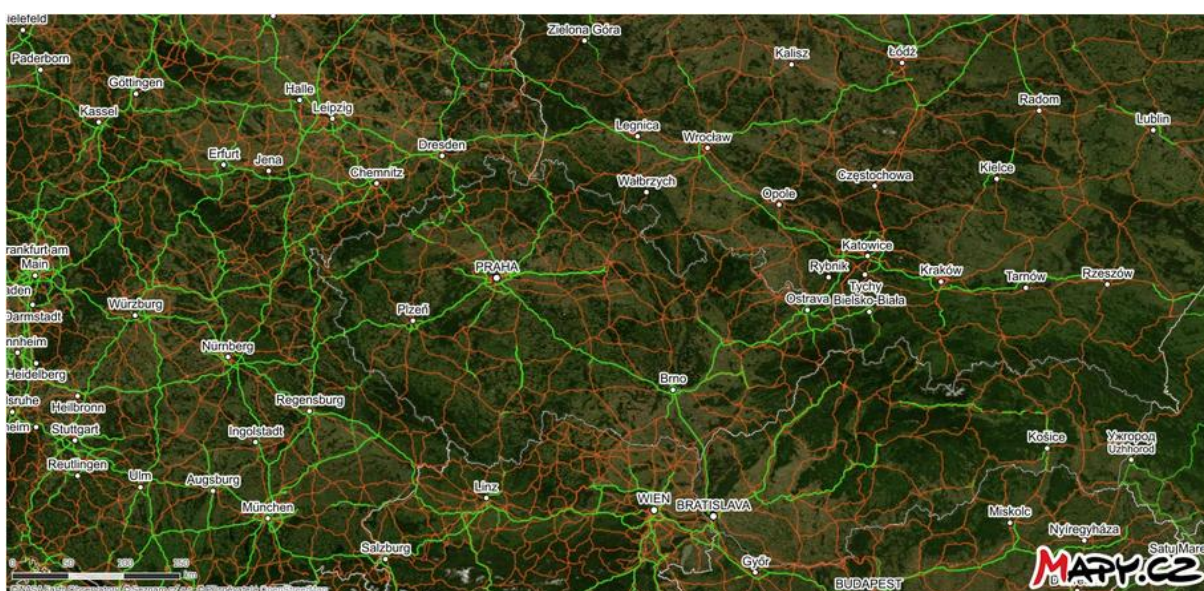
Příklad mapy středního měřítka: (Je vhodné využít oblast celé čtvrti, popř. sídla, ve které se nachází škola, popř. žakovou bydliště).



Příklad mapy malého měřítka: (Je vhodné využít mapu, na které se nachází celé město, ve kterém se nachází škola, popř. místo žakovou bydliště, a spádové město, např. krajské, popř. Praha).



Příklad mapy nejmenšího měřítka: (Je vhodné využít mapu celého státu, s vyznačenými většími městy).



Volně dostupné historické a moderní letecké snímky a jejich využití k ukázce problematiky dynamiky krajiny

Žáci se při této činnosti aktivní formou seznámí s dalším pohledem na krajinu v okolí místa jejich bydliště. Porovnáním historické a moderní ortofotomapy poznají rychlost změn, ke kterým v krajině dochází. Při této činnosti mají možnost seznámit se s pojmy jako "*krajinná struktura*", "*suburbanizace*", "*krajinný kryt*", "*krajinná mozaika*", "*zábor zemědělské půdy*", "*fragmentace krajiny*". Jelikož je samotný pojem "krajina" velmi abstraktní, tato činnost pomůže žákům tuto problematiku pochopit. Prohlížení historických leteckých snímků je poměrně zajímavé a pro žáky atraktivní, takže dochází i k zlepšení obrazu zeměpisu u žáků ZŠ.

Metodický list pro badatelskou aktivitu "Volně dostupné historické a moderní letecké snímky a jejich využití k ukázce problematiky dynamiky krajiny"

Téma	Volně dostupné historické a moderní letecké snímky a jejich využití k ukázce problematiky dynamiky krajiny
Tematický celek	Krajina kolem nás.
Motivační rámec aktivity	Aktivní a zábavnou formou naučit žáky přemýšlet nad problematikou proměnlivosti krajiny v ČR
Počet žáků	1-30
Věk žáků	10-20
Pomůcky	Vytištěné dvojice historických a aktuálních ortofotomap s grafickým měřítkem (kontaminace.cenia.cz). V případě práce on-line: počítač s připojením k internetu a aktualizovaným internetovým prohlížečem nebo tablet.
Stručný popis aktivity	Žáci studují dvojice historické a aktuální ortofotomapy. Mapy zobrazují stejné území, které prošlo výraznou změnou. Je vhodné vybrat krajinu zemědělskou, zázemí velkého města, průmyslovou krajinu, těžební krajinu tak, aby byly kontrasty opravdu dobře patrné - přizpůsobit věku žáků. Žádoucí je zařadit jednu dvojici ortofotomap tak, aby pokrývala místo žákova bydliště, popř. město, kam dojíždí do školy.
Vhodné místo	běžná učebna, počítačová učebna, popř. místo v krajině s rozhledem (rozhledna, vyhlídka)
Cíle aktivity	Žáci budou schopni diskutovat změny v krajině. Jejich pozitiva i negativa. Starší žáci diskutují i estetiku krajiny. Žáci pochopí dynamiku krajiny, v které žijeme. Poznají různé typy české krajiny. Pochopí, že i v průběhu jejich života se krajina bude měnit a že oni jsou/mohou být strůjci těchto změn. Žáci také poznají význam zemědělství, průmyslu a služeb v posledních 70 letech. Žáci se naučí veskupině důstojně diskutovat kontroverzní problematiku.
Rozvíjené kompetence	Kompetence k učení, kompetence komunikativní a sociální (schopnost diskuse, schopnost přijetí cizího názoru)

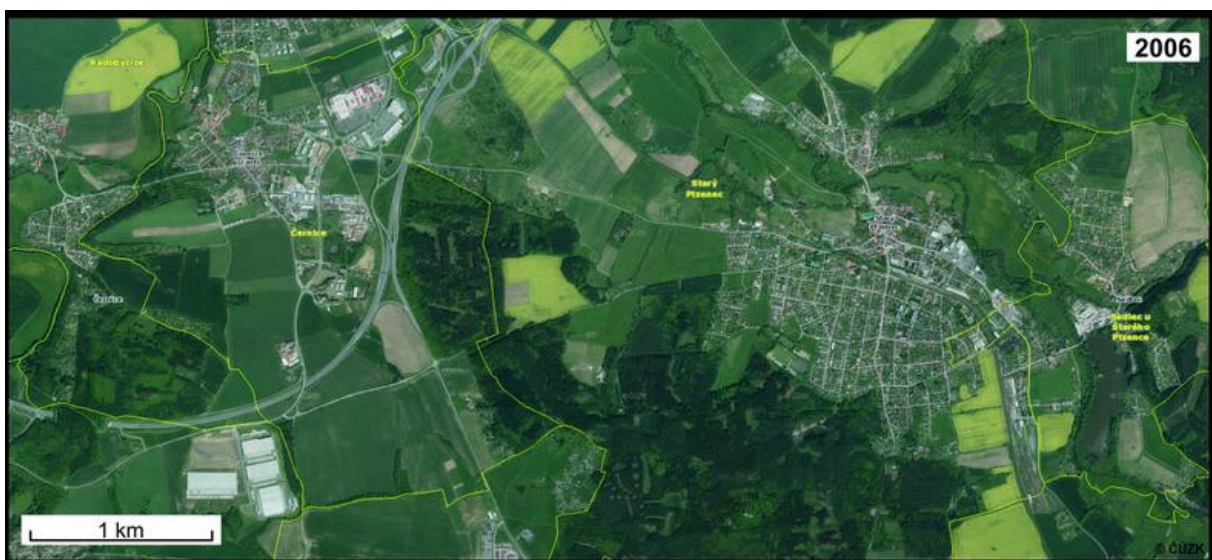
Předchozí znalosti	Aktivita navazuje na výklad o krajině a její důležitosti a jejích typech, vyskytujících se v ČR. Žadoucím je činnost zařadit až po vysvětlení pojmu "socialismus, kolektivizace, zprůmyslnění" a výkladu o složkách hospodářství.	
Mezipředmětové vztahy	Občanská nauka, dějepis.	
Časový plán	Fáze činnosti	Metody a formy, motivace
0-3 minuty	Přípravná fáze	Vysvětlení aktivity, krátký výklad o hospodářství, o 50. letech (těsně po 2. sv. válce, nástup budování socialismu, kolektivizace). Rozdání dvojic map, popř. spuštění internetové stránky kontaminace.cenia.cz.
3-15 minut	Fáze samostatné práce	Samostatná práce žáků. Učitel prochází třídou a nahlas udává typy, na co se mají žáci soustředit - velikost lesů, velikost polí, nové silnice, železnice, plocha sídel, změny v typech zástavby. Pokud žáci pracují ve skupinách, rozdat každému jednu dvojici snímků, ať si je prohlíží, a poté diskutují ve skupině. Pokud pracují samostatně (menší třída), rozdat každému pouze jednu dvojici.
15-20 minut	Závěrečná fáze se shrnutím	Závěrečná diskuse o jednotlivých typech krajiny - rozdělení do skupin (zemědělská, městská, průmyslová, těžební). Jak se který z typů krajiny změnil v čase? Je tato změna pozitivní/negativní? Diskuse o problematice suburbanizace (trojice žáků, jako zástupců obyvatel satelitu, sídliště, vesnice.
Hodnocení	Slovní hodnocení každé ze skupin/jednotlivců po skončení úkolu, popř. i v průběhu, pokud žák přijde s opravdu důležitým či zajímavým hlubším zjištěním/pozorováním.	
Návaznosti	Na tuto aktivitu navazuje výklad o české krajině a o tom, jak se v průběhu 18.-20. století změnila, a jakých změn se pravděpodobně dočkáme v budoucnu.	
Poznámky	Je velmi vhodné dělat tuto aktivitu on-line, ať si každý ze žáků vybere své vlastní území, a to potom diskutuje se spolužáky. Pokud jsou všichni z jednoho města, je možné zcela vyřadit toto území, aby všichni	

nediskutovali stejnou oblast.

