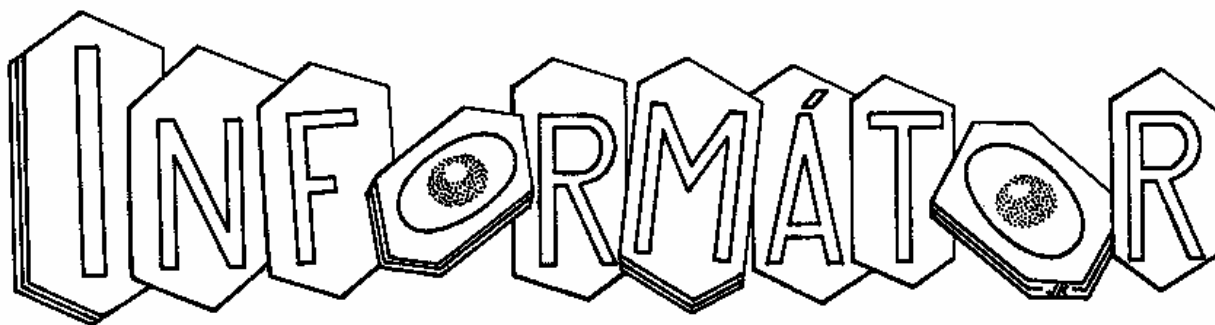




ČESKÁ SPOLEČNOST PRO VÝZKUM A VYUŽITÍ JÍLŮ

Česká společnost pro výzkum a využití jílu (ČSVVJ), ustavená v roce 1998, sdružuje zájemce a stimuluje teoretický i aplikovaný výzkum, vzdělávání a mezinárodní styky v oblasti argilologie. ČSVVJ je pokračováním "Československé národní jílové skupiny", která byla založena v Československu v roce 1963.

Číslo 41

Květen 2009

SLOVO EDITORA

Vážení přátelé,

půl roku uteklo velmi rychle a už máte v rukou nové číslo našeho bulletinu. Co se během této doby ve Společnosti událo? Především byly ve velmi krátké době zrecenzovány příspěvky do sborníku 18. jílové konference v České republice, který právě vyšel jako 1. číslo časopisu *Acta Geodynamika et Geomaterialia*, ročníku 2009. Všichni účastníci jej dostanou v tištěné podobě. Ostatní zájemce odkazují na webové stránky Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i. <http://www.irms.cas.cz/?lang=CZ&Menu=25.0.0.0>, na kterých jsou plné verze článků publikovaných ve sborníku a z nichž si je lze stáhnout. Výbor v současné době zvažuje další akce, které by chtěl uspořádat nebo kterých by se chtěl zúčastnit. Je to především zachování pravidelných seminářů. Pokud má někdo z Vás zajímavé výsledky a chtěl by je přednést na semináři, nechte se přihlásit buď Dr. Pospíšilovi, nebo mně. Dále uvažujeme o datu a místě konání 19. jílové konference v roce 2012 pravděpodobně spojené se středoevropskou konferencí. Ve výhledu do budoucna zvažujeme i možnost konání EUROCLAY nebo Konference AIPEA, neboť se nám přihlásil partner (Společnost GUARANT International), který by pomohl v konání tak velké akce.

Byl bych rád, kdybyste se aktivněji podíleli na činnosti Společnosti a tvorbě našeho bulletinu. Předem Vám za Vaše názory, nápady i připomínky děkuji. Tímto zároveň upozorňuji na **uzávěrku podzimního čísla, která je 15. 10. 2009.**

Všechna dosud vyšlá čísla jsou na webových stránkách Společnosti na adrese: **www.czechclaygroup.cz**

Na závěr slova editora přeji všem našim čtenářům krásné prázdniny, aby si je všichni užili podle svých představ a načerpali síly a inspiraci pro nové výzkumy v druhé polovině roku 2009.

Martin Štastný, editor

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR v.v.i.

V Holešovičkách 41

182 09 Praha 8 - Libeň

tel.: 266 009 262, fax: 26886645, 26880649

e-mail: stastny@irms.cas.cz

OBSAHY PŘEDNÁŠEK PODZIMNÍHO SEMINÁŘE

Na semináři České společnosti pro výzkum a využití jílu, který se konal dne 26. 11. 2008 v posluchárně Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, Praha 8, byly předneseny dvě přednášky, jejichž zkrácené znění přinášíme na následujících stranách.

Vibrační spektroskopie jílových minerálů

Vibrační spektroskopie se vedle rentgenové difrakce v poslední době stále více uplatňuje pro strukturní charakterizaci jílových minerálů. Její použití je významné díky větší dostupnosti a ceně přístrojů a vývoji nových měřících technik. Metoda je používána například pro identifikaci hlavních komponent a příměsí v jílových minerálech, sledování povrchových reakcí, studium změn při mechanochemické nebo tepelné úpravě jílu, sledování nových materiálů vzniklých při interkalaci jílových minerálů, vývoj a přípravu geopolymerních materiálů.

Vibrační molekulová spektroskopie je zastoupena dvěma hlavními metodami – infračervenou a Ramanovou spektroskopií. Infračervená spektroskopie měří absorpci infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovanou molekulou nebo skupinou atomů. Infračervené záření je v rozsahu vlnových délek 0,78 - 1000 μm , což odpovídá rozsahu vlnových délek 12800 - 10 cm^{-1} . Celá oblast bývá rozdělena na blízkou (13000 - 4000 cm^{-1}), střední (4000 - 200 cm^{-1}) a vzdálenou infračervenou oblast (200 - 10

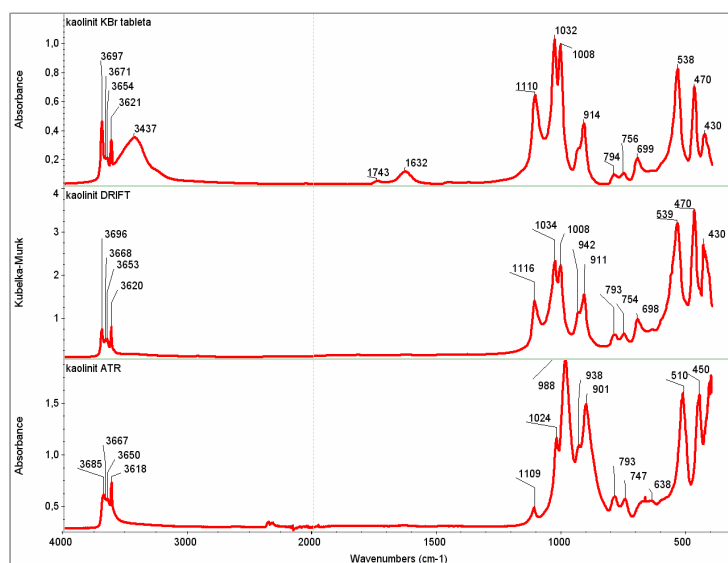
cm^{-1}), přičemž nejpoužívanější je střední oblast. Principem metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem, při níž dochází ke změnám rotačně vibračních energetických stavů molekuly v závislosti na změnách dipólového momentu molekuly. Analytickým výstupem je infračervené spektrum, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie, většinou vyjádřené v procentech transmitance nebo jednotkách absorbance na vlnové délce dopadajícího záření. Transmitance (propustnost) je definována jako poměr intenzity záření, které prošlo vzorkem, k intenzitě záření vycházejícího ze zdroje. Absorbance je definována jako dekadický logaritmus reciproké hodnoty propustnosti. Závislost energie na vlnové délce je logaritmická, proto se používá vlnčet, který je definován jako převrácená hodnota vlnové délky.

