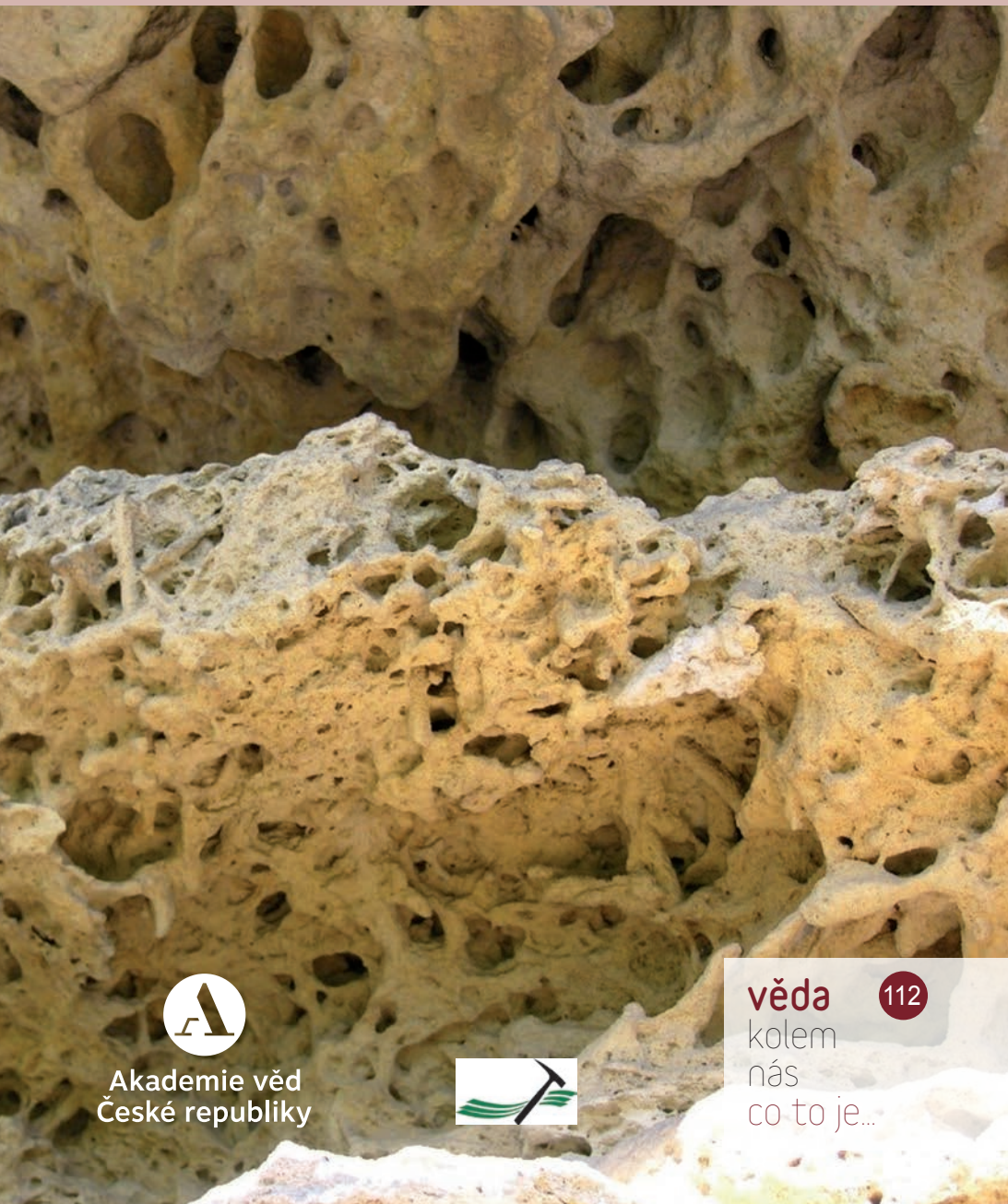


Ichnofosilie



Akademie věd
České republiky



věda

kolem
nás

co to je...

112

Geologický ústav AV ČR, v. v. i., patří mezi akademická pracoviště středního rozsahu. Jeho odborná náplň se vyvíjela celá desetiletí. Z původního užšího zaměření na geologii a paleontologii střední Evropy se vyvinul dnešní mnohem širší záběr, týkající se obecných zákonitostí poznávání geologických procesů, paleoekologie, výzkumu klimatických a environmentálních změn v nedávné geologické minulosti i celé řady dalších otázek. Ústav je dělen do několika výzkumných oddělení a servisních laboratoří.

Oddělení geologických procesů se zabývá komplexním studiem procesů, které v minulosti působily a dosud působí v litosféře, tedy v zemské kůře a svrchní části zemského pláště. Analýza látkového, fyzikálního a biologického záznamu zachovaného v dostupných horninách umožňuje popsat dynamiku velkých litosférických bloků v minulosti, rekonstruovat teplotní, tlakový a časový vývoj velkých horninových celků včetně vývoje sedimentárních pánví od starších provohor až do současnosti.

Oddělení environmentální geochemie a geologie je zaměřeno na studium dynamiky chemických prvků v životním prostředí, hornin a procesů probíhajících zejména v kenozoiku a v nejmladší geologické minulosti. Základní pozornost je věnována studiu klimatických oscilací, změn prostředí a ochraně krajiny, především ve středoevropském prostoru. Důležitou součástí studií jsou zejména současné změny a trendy v oběhu vybraných ekologicky významných prvků vyvolané činností člověka a klimatickými oscilacemi. Cílem prací je získat široký syntetizující pohled na chemické aspekty vývoje středoevropského přírodního prostředí a na jeho současný stav. Výsledky výzkumu slouží nejenom k poznání obecných zákonitostí vývoje klimatu a prostředí, ale také jako podklad pro rozhodování o strategii a péči o současnou krajinu, půdní pokryv a životní prostředí jako celek.

Oddělení paleobiologie a paleoekologie je zaměřeno na studium fosilního prostředí, společenstev organismů a fosilií obsažených v horninovém záznamu. Výzkum je soustředěn na paleoekologické charakteristiky dávných prostředí, dynamiku vzniku, vývoje a zániku společenstev organismů, tedy na procesy vymírání, geologických katastrof i transformací životního prostředí. Velká pozornost je věnována evoluci organismů a jejich vazbě na proměny klimatu a prostředí. Rovněž je sledováno rozšíření organismů na souši i v oceánu a získané výsledky slouží k přesnější definici jednotlivých vývojových etap, tedy ke stratigrafii.

Fotografie na obálce: Detail části stropu převisu v křemenném mořském pískovci křídového stáří mezi Mezní Loukou a Pravčickou bránou. Spodní vrstva obsahuje volně vyvětralé výplně dutin horizontálních, vertikálních a zejména šikmých chodbiček rakovců. Nadložní vrstva má obvyklý voštinovitý povrch, vznikající kombinací solné eroze, zatížení skály, střídáním teplot nad a pod bodem mrazu a dalšími parametry. Šířka záběru je asi 1 m (foto R. Mikuláš)

Ichnofosilie

Tak jako u mnoha vědních disciplín, i u geologie a paleontologie jsou otrocké překlady termínů z jazyků zakladatelských oborů (latina, němčina) a z dnešní takřka výlučně dominující angličtiny často nevýstižné. V některých případech šla obrozenecká česká věda při tvorbě názvosloví vlastními velmi úspěšnými cestami (anorganická chemie), jinde byla nutnost tvořit paralelní české názvy přijímána spíše jako nutné zlo (ornitologie). Nejčastěji však český vědecký jazyk toho či onoho oboru vznikl jako směs snadněji přeložitelných výrazů kombinovaných s výrazy převzatými v podstatě v nezměněné podobě z cizího jazyka, protože výstižný český termín se nepodařilo najít (kupříkladu jaderná fyzika s termíny jako tokamak, stellarátor apod.)