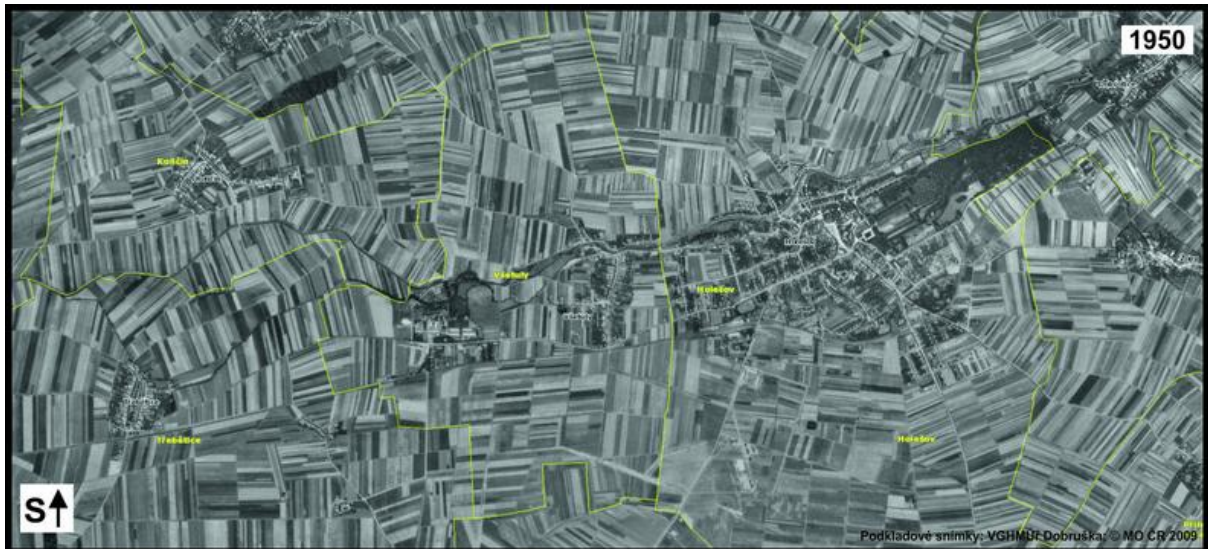
Multimédia pro badatelskou aktivitu "Volně dostupné historické a moderní letecké snímky a jejich využití k ukázce problematiky dynamiky krajiny"

Doporučený multimediální materiál

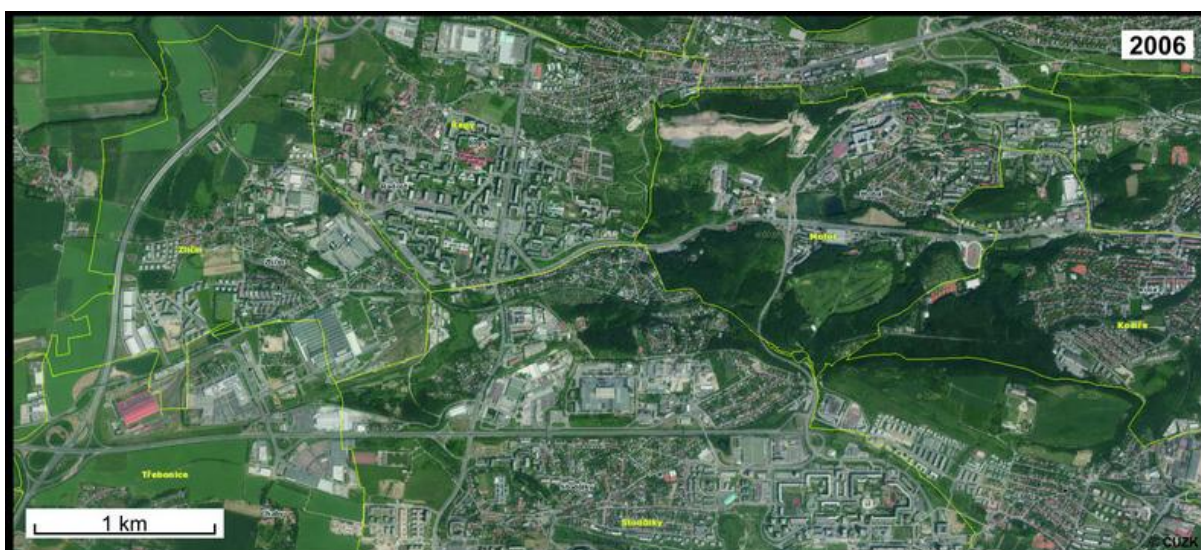
Příklady využitelné dvojice historického a moderního ortofota. Na příkladu okolí Starého Plzně studenti pozorují změnu krajinné mozaiky, rozšiřování menších sídel v blízkosti větších měst (suburbanizace - Černice, jižní část Starého Plzně) a také moderní trend ve stavbě rychlostních silnic (zde dálnice D5) a velkých nákupních center na okrajích velkých měst. Výrazný je na těchto ortofotomapách také zábor původně zemědělské půdy.



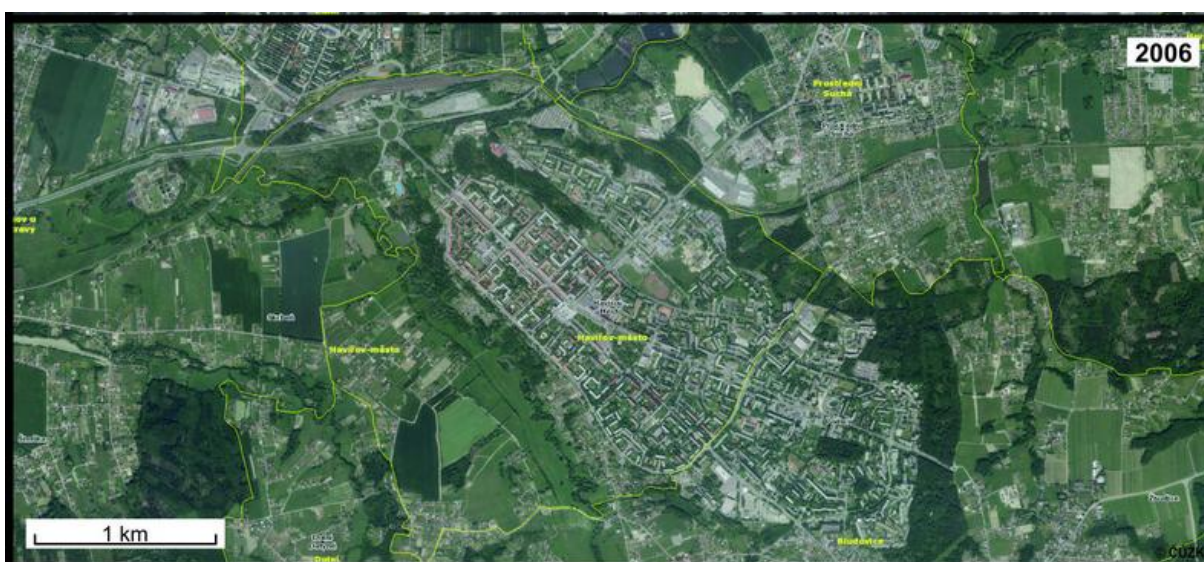
Příklady využitelné dvojice historického a moderního ortofota. Na příkladu okolí Holešova (jižní Haná) studenti pozorují, jak se sociální změny (budování socialismu) promítly v charakteru obdělávání zemědělské půdy (spojování pozemků do větších celků, rozorávání mezí). Na ortofotomapách je také patrné rozrůstání menších měst na úkor zemědělské půdy, zatímco menší sídla v jejich okolí si velikost zachovávají. Patrná je také výstavba zemědělských družstev.