Princip Ramanovy spektroskopie spočívá v měření rozptýleného záření, které vzniká po interakci monochromatického záření s analyzovanou látkou za současných změn jejích vibračních stavů, při kterých dochází ke změně polarizovatelnosti vazeb. Rozdíl hodnot frekvencí primárního budícího záření a rozptýleného záření se nazývá Ramanův posun. Jako budící záření se používá záření laseru v rozsahu od viditelného záření až po infračervenou oblast. Posuny vyjádřené ve vlnočtech odpovídají polohám vrcholů pásů v infračerveném spektru a leží v oblasti 25 až 4000 cm^{-1} . Ramanova spektroskopie je do značné míry významnou komplementární metodou k infračervené spektroskopii vzhledem k tomu, že pásy intenzivní v Ramanových spektrech jsou v infračervených spektrech slabé a naopak. V Ramanově spektru náleží nejintenzivnější pásy symetrickým vibračním modům. V literatuře lze nalézt velmi málo prací týkajících se strukturní analýzy jílových minerálů Ramanovou spektroskopií (např. Farmer, 1998; Frost et al., 1999) vzhledem k velké fluorescenci těchto materiálů, jejíž signál překrývá Ramanovo spektrum v analyzovaném spektru jílu.

Ve vibrační spektroskopii se rozlišuje více druhů vibračního pohybu molekul. Podle charakteru vibračního pohybu se základní vibrace dělí na valenční (stretching) a deformační (bending). Valenční vibrace probíhají ve směru vazby a dochází ke změně vzdálenosti mezi vazebnými atomy. Valenční vibrace mohou být symetrické, když atomy vibrují ve fázi nebo naopak antisymetrické. Při deformačních vibracích se mění vazebný úhel, zatímco délky vazeb se významně nemění. Deformační vibrace mají nižší energii a nacházejí se ve spektrech v oblasti nižších hodnot vlnčetů oproti valenčním vibracím. Antisymetrické vibrace mají ve srovnání se symetrickými vibracemi vyšší energii a nacházejí se ve spektru při vyšších frekvencích.

V posledních letech se prakticky na všech pracovištích objevují pouze výkonné vysoceenergetické infračervené spektrometry s Fourierovou transformací, které umožňují používat vedle klasických vzorkovacích technik (KBr tablety, suspenze v nujolu) specializované vzorkovací reflexní techniky. Přehled technik v infračervené spektroskopii pro analýzu jílových

minerálů podala Madejová (2002). Pro měření vzorků, které silně absorbují infračervené záření (vodné roztoky, emulze) je výhodná technika zeslabené totální reflektance ATR – (Attenuated Total Reflectance). Jedná se o účinnou a rychlou metodu, která vyžaduje minimální přípravu vzorku pro analýzu. ATR analýza vzorků je rychlá a může být automatizována. Technika je založena na principu násobného úplného odrazu záření na fázovém rozhraní měřeného vzorku a měřícího krystalu z materiálu o vysokém indexu lomu. Krystal je většinou planární, ve tvaru lichoběžníkového hranolu. Svazek paprsků je přiveden do krystalu soustavou zrcadel tak, aby úhel dopadu na fázové rozhraní vyhověl podmínce totálního odrazu. Měřený vzorek je v dokonalém kontaktu s ATR krystalem a záření proniká částečně do analyzovaného materiálu. Pokud měřený vzorek absorbuje záření o určité frekvenci, pak tato složka bude v totálně odraženém světle zeslabena. Takto získané spektrum se do značné míry podobá spektru změřenému v transmitančním režimu. Penetrační hloubka do povrchu vzorku je řádově v jednotkách μm , tzn. že charakterizujeme pouze velmi tenké povrchové vrstvy, avšak vzhledem k násobnému odrazu na fázovém rozhraní získáme velmi kvalitní spektrum, ekvivalentní transmisnímu spektru měřenému při tloušťce vzorku v řádu desítek μm . Pro měření pevných vzorků se v poslední době uplatňuje rychlá jednoodrazová ATR používající diamantový krystal, kterým mohou být analyzovány i poměrně tvrdé materiály.



Obr. 1. Infračervená spektra kaolinitu měřeného technikou KBr tablety, DRIFT a jednoobrazovou ATR na krystalu diamantu.

Pro studium rutinní analýzy práškových vzorků byla vyvinuta difúzní reflektace. Při této technice se infračervené záření přivádí na práškový vzorek, část je absorbována, část je odrazena ve formě spekulární složky a část je rozptýlena. Poslední efekt je nazýván jako difúzní reflektance a bývá v literatuře označován jako DRIFT nebo DRIFTS (Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy). Technika difúzní

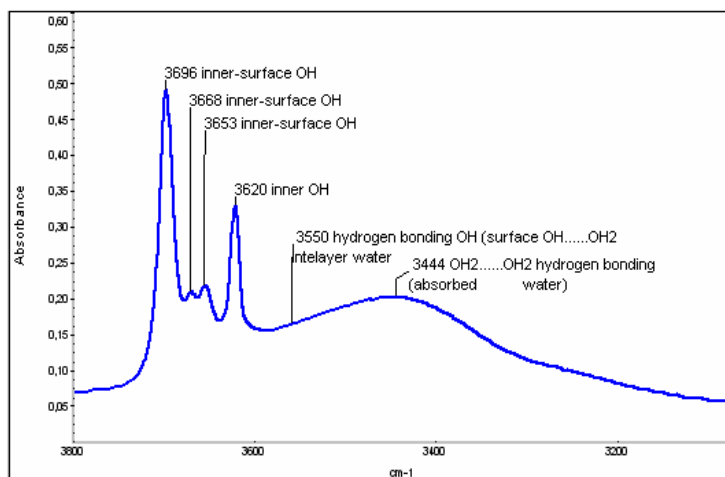
reflektance spočívá ve fokusaci infračerveného paprsku na pevný vzorek a difúzně rozptýlené záření je převedeno vhodným optickým zařízením na detektor spektroskopu. Difúzně reflektanční spektra jsou vyjádřena v lineárních jednotkách Kubelka - Munk, které odpovídají jednotkám absorbance ve spektru měřeném KBr technikou. Spekulární a reflektanční složka záření je závislá na velikosti částic a distribuci velikosti částic. Pro reprodukovatelnost měření je proto důležité mlít vzorek na velikost částic mezi 10 a 20 μm a reprodukovatelně plnit vzorkovací kelímek. Při použití DRIFTS techniky jsou vzorky měřeny v práškovém stavu ve směsi se substráty, které jsou obvyklé v konvenční infračervené spektroskopii (KBr, KCl apod.) nebo jsou vzorky měřeny v čisté formě. Vzhled spekter studovaných vzorků bez přítomnosti substrátu není ovlivněn přítomností vody v substrátu a nedochází k reakcím mezi substrátem a vzorkem, např. k iontové výměně. Příklad infračervených spekter kaolinitu měřeného technikou KBr tablet, DRIFT a jednodrazové ATR na diamantu krystalu je uvedený na obrázku 1. Spektra zachycují významný rozdíl v intenzitách a někdy i v polohách jednotlivých pásů při měření vzorků reflexními technikami ve srovnání s klasickou technikou KBr tablet.

Identifikace a charakterizace přírodních minerálů pomocí infračervené spektroskopie je založena na vztahu mezi vlnočtem, hmotností atomů a na silové konstantě vazby. Se vzrůstající hmotností atomů podílejících se na vazbě se posunuje odpovídající vibrační pás k nižším hodnotám vlnočtů. Silová konstanta a tím pádem vibrační frekvence jsou závislé na rozdílu elektronegativit mezi atomy vazby. Jak se rozdíl elektronegativit zvyšuje, roste pevnost vazby, zvětšuje se silová konstanta a v důsledku toho se zvyšuje vibrační frekvence.

