



Za fosilními dřevy do ománské pouště

PETRA MATYSOVÁ

„Slunce vyjde, i když kohout nezakokrhá“¹

Sultanát Omán je převážně pustá pouštní země, kde se východ a západ slunce pro svou rychlost špatně fotografují – Omán totiž leží geograficky pod obrátkem Raka. Kdysi byl kolonií Portugalců, později jej silně ovlivnili vzdělání Britové. A vliv Západu trvá dodnes (viz rámeček na protější straně). V geologické minulosti urazil Omán kontinentálním driftem dlouhou cestu od rovníku směrem k jižnímu pólu a zpět (obr. 2). Během oné dlouhé doby byl dvakrát postižen rozsáhlým zaledněním, naposledy na rozhraní karbonu a permu.

SLOVNÍČEK

Gondwana – superpevnina na jižní polokouli. Začátkem druhohor se začala postupně rozdělovat na dnešní kontinenty a subkontinenty (Jižní Ameriku, Afriku, Indii, Austrálii a Antarktidu).

glossopteridy – skupina kapradosemenných rostlin. Druhově monotónnější flóra Gondwany, která je označována jako glossopterisová (podle rodu *Glossopteris* sp.).

ofiolity – soubor bazických a ultrabazických láv a menších lávových intruzí, který je často doprovázen páskovanými silicity, hlubokovodními břidlicemi či vápenci. Jde o idealizovaný profil oceánské kůry a svrchního pláště.

permineralizace – prostoupení rostlinných pletiv vodnými roztoky různých minerálních látek (silicifikace, kalcifikace, fosfatizace, pyritizace ap.). Původní rostlinné pletivo je jakousi trojrozměrnou maticí pro anorganickou hmotu, organická hmota je ve většině případů téměř úplně nahrazena.

Ve středním permu následovalo skutečné globální oteplení a pak, s ústupem zalednění z Ománu i z dalších částí Gondwany, se začalo rozvíjet rostlinstvo, o němž zatím není mnoho známo. Francouzský paleobotanik J. Broutin z oblasti Huqf nedávno asi jako první systematicky popsal otisky glossopteridů, typických prvků gondwanské flóry. Ománská poušť nám díky klimatickým změnám přichystala ještě jedno velké překvapení – skutečně úchvatný fenomén. Ve vnitrozemí vítr postupně odkrýval a stále odkrývá ohromná množství permineralizovaných kmenů z období staršího a středního permu. Během oteplování Gondwany se postupně obměňovala flóra i fauna až do doby, kdy nastala opravdová celoplanetární aridizace. Právě výskyt prokřemenělého dřeva může být paleoklimatickým indikátorem těchto změn.

Po tomto oteplení před koncem permu zalilo Omán moře. Dokládají to mohutné vrstvy fosiliferých mořských vápenců

Mgr. Petra Matysová (*1980) vystudovala obor environmentální geochemie na PřF UK v Praze. Na oddělení geochemie Ing. Ivany Sýkorové, DrSc., v Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., se v rámci doktorandského studia zabývá zkoumáním prokřemenělých a prouhelněných materiálů. Rodačku z Podkrkonoší vedla ke geologii klikatá cesta a snad i díky ní se na věci ráda dívá z různých úhlů. Nadchla se proto hlavně pro mezioborovou práci.

←← 1. Na protější straně: Pouštní útvary z proželeznělého písku, spodní Gharif. Snímky © Gordon Forbes.

souvrství Khuff v nadloží souvrství Gharif. Desková tektonika ale nenechala tento kus pevniny dlouho v klidu. Během křídy se při kolizi euroasijské a arabské desky mimo jiné vyvrásnil mohutný hřeben ofiolitů, které jsou přímým svědectvím složení oceánské kůry té doby. V třetihorách se uložily další mohutné masy karbonátů, které lemují zmíněné ofiolity – vznikl horský křídový hřeben Al Hajar, jenž dnes leží na severovýchodě země. Ve stejné době také pokračoval vznik solných pánví a dnešních pouští. Hlavní fosilní bohatství Ománu tvoří ložiska zemního plynu a velmi kvalitní ropy vysokého stáří. Uhlí se dochovalo třetihorní a ve srovnání s předchozími surovinami je ho pouhý zlomek. Místní metalurgické dílny využívaly zrudnění mědi a dalších kovů v ofiolitech už od starověku.