Ze stejného důvodu jsme do titulu této brožury vložili slovo s řecko-latinským základem – ichnofosilie. Český ekvivalent – zkamenělá či fosilní stopa – je totiž zdánlivě banální. Všichni známe z přírody stopy živočichů a dokážeme si představit, že mohou „zkamenět“, tedy stát se součástí horninového (fosilního) záznamu. Pojem ichnofosilie (z řeckého *ichné* = pohyb) se však zabývá nepoměrně širším spektrem objektů, než jsou zkamenělé šlépěje nebo řady (sledy) šlépějí. Z nejvýznamnějších dalších „stop“ uvedeme doupata (běžně známá jako obytné prostory savců, ale mnohem rozšířenější jako obydlí bezobratlých uvnitř mořského dna) a celou širokou škálu tzv. potravních stop, z nichž zmíníme alespoň takzvané požerky na povrchu dna, stopy po projíždání hlubokých partií dna i složité konstrukce, jako jsou tzv. *agrichnia* (stopy po úpravě substrátu k produkci potravy, tj. ekvivalent lidmi provozovaného zemědělství) a *chemichnia* (stopy vytvořené k jímání plynů použitelných k chemosymbióze s mikroorganismy, což jsou nejčastěji metan a amoniak). V poslední době začíná být doceňován význam tzv. *sequestrichnii* – útvarů s nahromaděnými organickými látkami, použitelnými v době nedostatku potravy. V neposlední řadě můžeme jmenovat tzv. *praedichnia* (stopy predace, tedy lovu čili útoku jednoho živočicha na druhého za účelem získání potravy).

Ani tento poněkud obsáhlejší přehled fosilních stop však nedává uspokojivý pohled na šíři nauky o zkamenělých stopách (ichnofosiliích), která se nazývá *ichnologie*. Minimálně od středního kambria (přibližně před 500 miliony let) je zpočátku v mělkých mořích, později i v hlubokých mořích, jezerech a v suchozemských prostředích (říční nivy, půda) část sypkých substrátů (písek, bahno a jíl na dně, svrchní vrstvy půdy) mnohonásobně promíšena činností organismů (tedy nejen živočichů, ale i rostlin, hub, bakterií a zástupců dalších říší). I toto opakované mísení lze za určitých okolností objevit a využít k pochopení vlastností tehdejšího přírodního prostředí. Takto široce pojaty jsou ichnofosilie co do objemu hornin zdaleka nejrozšířenějšími paleontologickými nálezy vůbec (co do počtu je nepochybně překonávají mikrofosilie). Platí tedy pravý opak tradovaného mínění, že „zkamenělé stopy“ jsou velmi vzácnými nálezy.

Stručná historie ichnologie

Výše uvedená charakteristika ichnologie se však vztahuje jen na jednu, byť počtem studií a pracovních kapacit mnohem rozšířenější část oboru. Od svých počátků až podnes má ichnologie dvě odlišné části, které se i přes usilovnou snahu nepodařilo



Teichichnus stellatus Baldwin, 1977.
Ordevik, fylity železnobrodského
krystalinika, lom Tlukačka u Jílového
u Držkova. Průměr hvězdice
je 40–50 cm. Nález M. Součka,
toho času v Chlupáčově muzeu historie
Země (Přírodovědecká fakulta UK,
Albertov 6, Praha 2)

Lom Tlukačka, štípání pokrývačských fylitů. Sběratel Martin Souček (na snímku) v nich našel nejen stovky fosilních stop, ale také zcela překvapivou faunu trilobitů a jiných bezobratlých (foto R. Mikuláš)



zcela spojit. Tou druhou, menší a zatím jen letmo zmíněnou částí jsou stopy obratlovců. Tříprsté stopy drobnějších dinosaurů nebo později stopy kopytníků, před závěrem dosavadní fáze vývoje života na Zemi i lidské stopy v africkém Laetoli: všechny tyto nálezy jsou pomůckou k poznání anatomie a systematické příslušnosti svých původců. U stop bezobratlých (ale také rostlin, hub a mikrohub), jakkoliv je jich ve fosilním záznamu odhadem tisícinásobek počtu stop obratlovců, tato tvrzení neplatí. Namísto toho je třeba se smířit s tím, že jeden organismus může vytvořit řadu různých stop (ichnofosilií) a současně jediná stopa, zvláště pokud je morfologicky jednoduchá, může mít desítky různých původců, navíc proměnných v geologickém čase. Ichnologie obratlovců se objevila v první polovině 19. století a nikdy se razantně nezměnila. Ichnologie bezobratlých po většinu 19. století neexistovala; byla popsána celá řada fosilních stop bezobratlých, ale byly mylně pokládány za zkameněliny řas či hub. Jako takové vzbuzovaly zájem a byly často popisovány. Desítky domnělých rodů a druhů řas vpsal například O. Heer v díle *Flora Fossils Helvetiae* (1877). Mezitím se však již připravoval obrat. Švédský přírodovědec Alfred Nathorst používal pozorování současných bezobratlých a sestavoval experimenty v akváriích; později nechal bezobratlé živočichy prolézat vrstvou omítky. Během krátké doby svého zájmu o stopy (později se vrátil k paleobotanice) přesvědčil většinu tehdy vlivných geologů o pravdivosti svých závěrů. Výsledek však byl poněkud překvapivý: zatímco jako řasy a houby vzbuzovaly ichnologické nálezy pozornost, jako fosilní stopy nelákaly ke studiu a obor se ocitl na pokraji zániku.

Naštěstí se místo vhodné k hlubšímu porozumění stopám sešlo se zvědavým badatelem a dalšími šťastnými okolnostmi. Tím badatelem byl **Rudolf Richter** (1881–1957) a místem bylo tzv. dolnosaské mělčínové moře mezi Nizozemskem, Dolním Saskem, Dánskem a souostrovím Fríských ostrovů (vzhledem ke geografickým a jazykovým hranicím má toto moře mnoho sobě podobných názvů, z nichž nejznámější je Waddensee). Richter ho navštívil poprvé v roce 1911 a v roce 1919 strávil několik měsíců na malé pozorovatelně poblíž jednoho z východofríských ostrovů, zvaného Mellum. Zjistil, že terénní exkurze po obnaženém mořském dně jsou pro geologa zabývajícího se usazenými horninami a strukturami v nich obsaženými – včetně stop po činnosti bezobratlých – výtečnou zkušeností. V roce 1928 získal Richter prostředky k vybudování aktuálně paleontologického výzkumného ústavu v německém Wilhelmshavenu. Tento institut pojmenoval „Senckenberg am Meer“. Ústav pod tímto jménem existuje dodnes a zaměstnává několik desítek specialistů. Richterovi se dařilo propojit výzkumy stop organismů na dně Waddenského moře s výzkumy několika málo specialistů ve světě – například s manželi Fentonovými v USA. Další z ředitelů, **Walter Häntzschel**, pokračoval v Richterově výzkumu v letech před druhou světovou válkou. Největším vědeckým přínosem z tohoto období jeho života je správná interpretace hvězdicovitých útvarů nacházejících se v několika různých podobách v mořských usazeninách od počátku ordoviku do současnosti. Häntzschel našel jejich analogie i na dně Waddenského moře a zevšeobecnil, že se jedná o potravní sondy. Těsně před druhou světovou válkou odešel Häntzschel do muzea v Drážďanech; během války padl do ruského zajetí. Po propuštění našel svoji instituci zcela zničenou a teprve v roce 1949 získal pozici knihovníka v geologickém ústavu Hamburské

Univerzity. Zde vykonal svoje životní dílo: sepsal první a druhé vydání *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W – Trace Fossils* (vyšlo v letech 1962 a 1975). V těchto dílech se mu podařilo utřídit všechny tehdy známé „fukoidy“ (tj. stopy popsané jako řasy) a odlišit četná mladší synonyma a textury, jejichž biogenní původ byl jen domnělý.