Identifikace jílových materiálů pomocí infračervené spektroskopie je založena zejména na pozici a intenzitě pásů náležejících valenčním a deformačním vibracím hydroxylových skupin. Jedním z nejvýznamnějších parametrů pro identifikaci jílových minerálů je výskyt pásů v oblasti valenčních vibrací hydroxylových skupin v rozsahu vlnočtů 3300-3600 cm^{-1} . Např. kaolinit obsahuje dva typy hydroxylových skupin. První typ OH skupin je vázán k hexakoordinovanému atomu hliníku a nazývá se vnější (inner surface) hydroxylovou skupinou. Druhým typem hydroxylové skupiny jsou vnitřní OH (inner) skupiny vázané na vnitřní sdílené planární oktaedrické/tetraedrické vrstvy. Na obrázku 2 je uvedeno infračervené spektrum kaolinitu v oblasti 3800 - 3550 cm^{-1} s pásy valenčních vibrací hydroxylových skupin. Povrchové vnější OH skupiny mají 3 pásy s vrcholy při 3696, 3668 a 3653 cm^{-1} , zatímco vnitřní OH jsou zastoupeny jedním pásem při 3620 cm^{-1} (Farmer, 1974). Rozlišení, intenzita a tvar jednotlivých pásů valenčních vibrací hydroxylových skupin vyjadřuje stupeň strukturní uspořádanosti vzorků kaolinitů. Pásky deformačních vibrací vnějších a vnitřních OH skupin se nacházejí při 937 a 914 cm^{-1} .

Vibrační spektroskopie se v posledním desetiletí stále více uplatňuje při studiu interkalace vrstevných silikátů - modifikaci struktury, při níž se

do vhodné hostitelské struktury vpraví atomy, molekuly nebo komplexní ionty jiné látky. Změny v polohách a intenzitách pásů valenčních a deformačních hydroxylových skupin, tedy změny popisující sílu vodíkových vazeb, podávají cenné informace o změně struktury jílového minerálu po interkalaci. Infračervená spektra též umožňují získat informace o roli vody v interkalačním procesu (např. Frost, 1999).



Obr. 2. Infračervené spektrum kaolinitu v oblasti 3800 - 3550 cm^{-1} s pásy valenčních vibrací hydroxylových skupin.

Infračervená spektroskopie hraje významnou roli ve strukturní analýze geopolymérů. Ve spektru geopolymérů dominuje pás antisymetrických valenčních vibrací Si-O-T vazeb (kde T = Si nebo Al) v oblasti 1200 – 900 cm^{-1} . Tento pás je nazýván jako „hlavní pás“ ve spektru aluminosilikátových materiálů, jako jsou skla, zeolity nebo geopolymery. Pozice hlavního Si-O-T pásu je dána délkou a úhlem vazeb Si-O-T v silikátové síti a její hodnota reprezentuje průměrný úhel Si-O-T vazeb. Posun tohoto pásu k nižším hodnotám vlnočtů při substituci Al^{3+} za Si^{4+} ukazuje na prodloužení Si-O-T vazby, snížení vazebného úhlu a v důsledku toho snížení molekulární vibrační silové konstanty. Tento fakt může být zapříčiněn mnoha strukturními změnami v silikátové síti včetně zvýšení zastoupení nemůstkových atomů kyslíku (NBO) nebo zvýšením substituce tetraedrických atomů hliníku. Demortier et al. (1999) studovali pomocí infračervené spektroskopie aluminosilikátový gel, který je meziproduktem vzniku zeolitů z metakaolinu. Autoři popsali posun vrcholu hlavního pásu v závislosti na stupni substituce hliníku v geopolymerní trojrozměrné síti. Podobný posun byl nalezen Leem a Deventerem (2003) při geopolymizaci polétaých popílků. Velikost změny posunu tohoto pásu byla použita pro posouzení průběhu a rozsahu alkalické aktivační reakce.

Infračervená spektroskopie slouží též k posouzení obsahu kruhových jednotek ve struktuře vysoce polymerizovaných silikátů. Ve spektrální oblasti 800 – 500 cm^{-1} se objevují v infračerveném spektru pásy tzv. sekundárních stavebních jednotek trojrozměrné aluminosilikátové sítě, které podávají informace o velikosti a typu

kruhů tvořících zeolitové struktury. Pásky jsou charakteristické pro dvojité nebo jednoduché kruhy obsahující tetraedry křemíku nebo hliníku. Zvýšení počtu strukturních tetraedrických jednotek v kruhu posunuje vrchol pásky k nižším frekvencím. Množství AlO_4 tetraedrů v kruhu mění jeho geometrii a v důsledku toho pozici pásky ve spektru. Kruhy o stejném počtu členů a vyšším počtu AlO_4 tetraedrů, ve srovnání s SiO_4 tetraedry, mají méně intenzivní pásky. Pásky jednoduchých nebo dvojných čtyřlenných kruhů (S4R nebo D4R) se nalézají při $720 - 700 \text{ cm}^{-1}$, šestičlenné jednoduché nebo dvojně kruhy (6R nebo D6R) při 650 cm^{-1} , dvojně šestičlenné kruhy (D6R) se též objevují při $520 - 510 \text{ cm}^{-1}$ (Fernández-Jiménez and Palomo, 2005).

V posledních letech se objevuje mechanochemická aktivace - intenzivní suché nebo mokré mletí - při cílené povrchové úpravě jílových minerálů. Infračervená a Ramanova spektroskopie podávají cenná data o obsahu a struktuře hydroxylových skupin, oktaedricky vázaného hliníku nebo změně v obsahu vody v závislosti na době mletí. Pro posouzení strukturních změn bývají používány chemometrické metody, jako je například diskriminační analýza pomocí hlavních komponenty (Carmody 2005). Spojení vibrační spektroskopie s vhodnou automatizovatelnou měřicí technikou (ATR, DRIFT) a chemometrickými metodami je možno celý proces automatizovat. Lze tak získat potřebné informace v poměrně krátké době a minimální přípravou vzorků.

Literatura

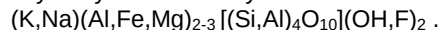
- Demortier A., Gobeltz N., Lelieur J. P. and Duhayon C. (1999): Infrared evidence for the formation of an intermediate compound during the synthesis of zeolite Na-A from metakaolin. *International Journal of Inorganic Materials* **1**, 129-134.
- Carmody O., Kristóf J., Frost R. L., Makó E., Klopogge T., Kokot S. (2005): A spectroscopic study of mechanochemically activated kaolinite with the aid of chemometrics. *Journal of Colloid and Interface Science* **287**, 43-56.
- Farmer V. C. (1974): The infrared spectra of minerals, London 1974.
- Farmer V. C. (1998): Differing effects of particle size and shape of in the infrared and Raman spectra kaolinite. *Clay Minerals* **33**, 601-604.
- Fernández-Jiménez A., Palomo A. (2005): Microporous and Mesoporous Materials **86**, 207-214.
- Frost R. L., Kristof J., Horvath E., Klopogge J. T. (1999): Modification of Kaolinite Surfaces through Intercalation with Potassium Acetate, II. *Journal of Colloid and Interface Science* **214**, 109-117.
- Lee W.K.W., van Deventer J.S.J. (2003): The use of infrared spectroscopy to study geopolymerization of heterogeneous amorphous aluminosilicates. *Langmuir* **19**, 8726-8734.
- Madejová J. (2002): FTIR techniques in clay mineral studies. *Vibrational Spectroscopy* **944**, 1-10.

Modification of Kaolinite Surfaces through Intercalation with Potassium Acetate, II.

Vladimír Machovič
(VŠCHT Praha, ÚSMH AV ČR, v.v.i.)