„Vede-li tě skuhrající havran, dojdeš k mršíně“

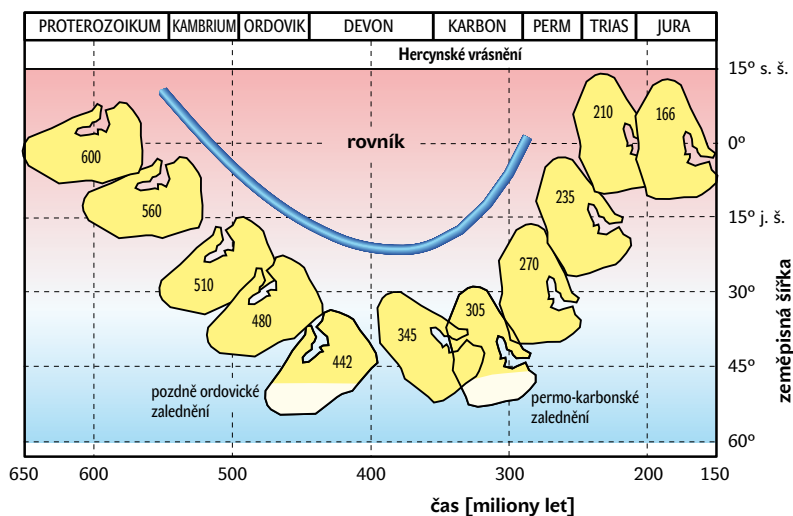
Vyjedeme-li z hlavního města Maskatu jihovýchodně k oblasti Huqf, vyzdvižené kdysi poklesem okolních pánví, ocitneme se po půldenní jízdě v nehostinné kamenité až písčité poušti. Alespoň nám připadá nehostinná, Ománci v ní ale místy stále žijí. Nicméně v lidmi neobydlených a skutečně velmi pustých oblastech lze nalézt doslova „výstavní exempláře“ odhalených kmenů permských dřevin. Není však radno hledat je bez zkušeného průvodce nebo s nedostatečným vybavením, mohli byste za to v kruté poušti zaplatit životem.

Při bližším ohledání fosilií si všimneme rozdílů v permineralizaci. Drobné tmavé větvičky či stonky prosycené oxidy anebo hydroxidy železa dokládají rostlinný život v souvrství Gharif. Jsou k nalezení na povrchu solitéru jménem Pinnacle nebo v předpolí železné hory Quarn Aswad, kde je doprovázejí útvary připomínající vodovodní potrubí (obr. 1 a 3).

Druhou skupinou rostlinných fosilií jsou prokřemenělá dřeva v souvrství svrchní Gharif (obr. 4). Jsou mnohem častější a také úplně jinak vypadají. Poměrně objemné kmeny se nacházejí na mnoha lokalitách v okruhu desítek kilometrů; výjimkou nejsou lokalizace v blízkosti geologických zlomů. Většina kmenů byla vyvátá z fosiliferních fluviálních pískovcových sedimentů a rozlámaná na různě velké fragmenty. Liší se na první pohled barvou i stupněm zachování, i když převažují šedé a barevně nevýrazné formy. Výjimkou je lokalita Saiwan, která skýtá nečekaně barevnou podívanou (obr. 5). Naopak nalezená „šedá“ fosilie *Forbesia*² dokazuje, že i na první pohled ne moc pěkný kousek může po vybroušení a vyleštění vypadat nádherně (obr. na obálce). Vzorok dřev z různých loka-

1) Pro mezititulky byla použita arabská přísloví.

2) Vyleštěný příčný řez kmenem *Forbesia* sp. byl věnován Chlupáčovu Muzeu Země, PíF UK, Albertov 6, Praha 2.