Wilhelm Schäfer (1912–1971) nastoupil na místo ředitele Senckenberg am Meer v roce 1938, ve věku pouhých 26 let. Ústav dlouho vzdoroval uzavření, koncem války však byl velmi poškozen a uzavřen (knihovna byla zničena až těsně po válce). Schäfer vybuodoval instituci prakticky od základů znovu a vedl ji do roku 1961. Spolu se svým pozdějším nástupcem H.E. Reineckem zdokonalil odběr vzorků dna tak, aby později bylo možno zhotovit jejich tenké řezy.

Adolf Seilacher se stal mj. za pokrok ve studiu fosilních stop nositelem Crafoordovy ceny, která je obdobou Nobelovy ceny za obory opomenuté v původní Nobelově závěti. Zaměstnancem Senckenberg am Meer sice nebyl, jeho první vědecké práce však pocházejí z Waddensee a vznikly na začátku padesátých let minulého století s podporou kolektivu tehdy vedeného Wilhelmem Schäferem. Seilacher se velmi brzy osamostatnil vytvořením tzv. etologické klasifikace stop (vytyčení základních skupin podle účelu vzniku; kupříkladu stopy po lezení = *repichnia*; obytné struktury = *domichnia*). Krátce poté publikoval iniciální formu

Jedinec *Zoophycos* isp. se zřetelnou šroubovicovou a laločnatou stavbou. Velikost asi 40 x 60 cm (foto R. Mikuláš)



koncepte ichnofacií – v jeho pojetí nástroje pro určování hloubky moře. V šedesátých až devadesátých letech se pak stal jedním z nejčastěji citovaných vědců v oboru věd o Zemi.

Generace nastoupivší po Seilacherovi měla mimořádné štěstí na srdečné a nápomocné vůdčí postavy. Její základní tvorba sahá do osmdesátých a devadesátých let 20. století, tj. do doby, kdy se autor těchto řádek pokusil jako samouk proniknout do základů oboru a vybrat si k vlastnímu výzkumu neotřelá témata s hmotným záznamem v ČR nebo v nepříliš vzdálených zemích. K této generaci, která částečně popřela a v mnoha ohledech naopak vylepšila koncepci ichnofacií, naučila se pracovat s ichnofosiliemi ve vertikálních řezech a sjednotila ichnotaxonomické postupy (způsoby pojmenování fosilních stop) patřili zejména Robert W. Frey a A. A. Ekdale (USA), R. G. Bromley (Dánsko), S. George Pemberton a R. K. Pickerill (Kanada). Současnými vůdčími představiteli oboru jsou např. M. G. Mangano a L. A. Buatois (Argentina/Kanada), A. Wetzel (Švýcarsko), A. Uchman (Polsko), J. F. Genise (Argentina), R. G. Netto (Brazílie), A. K. Rindsberg (USA) aj., kteří pokračují ve studiu novými laboratorními metodami (kupříkladu počítačovou tomografií) a nacházejí k řešení stále nová témata takové šíře, jako je biologická evoluce, propustnost hornin v roponosných pánvích, hromadná vymírání a nejrůznější paleobiologické vztahy ve fosilních společenstvech.

Příklady ichnofosilií z geologického záznamu České republiky

Na území České republiky bylo nalezeno přibližně tisíc různých ichnotaxonů (rodů a druhů fosilních stop), které jsou vzhledem k tradici a účelnosti popisovány podle pravidel blízkých pravidlům mezinárodní zoologické asociace (ICZN). Jak si však uvědomíme při četbě následujících hesel, rodová a druhová jména stop nejsou ani zdaleka ekvivalentem rodových a druhových jmen jejich původců.

Současné ichnologické učebnice nebo velké shrnující knihy (za posledních 15 let jich vyšlo šest) mají stovky stran a obdobný počet ilustrací. V rozsahu edice *Věda kolem nás* se můžeme pokusit problematiku přiblížit nejlépe podrobným popisem několika vybraných fosilních stop, od tvarově velmi prostých až po velmi složité a dosud ne zcela prozkoumané. Ve většině případů můžeme jejich naleziště podle uvedeného popisu a souřadnic GPS navštívit a případně najít nebo fotograficky zdokumentovat vlastní vzorky.

Řada fosilních stop byla poprvé popsána českými autory podle materiálu nalezeného v ČR a tyto taxonomické počiny byly ichnologickou obcí akceptovány a jsou trvale citovány. Jako příklady můžeme uvést *Curvolithus multiplex* Fritsch, 1908, *Bergaueria perata* Prantl, 1946, *Pragichnus fascis* Chlupáč, 1987, *Amanitichnus omittus* Chlupáč et Mikuláš, 1995, *Circolites kotoucensis* Mikuláš, 1992, *Entobia solaris* Mikuláš, 1992 či *Machichnus* isp. Mikuláš et al., 2006. Žádná z těchto stop však zcela nesplňuje požadavky našeho úzkého výběru, kterými jsou zejména názornost, zobecnitelnost a možnost legálně navštívit naleziště.

Deska pískovce se šesti jedinci *Zoophycos isp.*,
rozměr cca 60 x 90 cm. Pozoruhodné
je vzájemné vyhýbání se jednotlivých jedinců,
a na druhé straně velmi úsporné využití
prostoru uvnitř horniny
(foto R. Mikuláš)





***Teichichnus stellatus* Baldwin, 1977**

Naleziště: Opuštěný lom na pokrývačskou břidlici u obce Jílové u Držkova, Liberecký kraj.

Geologické stáří: Pravděpodobně spodní až střední ordovik, přibližně před 460 miliony let.

Prostředí vzniku: Hluboké moře s převahou usazování z gravitačních (turbiditních) proudů.

Předpokládaný původce: Není znám; analogické stopy vytvářejí v současných mořích drobní korýši, „červi“ různých kmenů a mlži.

GPS: okolí 50°40'6.48"N, 15°17'21.46"E.

