

Od tropických pralesů k době ledové: geologická a paleontologická vycházka v okolí Jičína

Geologická rozmanitost České republiky je unikátní i ve světovém měřítku. Pravděpodobně nikde nenajdeme tak pestrou přírodní historii koncentrovanou na tak malém území. Bez nadsázky lze říci, že pokud nasedneme v centru Prahy do auta, můžeme do dvou hodin jízdy navštívit jakékoli období historie Země. Od proterozoika (éry starohor, které začínají ca před 2,5 miliardami let) přes paleozoikum (prvohory, od 541 do 252 milionů let), mezozoikum (druhoohory, 252–66 milionů let) po kenozoikum (zahrnující třetihory – terciér a čtvrtohory – kvartér), trvající dodnes. Výjimečnost spočívá v tom, že nenavštívíme pouze geologické éry s příponou -zoikum, ale i jednotlivé geologické stupně v rámci těchto období. Pokud vyrazíme pěšky, máme také na výběr řadu zajímavých oblastí (např. celkově přírodovědně pestrý Český kras, blíže v Živě 2021, 2: 73–76 a LIII–LIV). Pro vycházku jsme jako další příklad zvolili jižní okraj světového geoparku UNESCO Český ráj, konkrétně malebnou krajinu okolo Jičína (více na str. 305–308). Tato exkurze se kromě geologie a paleontologie může dotknout i řady dalších oborů – botaniky, zoologie, mykologie, zároveň archeologie a historie. Je tedy ideální pro spojení hned několika výukových předmětů.

Jak se „poprat“ s geologií?

Geologické obory většinou nepatří v současné výuce středních škol ke stěžejním, často bývají „rozprostřené“ mezi zeměpis, biologii a chemii a vyučované pouze v těchto předmětech. Teoretická výuka je důležitá, ale praktickou část plně nenahradí. V rámci vycházky můžeme upozornit na příslušnost území ke geologické oblasti, na souvislosti vzniku hornin a minerálů, připomenout jejich základní dělení i využitelnost. Přítomnost fosilií ukazuje na různé typy paleoprostředí, můžeme je zařadit do evolučního a historického kontextu. Různé typy hornin v krajině vytvářejí díky své rozdílné odolnosti rozmanité tvary, a tedy přímo předurčují geomorfologii. V terénu lze demonstrovat zvětrávací procesy, způsob transportu, poukázat na klimatické změny nebo třeba vazbu organismů na podloží (geobotanika, měkkýši apod.). Na vycházku potřebujeme pevnou obuv, kladívko, lupu, sáček na vzorky, fotoaparát nebo mobil pro dokumentaci. Mapa se dá použít klasická či v mobilní aplikaci (i geologická, např. na mapy.geology.cz/geo), hodí se i kompas a GPS.

Co nám odhalí sopky?

Mezi důležité a v podstatě klíčové pachatele klimatických změn v geologické minulosti patří vulkanická činnost a Milankovičovy cykly (souvisí se změnami orbitálních parametrů Země). Sopky jsou významným zdrojem emisí skleníkových plynů a nejednou sehrály roli při velkých vymíráních (Živa 2021, 5: 198–200). V okolí Jičína lze navštívit několik vulkanických

těles různého stáří a ukázat si typy hornin, minerály i způsob jejich vzniku.

V případě zastávky v lomu Doubravice (Kracíkův lom) se můžeme zaměřit na období erupcí v pozdním karbonu před bezmála 300 miliony let. Za zmínku stojí variská orogeneze (vrásnění), k níž došlo při kolizi kontinentů Euramerika (Laurussia) a Gondwana a vzniku jednoho superkontinentu Pangea. Tuto srážku doprovázel vznik obrovských pohoří v Evropě, včetně našeho území, a místy se projevila i vulkanická činnost. V případě vrchu Tábor (ale třeba také Kozákova) jde o výlevy láv tvořených melafyry – bazalty (olivinickými) až bazaltandezity, tedy vulkanickými horninami s nižším obsahem oxidu křemičitého (SiO_2). V lomu jsou pozorovatelné dva až tři lávové proudy, svědčící o delší sopečné aktivitě. Při výkladu můžeme zmínit typy sopek a vulkanismu (oceánské hřbety, ostrovní oblouky, subdukční zóny, sopky výlevné, výbušné, stratovulkány aj.) i jejich horninové a minerální složení. Právě minerály, které vyplňují dutiny po plynech v lávě (ve formě „pecek“, odtud také starší název horniny – mandlovec), lokalitu proslavily. Jde o různé odrůdy křemene, např. acháty, chalcedony, jaspisy (všechno kryptokrystalické formy s mikroskopickými krystalky SiO_2), ale i krásné krystaly křišťálu, ametystu, záhnědy nebo citrínu. Z dalších minerálů je zastoupen hojně kalcit, vzácněji baryt, hematit nebo také měď. Studenti mohou minerály shromáždit, zdokumentovat a zařadit do systému.