2. Pohyb Ománu v geologické minulosti relativně k rovníku.

SULTANÁT OMÁN

Omán, nám celkem neznámá oblast Středního východu, je oázou míru na Arabském poloostrově. Země o rozloze Německa má přibližně 3 miliony obyvatel. V jejím čele dnes stojí sultán Kabús, místními lidmi velmi respektovaný muž. Po svržení svého otce a nástupu k moci přivedl zemi během posledních 40 let z „postkoloniálního středověku“ doslova k modernímu blahobytu. Ženy mají v Ománu právo na vzdělání i práci. Stejně jako muži mají po dosažení věku 21 let právo volit členy Poradního shromáždění sultána v rámci omezené demokracie. Chudí přistěhovalci z východu (např. Indové a Pákistánci) představují spolehlivou a levnou pracovní sílu. Zajišťují sice chod a „blahobyť“ modernizující se společnosti, sultán se však snaží jejich příliv omezit a podporuje „omanizaci“ neboli tvorbu pracovních míst pro Ománce i ománské emigranty. Jde o poměrně vzácný příklad pozitivně fungující monarchie, soudě podle exotické a zároveň poklidné atmosféry v zemi. V poslední době cestovní kanceláře nabízejí Omán jako exotickou destinaci a zemi začínají projíždět autobusy s německými turisty. Orientace v zemi je snadná díky dvojjazyčnému značení v arabštině a v angličtině.

Abstract: Fossil plant stems from Omani desert by Petra Matysová. Permian fossil plant stems in Sultanate of Oman occur in desert areas. Formerly embedded in sandstones, now they are deflated by the air and accessible on the desert floor. They are unique for their permineralization by Fe oxides/hydroxides, SiO₂, sometimes with an admixture of moganite, a metastable form of SiO₂. The fossils probably prove semi-arid middle Permian climate in the area.

3. Písečná hora Quarn Aswad. Snímek © Tomáš Grygar.





4. Nahoře: Prokřemenělá dřeva svrchního Gharifu.
5. Dolní dva snímky: Zajímavě barevná fosilní dřeva v oblasti Saiwan. Snímky © Petra Matysová.

lit jsme podrobili analýze, abychom se pokusili popsat průběh fosilizace.

„Neházej všechno do jednoho pytle, nezdvihneš ho“

Podrobným studiem jsme zjistili, že silicifikovaná ománská dřeva jsou z geochemického a mineralogického hlediska dvojího typu. Většina je prosycená vysoce krystalickým křemenem (αSiO_2), popřípadě lokálně pigmentována přimíšenými oxidy železa (obr. 6). Křemičitá hmota má velmi slabou tmavě fialovou až hnědou katodoluminiscenci (Vesmír 84, 142, 2005/3). To poukazuje na vznik za nízkých teplot a nízkou přítomnost aktivátorů, tedy malé množství poruch v mřížce oxidu křemičitého. Anatomie dřev je zachována v různé míře, často velmi dobře, takže bylo možné i systematicky určit taxon.

Druhou skupinou, nebo spíše naprostou výjimkou, jsou fosilie z oblasti Saiwanu. Vymykají se běžně známé formě silicifikace. Buňky dřeva jsou zachovány goethitem ($\alpha\text{-FeOOH}$), někdy s příměsí hematitu ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), což vytváří nepravidelné domény ve vzorcích, zatímco zbytek objemu kmenů je vyplněn anorganickou hmotou oxidu křemičitého (obr. 7). Vedle

K DALŠÍMU ČTENÍ

- Berthelin M., Vozenin-Serra C., Broutin J.: Phytogeographic and climatic implications of Permian woods discovered in Oman (Arabian Peninsula), *Paleontographica Abt. B* 268, 93–112, 2004
- Glennie K., PDO Production Team: Oman's Geological Heritage, Petroleum Development Oman. 2nd edition, 2006
- Götze J., Nasdala L., Kleeberg R., Wenzel M.: Occurrence and distribution of "moganite" in agate/chalcedony: a combined micro-Raman, Rietveld, and cathodoluminescence study, *Contrib. Mineral. Petrol.* 133, 96–105, 1998
- Matysová P.: Psaronie, královny permokarbonu aneb Kapradiny trochu jinak, *Vesmír* 88, 380, 2009/6
- Matysová P., Grygar T.: Permian silicified wood in Oman, *Al Hajar Newsletter* 15. GSO, Sultanate of Oman, 14–18, 2009, [http://www.geologyoman.com/gso/Haj\(Nov09\).pdf](http://www.geologyoman.com/gso/Haj(Nov09).pdf)