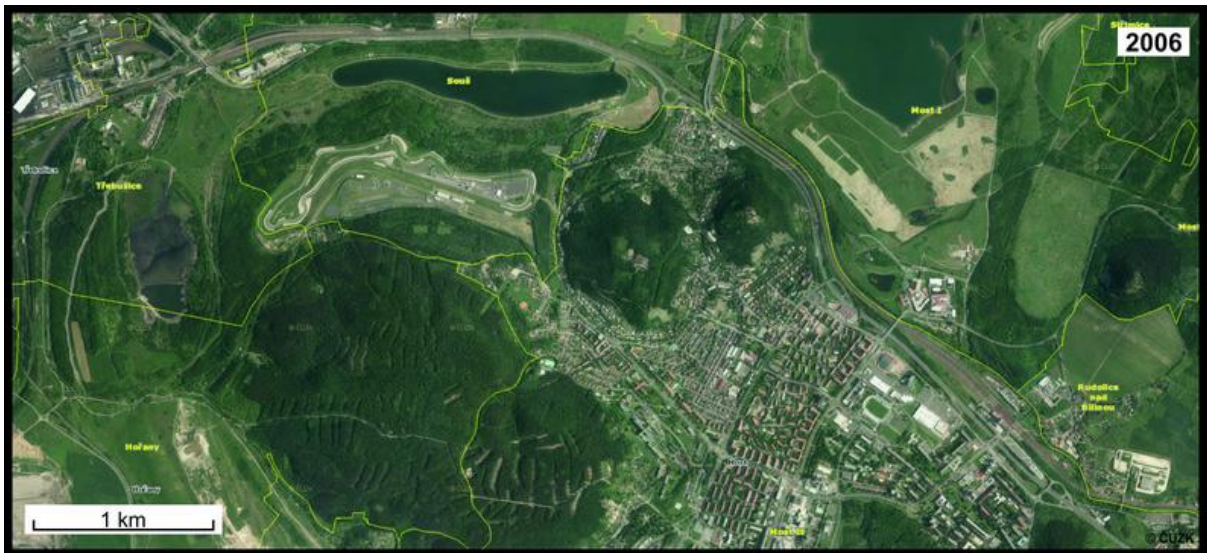
Příklady využitelné dvojice historického a moderního ortofota. Na této dvojici ortofot žáci pozorují minulé rozrůstání velkých měst. Na příkladu Prahy se seznámí s územím, které jistě budou znát jako sídlištní zástavbu, ale v době dospělosti jejich prarodičů byla tyto místa vesnicemi, popřípadě běžně obdělávanou zemědělskou půdou. Na této dvojici snímků je také patrné extrémní rozšíření nejrůznějších dopravních cest v zázemí velkých měst (radiály, okruhy, železnice, metro). Zajímavostí je také zástavba panelových domů, těsně přiléhající k původní vesnické zástavbě s ještě stále zachovalými návsemi apod.



Příklady využitelné dvojice historického a moderního ortofota. Na této dvojici snímků žáci pozorují, jak vzniká zcela nové sídlo (Havířov) "na zelené louce". Havířov, jakožto jedno z nejmladších měst v Československu je na starším snímku ve své zcela úvodní fázi vzniku. Na moderním snímku žáci pozorují pravidelnou síť cest, moderní zástavbu činžovních a panelových domů. Jasně patrný je velký zábor zemědělské půdy i rozrůstání všech okolních obcí a enormní zvýšení hustoty obyvatelstva. Zajímavostí na tomto snímku je typický charakter zástavby, tak typický pro českou i polskou část Slezska (roztroušená zástavba rodinných domů, ze všech stran obklopených ornou půdou, neexistence návsí, nebo jakýchkoliv jiných center obcí).



Příklady využitelné dvojice historického a moderního ortofota. Na této atraktivní dvojici ortofot se žáci seznámí se smutnějšími proměnami české krajiny. Těžbou silně poznamenaná krajina Mostecká ukazuje kromě devastace původního prostředí i moderní snahu o rekultivace starých těžebních areálů. Na snímku je kromě přemístění velké části Mostu patrná rekultivace staré výsypky a vznik okruhu pro motosport a nového jezera. Na snímcích je také patrné rozšíření dopravních koridorů v této obalsti (rychlostní silnice, železniční vlečky). Na místě původního Mostu proběhla v období mezi pořízením dvojice snímků těžba, a důl je již víceméně úspěšně rekultivován.



Koloběh vody na Zemi

Díky zapojení tohoto pokusu do výuky o koloběhu vody získají žáci jasnou představu o pojmech spojených s vodním koloběhem, jako jsou například *výpar, kondenzace, srážky, odtoka vsakování*.

Metodický list pro badatelskou aktivitu "Koloběh vody na Zemi"

Do tabulky níže rozpracujte jeden zcela konkrétní námět aktivity.

Téma	Koloběh vody na Zemi
Tematický celek	Vodstvo (Hydrosféra)
Motivační rámec aktivity	Žáci se učí novou látku názornou a zábavnou formou. Díky názornému a jednoduchému pokusu žáci pochopí dílčí procesy spojené s koloběhem vody na Zemi. Žáci jsou aktivizováni zapojením do pokusu a následnou diskuzí.
Počet žáků	15-30
Věk žáků	12-15
Pomůcky	vaříč (popř. ponorná spirála/rychlouvarná konvice), hrnec s vodou, plech, miska (popř. jiná nádoba), mycí houba, led
Stručný popis aktivity s využitím přístroje	Učitel provádí jednoduchý pokus demonstrující koloběh vody. Zahříváním vody v hrnci (popř. odklopené rychlouvarné konvici) dochází ke vzniku vodní páry, která stoupá nad hrnec (demonstrace výparu). Nad hrncem je v nakloněné horizontální poloze umístěn plech, na kterém je položen led. V místě střetu horké vodní páry s ochlazeným plechem se vodní pára sráží a vznikají kapky vody, které ztékají po mírně ukloněném plechu. V podobě kapek poté odkapávají z dolního okraje plechu (demonstrace srážek) do misky otočené dnem vzhůru (symbolizuje nepropustné horniny) nebo do mycí houby (symbolizuje půdy pokryté vegetací) položené na misce. V místech dopadu kapky na otočené dno mísy, mohou žáci pozorovat, že kapky stékají po okraji misky pryč (demonstrace povrchového odtoku). Pokud kapky dopadají na houbu, vodní kapky se do ní vsáknou (demonstrace vsaku) a po nějaké době houbou protečou (demonstrace vzniku podzemní vody). Pokud je miska umístěna tak, že stékající voda po stranách odtéká zpět do hrnce, koloběh vody je uzavřen. Žáci si během pokusu dělají poznámky a načrtávají pokus. Poté následuje moderovaná diskuze, během které žáci popisují jednotlivé fáze koloběhu. Učitel žáky vhodnými otázkami navádí především na příčiny a důsledky jednotlivých procesů. Během diskuze

	získává učitel zpětnou vazbu ohledně zvládnutí a pochopení problematiky ze strany žáků a zároveň dochází k upevnění nově získaných znalostí.	
Vhodné místo	Klasická učebna, učebna fyziky, školní kuchyňka	
Cíle aktivity	Žáci během pokusu identifikují a analyzují jednotlivé fáze koloběhu vody na Zemi. Žáci komentují fáze koloběhu a diskutují příčiny a následky jednotlivých procesů. Žáci zobecní procesy, které při pokusu zaznamenali pro globální měřítko.	
Rozvíjené kompetence	Žáci během pokusu rozvíjejí především kompetenci k učení. Při diskuzi rozvíjejí kompetence komunikativní a kompetenci k řešení problému. Při skupinové práci je rozvíjena kompetence sociální.	
Předchozí znalosti	Tato aktivita nevyžaduje předchozí znalosti.	
Mezipředmětové vztahy	Fyzika – výpar, kondenzace	
Časový plán	Fáze činnosti s přístrojem	Metody a formy, motivace
0-3	Úvodní fáze	V úvodu učitel seznamuje žáky s tématem a cílem projektu. Dále učitel žáky vyzve, aby se shromáždili v jeho blízkosti. Učitel sděluje žákům, co mají v průběhu pokusu dělat (ve skupinách zaznamenávají průběh pokusu a načrtnou jeho schéma). Úvod probíhá formou frontální výuky.
3-15	Hlavní činnost	Učitel za pomoci vybraných žáků (střídají se v držení plechu s ledem) předvede pokus popsany výše. Žáci učiteli střídavě asistují a pozorují procesy, které v rámci pokusu probíhají (výpar, kondenzace, vypadávání srážek, povrchový odtok, vsak). Žáci si ve skupinách do sešitů zaznamenávají průběh pokusu a kreslí jeho schéma. Učitel pokus moderuje a upozorňuje na důležité okamžiky během pokusu.
15-20	Diskuse a ukončení	V závěrečné části projektu se koná moderovaná diskuze. Učitel se žáků ptá na jednotlivé fáze koloběhu, proč k nim dochází a co po nich následuje. Učitel se vhodnými otázkami snaží žáky navádět na správné odpovědi. Po diskuzi učitel

		projekt ukončuje.
Hodnocení		Hodnocení práce žáků probíhá formou diskuze v závěru projektu. Učitel během diskuze zjišťuje, do jaké míry žáci jednotlivé procesy pochopili a jaké znalosti si osvojili. Učitel žáky hodnotí slovně. Učitel může ohodnotit i vypracování vlastních poznámek a náčrtů, které vypracovávali žáci ve skupinách během projektu.
Návaznosti		V další vyučovací hodině lze doporučit upevnění nových znalostí, které žáci během pokusu získali. Důležité je zejména to, aby žáci dokázali aplikovat znalosti ze zjednodušeného pokusu na globální úrovni. Žáci samostatně popisují schéma koloběhu vody na Zemi (obrázek 5). Samostatná práce je poté hromadně kontrolována. Učitel při kontrole opravuje případné nedostatky a vysvětluje nejasnosti.
Poznámky		Vzhledem ke krátkému času projektu je vhodné, aby měl učitel všechny pomůcky předem připravené. Pokus tak může hned po úvodním seznámení žáků s projektem začít. Je třeba žáky upozornit, aby dbali zvýšené opatrnosti v okolí zapnutého vařiče a hrnce s vroucí vodou.