Schéma pro klasifikaci slídových minerálů

Slídy jsou hydratované silikáty s vrstevní krystalovou strukturou - skupinou minerálů s mimořádně proměnným chemickým složením a obecným krystalochemickým vzorcem:



V případě pravých slíd jsou v mezivrstevním prostoru umístěny jednomocné kationty, zatímco dvojmocné kationty vyplňují tento prostor u křehkých slíd. Slídy se mohou vyskytovat v makrokrystalinní formě nebo jsou přítomny ve velikostech pod $4 \mu\text{m}$. Jsou pak zařazovány do podskupiny jílových slíd s mezivrstevním kationtovým deficitem - krystalochemický vzorec vykazuje pouze 0,85-0,60 pozitivních mezivrstevních nábojů.

Je předloženo schéma, v němž slídy jsou rozděleny horizontální hranicí na makrokrystalinní slídy a slídy mikrokrystalinní (jílové slídy). Podle obsazenosti oktaedrických pozic makrokrystalinní slídy jsou děleny na podskupinu Mg-Fe-Al slíd, Li-slíd a slíd s jinými kationty.

Vertikální hranice rozděluje slídy na trioktaedrickou a dioktaedrickou část a každá skupina je dále dělena podle rozsahu Si-substituce v tetraedrických pozicích na následující typy: Si_4 , $(\text{Si}, \text{X})_4$, Si_3X , $\text{Si}_{2,5}\text{Al}_{1,5}$ (či $\text{Si}_{3,5}\text{Al}_{0,5}$), Si_2Al_2 , kde $\text{X} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{B}$.

Slídy se vyskytují v různých polytypních formách, jež se označují dle Ramsdellovy indikativní symboliky na základě počtu opakujících se vrstev ve směru c v jejich strukturní stavbě. Písmena vyjadřují výslednou symetrii mřížky (M-monoklinická, T-trigonální, H-hexagonální, Or-ortorhombická). Př.: 3T.

Slídový minerál může být na rentgenogramu identifikován podle sledu 00 ℓ bazálních a 060 difrakcí. Základní c_0 parametr činí kolem 10 Å , laterální dimenze a_0 , b_0 kolísají v rozmezí $5,2 - 5,4 \text{ Å}$, respektive $9,0 - 9,3 \text{ Å}$.

K identifikaci polytypu jsou zapotřebí sekvence vybraných nebazálních rtg. difrakcí. Užívá se intenzitních distribucí difrakcí 20 ℓ , 13 ℓ a 02 ℓ , 11 ℓ .

Někdy slídy vykazují určité přednostní umístění kationtů v tetraedrických a oktaedrických pozicích (cation ordering). V případě ditrigonální tetraedrické sítě jsou to pozice T(1) a T(2). U oktaedrické sítě to jsou M(1) trans-pozice a M(2), M(3) cis-pozice.

Jílové slídy, illit (I) a glaukonit (G), velmi často obsahují smektitovou (S) složku v různých obsazích. Ukazují pak určitou míru expandibility a vytvářejí různé druhy interstratifikací. Illit/smektity, dle Srodoně, se projevují souvislou řadou interstratifikací v následujících typech: nepravidelná interstratifikace - nepravidelná/IS pravidelná - IS pravidelná interstratifikace - IS pravidelná/ISII pravidelná - ISII pravidelná. Každý typ vykazuje specifický rozsah expandibility.

Klasifikační schéma pro slídové minerály

			Trioctahedral micas					Diocahedral micas									
			Si ₄	(Si,X) ₄	Si ₃ X	Si _{2,5} Al _{1,5}	Si ₂ Al ₂	Si ₃ X	(Si,X) ₄	Si _{3,5} Al _{0,5}	Si ₄						
			← Increasing amounts of Si					Increasing amounts of Si →									
MacrocrySTALLine micas	Mg-Fe-Al micas	Increasing amount of Fe ↓			Phlogopite K-Mg Aspidolite Na-Mg	Eastonite K-Mg,Al	Preiswerkite Na-Mg,Al	Muscovite K-Al Boromuscovite K-Al	Nanpingite Cs-Al								
					Biotite K-Mg,Fe ²⁺ ,Al,Fe ³⁺ Wonesite Na,K-Mg,Fe,Al	Siderophyllite K-Fe ²⁺ ,Al Mg <10 %		Paragonite Na-Al Tobelite NH ₄ ,K-Al		Phengite K-Al,Mg, Fe ²⁺	Aluminoceladonite K-Al,Fe ³⁺ ,Mg,Fe ²⁺						
					Annite K-Fe ²⁺ Ferriannite (Fe ³⁺) K-Fe ²⁺	Lepidomelane K-Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ Mg <10 %					Celadonite K-Fe ³⁺ ,Al,Mg,Fe ²⁺						
			Li - micas		Tainiolite K-Mg,Li Polyolithionite K-Li,Al Sokolovaite Cs-Li,Al Norrishite K-Mn ³⁺ ,Li	Lepidolite K-Li,Al Zinnwaldite K-Fe ²⁺ ,Li,Al Masutomilite K-Mn ²⁺ ,Li,Al			Ephesite Na-Li,Al								
					Micas with other cations		Montdorite K-Fe ²⁺ ,Mn,Mg Shirokshinite K-Mg,Na	Wodanite K-Mg,Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ ,Ti ³⁺	Manganophyllite K-Mg,Mn ²⁺ Shirozulite K-Mn ²⁺ Hendricksite K-Zn,Mn ²⁺			Oellacherite K,Ba-Al,Mg Chromphyllite K,Ba-Cr,Al Roscoelite K-V ³⁺ ,Al,Mg					
							Clay micas		Increasing amount of Fe ↓		Ledikite K,H ₃ O-Mg,Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ ,Al				Illite K,H ₃ O-Al Brammallite Na,H ₃ O-Al Glauconite K-Fe ³⁺ ,Al,Fe ²⁺ ,Mg		

X = Al, Fe³⁺, B

Illitové částice jsou aspoň 20 Å tlusté. Jsou složeny ze dvou 2:1 vrstev vzájemně spojených mezivrstevním draslíkem. Pravidelný typ IS obsahuje 50 % smektitových jednotek, zatímco pravidelný ISII typ jich má 20 %. Taková illitová částice má tloušťku ~ 40 Å. Vrstvy 2:1 vzájemně spojené irreverzibilně fixovaným draslíkem vytvářejí „základní“ částici interstratifikovaného illitu/smektitu. Tu není možno od sebe rozpojit.

Pozn.: Jednotlivé strukturní jednotky u fylosilikátů (vrstevních silikátů) mohou být na sebe naskládány různým způsobem. Tento fenomén označujeme jako *polytypismus*. V případě smíšených struktur jsou na sebe navrstveny jednotky různých strukturních typů. Mluvíme o *heteropolytypismu*. Když jsou na sebe naskládány vrstvy stejných strukturních typů – označujeme tento jev jako *homopolytypismus*. Pak mohou nastat dva případy: (a) vrstvy jednoho typu jsou na sobě uloženy neuspořádaně, jsou vůči sobě nepravidelně posunuty – „*disordered structures*“ (např. pseudomonoklinický kaolinit, metahalloysit) anebo (b) jsou vůči sobě pravidelně uspořádány, pravidelně jsou vzájemně posunuty – „*ordered structures*“. Pak mluvíme o *vrstevním polymorfismu* (př. slídy, kaolinit, dickit, nakrit).

Karel Melka

JARNÍ SEMINÁŘ

Česká společnost pro výzkum a využití jílů pořádá ve spolupráci s ÚSMH AV ČR, v.v.i. odborný seminář v úterý dne **26. 5. 2009 v 10,30 hod.** v posluchárně ÚSMH AV ČR, v.v.i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8.