MOGANIT je metastabilní fáze oxidu křemičitého (SiO_2), o jejímž vzniku, stabilitě a podmínkách nutných k rekrystalizaci na stabilní křemen se příliš neví. Je to monoklinický polymorf oxidu křemičitého, obsahující ve struktuře asi 7 % vody a 0,5 % oxidu uhličitého. Byl objeven r. 1984 ve španělských ignimbritech z oblasti Gran Canaria. Jako nový minerál oficiálně existuje pouhých 10 let a o jeho uznání se vedly vášnivé debaty. V mikroskopu jej nelze odlišit od chalcedonu, vláknité odrůdy křemene. V rámci jedné krystalové buňky se pravidelně střídají pravotočivé a levotočivé lamely křemene. Drobné vláknité domény mají pozitivní optickou elongaci, označovanou jako tzv. „length-slow“. Moganit byl zatím nalezen pouze v těch fosilních rostlinách, které fosilizovaly v důsledku pohřbení sopečným materiálem.

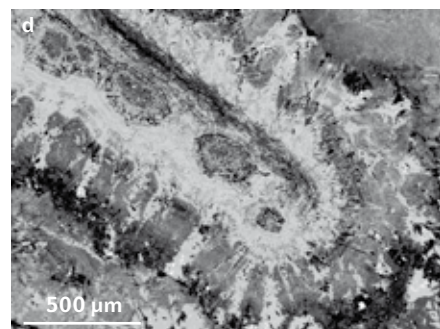
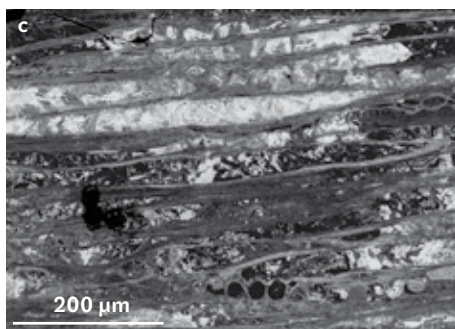
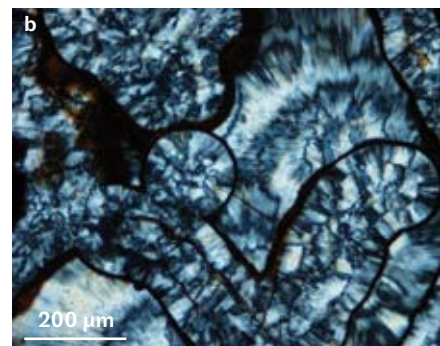
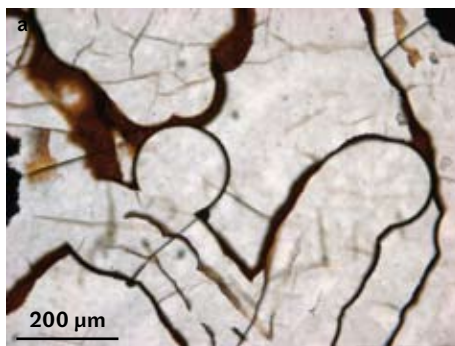
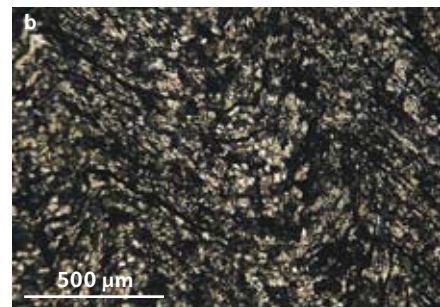
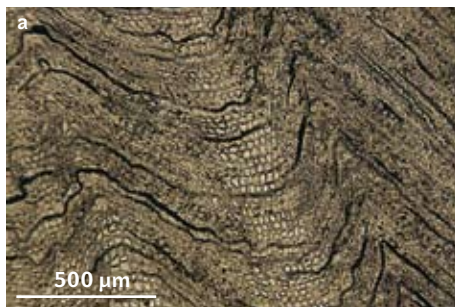
obvyklého křemene se nám podařilo prokázat i určitou raritu, minerál moganit (viz rámeček na předchozí straně).

„Hod kámen do rybníka a tento svět už nikdy nebude takový, jaký byl“

Místní lidé požádali sultána o povolení vytěžit zvláště a krásně mineralizované dřevo ze Saiwanu pro komerční účely. Málem pro peníze zdevastovali naleziště fascinujících kmenů, aniž si uvědomili význam přírodního dědictví své země. Naštěstí sultán a jeho poradci zůstali neoblomní – otázka je, na jak dlouho. Každým dnem totiž z oblasti mizí kilogramy pestrobarevných fosilií, které už nikdo nikdy zpět do pouště nevrátí.