Multimédia pro badatelskou aktivitu "Koloběh vody na Zemi"

Doporučený multimediální materiál



Obrázek 1: pomůcky potřebné k realizaci pokusu – vařič, hrnec s vodou, podložená miska otočená dnem vzhůru, mycí houba a plech s ledem.



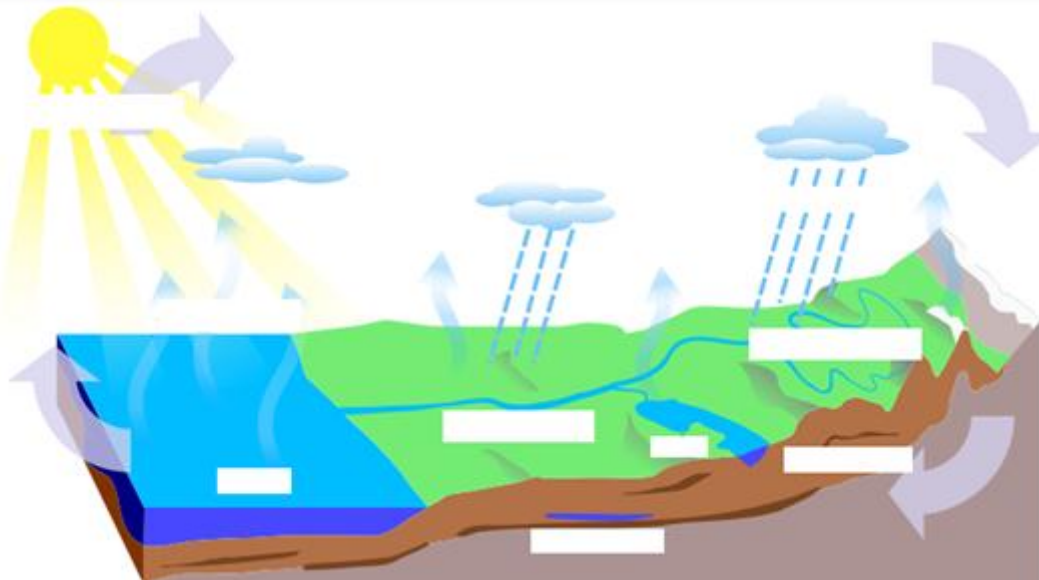
Obrázek 2: Realizace pokusu – Plech je držěn v mírně ukloněné horizontální poloze nad hrncem, ze kterého stoupá vodní pára. V místě, kde je plech ochlazován ledem, dochází ke kondenzaci vodní páry. Kapičky vody stékají po ukloněném plechu a na jeho okraji zkapávají dolů. Dopadávají buď na povrch misky a dále odtékají dolů nebo se vsakují do houby. Odtékající kapky se vrací zpět do hrnce s vroucí vodou. Tím je zjednodušený koloběh vody uzavřen.



Obrázek 3: Realizace pokusu – zkondenzovaná voda stéká po plechu a odkapává na povrch misky nebo na houbu.



Obrázek 4: Detail kapek, které odtékají po povrchu mísy a vsakují se do houby.



Obrázek 5: Schéma koloběhu vody na Zemi – žáci během samostatné práce schéma doplňují a popisují v další hodině, tím si upevňují nově získané znalosti (zdroj upraveného obrázku: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_Cycle-en.png)

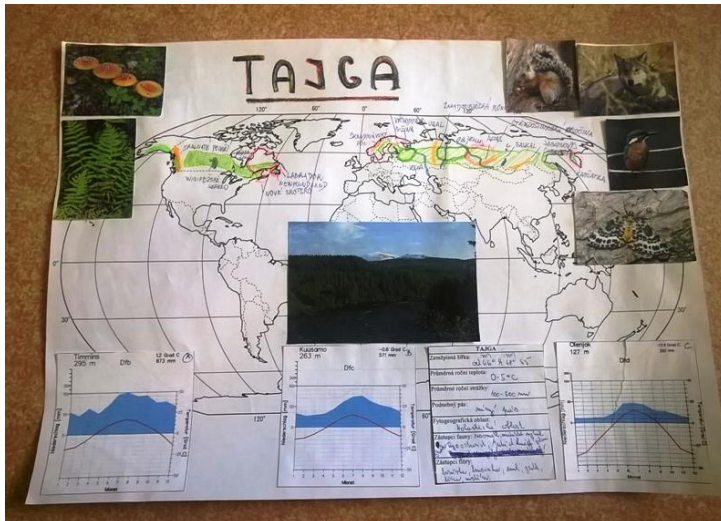
2.2 Náměty aktivit do 45 min pro popularizace geografie

Přírodní krajiny světa

Žáci ZŠ se při tomto úkolu atraktivní formou seznámí se zákonitostmi rozšíření přírodních krajín na Zemi. Prací ve skupině prohlubují své komunikační a sociální dovednosti. V neposlední řadě také posilují své kompetence k řešení problémů.

Ukázky výsledků studentů, zpracovávajících tato témata:

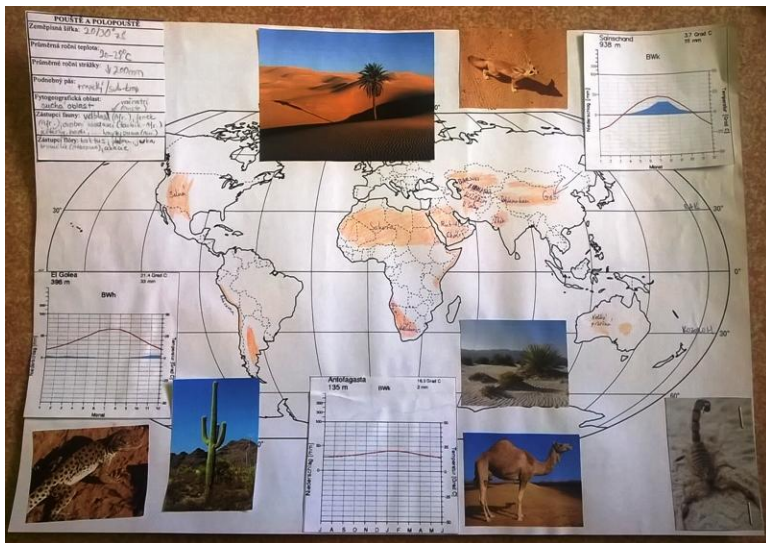
Tajga:



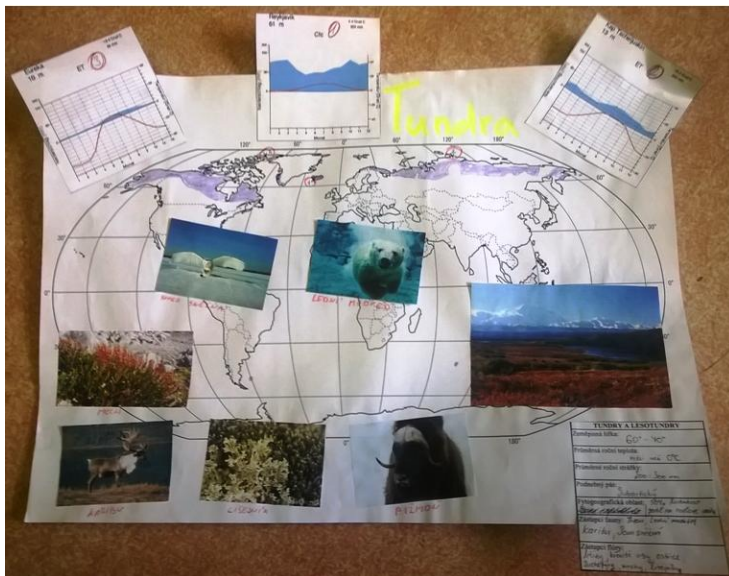
Tropické deštné lesy:



Pouště a polopouště:



Tundra:



Metodický list pro badatelskou aktivitu "Přírodní krajiny světa"

Do tabulky níže rozpracujte jeden zcela konkrétní námět aktivity.

Téma	Přírodní krajiny světa
Tematický celek	Rozšíření geobiomů na planetě Zemi.
Motivační rámec aktivity	Aktivní a zábavnou formou ukázat žákům vliv klimatu a jiných charakteristik neživé přírody na rozšíření jednotlivých biomů na planetě Zemi.
Počet žáků	15-30
Věk žáků	12-18
Pomůcky	Vytištěná mapa světa ve formátu A3; obrázky charakterizující každý z geobiomů; lepidlo; barevné tužky; nůžky; mapa světa; atlasy; PC/tablet s připojením k internetu.
Stručný popis aktivity	Žáci se rozdělí do skupin a v nich určují, co patří do každého z geobiomů. Po skončení vyplňování mapy moderovaně diskutují souvislosti mezi jednotlivými fakty, které se dozvěděli v průběhu práce na tomto tématu.
Vhodné místo	běžná učebna
Cíle aktivity	Žáci budou schopni rozlišit jednotlivé geobiomy. Popíší jejich polohu a základní charakteristiky. Diskutují souvislosti mezi jednotlivými fenomény, které tento geobiom formují a ovlivňují.
Rozvíjené kompetence	Žák při činnosti rozvíjí zejména kompetence k řešení problémů, současně však rozvíjí i kompetence k učení. V následné diskusi pak rozvíjí kompetence komunikativní i sociální.
Předchozí znalosti	Aktivita navazuje na výklad o obecných zákonitostech rozšíření přírodních krajin na Zemi.
Mezipředmětové vztahy	Biologie - fauna a flóra. Výtvarná výchova - cit pro barvu a kompozici; rozvržení dokumentu. Angličtina - hledání informací na anglicky psaných www stránkách.