Jiným příkladem sopky je Zebín (ale i další sopky jičínského vulkanického pole).



1 Kyjovka *Pinna decussata* ukazuje mělkovodní charakter prostředí. Lokalita Na Váze. Vlastivědné muzeum v Železnici

Patří mezi neovulkanity, jeho stáří je okolo 17 milionů let, z období miocénu, a představuje vnitrodeskový typ vulkanismu – není vázán na litosférické rozhraní. Při vzniku tedy došlo k protavení části kůry a průniku hornin ze svrchního pláště. Cestou k povrchu se měnilo složení na alkalické (obohacené sodíkem, draslíkem aj.) tak, jak magma pronikalo zejména sedimentárními horninami. Hornina (bazanit, podobný čediči) se vyznačuje nepřítomností živců. Na lokalitě můžeme pozorovat uzavřeniny olivínu v lávě, pěkně omezené krystaly amfibolu v tufitických částech lomu nebo kalcit na puklinách. Výklad zaměříme na složení Země, typy sopek (viz výše), případně rizika spojená s vulkanismem, vymírání a klimatické změny. Můžeme zmínit původ českých názvů minerálů a prvků od prof. Jana Svatopluka Presla (kyslík, vápník, živec ad.) i těžbu kamene pro stavební účely. Z vrcholu Zebína lze přehlédnout celou zájmovou oblast včetně dominant sopek jičínského vulkanického pole. Zároveň jsou dobře vidět významné architektonické prvky (např. Valdická brána, Valdštejnská lodžie, kartuziánský klášter ve Valdčicích), tvořící základní pilíře Valdštejnovy komponované barokní krajiny. Tím rozšíříme výklad o historii. Zebín je také významnou botanickou lokalitou, např. s výskytem jilmu drsného (*Ulmus glabra*) a řady dalších rostlin.

Tropické pralesy

Území naší republiky se v období karbonu nacházelo v tropickém pásu. Již zmíněná kolize kontinentů vedoucí ke vzniku Pangey a následné variské vrásnění zasáhlo tuto oblast s velkou intenzitou. Tvořila se vysoká pohoří, ale také rozsáhlé pánve mezi horami. Vznikaly močály a pralesy (rašelina, přesličkovité, plavuňovité, kapradovitě, kapradosemenné a nahosemenné rostliny). Na konci karbonu však nastává výrazná klimatická změna. Pozorujeme ústup některých rostlin, zejména plavuňovitých (Živa 2021, 5: 207–212). Výchozy hornin stáří pozdního karbonu (stephan)



sledujeme podél Bradleckého (Zlatnického) potoka (v korytě vytváří dokonce drobné kaskády, ze zářezů potoka známe fosilie přesličkovitých, vzácně i plavuňovitých), nejlépe odkryté jsou ale v zářezu železniční tratě u zastávky Kyje. Zde můžeme ukázat zajímavé sedimentární struktury – bahenní praskliny (obr. 3), čeřiny, otisky dešťových kapek i rostlin, stopy obojživelníků (krytolebců), vrstvičky silicítů v profilu ad. Bahenní praskliny ukazují na sezonnost klimatu a vysoušení mělkého průtočného jezera. Čeřiny indikují vliv velmi mělkého vlnění, dešťové kapky pak vynoření bahna a srážky. Výklad se dá směřovat ke klimatickým změnám, paleoekologii, vývoji života a sedimentologii (včetně hornin – pískovce, prachovce, jílovce, vápence). Studenti mohou nasbírat (opatrně, trať je poměrně frekventovaná) úlomky hornin podél výchozů a pokusit se určit, o jaké struktury jde. V případě zkamenělin se pokusíme o jejich určení (stopy, ryby, rostliny) a můžeme charakterizovat ekosystémy pozdního paleozoika. Otázka změny klimatu na konci karbonu souvisí také se změnou barvy sedimentů. Šedé obecně indikují vlhčí, humidní klima, zatímco červené naznačují sušší, aridní podmínky. Upozorníme na červeně zbarvené sedimenty v Podkrkonoší (ale i jinde). Floristická změna končí éru paleofytika (období rozvoje převážně výtrusných rostlin) a s převládáním nahosemenných rostlin v období permu začíná mezofytikum.

Proč moře a proč teplé?

