



Určování geologického času

První lidé, kteří potřebovali pochopit vzájemné vztahy mezi horninami, a tedy znát jejich stáří, byli prospektoři a horníci. I když lidé dobývali nerostné suroviny už od antiky, začali se vztahy mezi horninami více zabývat až od 16., resp. 17. století.

V roce 1669 Nicolaus Steno formuloval dvě základní pravidla, která jsou obecně přijímána až do současnosti: první bylo, že sedimentární horniny se ukládají ve vodorovné poloze, a druhým bylo, že mladší horniny jsou uloženy na starších horninách. Právě to druhé pravidlo, tzv. princip superpozice, znamenalo počátek počítání času (i když relativního) v geologii, tj. byly položeny základy relativního datování – chronostratigrafie. Jinými slovy s využitím druhého pravidla je možné stanovit, která hornina je starší a která mladší. Ovšem tímto postupem není možné mezi sebou srovnávat horniny, které nejsou součástí jednoho profilu.

To si uvědomil William Smith, když na počátku 19. století pracoval na geologické mapě Anglie. Aby tedy mohl srovnávat horniny z různých oblastí Anglie, využil zkameněliny, které se v sedimentárních horninách vyskytovaly, a formuloval pravidlo „stejných zkamenělin“. Podstata tohoto principu tkví v tom, že horniny, které obsahují zkameněliny stejných organismů, jsou stejně staré. Tento princip, opírající se o znalosti paleontologie a biostratigrafie, znamenal kvalitativní skok v relativním určování stáří hornin a posunul jej směrem k absolutnímu datování, tzv. chronometrii. To znamená, že geologové mohli nejen na základě principu superpozice říci, co je starší a co mladší, ale mohli, když věděli, kdy oni zkamenělí živočichové žili, určit, jak je daná hornina stará, zda například pochází ze siluru či devonu (tabulka). Avšak využívat zkameněliny pro určování stáří hornin jde jen v případě, že se nacházejí v horninách usazených nebo slabě metamorfovaných, navíc tato metoda není schopna sama o sobě udat hodnotu stáří. Je to, jako bychom se dívali na fotografii a z ní bychom dokázali podle stylu oblečení a módy vyčíst, že byla pořízena v 80. letech minulého století, ale již bychom nedokázali říci, zda to byl rok 1984 nebo 1986.

Podobný problém „číselného“ určení stáří v geologii vyřešily až výše zmíněné metody určování absolutního (numerického) stáří. Tyto metody jsou založené na radioaktivním rozpadu izotopů chemických prvků obsažených v horninách. Nejznámější z nich je metoda rozpadu radioaktivního uhlíku, který vzniká v důsledku dopadajícího kosmického záření na molekuly dusíku a kyslíku, jež se prostřednictvím dýchání dostanou do těla organismů. Princip je založen na tom, že během života organismu se hodnota izotopu ^{14}C udržuje v rovnováze s okolním prostředím. Po uhynutí organismu se v těle množství izotopu ^{14}C nedoplňuje a jeho koncentrace klesá (poločas rozpadu izotopu ^{14}C je 5730 let, kdy produktem tohoto rozpadu je stabilní uhlík ^{12}C). Touto metodou se lze „podívat“ do minulosti 50 000 let zpátky. V měřítku života člověka se může zdát takové stáří obrovské, avšak pro Zemi, jejíž stáří je 4,54 mld. let, je to jen okamžik, proto byly vyvinuty i další metody určování absolutního (numerického) stáří, schopné proniknout do „vzdálenější“ minulosti – statisíce, miliony (např. geochronologie ^{210}Pb) až miliardy let (např. geochronologie $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$; $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$).

Ptáme-li se, k čemu je nám třeba znát stáří hornin, pak kromě využití přírodních zdrojů (větší efektivity při vyhledávání nerostných ložisek) je odpovědí znalost budoucnosti Země, a tedy i lidí. Protože horniny obsahují kromě informací o stáří i informace o podmínkách vzniku, prostředí atd., na jejichž základě je pak možné odhadnout chování Země v kratší i vzdálenější budoucnosti a znát dopředu, co si pro nás příroda může připravit či již připravuje.

Marek Křížek, PřF UK v Praze, krizekma@natur.cuni.cz

Tab.: Přehled vývojových etap Země (podle Chlupáče, 2002, upraveno)

Eon (vývojová etapa)	Éra	Perioda	Stáří (mil. let)
phanerozoikum	čtvrtohory (kvartér)	holocén	0–0,01
		pleistocén	0,01–2,6
	třetihory (terciér)	neogén	2,6–24
		paleogén	24–65
	druhohory (mezozoikum)	křída	65–140
		jura	140–200
trias		200–250	
prvohory (paleozoikum)	perm	250–298	
	karbon	298–354	
	devon	354–410	
	silur	410–440	
	ordovik	440–490	
	kambrium	490–545	
proterozoikum (starohory)			545–2500
archaikum			2500–4540

APLIKACE DO VÝUKY:

Zkuste s pomocí tabulky vypočítat, jak dlouhý časový úsek na geologické stupnici by odpovídal éře lidí (od objevení se druhu *Homo sapiens*), když bychom stáří Země přiřadili délku 4600 dní a víme-li, že první člověk se ve skutečnosti objevil před 2 mil. lety.

Zkuste charakterizovat jednotlivé geologické éry (jací v nich žili živočichové, jaké rostly rostliny, kdy vznikala jednotlivá pohoří).

LITERATURA:

BERRY, W. (1987): Growth of a prehistoric time scale: based on organic evolution. Blackwell Scientific Publications, Palo Alto, 202 s.
 CHLUPÁČ, I. a kol. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
 NOLLER, J. S., SOWERES, J. M., and LETTIS, W. R. /eds./ (2002): Quaternary Geochronology: Methods and Applications, Washington, DC: American Geophysical Union, AGU Reference Shelf 4, 582 s.