Časový plán	Fáze činnosti	Metody a formy, motivace
0-5	Úvodní fáze	Studenti se rozdělí do skupin a seskládají dodaný rozstříhanou fotografii typického zástupce fauny (tučňák - mrazová poušť; polární liška - tundra; los - tajga; jelen - listnaté lesy mírného pásu; hraboš - stepi; antilopa - savana; fenek - poušť; šimpanz - tropický deštný les; atd.), tím zjistí, který geobiom budou zpracovávat.
5-30	Hlavní činnost	Studenti společně vyplňují dodanou obrysovou mapu zadanými informacemi - vybarví místa (dle atlasu/internetu), na kterých se vyskytuje daný geobiom. Nalepí odpovídající obrázky, které vyberou ze společné hromádky. tyto obrázky stručně popíší, co je na nich důležitého, a prop daný biot charakteristického.
30-35	Kontrola výsledků	Společně si mezi skupinami ukáží své výtvary a diskutují jejich správnost.
35-45	Diskuse výsledků	Pod vedením učitele žáci diskutují výsledky a obhajují své názory, proč byly zařazeny dané obrázky. Žáci diskutují souvislosti mezi klimatem, hydrologickými charakteristikami a vzhledem dané krajiny a zastoupením typickým druhů rostlinné i živočišné říše.
Hodnocení	Slovní hodnocení každé skupiny. V rámci skupiny žáci popisují přičinění každého ze členů. Na základě tohoto popisu učitel odměňuje několik (předem určený počet) nejlepších žáků.	
Návaznosti	Na tuto aktivitu navazuje přednáška s detailním popisem života lidí ve vybraných biomech, vč. jejich vlivu na přírodní krajinu.	
Poznámky	Tato aktivita byla mnohokrát vyzkoušena a je velmi dobře přijímána jak žáky SŠ, tak i VŠ studenty. Je však třeba hlídat nekalé praktiky mezi skupinami (pokud je aktivita hodnocena). U velmi nadaných skupin je možno zařadit i "falešné" údaje - příklady z jiných geobiomů. Na toto je však třeba důrazně upozornit.	

Multimédia k badatelské aktivitě "Přírodní krajiny světa"

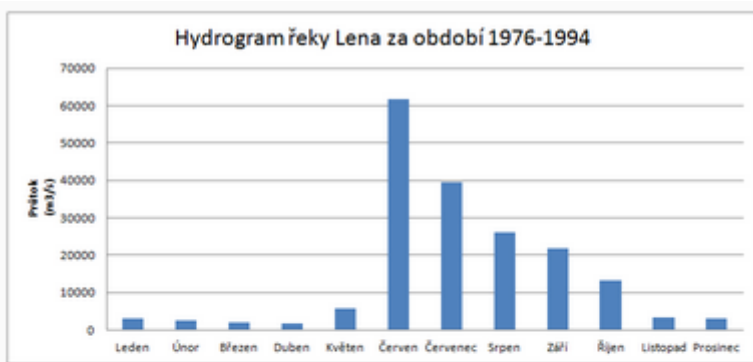
Doporučený multimediální materiál

Obrysová mapa světa v dostatečné kvalitě k vytištění ve formátu A3, kterou mohou studenti ve skupinách posléze vyplňovat informacemi o jednotlivých geobiomech.

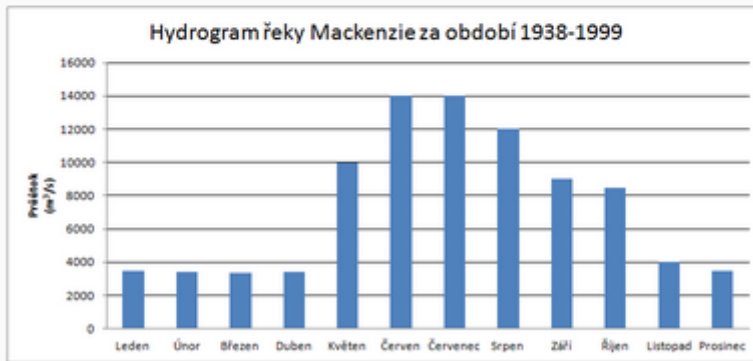


Následující materiály slouží jako ukázka informací, které lze poskytnout žákům do skupiny, zpracovávající téma "tajga".

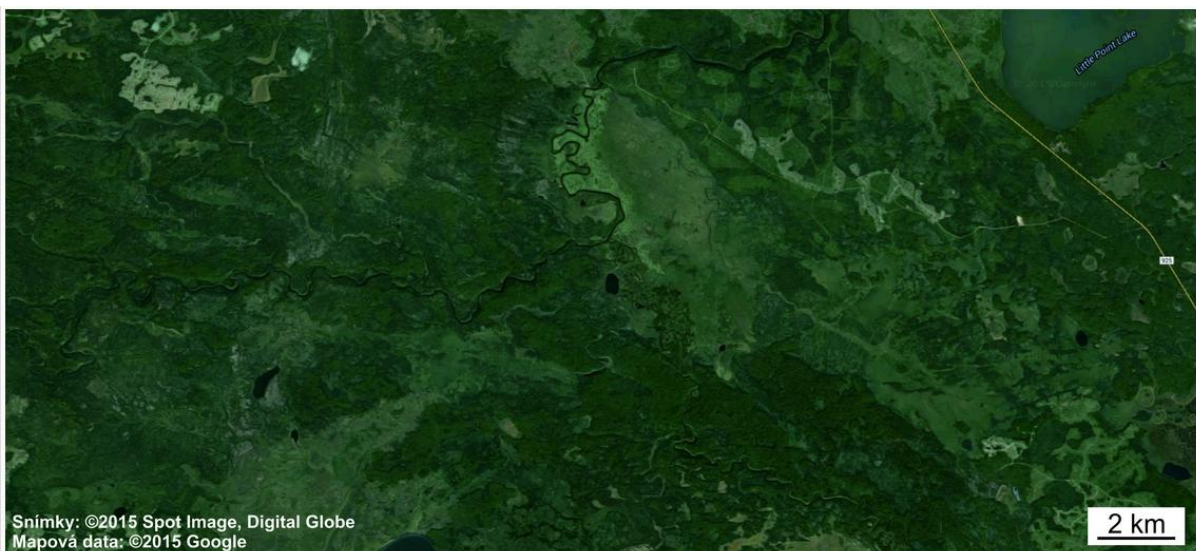
Hydrogram řeky Lena v Rusku. Je jasně patrný extrémní vliv tání sněhu.



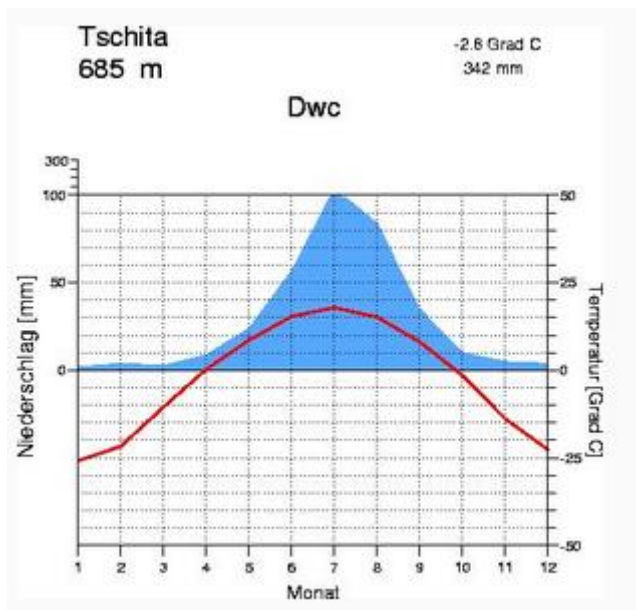
Hydrogram řeky Mackenzie v Kanadě. Vliv tání je značný, nicméně nastupuje pozvolněji, než v případě řeky Lena.



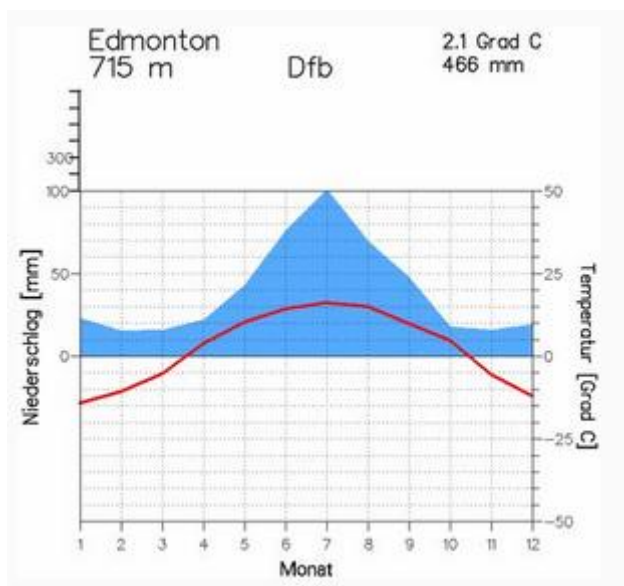
Hydrogram řeky Mackenzie v Kanadě. Vliv tání je značný, nicméně nastupuje pozvolněji, než v případě řeky Lena.