Charakteristika: Mohutná stopa hvězdovitěho půdorysu, zpravidla s pěti až patnácti paprskovitě se rozbíhajícími rameny. Průměr celé hvězdice může být až 70 cm, zpravidla je však kolem 20–30 cm. Ramena, zpravidla 1–2 cm široká, jsou bezstrukturní, hladká. Hvězdovitý půdorys je poměrně běžným rysem živočišných stop, zejména stop bezobratlých. Pokud se jedná o struktury vzniklé na povrchu někdejšího dna, vznikly seškrabáváním a konzumací organické usazeniny na dně. Stopy nalázané v železnobrodských fylitech však mají všechny rysy stop vnitřních, tedy vytvořených v určité hloubce v sedimentu. I v tomto případě je pravděpodobné, že jde o stopy po získávání potravy – organické hmoty usazené v sedimentu mořského dna.

Výskyt: Hvězdovitě stopy vzniklé v sedimentu mořského dna jsou známy z desítek nalezišť po celém světě, navíc v horninách obrovského rozsahu stáří – od kambria (zhruba 500 milionů let) po dobu geologicky nedávnou. Jen zřídkakdy se však jedná o struktury hojně a dobře zachované.

Význam pro širší poznání: Názory na ordovické stáří železnobrodských fylitů se objevily už v polovině 20. století, ale větší vážnosti se dostávalo mínění, že se jedná o horniny starohorní, tedy stářím srovnatelné s břidlicemi od Rabštejna nad Střelou. Argumenty pro jeden či druhý názor se opíraly především o modely tektonické stavby západosudetské oblasti a (většinou dost spekulativní) srovnání s lépe datovanými horninovými celky. Průlom nastal nečekaně, při geologické exkurzi, která měla mimochodem demonstrovat hypotézu o starohorním stáří břidlice! Jeden z účastníků totiž v lomu na Tlukače našel mohutnou zkamenělinu ve tvaru hvězdice. Bylo zřejmé, že ve starohorách vzniknout nemohla. Po důkladném prozkoumání byl o tomto jediném nález uveřejněn článek v odborném časopise (v r. 1984). Zkamenělina byla určena jako fosilní stopa, pravděpodobně vzniklá projídaním usazeniny na mořském dně. Takové nálezy známe od kambria až po současnost. Jednoznačné určení stáří pokrývačských fylitů tedy nález nepřinesl, ale vytyčil nové mantinely a nový směr zkoumání.

Přístup: Z horní (západní) části obce Jílové u Držkova směrem k jihu po silnici na Jirkov. Asi 60 m od posledního jílovského domu odbočíme k západu a kolem jezírka (zatopená etáž lomu) se po asi 120 metrech dostaneme k čerstvějším, plotnovitým lomovým stěnám se sutí při úpatí. To je nejbohatší naleziště zkamenělých stop v železnobrodských fylitech.

Geologická charakteristika okolí: Celý Český ráj spočívá na starých – předvariských – horninách oblasti západosudetské. Ta tvoří severní a severovýchodní okraj Českého masivu a její podstatná část leží v dnešním Německu a jihozápadním

Polsku. V Čechách tvoří zejména Lužické a Jizerské hory, Ještědský hřbet, Krkonoše a Podkrkonoší, Orlické hory a Králický Sněžník. Na jihu je omezena zlomovým pásmem přibližně souběžným s dnešním středním tokem Labe, ale tento jižní okraj západosudetské oblasti je překryt mladšími horninami – zejména permokarbons a křídly. Převážně permského stáří jsou červené pískovce a slepence, jejichž zvětraliny způsobují nápadnou červenou barvu ornice na mnoha místech Podkrkonoší, a křídového stáří jsou pískovce všech skalních měst Českého ráje. V současné době pokládáme za přeměněné sedimenty ordoviku mohutný celek tzv. pokrývačských fylitů s vrstvou metamorfovaného křemence, vycházející na povrch na ploše mnoha čtverečních kilometrů severně a severovýchodně od Železného Brodu. Nejlépe odkryty jsou přibližně v deseti mohutných lomech na pokrývačskou břidlici mezi Těpeřemi, Bratřikovem, Loužnicí, Radčicemi, Jílovým a Jirkovem. Zelené železnobrodské fylity – pokrývačské břidlice – jsou dobře známým materiálem; setkáváme se s nimi nejen na střeších chalup v širokém okolí Železného Brodu, ale také – jako s vnitřním i vnějším obkladem – ve vstupních prostorách pražského metra a na řadě staveb v celých Čechách.

Muzejní expozice: Nálezy I. Chlupáče a jeho spolupracovníků z lomu Tlukačka i z dalších lomů v okolí z posledních let 20. století jsou uloženy v depozitářích Národního muzea v Praze – Horních Počernicích a přístup k nim je umožněn pouze ze studijních důvodů. Novější nálezy jsou uloženy v Chlupáčově muzeu historie Země na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze na Albertově (dar soukromého badatele Martina Součka), částečně i v přístupné expozici. Jeden nález (rovněž dar M. Součka) je vystaven v Domě přírody Českého ráje v Dolánkách u Turnova. Ojedinele lze fosilní stopy spatřit také na střeších či obkladech domů většně starých vesnických stavení; vyplývá z toho, že fosilní stopy byly v lomech odkrývány odedávna, nebyla jim však věnována pozornost.

Unisulcus isp.

Naleziště: Opuštěný stěnový lom Vysoká v severním svahu Prokopského údolí v Praze-Hlubočepch. Jedná se o jednu z dominant této části Prahy. Střední část lomu se přibližně před 100 lety sesula a na jejím místě vznikla strmá úzlabina vyplněná směsí vápenců a slínovců, ležící mezi dvěma tělesy světle šedého deskovitého a lavicovitého vápence. Během horotvorných pochodů zde horniny byly vztyčeny do velmi strmého (přibližně 80°) úhlu. Tyto skalní stěny jsou tvořeny tzv. třebovským vápencem. Levá stěna je přibližně trojúhelníková, pravá má zhruba tvar lichoběžníku; maximální výška skal je asi 40 m. Lom je typovým profilem třebovských vápenců a jde také o profil mezinárodně významný hraničním intervalem mezi spodním a středním devonem. (Vápence středního devonu jsou odkryty v částečně zahluobených částech lomu blíže k železniční trati.) Spodní polohy (tj. vrstvy nejbližší travnaté a křovinaté stráni) obsahují poměrně silné a hojné vrstvičky červeného vápnitého jílovce (= slínovce), jejichž nasycení srážkovou vodou zřejmě vedlo ke skluzu a následnému zřícení střední části stěny. Jílovité polohy postupně do nadloží (směrem k trati) ubývají a tvoří pouze tenké vrstvičky černé nebo zelené barvy. Lom je známým lezeckým terénem s velmi obtížnými výstupy.

Geologické stáří: Prvohory, nejvyšší polohy spodního devonu při hranici s devonem středním (téměř přesně před 400 miliony let).



Lom Vysoká od jihozápadu (foto R. Mikuláš)

Unisulcus isp., lom Vysoká, fotografováno *in situ*. Délka zhruba 20 cm (foto R. Mikuláš)



Prostředí vzniku: Hlubší části jinak spíše mělkého moře poblíž pevniny. Vápňitý kal přinášely z příbřežních plošin zejména tzv. turbiditní proudy, po jejichž usazení následovala zpravidla dlouhá epizoda pomalého usazování jílu. Život v moři byl bohatý. Z forem volně plovoucích ve vodním sloupci se jednalo zejména o drobné měkkýše – tentakulity, dále o hlavonožce ze skupin nautilidů a goniatitů. Na dně žili např. trilobiti rodu *Phacops* a mžli známých rodů stanovených J. Barrandem: *Kralovna* a *Panenka*. *Předpokládaný původce:* J. Geister (1998) vyslovil hypotézu, že žlábků mohly být vytvořeny rybovitými obratlovci pátrajícími po potravě na dně. Analogicky podobné, ale mnohem větší stopy jurského stáří označil jako pravděpodobné potravní stopy mosasaurů. Tuto hypotézu je velmi obtížné jak vyvrátit, tak doložit; alternativních vysvětlení je však několik, například trilobity vytvářené a „obhospodařované“ žlábků, v nichž se hromadil organický materiál.