Program semináře:

- 1) Kamil Lang (*Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i., Řež*): **Hybridní LDH filmy jako fotoaktivní materiály**
- 2) David Hradil (*Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i., Řež*): **Kadaňská zelená hlínka a její identifikace v malířských dílech z českých sbírek**

Mimo pravidelné semináře uspořádala Česká společnost pro výzkum a využití jílů ve spolupráci s Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i. přednášku RNDr. I. Turnovce na téma dřevních opálů. Výťah této přednášky následuje.

Slovenské dřevní opály

Na produkty terciárního vulkanismu na Slovensku jsou vázány opálové výskyty (Đuďa, Pauliš, 2006). S celou škálou kolomorfních hmot, počínaje hyalitem, se setkáváme převážně v andezitových, méně i ryolitových tufech a tufitech. Významné místo mezi kolomorfními křemičitými hmotami mají tzv. „dřevní opály“. Jde o silicifikovanou, respektive opalizovanou dřevní hmotu. Dosud není jednoznačně vyřešena otázka jejich vzniku ani podmínky opalizace.

Na tomto místě je vhodné upozornit, že podíl vegetace je nejvyšší objemově i hmotnostně nejen v rámci současné biosféry, ale i mezi jejími fosilními pozůstatky. Hlavní podíly tvoří zuhelnatělá dřevní hmota (od antracitu, přes černé a hnědé uhlí až po

lignit). Nicméně významně jsou v zemské kůře zastoupeny i partie silicifikované, mezi které patří i námi studované slovenské dřevní opály.

Během průzkumných prací v rámci projektu VEGA - **ověřování kolomorfních křemičitých hmot na území Slovenské republiky**, bylo zjištěno několik nových výskytů opálových hmot. Pracovníci fakulty Přírodních věd UKF zde, pod vedením doc. RNDr. Ludmily Illášové, systematicky odebírali vzorky z andezitových tufů a tufitů, se zaměřením na nálezy kolomorfních křemenných hmot.

Nejzajímavějším nálezem byly dřevní opály z nově ověřeného výskytu, který se nalézá 24 km od Nitry na pravé straně cesty mezi obcemi Velký Ďur a Rohožnica. Zdejší dřevní opály jsou v andezitových tufitech sarmatského stáří. V zářezu svahu pod místními vinicemi jsou v tufitu úlomky dřevních opálů koncentrovány natolik, že lze předpokládat jejich výrazné akumulace během transportu do sedimentační jezerní pánve. Jde většinou o drobnější úlomky větví a kmenů, vzácnější jsou kořenové části (obr. 1). Lze předpokládat, že sopečné exploze měly ve středním Slovensku devastující vliv na třetihorní subtropickou vegetaci. Porušené zbytky kmenů byly splavovány s tufitickým materiálem do průtočných jezerních pánví, kde došlo k jejich kolomorfní silicifikaci volnou kyselinou křemičitou. Je otázkou jak označit horniny, ve kterých dnes dřevní opály nalézáme. Jde spíše o horniny hostitelské než matečné, i když k mobilizaci gelů a následné postupné silicifikaci docházelo během diagenese.

Materiál z Velkého Ďuru byl porovnáván se vzorky opálů z okolí z Mochoviec. Na rtg. difrakčních záznamech se projevují reflexy nízkoteplotního křemene, tridymitu a cristobalitu. Záznamy dřevních opálů se od opálů obecných (které pracovně označujeme jako více temperované) liší, přestože ve všech studovaných vzorcích potvrdily přítomnost krystalických fází SiO₂.

Nejvyšší krystalinitu - projevující se výraznými vrcholy difrakčního záznamu, které odpovídají nízkoteplotnímu křemenu, resp. tridymitu - mají opály z Mochoviec. Dřevní opál z Velkého Ďuru se jeví jako kolomorfní až středně "krystalický". Otázkou zatím zůstává, zda byla mobilizace kolomorfní křemenné fáze přímým produktem doznívajícího vulkanického projevu, nebo šlo o procesy podmíněné i organickým podílem a aktivními alkaliemi, které nejsou diagenetické (tomu by mohla nasvědčovat přítomnost nízkoteplotních SiO₂ forem zjištěných rentgenovou difrakcí) (Turnovec, Illášová, 2006).

Poznání mechanismu silicifikace by mělo přispět k objasnění, jak dochází k petrifikaci organické dřevní hmoty, ať již během diagenese, nebo nezávisle na ní. Podle literárních údajů permineralizace (intuskrustace) nahrazuje dřevní hmotu anorganickými roztoky, které lokálně prostupují jednotlivými pletivy dřevních tkání. Zachovává se tak textura i struktura původního dřeva (obr. 2). Křemičité hmoty (opál, rohovec, křemen a jeho odrůdy včetně chalcedonu) jako permineralizátory mladopaleozoických rostlin uvádí Březinová (1970) a znovu Matyssová (2006). Mechanismy samotné permineralizace jsou mnohdy

nejasné nebo neznámé, a často se v jejich souvislosti jen vágně mluví o impregnaci odumřelého organismu roztoky, k čemuž jsou zapotřebí specifické podmínky prostředí, jako např. dostupnost vody a minerálů, fyzikální a chemický charakter sedimentů, teplota, tlak, aktivita fluida (to si dovoluji podtrhnout) v neposlední řadě vlastní dřevní hmota, respektive celý rostlinný organismus. Svou významnou roli patrně hrála organická hmota, a to nejen při vzniku dřevních opálů, ale také všech dalších hmot hyalitem počínaje. Přítomnost organické hmoty v hostitelských pyroklastikách byla prokázána u opálových výskytů Mochovce i v okolí Herlan.

Dovolím si při této příležitosti upozornit že slovenské výskyt opalizovaných tercierních kmenů a větví jsou bezesporu atraktivní. Nejde jen o bohaté nálezy zachovávající si strukturu a texturu původní dřevní hmoty, ale i o velmi zajímavé dutiny po kmenech stromů v ryolitových tufech (obr. 3 a 4), které byly popsány v rámci nekrasových jevů jako stromové jeskyně (Gaál et al., 2006; Pauliš, Mlejnek, 2003).

Pro úplnost na závěr ještě připomenu známou atrakci, kterou je Zkamenělý les v Arizoně v USA, ale i podstatně bližší kamenné „lesy“ Ipolytarnócs (v Maďarsku), nebo Gebedže (v Bulharsku).

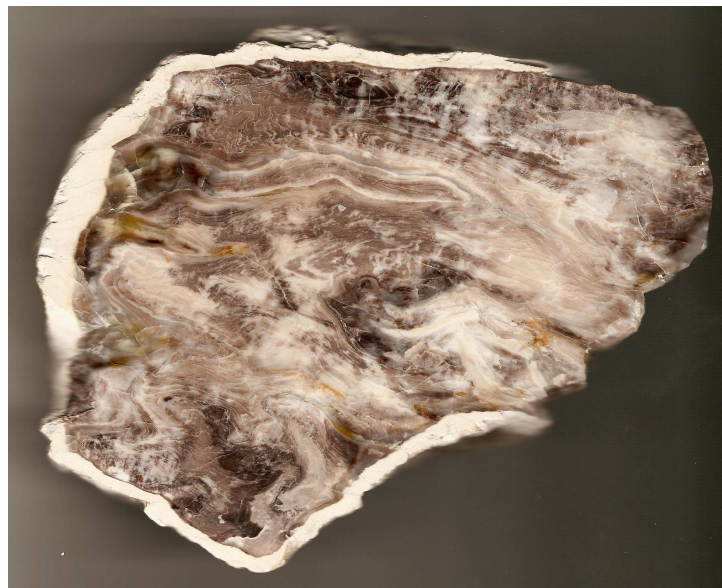
LITERATURA:

- Březinová D. (1970): Přehled dosavadních nálezů fosilních dřev na území Československa zpracovaných na základě literárních pramenů. MS, Národní muzeum, 36 str., Praha.
- Đuďa R., Pauliš P. (2006): Opály Slovenské a České republiky a možnosti jejich sběru. 92 str., Nakl. KUTTNA, Kutná Hora.
- Gaál L., Iždinský L., Radinger F. (2006): Výskyt zajímavých „stromových“ jaskýň na južnom Slovensku. *Aragonit*, 7-9, Košice.
- Matysová P. (2006): Permokarbonská silicifikovaná dřeva z vnitrosudetské a podkrkonošské pánve. Systematika a instrumentální analýza. Diplomová práce, 202 str., PFUK v Praze.
- Pauliš P., Mlejnek R. (2003): Nález dřevního opálu v pohoří Ostrožky a jeho význam pro vysvětlení geneze některých pseudokrasových jeskyní ve vulkanitech. *Natura Carpatica*, **44**, 237-242, Košice.
- Turnovec, I., Ilášová, L. (2006): Dřevité opály z Velkého Ďuru. *Mineral* **XIV**, 3, 246-247, Brno.

Ivan Turnovec
(Fakulta prírodných vied UKF Nitra)



Obr. 1. Dřevní opál z Velkého Ďuru, kořenová část.



Obr. 2. Opálová silicifikace kopíruje texturní a strukturní znaky dřevní hmoty.



Obr. 3. Částečně prouhelnatělý dřevní opál ze stěny Mučinské stromové jeskyně.



Obr. 4. Mučinská stromová jeskyně, jihozápadně od obce Mučín v okrese Lučenec.

TRANSMISE ODBORNÉ LITERATURY (XXIII)

Věda a praktická pedagogika jsou nerozlučné sestry. Tato rubrika Informátora je jednoduchým výrazem jejich vzájemného působení. Dnes má inspirovat naše čtenáře ke studiu, úvaze, odborné diskusi a hlubšímu pochopení složitosti jedné z nejvýznamnějších otázek současné existence lidstva, jež je i v jistém spojení s výzkumem v argilologii, petrologii sedimentů a vlastně téměř se všemi geologickými disciplínami. Pozornost bude věnována problému zrychleného globálního oteplování a růstu kyselosti oceánské vody, ačkoliv následné pozvolnější globální ochlazování s nevyhnutelnou dlouhou dobou ledovou bude pro lidstvo v dalších tisíciletích možná ještě drastičtější. Úkolem následujícího příspěvku je: a) shrnout odborně a objektivně, stručně a také pro laiky srozumitelně to nejpodstatnější z citované literatury o změnách v globální atmosféře a hydrosféře Země a jejich možných dopadech; b) informovat o současných velkých rizicích pro biosféru včetně člověka a o možnostech je zvládat.

J. K.

ZRYCHLENÉ OTEPLOVÁNÍ ATMOSFÉRY SPOJENÉ S ACIDIFIKACÍ OCEÁNŮ: AKTUÁLNÍ CELOSVĚTOVÉ TÉMA A VELKÁ RIZIKA

(ACCELERATED WARMING OF THE ATMOSPHERE CONNECTED WITH THE ACIDIFICATION OF OCEANS: A CURRENT GLOBAL ISSUE AND SERIOUS RISKS)

ÚVOD

Inspirativní a informační mezinárodní časopis pro mineralogii, geochemii a petrologii *Elements* (An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, podporovaný 14 neaktivnějšími společnostmi těchto věd a vydávaný Mineralogickou společností Ameriky = Mineralogical Society of America) obsahuje důležité informace v ročnících 2007 (Vol. 3, No. 3) a 2008 (Vol. 4, No. 5) o tomto aktuálním celosvětovém tématu a úkolu současné vědy a inženýrských technologií. V ročníku 2007 převažují informace o celosvětových zásobách surovinových zdrojů energie, její spotřebě a možných náhradách. V ročníku 2008 převažují návody uvažovaného řešení tohoto složitého, multidisciplinárního problému současné vědy a techniky. Protože mnohá data a myšlenky se v článcích renomovaných autorů tu a tam opakují, uvedu zde nejprve jejich citace a potom to nejdůležitější shrnu v deseti číslovaných bodech.

Elements, 2007:

Macfarlane A.M. (2007): **Energy: the use of the 21st century.** - *Elements*, **3**: 165-170.
Schrage D.P. (2007): **Confronting the climate - energy challenge.** *Elements*, **3**: 171-178.
Friedmann S.J. (2007): **Geological carbon dioxide sequestration.** *Elements*, **3**: 179-184.
Macfarlane A.M., Miller M. (2007): **Nuclear energy and uranium resources.** *Elements*, **3**: 185-192.
Ruppel C. (2007): **Tapping methane hydrates for unconventional natural gas.** *Elements*, **3**: 193- 199. [O pevných síťových hydrátech alifatických uhlovodíků, především methanu, vyskytujících se v permafrostu a v určitých oceánských sedimentech, jsme již psali v *Informátoru*, č. 30, duben 2005. Růst globální teploty atmosféry, a odtud i hydrosféry, by mohl způsobit tání síťových hydrátů akumulovaných v chladných hloubkách světového oceánu. Současně by se z nich uvolňoval metan (CH₄), pronikal by do atmosféry, zvyšoval by její tepelnou kapacitu, podobně jako oxid uhličitý, a snižoval by obsah kyslíku (CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O). J. K.]

Elements, 2008:

Stipp S.L.S. (2008): **The CO₂ challenge - a call to action.** *Elements*, **4**: 291-292.
Koonin S.E. (2008): **The challenge of CO₂ stabilization.** *Elements*, **4**: 293-294.
Broecker W.S. (2008): **CO₂ capture and storage: possibilities and perspectives.** *Elements*, **4**: 295-296.
Grimsson Ó.L. (2008): **Solving the biggest problem.** *Elements*, **4**: 297.
Oelkers E.H., Cole D.R. (2008): **Carbon dioxide sequestration: a solution to a global problem.** *Elements*, **4**: 305-310.
Rubin E.S. (2008): **CO₂ capture and transport.** *Elements*, **4**: 311-317.
Adams E.E., Caldeira K. (2008): **Ocean storage of CO₂.** *Elements*, **4**: 319-324.
Benson S.M., Cole D.R. (2008): **CO₂ sequestration in deep sedimentary formations.** *Elements*, **4**: 325-331.
Oelkers E.H., Gislason S.R., Matter J. (2008): **Mineral carbonation of CO₂.** *Elements*, **4**: 333-337.
V uvedených článcích je citováno dalších více než 300 vědeckých a technických publikací a statistických zpráv. Některé z nich budou zmíněny v číslovaných bodech. Jejich citace jsou uvedeny v následující hranaté závorce:
[Hays J.D., Imbre J., Shackleton N.J. (1976): **Variations in the Earth's orbit: Pacemaker of the ice ages.** *Science*, **194**: 1121-1132.
Johns T.C. and 11 coauthors (2003): **Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios.** *Climate Dynamics*, **20**: 583-612.
Manabe S., Stouffer R.J. (1994): **Multiple-century response of a coupled ocean-atmosphere model to an increase of atmospheric carbon dioxide.** *Journal of Climate*, **7**: 5-23.
Marsh N., Svensmark H. (2003): **Solar influence on Earth's climate.** *Space Science Reviews*, **107**: 317-325.
Petit J.R. and 18 coauthors (1999): **Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica.** *Nature*, **399**: 429-436.
Stott P.A., Jones G.S., Mitchell J.F.B. (2003): **Do models underestimate the solar contribution to recent climate change?** *Journal of Climate*, **16**: 4079-4093.
Veizer J. (2005): **Celestial climate driver: A perspective from four billion years of the carbon cycle.** *Geoscience Canada*, **32**: 13-28.]