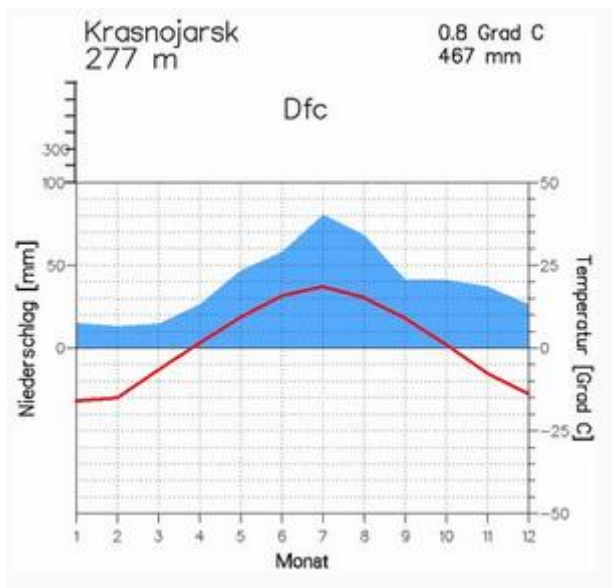
Ortofotomapa části Kanadské tajgy. Na tomto snímku je důležitá obrovská rozlehlost lesních komplexů v tajze. V LH rohu lze vidět nástup těžby. Je vhodné žákům ukázat i jistou mozaikovitost tajgy, aby pochopili, že tajga není pouze souvislý lesní porost o ploše desítek tisíc kilometrů čtverečních.



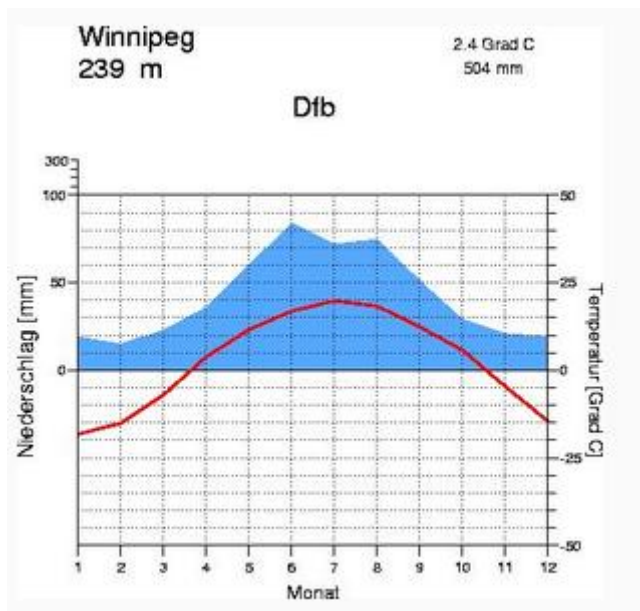
Klimadiagram města Čita ve východním Rusku. Červená linie ukazuje průměrné měsíční teploty, modrá plocha zobrazuje měsíční srážky. Dále je uvedena nadmořská výška stanice, průměrná roční teplota a průměrné roční srážky.



Klimadiagram města Edmonton na jihu střední Kanady.



Klimadiagram města Krasnojarsk na ve středním Rusku.



Klimadiagram města Winnipeg na jihu střední Kanady.

Obrázky zástupců fauny a flóry, typických pro ekosytém tajgy.

Losos.



Bohr.



Tetfev.



Medvěd.



Los.



Liška.



Rosomák.



Detailní pohled do skandinávské tajgy. Na tomto obrázku lze žákům vysvětlit zapojený lesní porost, typický právě pro Skandinávský poloostrov



Kanadská tajga. Na tomto obrázku je zachycena typická polootevřená tajga střední Kanady.



Atmosférická cirkulace

Zapojením tohoto souboru pokusů do výuky získají žáci představu o základních vlastnostech vzduchu a principech globální cirkulace atmosféry.

Metodický list pro badatelskou aktivitu "Atmosférická cirkulace"

Téma	Atmosférická cirkulace
Tematický celek	Atmosféra
Motivační rámec aktivity	Žáci se učí novou látku názornými pokusy. Základními pokusy porozumí vlastnostem plynů (vzduchu) a vysvětlí, jak ovlivňují cirkulaci vzduchu. Řízenou diskuzí vyvodí zákonitosti globální cirkulace. První dva pokusy demonstrují termické proudění (stoupání teplého vzduchu). První provede učitel, žáci jen přihlížejí. Druhý zvládnou žáci samostatně s názornou ukázkou a slovním popisem vyučujícího. Třetí pokus, zaměřený na výpar, může provést vyučující nebo šikovní žáci sami.
Počet žáků	15-30
Věk žáků	12-15
Pomůcky	1. pokus: elektrická plotýnka (čajové svíčky), papírová spirála (papír, nůžky, niť) 2. pokus: nafukovací balónek, který je nasazen na plastové lahvi (0,5 l), dvě nádoby, studená a teplá voda (rychlovarná konvice) 3. pokus: nádoba s teplou (vroucí) vodou, plech na pečení 2x, studená voda (led)
Stručný popis aktivity s využitím přístroje	První dva pokusy demonstrují termické proudění (stoupání teplého vzduchu), které je způsobené změnou teploty vzduchu a následně jeho hustoty tj. váhy. Díky těmto pokusům žáci pochopí procesy probíhající v atmosféře tj. proudění vzduchu, vznik srážek. 1. pokus: Učitel zavěšuje nad zahřátou plotýnku papírovou spirálu, která se vlivem ohřátého stoupajícího vzduchu začne otáčet hýbat, při silném zdroji tepla otáčet. Viz odkazy na videa v příloze č. 1. 2. pokus: Žáci mají dvě nádoby, jednu se studenou vodou, druhou s teplou (nemusí být vroucí), do kterých opakovaně ponořují lahev s balónkem. Na balónek pozorují změny objemu vzduchu, způsobené změnou teploty vzduchu v lahvi. V teplé vodě se balónek nafukuje, vzduch se rozpíná. Ve studené se naopak smršťuje. Viz obrázky v příloze

	<p>č. 2.</p> <p>Moderovaná diskuze k 1. a 2. pokusu</p> <p>- učitel klade návodné otázky, které mají za cíl vyvození závěrů a shrnutí základní poznatků o změně teploty a hustoty tj. (potažmo) hmotnosti vzduchu.</p> <p>3. pokus: Je zaměřen na vznik oblačnosti a srážek. Z nádoby s horkou vodou stoupá vodní pára, která je zachycena do otočeného plechu na pečení (dnem vzhůru). Na dně otočeného plechu máme položený druh plech, ve kterém je studená voda (led). Zachycená vodní pára vytvoří „oblačnost“, ze které při ochlazení vypadávají srážky (kapky vody). Pokus je vyfocen v příloze.</p>	
Vhodné místo	běžná učebna, učebna fyziky	
Cíle aktivity	Žáci popíší základní vlastnosti vzduchu a vysvětlí jejich vliv na cirkulaci v atmosféře. Žáci aplikují znalosti získané pokusy na zákonitosti globální cirkulace v atmosféře.	
Rozvíjené kompetence	Žáci během pokusu rozvíjejí především kompetenci k učení, k řešení problému. Při diskusi rozvíjejí kompetence komunikativní a při skupinové práci kompetence sociální.	
Předchozí znalosti	Vhodný je úvod do atmosféry (složení vzduchu, vrstvy atmosféry, rozložení slunečního záření, ...) a fyzikálních vlastností plynů.	
Mezipředmětové vztahy	Fyzika – vlastnosti plynů a kapalin	
Časový plán	Fáze činnosti	Metody a formy, motivace
0 - 5	Úvodní	Seznámení s tématem hodiny, organizace výuky, příprava pomůcek.
5 – 15	Hlavní - pokusy	Demonstrace 1. a 2. pokusu - V průběhu druhého pokusu učitel obchází jednotlivé skupinky žáků, zjišťuje, jak se jim pokus daří. Popřípadě pomáhá a dovysvětluje nejasnosti.

15 – 20	Hlavní - pokusy	Moderovaná diskuze
20 – 28	Hlavní - pokusy	Demonstrace 3. pokusu a diskuze nad ním ve vztahu ke vzniku oblačnosti, srážek a jejich rozložení na planetě Zemi.
28 - 38	Výklad	Ve zbytku hodiny následuje frontální výuka, která bude prohlubovat poznatky o globální cirkulaci atmosféry. Měli by být vysvětleny pojmy: Hadleyova buňka, pasáty, západní proudění, tlaková níže a výše) K názorné ukázce využijte video Masarykovy univerzity, viz příloha 4. a přiloženého materiálu, který si žáci budou doplňovat.
38 - 45	Závěr	opakování, hodnocení přínosu hodiny, úklid
Hodnocení	<p>Během diskuze učitel zjišťuje, do jaké míry žáci z pokusů pochopili základní principy proudění vzduchu v atmosféře a jak je dokáží aplikovat v měřítku globální cirkulace. Učitel slovně hodnotí jednotlivé příspěvky do diskuze.</p> <p>V závěru hodiny učitel zjišťuje reakce žáků na průběh badatelsky zaměřeného vyučování (jak se jim líbilo; dařilo; nepovedlo; ...?)</p> <p>Všichni žáci by měli být pochváleni za badatelskou práci.</p>	
Návaznosti	Podnebné pásy, Počasí.	
Poznámky	Na začátku hodiny poučit žáky o bezpečnosti při práci s horkými předměty a látkami.	