GPS: Okolí N 50°2.5874', E 14°23.4674'.

Charakteristika: Žlábků na svrchních vrstevních plochách desek (případně lavic) hlízatého vápence. Jsou téměř přímé až výrazně prohnuté, občas sinusovitě zprohýbané; pokud je na vrstevní ploše větší koncentrace těchto stop, mohou vytvářet zárodky nepravidelných sítí. Délka jednotlivých žlábků je zpravidla mezi 20 až 35 cm, šířka 3–5 cm a hloubka do 3 cm. Zakončeny bývají obvykle poměrně náhle („prstovitá“ zakončení). Povrch žlábků je hladký, jeho stejnorodost je částečně narušena pouze vtíštěním hlíz okolního vápence během zpevňování a vrásnění horniny. Žlábků jsou na vrstevní ploše orientovány všesměrně, nedocházelo tedy k ovlivnění jejich původce prouděním, vlněním ani jinými fyzikálními parametry okolního prostředí. Četnost těchto stop na jednotku plochy vrstvy je proměnlivá, běžně se pohybuje mezi 10–30 jedinci na čtvereční metr. **Výskyt:** V klasifikaci zakřivených žlábkovitých stop neexistuje konsensus, takže i ichnород *Unisulcus* je různými autory používán odlišně (většina ichnologů jej pak neuznává vůbec). Výskyt stop shodné morfologie jako v lomu Vysoká je však doložen zejména z permu Íránu a z mělkých druhohorních moří Evropy.

Význam pro širší poznání: Lom Vysoká je klasickou paleontologickou lokalitou už od Barrandových dob. Pochází odtud mimo jiné i holotyp – kusadla konodonta, podle nějž je celosvětově vedena hranice mezi spodním a středním devonem. Samotné stopy *Unisulcus* isp. na vrstevních plochách vápencových desek ukazují na využití organických usazenin na dně jako potravy; jsou v rámci prvohor ojedinělé svojí velikostí i rozměry odkryté plochy. Ukazují na možnost hojného výskytu rybovitých obratlovců v devonu Barrandienu, ačkoliv nálezy jejich zkamenělých kostí jsou zde vzácné.

Přístup: Těsně za kamenným viaduktem v Praze-Hlubočepch vpravo ulicí K Dalejím a následně opět vpravo uličkou Na Placích asi 100 m, pak kamenitou stezkou vzhůru do lomů. Nepřehledný a místy syký terén s rizikem pádu! Od železniční zastávky Praha-Žvavov vpravo od kolejí po cestách k hlubočepskému hřbitovu a dále podél dráhy až do lomů. Pozor na projíždějící vlaky.

Geologická charakteristika okolí: Odkryvy hornin devonského stáří v širším okolí lomu Veselá představují nejnázornější studijní objekty pro rozpoznání geologické stavby pražské pánve. V terénu (ne zcela zastavěném a málo zalesněném) lze pozorovat jednotlivé strukturní pruhy vápencových členů vrstveného sledu, zejména vápence třebotovské a dvorecko-prokopské. Při pohledu přes Vltavu vidíme laviče a plotny dvorecko-prokopských vápenců na Branické skále, které jsou ukloněny

k SZ, zatímco na naší straně Prokopského údolí jsou vápence skloněny strmě k JV. Je to důsledek toho, že celý dnešní zbytek horninové výplně pražské pánve byl tlakem při vrásnění prohnut do struktury připomínající např. na sebe naskládané okapové žlaby či odkrojenou spodní polovinu rolády. Kromě toho, že názorné odkryvy posloužily během 19. století k vyřešení otázky základů geologické stavby území mezi Prahou a Plzní, má Prokopské údolí i mimořádný paleontologický význam. Hlubočepy a Zlíchov patří k prvním místům v Čechách, odkud získal Joachim Barrande nálezy trilobitů; četné druhy zkamenělé fauny i flóry byly stanoveny podle nálezů z dnešních chráněných území Pod školou, Železniční zářez a Barrandovské skály.

Thalassinoides isp.

Naleziště: Skalní defilé nad červeně značenou turistickou značkou Mezní Louka – Pravčická brána v Národním parku České Švýcarsko. Nejlépe vyvinuté systémy chodbiček ichnorodu *Thalassinoides* jsou zhruba ve výšce 2 m nad úpatím skály a jsou tedy snadno pozorovatelné. Jakékoliv poškozování skály, a tedy i odběr paleontologických vzorků, je zakázáno.

Geologické stáří: Svrchní křída, asi před 80 miliony let.

Prostředí vzniku: Mělké moře se dnem tvořeným čistým křemenným pískem, přinášeným řekami a dále přemístěvaným vlněním a mořskými proudy.

Převis mezi Mezní Loukou a Pravčickou bránou s polohou s fosilní stopou *Thalassinoides isp.*
(foto R. Mikuláš)



Předpokládaný původce: Rakovci čeledi Callianassidae, která náleží k podřádu Thalassinidea a k řádu Decapoda, do kterého patří nejnámější mořští korýši jako raci, krabi a krevety. Rakovci žijí v doupatech v písčitých a bahnitých dnech světových oceánů. Doupata se vzhledem ke své hloubce pode dnem a způsobu provedení v horninovém záznamu často dochovala; občas v nich jsou zachovány i zkameněliny jejich původců. Fosilní záznam podřádu Thalassinidea sahá ze současnosti do pozdní jury. Fosilie ichnorodu Thalassinoides jsou však známy již od kambria, takže lze očekávat buď velkou šíři systematické příslušnosti původců, nebo vznik podřádu Thalassinidea již během „kambrické exploze“, což byla ojedinělá evoluční událost zhruba před 540 miliony let, kdy se v relativně krátké době objevili zástupci všech současných kmenů živočichů.

GPS: 50.8835592N, 14.2847792E.

Charakteristika: Trojrozměrné, rozsáhlé systémy válcovitých tunelů a šachet sestávající převážně ze strmě šikmých (až vertikálních) a víceméně vodorovných komponent. Přibližně po 10–30 centimetrech dochází k větvení, které je zpravidla dichotomické: segmenty v okolí větvení připomínají písmeno T nebo Y. Povrch stěn tunelů je hladký. Průměr je víceméně konstantní, kolem 20 mm.

Výskyt: Stopy ichnorodu *Thalassinoides* patří počínaje svrchní jurou k nejrozšířenějším ichnofosiliím vůbec, zejména v sedimentech mělkých moří; jsou však také běžnou součástí ichnostavby vrstev uložených gravitačními (např. turbiditními) proudy v hlubokomořských pánvích. Otázka výskytu ichnorodu *Thalassinoides* v prvohorních usazeninách není dosud zcela uspokojivě vyřešena; zdá se, že jako *Thalassinoides* bývají v prvohorních sedimentech (zejména vápencích) uváděny i tvarově odlišné systémy chodbiček a komůrek.