PODSTATA PROBLÉMU

1) Velká ekologická rizika

Velikost problému včetně ekologických rizik, chápána současně jako celosvětový vědecký a inženýrský úkol, je s mimořádnou naléhavostí vysvětlena v úvodním editorském článku (Stipp, 2008: Soubor s CO₂ - výzva k činu). Vliv rostoucího obsahu oxidu uhličitého v atmosféře na globální oteplování a na podstatné klimatické změny s tím související, i na růst kyselosti povrchové oceánské vody do hloubky několika set metrů, je podle většiny citovaných autorů dokázanou skutečností. Kromě přírodních faktorů k tomu bezohledně přispívá moderní člověk, mnohde se drasticky mění příroda. Průmyslové a další technologie, aplikované posledních asi 100 let, závislé na velké spotřebě energie, sice zlepšily kvalitu lidského života, avšak s neočekávanými následky, riskantními pro lidstvo a biosféru. Používaná energie spočívá hlavně na fosilních palivech. Jejich spalováním se uvolňují ohromná kvanta CO₂ do ovzduší, zvyšuje se tepelná kapacita globálního skleníku, zrychluje se jeho oteplování, což je **první velké ekologické riziko**. Rozsáhlé a mocné ledovcové pokryvy Země se zmenšují. Pokračující globální oteplování a zvyšování hladiny světového oceánu drasticky ovlivní přírodu a obyvatele v nížinách blízko mořské hladiny. Některé vlády, někteří průmyslníci a významné světové organizace intenzivně pracují na globálním souhlasu řešit tento velký úkol.

Avšak CO₂ reaguje také s vodou za vzniku kyseliny H₂CO₃. To vede k poklesu hodnot pH vody ve světovém oceánu. Současná povrchová oceánská voda do hloubky několika set metrů s tendencí ke stále nižším hodnotám pH, a tedy k růstu kyselosti, je **druhé velké ekologické riziko**. Hodnota pH povrchové oceánské vody v době před průmyslovou revolucí byla okolo 8,2, dnes je o 0,1 nižší (Adams a Caldeira, 2008).

2) Nebezpečí destabilizace biochemického řetězce

Rostoucí kyselost oceánské vody směřuje k destabilizaci schránek a koster organismů budovaných uhličitánem vápenatým (kalcitem nebo aragonitem). Mnohé mořské organismy jsou v nebezpečí zániku včetně řas pohlcujících CO₂ a produkujících kyslík. Rozpustnost krystalického CaCO₃ v mořské vodě prudce stoupá s klesající hodnotou pH pod 8. Pak by ovšem mohlo dojít k drastické změně v globálním obsahu nejen CO₂, ale i O₂ v atmosféře a hydrosféře. Dalších příkladů je mnoho. Každý řetězec a tedy i biochemický, včetně potravního a respiračního, je pouze tak silný jako jeho nejslabší článek.

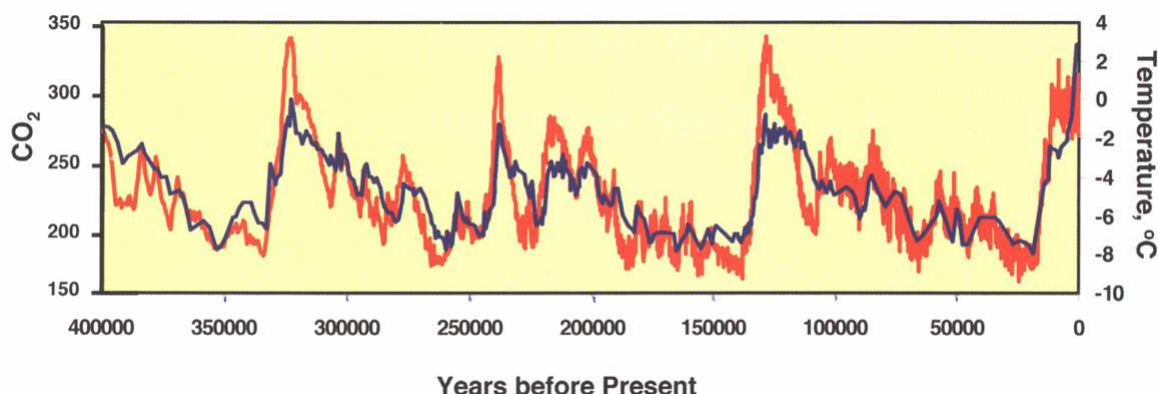
3) Globální klimatické změny v geologické historii

Geologický výzkum a výklad klimatických změn na Zemi však může někoho uklébat do bezstarostného klidu. Vždyť klima naší planety nebylo nikdy konstantní. Vědci kromě toho zjistili, že organismy dokázaly na klimatické změny účinně reagovat. Pomalé změny dokonce podporovaly druhovou rozmanitost. Důkladné studium geologické historie nás však spíše varuje, neboť katastrofické či velmi rychlé změny byly vždy doprovázeny masovým zánikem mnoha druhů organismů. Autoři citovaných prací upozorňují, že současné globální oteplování a pokračující acidifikace oceánů za přispění antropogenních vlivů probíhá příliš rychle. Podle nich je absolutně nutné tento proces zpomalit a vrátit koncentrace CO₂ do hodnot zjištěných někdy na začátku 20. století. To ovšem nebude snadné, neboť eliminovat nejzákladnější pilíř moderní civilizace, tj. získávání energie spalováním pevných, kapalných a plyných kaustobiotitů, nelze zatím ničím úplně nahradit.

NĚKTERÁ DŮLEŽITÁ DATA A MOŽNÉ FAKTORY OVLÁDAJÍCÍ GLOBÁLNÍ KLIMATICKÉ POMĚRY V NEDÁVNÉ GEOLOGICKÉ HISTORII

4) Vzájemné nárůsty a poklesy dvou základních proměnných: teploty a obsahu CO₂ v globální atmosféře

Existuje zpětná vazba mezi globální teplotou a koncentrací atmosférického CO₂ (Manabe a Stouffer, 1994; Petit et al., 1999; Johns et al., 2003; Schrag, 2007; Oelkers a Cole, 2008). To dokazují podle citovaných autorů zejména výsledky měření na vzorcích ledu z vrtných jader ledovce Antarktidy (stanice Vostok, srovn. Petit et al., 1999), gradačně vytvořeného během posledních více než 400 tisíc let. Analytická data, zanesená do grafu (obr. 1) pro CO₂ (v ppm, černá křivka) a pro globální teplotu (ve °C, červená křivka), odvozenou z poměru dvou nejběžnějších izotopů kyslíku v molekulách H₂O antarktického ledovce, svědčí o tom, že během posledních čtyř statisíců let došlo na Zemi souběžně téměř k pěti přírodním, poměrně rychlým velkým nárůstům a ke čtyřem výrazně pomalejším a kolísavým velkým poklesům obou hodnot. V posledním velkém nárůstu koncentrace globálního atmosférického CO₂ a globální teploty se ocitá právě naše civilizace. Mezi čtyřmi dosaženými maximy na křivce byly během následného snižování teploty zaznamenány četné menší, nepravidelné nárůsty a poklesy obou hodnot s nápadnou tendencí k souhlasnému průběhu. Zjištěná, téměř souběžná maxima se opakovala po asi 90 až 110 tisících let. Analyticky stanovená přírodní globální maxima CO₂ a teploty byla v rozsahu 280-300 ppm a +2 až +3 °C a globální minima okolo 180 ppm a v rozsahu -8 až -9 °C (!!). Povášimně si ještě jednou, že přírodní růst globální atmosférické teploty a obsahu CO₂ v nedávné geologické historii, měřitelný touto metodou, byl poměrně rychlý (strmá část křivek), kdežto následný pokles obou hodnot, směřující k dlouhé době ledové, probíhal podstatně pomaleji a s četnými výkyvy.