Multimédia k badatelské aktivitě "Atmosférická cirkulace"

Doporučený multimediální materiál

Příloha č. 1

webové odkazy k pokusu č. 1:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=6gxxIDgFbkg>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=4cOMushj7w8>

Příloha č. 2

Zobrazení pomůcek a série fotografií pokusu



Fáze 1-2.



Fáze 3-4.

Příloha č. 3

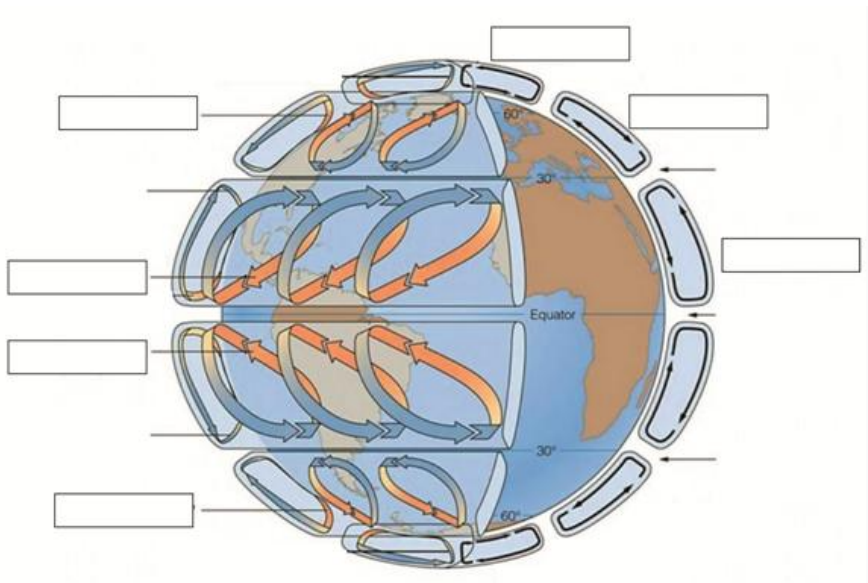


Názorné provedení a použití pomůcek v pokusu č. 3.

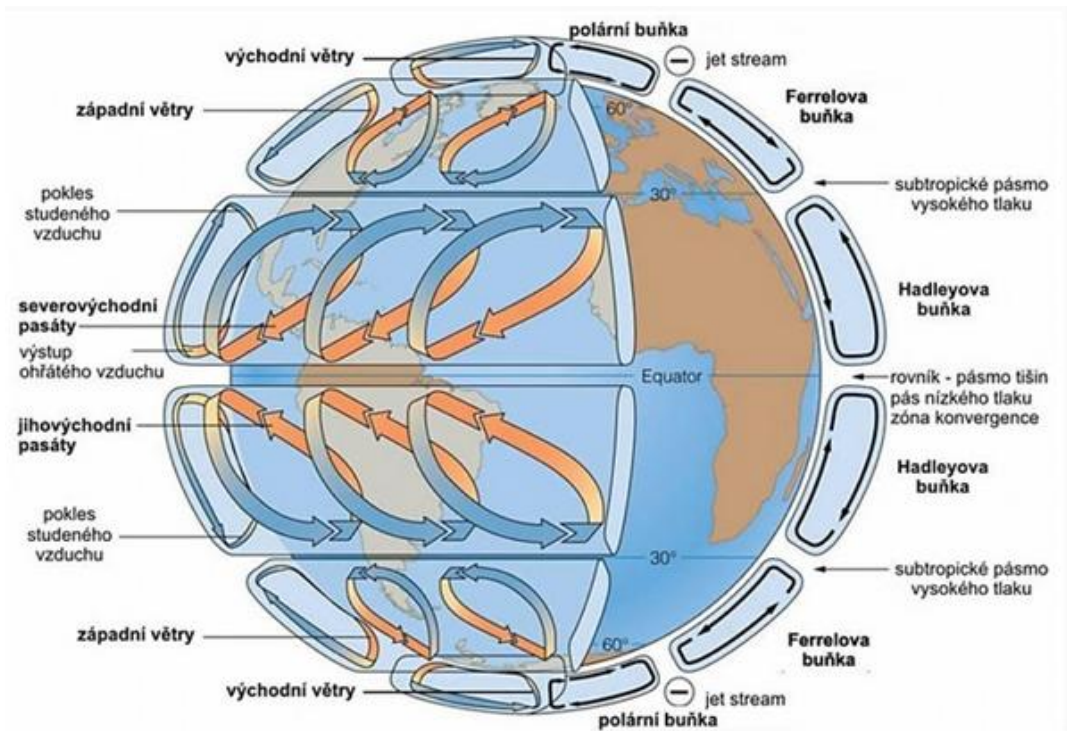
Příloha č. 4

Odkaz na tematické video, všeobecná cirkulace atmosféry, a teoretické materiály:

http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/04-cirkulace.html



Materiál pro žáky: Model globální cirkulace k doplnění



Podklad pro učitele: model globální cirkulace

2.3 Náměty dlouhodobých projektů pro popularizaci geografie

velmi zkreslené představy (pravděpodobně populární literaturou a filmovou tvorbou), kdy si myslí, že pravěcí lidé se běžně potkávali s dinosaury, že mamut je miliony let vyhynulé zvíře a podobně. Tento projekt by měl pomoci vymýtit tyto omyly a rozšířit povědomí žáků o problematice stáří Země, délce a návaznosti jednotlivých geologických ér a výskytu zástupců fauny a flóry. Přidanou hodnotou je také ukázka problematiky časoprostorovosti při formování kontinentů a tedy i polohy našeho území v jednotlivých geologických obdobích.

Pokud je tento projekt předem domluven s vedením školy, je možné udělat výsledek tak, aby byl trvalý - kupříkladu ním vymalovat chodbu, schodiště, chodník ve dvoře školy a podobně. Takto dochází k další motivaci studentů.



Studenti ZČU si nanečisto realizaci tohoto projektu.

Metodický list pro dlouhodobý badatelský projekt "Dlouhý geologický čas"

Téma	Dlouhý geologický čas
Tematický celek	Geologie - Geologická stavba ČR - Historie planety Země - Vývoj organismů na Zemi
Motivační rámec projektu	Aktivní a zábavnou formou vysvětlit žákům složitou a komplikovanou problematiku geologického vývoje ČR a celé planety Země. Naučit žáky aktivní formou posloupnost jednotlivých geologických ér. Názorně jim ukázat délku geologických epoch, typické zástupce organismů a ekosystémů, dominujících Zemskému povrchu a oceánům. Ukázat žákům stáří hornin, tvořících geologické podloží v ČR. Zábavnou formou žákům vysvětlit problematiku kontinentálního driftu. Naučit žáky přemýšlet v časo-prostorových souvislostech.
Počet žáků	10 - 100
Věk žáků	10 - 18
Pomůcky	Pásmo, pravítko, geologická encyklopedie a další geologická literatury, PC/tablet s připojením k internetu, barvy, křídly, fixy, lepidlo, vzorky hornin, geologická mapa ČR.
Vhodná místa realizace projektu	<i>Školní chodba, átrium školy, chodník na školním dvoře, chodník v parku, schodiště ve vysoké školní budově...</i>
Cíle aktivit	<i>Žáci budou schopni seřadit jednotlivé geologické éry. Popíší jejich charakteristiky i stáří. Znají typické zástupce organismů. Popíší polohu ČR v jednotlivých geologických epochách. Aplikují tyto znalosti na geologický vývoj ČR - popíší stáří pro ČR typických hornin. Žák používá starší i moderní dělení geologické historie a důvody opuštění jednoho a zavedení druhého.</i>
Rozvíjené kompetence	<i>Sociální - žák pracuje ve skupině. Komunikativní - žák spolupracuje se skupinou a určuje pořadí úkolů a jejich důležitost, diskutuje problémy. Kompetence k řešení problémů - žák řeší problémy vyvstalé při realizaci projektu, hledá informace v literatuře/na internetu..</i>
Předchozí	<i>Aktivita navazuje na úvodní hodinu o obecné geologii a tektonice.</i>

znalosti		
Mezipředmětové vztahy	Matematika - přepočítání měřítka roky/metry. Biologie - zástupci vymřelých živočichů, jejich charakteristika. Dějepis - historické epochy. Výtvarná výchova - výtvarné ztvárnění celého výsledku. Náčrtky a malby organismů.	
Časový plán	Fáze projektu	Metody a formy, motivace
1. týden	Plánovací fáze	Žáci po dohodě s vyučujícím určí, kde budou projekt realizovat. Nejvhodnější je vybrat místo s přímým dohledem, o délce 46 metrů. Chodník před školou, popřípadě dlouhá přímá chodba školy fungují nejlépe. Žáci si od tělocvikářů půjčí pásma o délce 50 metrů. Vytyčí 46 metrů dlouhý úsek, který reprezentuje 4,6 miliardy let od sformování planety. Lze samozřejmě využít i násobky. Není příliš praktické úsek zkracovat, protože pak dochází k extrémnímu natěsnání událostí v nejbližší minulosti. Osu lze samozřejmě otočit i vertikálně, a tak použít stoupající schodiště školy.
2. - 4. týden	Realizační fáze	Žáci v průběhu určených hodin pracují na projektu - stahují materiály, které se dají na tuto časovou osu vyvěsit a zobrazit. Píší krátké texty, kterými charakterizují každé z období. Mohou zařadit i informace o rekonstruovaném klimatu v daných obdobích. Pokud je vše domluveno s vedením školy, je v této fázi možná chodbu vymalovat v barvách reprezentujících každé z období, žáci výtvarně nadaní se mohou přidat a vlastnoručně vyobrazit život, který se v daných obdobích na Zemi vyskytoval.
5. týden	Dokončovací fáze	V průběhu této fáze jsou zkontrolovány výsledky a dochází k posledním dodávkám a adjustacím.
6. týden	Evaluační fáze	Výsledek celého projektu je "odhalen" spolužákům, dochází k evaluaci a chvále zapojených žáků. Následuje dobrovolná přednáška pro všechny studenty školy spojená s procházkou podél této časové řady.
Hodnocení	<i>Slovní hodnocení jednotlivých skupin i jejich zástupců. Slovní hodnocení po skončení celého projektu.</i>	