Význam pro širší poznání: *Thalassinoides* je jednou z klíčových fosilních stop pro prospekci ropných ložisek. Zásoby kapalných i plyných uhlovodíků se v horninách udržují v „naftových pastech“. Takovou past, vyklenutou vrásněním, si lze představit jako klobouk z nepropustné, málo porózní horniny, který zabrání uhlovodíkům v postupu k povrchu. Často bývá past tvořena vrstvou zpevněného jílu či jílovce v písčitých usazeninách. V mělkých mořích se ale v jílu daří drobným rakovcům, kteří v nich vytvářejí systémy kolmých šachet (o průměru 4 cm a hloubce až 5 m) a vodorovných tunelů. Opuštěné chodbičky se pak postupně zaplňují pískem z okolních vrstev. Pokud se měří pórozita jílu podle objemových vzorků získaných z vrtných jader (což je běžné), může se geologická struktura jevit jako dokonalá „naftová past“. Specialista však podle částí chodbiček vnesených vrty určí předpokládaného původce, hustotu i hloubku provrtání jílové vrstvy. Jestliže je vrstva hodně narušená, dospěje ichnolog k závěru, že už před mnoha miliony let udělali rakovci z naftové pasti „řešeto“, v němž mnoho nafty nezůstalo. Promísení podložních ropných vrstev může mít vliv na objem zásob i tehdy, když je „naftová past“ nedotčená. Ukázalo se, že výpočty kapacity ložisek, v nichž je zahrnuta znalost přesné distribuce pórozity v hornině (tedy poznatky ichnologie i systematické paleontologie), jsou v průměru o 20 % přesnější než výpočty z „objemových vzorků“.

Přístup: Od Mezní Louky (parkoviště automobilů, autobusová zastávka) asi 3,7 km po červeně značené turistické trase směrem k Pravčické bráně. Vrstvy s popsanou fosilní stopou se objeví v převisech nad stezkou.

Geologická charakteristika okolí: Skály v okolí lokality jsou vesměs mohutné vertikální pískovcové stěny jizerského souvrství České křídové pánve. Pískovce jsou zpravidla uloženy ve vodorovných vrstvách; místy se však vrstvy ukládaly mírně šikmo, pod úhlem cca 5°. Docházelo k tomu na pískových hřebtech, které se vytvářely podél pobřeží a dosahovaly délek několika km. Okolní krajina je výjimečná z geomorfologického hlediska. V pískovcích jizerského souvrství je asi 600 m od popsaného výskytu ichnofosilie *Thalassinoides* vyvinuta největší pískovcová skalní brána v Evropě, známá Pravčická brána. Na plošně malém území dosahuje převýšení pískovcových souvrství svrchní křídý více než 300 m. Území je velmi pestré členěné, se třemi tvarově velmi odlišnými výškovými úrovněmi.

Protovirgularia isp.

Naleziště: Moravskoslezské Beskydy, staré, vesměs zaniklé odkryvy nad lesní cestou, která vede přibližně po vrstevnici 850–900 m všemi úbočími Noříčí hory (1047 m n. m.; GPS vrcholu je 49°30'27.641"N, 18°16'15.317"E). Odkryvy vrstev téhož stáří a původu lze najít i v nižších částech úbočí Noříčí hory (např. 49°30'45.62"N, 18°16'1.48"E) nebo v roklině protékané potokem Bystrá (v okolí 49°30'45.82"N, 18°17'5.62"E).

Geologické stáří: svrchní křída, stupeň kampan, přibližně 75 milionů let před současností.

Prostředí vzniku: Horniny, ze kterých sestává velká část Noříčí hory, jsou typickým případem tzv. flyšové facie, která je charakteristická mnohonásobným opakováním několika základních hornin, zpravidla pískovců (nebo drob), prachovců a jílovců. Termínem flyš rozumíme jakékoliv vrstevní sledy splňující výše uvedené charakteristiky, bez ohledu na geologické stáří (z ČR známe flyšové jednotky starohorní, prvohorní, druhohorní a třetihorní). Zdrojem přínosu pravidelně se střídajícího klastického (úlomkovitého) materiálu jsou zpravidla tzv. turbiditní proudy. Těmi jsou unášeny obrovské objemy vody se zvýšenou hustotou. Vysoká hustota je důsledkem velkého množství zvířeného kalu a písku v mořské vodě. Tato těžká kapalina pak teče při dně, nabírá obrovskou rychlost a ničivou sílu. Trasy turbiditních proudů mají tendenci se opakovat a tečou proto zpravidla v korytech (kaňonech), která předchozí proudy vymlely. Turbiditní proudy mohou být důsledkem podmořských skluzů, zemětřesení nebo přítoku povodňové vody se zvířenými minerálními úlomky. Materiál, který se z nich usazuje především při úpatí pánevního svahu, vytváří rozsáhlé podmořské vějíře podobné velkým deltám při ústí řek. Charakter společenstva živočichů obývajících dno těchto vějířů je specifický. Jedná se o části moře (vlivem relativní blízkosti pevniny) poměrně bohaté na živiny a navíc po desetiletí až tisíciletí stabilní. Rozvíjí se zde proto velmi bohaté společenstvo organismů, zejména bezobratlých živočichů bez pevných schránek. Jejich zkameněliny jsou vzácné, ale stopy po činnosti živočichů naopak hojné a rozmanité, často geometricky přesné. Po zničení živočišných společenstev turbiditním proudem trvá zpravidla řadu let, než původní bohaté společenstvo znovu migruje do zasažené oblasti.

Předpokládaný původce: Mlž mimořádných rozměrů s tzv. rozštěpenou nohou (*cleft foot*). Řada mlžů se pohybuje několik cm pod povrchem dna pomocí rozštěpené nohy, kterou při pohybu nejprve vysunou jako klín a pak roztáhnou do stran jako kotvu. K této „kottvě“ se následně mlž přitáhne a celý cyklus pohybu začíná znovu.

GPS: Mezi 49°30'31.08"N, 18°15'49.56"E a 49°30'41.78"N, 18°16'38.59"E.

Charakteristika: Jedná se o mohutnou, téměř přímou, resp. nepatrně prohnutou strukturu na spodní vrstevní ploše flyšového pískovce, širokou 80 mm a dlouhou 90 cm; délka mohla být ještě mnohem větší, je však omezena velikostí odebraného vzorku. Struktura sestává z 19 příčných segmentů, dlouhých 6–9 cm, připomínajících obratle. Nález pochází z roku 1929 a byl získán při stavbě lesní cesty. Návrh na jeho systematické zařazení a pojmenování vzešel až z práce Pličky a Říhy (1989), kteří na jeho základě stanovili nový živočišný rod *Radhostium* s novým druhem *R. carpathicum*. Podle názoru těchto autorů reprezentoval nález nejspíše otisk páteře plesiosaurova.

Mikuláš a Uchman v r. 2006 upozornili na to, že shodná struktura je známa z alpského (rýnsko-dunajského) flyše jako „Pinsdorfer Versteinerung“ (Abel, 1935). Ruský ichnolog O. S. Vialov (1989) popsal tuto strukturu správně jako zkamenělou stopu a pojmenoval ji jako *Pinsdorfichnus abeli*. Uchman (1998) zařadil tuto stopu do ichnorodu *Protovirgularia*, čímž Vialovovo jméno *Pinsdorfichnus* ztratilo opodstatnění. Otázka platnosti druhového, resp. ichnodruhového zařazení nálezu zatím nebyla vyřešena.