Ojedinelé místo s velkým vědeckým potenciálem by si zasloužilo ochranu přinejmenším na státní úrovni. Bohužel postupem času nejspíš zanikne.

„Nevědomost není hanba, ale hanba je, když znalost odmítneš.“



6. Horní dva snímky: Mikrofotografie prokřemenělých dřev šedivého typu ze svrchního Gharifu; normální (a) a polarizované (b) světlo, oxid křemičitý permineralizuje dřevo rostlin.

7. Čtyři dolní snímky: Mikrofotografie fosilních dřev z oblasti Saiwanu; normální (a) a polarizované (b) světlo – průhledné části oxidu křemičitého s moganitem jsou pouze anorganické, bez struktury dřeva. Zpětně odražené elektrony (c, d): srovnaj goethit zachovávající dřevo (c) a jeho rekrystalizované struktury (d).

Všechny snímky na této straně © Petra Matysová.

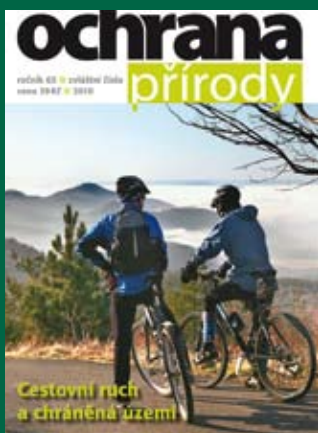


Mimořádné číslo časopisu Ochrana přírody na téma Cestovní ruch a chráněná území

Cestovní ruch patří v současnosti k nejrychleji rostoucím ekonomickým odvětvím a celosvětově již dosahuje obrátu ropného či automobilového průmyslu. Specifickým odvětvím je cestovní ruch v chráněných územích, v nichž podle údajů WTO roste cestovní ruch až čtyřnásobnou rychlostí oproti ostatním oblastem. Atraktivní příroda cestovní ruch láká a je nezpochybnitelným motorem růstu ekonomiky.

Mimořádné číslo přináší sérii článků, jejichž autoři se snaží o objektivní vyhodnocení koexistence cestovního ruchu s chráněnou přírodou. Docházejí k závěru, že organizačně zvládnutý cestovní ruch nevede k poškození přírody, a zároveň vyvrací častá tvrzení, že vznik chráněných území poškozuje rozvoj regionů.

Další informace a časopis v elektronické verzi naleznete na www.casopis.ochranaprirody.cz.



INZERCE

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Nuselská 39, Praha 4, 140 00, telefon 241 082 219, fax 241 082 999, e-mail: aopkcr@nature.cz, www.nature.cz

Tajemství lidského hlasu

Vojtěch Mišun

Vojtěch Mišun **Tajemství lidského hlasu**
ISBN 978-80-214-3499-8 • 400 s.
vychází v červenci 2010

...Vokální trakt je akustickou kavitou, v níž může za jistých okolností rezonovat příslušný vzduchový prostor. Tj. v kavitě vzniká stojaté vlnění. Vokální trakt je tvořen ústní a hrdelní dutinou. V jistých případech mohou být součástí vokálního traktu i nosní dutina a přilehlé dutiny lebeční. Kavita vokálního traktu je ohraničena na vnější straně otevřením ústní dutiny, na straně hlasivek pak hlasivkami, které jsou trvale otevřeny při generování hlasu šepem a vibrují při mluvení nahlas. Vokální trakt coby akustická kavita je poměrně složitým prostorovým akustickým útvarem jak po stránce geometrické, tak i po stránce jejího buzení. Vzhledem k těmto skutečnostem a pro lepší pochopení akustických vlastností vokálního traktu a pro generování lidského hlasu vůbec je vhodné se blíže seznámit s akustickými vlastnostmi jednodušších tvarů kavit...



Nakladatelství **VUTIAM**
Vysoké učení technické v Brně
Antonínská 1 • 601 90 Brno
tel.: 541 145 352
e-mail: vutium@ro.vutbr.cz

www.vutium.vutbr.cz