Návaznosti	<i>Na tento projekt navazuje na výklad o geologickém vývoji Země a ČR.</i>
Poznámky	<p>Před započetí projektu, nebo v jeho úvodní fázi je vhodné zařadit promítání filmu "Cesta do pravěku". Místo, kde bude projekt realizován je třeba vybrat opravdu pečlivě - dochází k velké fluktuaci studentů i materiálu na mladším konci řady.</p> <p>Projekt je samozřejmě možné realizovat pouze v dočasné podobě, za pomoci kříd, elektrikářských lepicích barevných pásek, fixů, post-it lepicích papírků apod.</p>

Multimédia k dlouhodobému projektu "Dlouhý geologický čas"

Doporučený multimediální materiál

Obrázky a další materiály, určené žákům k rozmístění podél časové řady, počínající sformováním Země a končící současností.

V závorce u obrázku je uveden časový rozsah, ve kterém by se tyto materiály měly objevit.

(uvedený multimediální materiál viz. on-line kurz)

2.4 Náměty exkurzí pro popularizaci geografie

Úvodní text k okolí Starého Plzně

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 z hlubších moří 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 vápnitých břidlic z Černic a pravděpodobně by byly přítomny i ve vápnitých břidlicích z území mezi Starým Plzencem a vrchem Háje u Koterova. Ke konci prekambria byly tyto prekambriky mořské usazeniny a vulkanity silně zvrásněny a slabě metamorfovány.

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

Na Staroplzenecku tvoří prekambriky horniny výrazné vrcholy Radyně, Ostré Hůrky, Hájů u Koterova, dobře odkryté jsou v opuštěných lomech u Koterova a u Letkova. Výchozy prekambriky 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 Plzně 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 Plněncem 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, šedo-zelených, 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 jsou následovány souvrstvím šáreckým, dobrotivským, libeňským, letenským 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 žilná tělesa ultrabazických hornin (pikritů), která 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 různých 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 Plzně.

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 zářezích 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 fosiliferých pískovců vystupují v nárazovém břehu Úslavy mezi Starým Plzencem a Koterovem.

1.4 Variské vrásnění

Stejně jako většina Čech i Plzenecko 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 variské 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, mají karbonické usazeniny 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 v období svrchního karbonu i na Plzenecku ukládaly nánosy divočících řek. Tyto svrchnokarbonické usazeniny jsou zastoupené rozpadavými arkózovými pískovci a slepenci. V malém rozsahu jsou zachovány v blízkém okolí Tymákova a Letkova, kde až na postupně zanikající pískovnu v Tymákově 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 karbonské sedimenty. Tyto tektonické procesy probíhají až do současné doby.

V druhohorách a třetihorách bylo území nejspíše souší.

Dokladem jezerního období třetihor jsou jezerní 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 relikty říční štěrky vysoko nade dnem dnešního údolí Úslavy. Říční štěrkopísky pliocenního nebo raně pleistocenního stáří leží na vrcholu Hájů u Koterova. Nižší říční terasa se štěrkopísky obsahujícími hrance je u hřbitova při silnici ze Starého Plzně 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.

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 Sedlce. Nejlepší výchozy bývají v jižním zářezu silnice před benzinovou pumpou (zastávka 1).

Exkurzní zastávka 1 – Na jižním okraji plzenecké 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 puklinky 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 plzenecké brachysynklinály od jižněji ležícího území, které je tvořené jen prekambričovými 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 (*velká 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. Rozpuštění 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 (*rozpuštění, 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 nepravidlemý 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 zvětralými a šupinovitě se rozpadajícími prekambriky 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 zvětralý 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 šedozelenavé 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 zvětralin 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 křemen 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, zvýrazněná 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 z 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 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 inchosep*.

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 rozpukány.

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 pokračujeme 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 jiným leskem, daným paralelním uspořádáním šupinek jílových nerostů, které stopy vyplňují.

Vznik a prostředí: Hlubší moře (>50 m) ve vzdálenosti minimálně několika 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*),
- nízká kovnatost (*oolity jsou chloritové, tj. chudé na Fe, stoly mají jen průzkumný charakter*),
- zmínit těžbu (*slabá kovnatost, nerentabilita těžby, podobné rudy u Ejovic 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 pevnými horninami.

Exkurzní zastávka 8 – Variské porfyrity

Stáří: Variské vrásnění, asi 340 mil. let.

Hornina: Porfyrit, vyvřelá žilná hornina odvozená od granitoidů. Je to nevzhledná masívní 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 netrilibitové fauny jsou přítomné konulárie (především *Metaconularia imperialis*) a hlavonožci, kteří bývají nevalně zachováni. Nalezen zde byl i jeden z nejstarších spirálně vinutých hlavonožců, druh *Trocholites fugax*, který je znám ze 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*. Hojně jsou hyoliti, fylokaridní korýš *Caryocaris wrighti*, nalezeny byly zbytky paleoskolecidů, kroužkovců a unikátních karpoidů (*Bohemiacystis bouceki*, *Cothurnocystis* sp., *Prokopocystis 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 přerušována přírůsty křemitého písku (viz předchozí zastávka). Tyto křemencové polohy již patří mladšímu libeňskému souvrství.

Tektonika: Břidlice jsou subhorizontálně uložené, 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 konkrecí (*diagenetický původ, koncentrace pyritu*).

Vylezeme svahem na vrcholovou plošinu a dáme se mírně do svahu vpravo. Vyjdeme na postupně zarůstající lesní cestu, po které se dáme dále k JV (=projdeme lesem nad širokou roklič, na jejímž dolním konci byla již zmíněná studánka). Po asi 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 klouzáni 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*).

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 čoučkovité 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 z 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. Po asi 100 metrech vyjdeme na lesní cestu (v současnosti s pasekou), za kterou je vidět větší, asi 3 m vysoká halda, na jejímž jz. 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 červená. 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. Známé 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 z 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 písčitý 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. Asi po 50 metech se v lese objevují mělké jámy a malé výchozy; sejdeme do nejhlubší jámy. Ve dně jsou patrné 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. Místy 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 zrny 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 korunůřů 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*. Ojedinělá je další fauna. Lokalita je významná tím, že fauna je zda 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 Plzenecku 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 sz. 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 křemenec 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 mořském 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 chvílce dojdeme k jeho okraji a podél něj se dáme vlevo (k východu). Celkem asi po 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 fosilních zbytků je nutno proklepat značné 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 (*velká 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*).

Pokračujeme po lesní cestě na sever a na 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 ve 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 plzeňské brachysynklinály. Podobná fauna byla nalezena u Tymákova, 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 asi po 400 m se napojuje na další lesní cestu. Zde odbočíme vpravo (k JZ), projdeme vpravo do cesty okolo několika zahrad, za nimi přijdeme pod prudký svah. Pod svahem je kromě tabule naučné stezky i tabulka chráněného území. Jsme pod PP Černá stráž (zastávka 6).

Exkurzní zastávka 6 – „PP Černá stráž“

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 sutí můžeme najít až několik cm velké oválné nebo zploštělé jílovité konkrece, 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 bahnitěm 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 bahnitěm 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, vlnkovité 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 asi do 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 si 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 na Jinecko

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 u mělkých jam obklopených množstvím sutě 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 pískovce 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 uložení říčních toků a aluviálních kuželů, nelze však vyloučit ani vznik při mořském pobřeží jako plážové písky a štěrky. Dynamické prostředí je patrné z dobrého vytrřídění některých poloh a špatného vytrřídění poloh jiných a z ostrých hranic mezi různými velikostními frakcemi siliciklastů. V některých kamenech jsou ostré hranice dokládajících rozryvy 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.

Celkově si lze prostředí představit jako říční prostředí s přechodem do mořského pobřeží se štěrkovými a písčitymi 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. Asi po 150 metrech přijdeme na mírně skloněný podélný hřbítok, 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: Jemnozrnný 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 rozklepneme 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 obrácené 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. Na místě jsou patrné polohy pevnějších nevrstevnatých vápničitých 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 přínosy jemného bahna. Prostředí nebylo čistě mořské. To dokládá nízká diverzita a nepřítomnost typických 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 asi po 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 úplně 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 na Koněprusko

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 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 zanik 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 je 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 dokládá, 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.

Zastánka 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 z 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 polétavým 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, krajčím 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, které 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 přece 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 hojná 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. Z literatury 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 ocasního štítu 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, které 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.

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.