Výskyt: Flyš vnějších Západních Karpat v ČR a rýnsko-dunajský flyš. Je pravděpodobné, že stopa není mimořádně vzácná; při rozpadu rozpukaných desek flyšového pískovce se však tak velká struktura rozpadne na nereprezentativní a neinformativní úlomky, které jsou při terénní práci ignorovány.

Význam pro širší poznání: Svého času patřil nález k prvořadým „záhadám“ a byl interpretován například jako otisk páteře plesiosaurova (obec Trojanovice se na svém webu tímto nálezem pyšní dosud). Ve flyšových horninách výše popsaného typu nejsou zkamenné schránky organismů zpravidla vůbec zachovány. Živočichové byli buď bez schránek, nebo se vnější kostry nedochovaly, poněvadž vinou nepříznivého (kyselého) chemismu, který schránky bezobratlých z uhlíčitánu vápenatého rozpouští. Jen o málo větší šanci na zachování mají kosti obratlovců, které obsahují hůře rozpustný fosfát vápence. Naproti tomu ve flyši bývají příznivé podmínky pro zachování zkamenělých stop, protože turbiditní proudy, pokud pomíne jejich centrální část hloubící koryto, často vytvoří dokonalé „odlitky“ všeho, co spočívalo na mořském dně. Díky četným studiím už z 19. století, jejichž autoři vesměs pokládali zkamenělé stopy za řasy, je už dávno známo bohatství života v alpsko-karpatských pánvích druhohor a třetihor; jen je toto bohatství odlišně interpretováno než tehdy.

Přístup: Vhodným východiskem exkurze je známé rekreační středisko Pustevny. Lesní cesta zpřístupňující všechna úbočí Noříčích hor začíná asi 50 m od chaty na Pustevnách a směřuje k severu, později k východu a opět k severu; po několika kilometrech se definitivně stáčí k východu a posléze zpět k Pustevnám, v posledním úseku jako zeleně značená turistická trasa. V zářezech cesty je občas možné vidět desky pískovců či drobových pískovců obdobného složení a mocnosti, jako má výše popsaná deska s unikátním nálezem ichnofosilie. Délka exkurze je asi 9 km.

Geologická charakteristika okolí: Geologicky patří okolí Pusteven do oblasti flyšového pásma Západních Karpat. Jedná se o pásmo usazených hornin – pískovců, jílovců nebo slepenců, které se střídají v různých mocnostech (zpravidla centimetrových až decimetrových, ojediněle však mnohem větších). Tyto usazené



Spodní strana desky drobového pískovce se stopou *Protovirgularia* isp. (foto R. Mikuláš)

Výchoz hornin v severním úbočí Noříčí hory s uloženinami nejmladší křídý, asi 200 m pod cestou, při jejíž stavbě byla nalezena ichnofosilie *Protovirgularia* isp. Na vrstevních plochách desek pískovce a drob je možno najít četně, většinou tvarem jednoduché (válcovité nebo žlábkovité) stopy po lezení bezobratlých organismů (foto R. Mikuláš)



horniny vznikaly ve druhohorách a na počátku třetihor v hlubokomořských pánvích oceánu Tethys. Záhy byly tlakem vyvrátněny a nasunuty přes starší horniny Českého masivu jako tzv. příkrovy (délka násunů je minimálně v desítkách kilometrů). Sedimentační pánve oceánu Tethys tím přestala existovat. Přítomnost příkrovů je základním rozlišovacím znakem mezi horninami Západních Karpat a Českého masivu; sedimentační pánve, které vznikly v geologicky konsolidovaném podkladu Českého masivu, dosud existují a zanechají za sebou usazeniny (např. v jihočeských pánvích vrstvy rašeliny, která se promění na slajky lignitu).

Zoophycos isp.

Naleziště: Kamenolom v obci Bzová, uváděno též jako Bojkovice-Bzová, založený v nadmořské výšce 480–550 m na severozápadním úbočí členitého hřebene táhnoucího se od kóty Lokov (739) k ZSZ do sedla Rasová. Lom produkuje kvalitní drobový pískovec, získávaný z desek a lavic uložených mezi jílovými a prachovými břidlicemi. **Geologické stáří:** Třetihory, střední až svrchní eocén, zhruba před 38 miliony let.

Prostředí vzniku: Obdobné jako u fosilní stopy *Protovirgularia* isp., tedy středně hluboké mořské prostředí ovlivňované četnými turbiditními proudy. Na rozdíl od prostředí vzniku předchozí stopy jsou však mocnosti jak písčitéch, tak prachových až jílovitých poloh mnohem větší, což svědčí o větší blízkosti pevniny.

Předpokládaný původce: V současných hlubokých mořích vytváří stopu *Zoophycos* téměř s jistotou již známý taxon „červa“, nebyl však zatím nikdy nalezen uvnitř své biogenní textury (uvnitř „hnízda“ či „zahradky“). Je evidentní, že původců bylo v geologické minulosti zřejmě několik. Nepochybně se jednalo a jedná o živočicha odolného vůči stresu prostředí, zejména malému obsahu kyslíku ve vodě a v sedimentu – poměrně pevném dnu, v němž žil – a také periodické nedostupnosti potravy. Podle nejnovějších výzkumů je *Zoophycos* typickým případem sekvestrace – hromadění organické hmoty na časy nedostatku potravy.

GPS: Mezi 48.99674N, 17.84812E a 48.99958N, 17.84447E.

Charakteristika: Rozsáhlé, téměř horizontální až mírně šikmé laminy aktivně přepracovaného materiálu mořského dna. Mají laločnatý tvar; laloky jsou nejčastěji zkřížené podobným způsobem jako lopatky vrtule nebo lodního šroubu. Celá, dokonale vyvinutá struktura tak má charakter nízké šroubovice. Rozměr jednotlivých laloků může být 30 i více cm. Laloky, v nichž jsou většinou jasně patrné jednotlivé pohyby původce (spojené s „bagrováním“ usazeniny dna), jsou zpravidla lemované výrazným tunelem o průměru až 1 cm. Tyto lemy někdy přecházejí v samostatné tunely, buď subhorizontální a v půdorysu zvlňžené, nebo spíše napříměné a větvičí se pod ostrými úhly.

Výskyt: Stopa *Zoophycos* isp. patří k nejhodnotnějším ichnofosiliím vůbec a počet jedinců v některých souvrstvích (např. psací křída jižní Skandinávie nebo některé hlubokomořské, tzv. flyšové usazeniny alpsko-karpatských systémů horstev) je astronomický. V horninách ze samotného počátku prvohor jsou nálezy ojedinělé a výjimkou je např. nález z kambria Železných hor (Doucek a Mikuláš 2014). Od ordoviku jsou známy masivní výskyty, mezi které je třeba počítat i zahořanské souvrství Barrandienské oblasti. V prvohorách se *Zoophycos* vyskytuje nejčastěji v sedimentech mělkých a středně hlubokých mořích, od druhohor po geologicky nedávnou dobu převládá v hlubokooceánských pánvích.