Studenty bude nejspíše zajímat, proč máme, jako vnitrozemský stát, v daném území množství mořských zkamenělin. Přeneseme se proto na počátek svrchní křídy (do stupně cenoman), do éry dinosaurů, před 95 miliony let. Tehdy došlo k významným paleogeografickým změnám, rozpadá se jižní část původní Pangey – Gondwana – a otevírá se jižní část Atlantického oceánu. V místech rozpadu kontinentu vznikají tisíce kilometrů dlouhá a tisíce metrů vysoká podmořská vulkanic-

ká pohoří. Dochází tedy, přeneseně řečeno, k vyklenutí mořského dna a zatopení přibližně třetiny ploch kontinentů, Evropu nevyjímaje. To vše v souvislosti s růstem koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře (produkovaného právě sopkami) a rekordním nárůstem teplot. Důsledkem je svět bez zalednění polárních oblastí s úrovní hladiny oceánu až 180 m nad tou současnou. Teplá subtropická až téměř tropická moře zasahují i do vyšších zeměpisných šířek – výsledkem bylo vytvoření mělkého, šelfového moře na našem území. Jeho sedimenty vyplňují českou křídovou pánev, největší sedimentační prostor u nás. Setkáme se s nimi na lokalitách Železnice, Zámezí, Kněžnice, Prachov, Čeřovka (a řadě dalších). Zkameněliny sbíráme v sutí i v profilu. Zhodnotíme teplovodní charakter faun tvořených ústřicemi a dalšími mlži (obr. 1), loďkami, amonity, ježovkami, ráčky apod. Na vzorcích lze sledovat četnost i diverzitu fosilií. Upozorníme na určitou podobnost se Středozezemním mořem. Výklad se týká období křídy, vzniku a charakteru sedimentů. V tomto případě jde o vápnité slínovce až vápence stáří stupně turon. Za pískovci se přesuneme do oblasti Prachovských skal, kde diskutujeme vznik podmořských písečných těles (podmořská delta, šikmá zvrstvení, zrnitost). Zaměříme se i na tektoniku (směry rozpuštění skalního města), projevy eroze (voštiny, erozní rýhy, říční skalních bloků, např. obr. 4) a vliv pozdějšího vulkanismu (proželeznění puklin a vrstevních ploch). Dalším místem, kde se setkávají vulkanismus a křídové horniny, je Čeřovka (obr. 2). V bývalém lomu je krásně odkryt kontakt bazanitu s původně jílovitými horninami. Výsledkem vypálení je kontaktně metamorfovaná hornina porcelanit. Vzorky odebereme nejlépe v sutí. Výklad zaměříme na typy metamorfózy (kontaktní, regionální) a základní příklady hornin (porcelanit, fylit, rula ad.). Za zmínku stojí vápnitý charakter půd na Čeřovce, který umožňuje výskyt charakteristických rostlin a vzácnějších hub.

2 Exkurzní lokalita Čeřovka s kontaktem křídových a vulkanických hornin. Foto V. Košťáková

3 Ukázka bahenních prasklin v zářezu železniční tratě u zastávky Kyje

4 Voštiny (prohlubně ve skalách) vznikají zejména krystalizací solí a větrnou erozí. Prachovské skály. Snímky M. Košťáka, pokud není uvedeno jinak

Doba ledová je doba ledová

Na lokalitě Žabínek (Želvák – Kamenice) se opět setkáme s acháty, chalcedony, jaspisy a dalšími minerály, které pocházejí z melafyrů nedalekého Tábora (Doubravice). Pro jejich transport (ale i dalších valounů, zejména křemene) byla nutná poměrně velká energie. Říční toky ukládaly tento materiál v podobě teras v obdobích glaciálů. Vzorky sbíráme přímo na poli, všímáme si minerálního a horninového složení valounů i charakteru zaoblení (určuje délku transportu). Pro vysvětlení střídání dob ledových i meziledových použijeme orbitální (Milankovičovy) cykly. Zmíníme glaciální megafaunu a její vymírání (Živa 2021, 5: 268–273) i pozdější osídlení místa člověkem v neolitu (nálezy kamenných čepelí).

Jižní část geoparku Český ráj poskytuje řadu variant a kombinací exkurzí. Kromě fenoménu pískovcových skalních měst (Prachovské skály), jsou to menší vulkány jičínského sopečného pole, přičemž každá ze sopek vypráví odlišný příběh. Zajímavostí jsou bohaté paleontologické lokality karbonského a křídového stáří nebo slavná mineralogická naleziště polodrahokamů. Na své si přijdou i milovníci „živé“ přírody, v oblasti je řada cenných biotopů. Více informací najdete na stránkách geoparku (www.geoparkceskyraj.cz), České geologické služby (www.lokality.geology.cz) nebo www.geology.cz/extranet/popularizace/geologicke-lokality), případně v poutavých knížkách geologa Václava Zieglera (např. Český ráj to na pohled a na procházky, Galerie Eřef 2014, nebo Veselé prázdniny v říší geologie, ČGS 2019).