Lom Bzová. Jedna z aktivně těžených stěn s masivními, lavicovitými a deskovitými pískovci proloženými tenčími vrstvami jílovců a práchovců (foto R. Mikuláš)

Význam pro širší poznání: Výzkumy ichnofosilie *Zoophycos* ukazují na velmi neobvyklé způsoby hospodaření s potravními zdroji. V některých případech je evidentní, že vějíře a laloky sloužily původci ke skladování organického materiálu, který by se na dně jinak rozložil nebo by byl odplaven, a nemohl by tak původci sloužit v době nouze (např. v době malého nebo žádného spadu mrtvého planktonu). *Zoophycos* je typickým příkladem tzv. zakládkové textury (*spreiten-structure* v anglosaské literatuře).

Přístup: Ze severního okraje obce Bzová po značené účelové silnici do lomu. K prohlídce stop ichnorodu *Zoophycos* je nutné požádat zaměstnance lomu, kteří pískovcové desky s obzvlášť pěknými exempláři stopy *Zoophycos* isp. dávají stranou jako samostatný dekorativní artikl.

Geologická charakteristika okolí: Lom Bzová je v rámci Západních Karpat součástí tzv. bělokarpatské jednotky. Je to geologicky (i na poměry pásemného pohoří s mnoha příkrovy) velmi složitý celek. Je tvořen sedimenty svrchní křídly až středního eocénu (tedy velmi dlouhého období mezi 100 a 38 miliony let), které oproti sedimentům sousední račanské nebo bystrické jednotky vykazují velkou horninovou pestrost, a tedy obtížné vzájemné srovnávání vrstev. Sedimenty bělokarpatské jednotky jsou intenzívně zvrásněny a na rozdíl od sousedních jednotek mají stavbu volných kerných struktur s málo výraznou pásemnou stavbou.

Závěrem

Ichnofosilie jsou pro geologa pracujícího s usazenými horninami běžným fenoménem, kterému však ne vždy věnuje pozornost. Informace vyplývající z výskytu určitého společenstva fosilních stop v usazenině mohou být někdy banální, jindy však změní pohled na geologický vývoj celé oblasti. Mimoto ještě zdaleka není vyčerpán potenciál paleobiologických studií využívajících ichnofosilie. Stopy jsou podle jedné z definic záznamem chování organismů v geologické minulosti – a mezi chování v tomto případě nepochybně spadají i potravní vztahy, predace, parazitismus apod. Lze odhadnout, že obor ichnologie se již nikdy v dohledné budoucnosti neocitne na okraji zájmu. Ekonomickou podporu má ichnologie zajištěnu, kromě stovek kvalitních publikací vznikajících v akademickém prostředí, také zájmem ropných společností, které mají pro ichnology mnohá zadání: od „prosté“ korelace vrtů přes věrohodné rekonstrukce organickou hmotou bohatých sedimentárních pánví až po vyhodnocení bioturbovaných vrstev, které mají vlivem složitých tvarů fosilních stop charakter membrán, propouštějících ropné uhlovodíky v jednom směru, nikoliv však ve směru kolmém nebo opačném.

V současné době existuje (téměř výhradně v anglickém jazyce) řada kvalitních webových stránek věnovaných ichnologii, často editovaných současnými špičkovými ichnology. Pokud budete mít v ruce vzorek horniny s předpokládanou ichnofosilií a bude vás zajímat její původ a význam, můžete se vydat cestou webových prohlížečů. Ale ani autor této zatím útlé brožury vás neodmítne.

V edici Atlasy nakladatelství Academia se již připravuje obsáhlejší publikace na téma fosilních stop; měla by vyjít v nejbližších letech.



Dekorační užití pískovce s ichnofosilií *Zoophycos* isp. Tzv. „pasivní dům“ v obci Hošťálková
(foto R. Mikuláš)

Zoophycos isp. s neobvyklou strukturou (dvojitě „Y“) poblíž vrcholu. Velikost asi 50 x 60 cm
(foto R. Mikuláš)



Oddělení paleomagnetismu se zabývá paleogeografickými a paleomagnetickými studii předvariských a variských horninových formací s důrazem na výzkum Českého masivu, a zvláště pražské pánve. Mezi další sledované problémy patří magnetostratigrafická studia s vysokým rozlišením, zaměřená zejména na hraniční souvrství jura/křída, kenozoické vulkanické komplexy a souvrství jeskynních sedimentů i environmentálně magnetické rekonstrukce kvartérních procesů a studia meteoritů s důrazem na výzkum vývoje solárního systému a vzniku života.

Oddělení fyzikálních vlastností hornin je zaměřeno na studium fyzikálně-mechanických vlastností hornin, jejich odezvy na mechanické namáhání, studium zákonitostí porušování hornin, dále na rozvoj a zdokonalování experimentálních metod. Výsledky, zejména týkající se reologických vlastností, jsou významné při ocenění stability podzemních děl. Studovány jsou především horniny z oblastí potenciálních lokalit Českého masivu pro hlubinné ukládání radioaktivních a toxických odpadů a dále horniny reprezentující spodní zemskou kůru a svrchní plášť.

Oddělení analytických metod jednak do značné míry zajišťuje výzkum prováděný v ostatních odděleních, jednak se věnuje výzkumu vulkanitů, vltavínů a řady dalších materiálů. Úzce spolupracuje s většinou oddělení ústavu.

Paleoichnologie (z řeckého ichné = pohyb) se zabývá širokým spektrem objektů zvaných ichnofosilie. Ty jsou poměrně běžně nalézány v horninovém záznamu, případně v substrancích vytvářených organismy (schránky, kosti, dřevo, jantar aj.). Nejbližší obecnému porozumění jsou zkamenělé šlápěje a jejich řady (sledy) či doupata (nejen savců, mnohem častěji jde o obydlí bezobratlých uvnitř mořského dna). K ichnofosiliím dále řadíme tzv. potravní stopy, např. požitky na povrchu dna a stopy po projíždání hlubokých partií usazeniny nebo půdy. Dávnou geologickou historií však mají i složité konstrukce, jakými jsou tzv. agrichnia – stopy po úpravě substrátu k produkci potravy, tj. ekvivalent lidmi provozovaného zemědělství – a chemichnia (stopy vytvořené k jímání plynů použitelných k chemosymbióze s mikroorganismy, nejčastěji metanu a amoniaku). V poslední době začíná být doceňován význam tzv. sekvestrčních – stop po skladování dlouhodobě požitelné organické hmoty.

V EDICI VĚDA KOLEM NÁS PŘIPRAVUJEME:

Jindřich Dejmek: **Organizace spojených národů**

Zora Hesová: **Muslimové v Evropě**

Jan Hasil: **Odhalování minulosti Letenské pláně**

DOSUD VYŠLO:

Václav Cílek: **Zadržování vody v krajině od pravěku do dneška**

Daniela Čadková: **Recepty antické kultury v databázích**

Jaroslav Pánek: **The Czech Historical Review**

Edice Věda kolem nás | Co to je...

Ichnofosilie | *Radek Mikuláš*

Vydalo Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., Nakladatelství Academia. Grafická úprava dle osnovy Jakuba Krče a sazba Serifa. Odpovědná redaktorka Petra Královcová. Vydání 1., 2021. Ediční číslo 12840. Tisk **SERIFA**[®], s. r. o., Jinonická 80, 158 00 Praha 5.

ISSN 2464-6245

Evidováno MK ČR pod e. č. E 22344

Další svazky získáte na:

www.vedakolemnas.cz | www.academia.cz