Obr. 1. Koncentrace atmosférického CO₂ (ppm obj.) v korelaci s globální teplotou (°C) dle dat získaných analýzou ledu z vrtných jader ledovce Antarktidy, stanice Vostok, akumulovaného během posledních 400 000 let (Petit et al., 1999; převzato z článku Oelkers a Cole, 2008).

[Poslední dlouhodobé zalednění, počínající asi 100 tisíc a končící asi 15 tisíc let před současností, umožnilo druhu *homo sapiens* dostat se téměř na všechny souše včetně Ameriky a Austrálie. Chladnější svět byl globálně sušší, rozsah lesních porostů byl menší, pouště zabíraly větší plochy než dnes a přechody či plavby mezi kontinenty a na ostrovy byly snazší v důsledku dlouhodobého poklesu oceánské hladiny nebo cest po pevném ledu. J.K.]

5) Přechody mezi teplým a glaciálním klimatem: vlivy zemské a mimozemské

Broecker (2008) upozorňuje na to, že od doby, kdy člověk začal zemědělsky obdělávat půdu, tj. asi před 8000 let, zůstávají globální klimatické poměry pozoruhodně stabilní. Toto zjištění je ve velkém kontrastu s předchozími téměř 90 000 let, kdy klimatické teplotní kolísání bylo silné a časté, neboť přechody od teplého nebo mírného ke glaciálnímu klimatu a nazpět probíhaly třeba již po několika desítkách let. Tak rychlé klimatické změny svědčí o jisté citlivosti na vnitřních (zemských) nebo vnějších (mimozemských) faktorech. Broecker (2008) vysvětluje, že klimatický systém Země má několik modů (způsobů) svého fungování a přechod jednoho do druhého modu je možný v poměrně krátkém čase. Základem klimatického systému Země je oceánská termohalinní cirkulace vzhledem k dominantní ploše i objemu oceánů v závislosti na hustotě a pohyblivosti vody o různé teplotě, koncentraci solí a obsahu CO₂. Zrychlené tání polárních ledovců, způsobené globálním oteplováním za souběžného zvyšování koncentrace CO₂ v atmosférickém skleníku, vede k poklesu salinity oceánské vody, zpětně ovlivňuje termohalinní cirkulaci, a to vše nevyhnutelně směřuje k další době ledové. Pokles salinity oceánské vody může dramaticky snížit termohalinní oceánskou cirkulaci a zpomalit např. Golský proud, který zatím spolehlivě přináší teplou vodu z Mexického zálivu přes Atlantik k severním břehům Británie a Norska. Tak by došlo, a v nedávné geologické historii zřejmě docházelo, k podstatnému ochlazení severního Atlantiku.

[Poznámka k termohalinní cirkulaci a zrychlené acidifikaci vody v oceánech: Proudění chladné oceánské vody probíhá zhruba od zemských pólů k rovníku po oceánském dně a odtud různými směry nazpět. Spousty chladné oceánské vody z roztáhlého polárního ledu klesají ke dnu, neboť molekuly H₂O jsou v nejhustším vzájemném uspořádání při teplotě 4 °C. V šířkách blízkých rovníku se voda ohřívá při povrchu, je řidší a tudíž lehčí, její pohyb je ovládnán proudící hlubší vodou o větší hustotě. Obsahy rozpuštěných solí (hlavní ionty Cl⁻, SO₄²⁻, Na⁺, Mg²⁺, K⁺, Ca²⁺, Br⁻ a Sr²⁺) ve světovém oceánu jsou v globální koncentraci okolo 35 promile (tj. tisícín hmotnostního %) a kolísají v rozsahu pouze několika málo promile v závislosti na teplotě, hloubce a místy na zředění vodou mohutných řek. Hlubokooceánská voda je bohatá živinami a oxidem uhličitým. Značná část CO₂ je spotřebována v prosluněné povrchové vrstvě oceánské vody fotosyntézou řas produkujících kyslík. Obecná rovnice fotosyntézy rostlin ukazuje, jak organický uhlík v tělech organismů vzniká z plynného CO₂ nebo CO₂ z vodného roztoku: $n \text{ CO}_2 + 2n \text{ H}_2\text{O} + \text{viditelné světlo} \rightarrow n (\text{CH}_2\text{O})$ glukóza (celulóza, škrob a další organické látky) + $n \text{ O}_2$ + $n \text{ H}_2\text{O}$. Proces uvedený touto rovnicí je nesmírně důležitý pro uchování dynamické rovnováhy v atmosféře, hydrosféře a biosféře naší planety. Kdyby fotosyntéza neexistovala, kyslík z atmosféry by byl postupně spotřebován na oxidaci organické hmoty až k jeho úplnému odčerpání. V místech, kde hlubokooceánská voda se dostává k povrchu, je přesycena uhličitá vápenatým, což podporuje biologickou aktivitu planktonních organismů. Při pH slabě nad 8 si tyto organismy snadno odebírají CaCO₃ ke stavbě svých kalcitových nebo aragonitových skeletů či schránek a udržují vodu oceánů ve stavu blízko k nasycenosti uhličitá vápenatým. Fotosyntéza oceánských řas je ohrožena s rostoucí koncentrací H₂CO₃ a hlubším poklesem hodnoty pH pod 8 v jejich životním prostředí. J. K.]

K vnitřním krátkodobějším faktorům patří velké vulkanické erupce, jejichž vyvržený popel by dosáhl objemu více než 1.000 km³ a silně zastínil Slunce na jeden i více roků. To by vedlo k prudkému snížení teploty zemské atmosféry a katastrofickému nedostatku potravin.

Věda však potvrdila, že vnější (mimozemské) faktory mohly v geologické historii a mohou i v současnosti impulsivně ovlivnit růst nebo pokles globální teploty na Zemi. Jsou to: 1) pulsující aktivita Slunce (Marsh a

Svensmark, 2003), která může být dokonce rozhodující; 2) vliv kosmického záření (některé modely potvrzují vliv kosmického záření jako hlavního činitele kolísání globální teploty zemské atmosféry, Veizer, 2005); 3) změny při oběžných drahách Země (Hays et al., 1976); 4) katastrofický náraz většího kosmického tělesa na povrch Země a zastínění slunečního záření absorpcí částicemi vyvrženého materiálu z kráteru, které mohou náhle snížit teplotu podobně jako velké vulkanické erupce popela.

Výsledky výzkumu příčin a následků globálního oteplování nejsou tedy zcela jednoznačné. Svědčí o nesmírné složitosti vzájemných vlivů slaběji či silněji působících faktorů.

6) Současný znepokojující faktor: zrychlený růst obsahu CO₂ v globální atmosféře

Výsledky získané modelováním (Stott et al., 2003; in Oelkers a Cole, 2008) však ukazují, že ačkoliv kolísání sluneční aktivity mělo velký vliv na průměrné globální atmosférické teploty v první polovině 20. století, hromadění skleníkových plynů v zemské atmosféře a především CO₂ je hlavním faktorem pro většinu zjištěného oteplování v posledních 60 letech. Oxid uhličitý se vyskytuje v zemské atmosféře ve stopovém množství; v roce 2008 bylo zjištěno již ~ 385 ppm objemových, což odpovídá ~ 582 ppm hmotnostním. Publikovaná křivka citovaných autorů o stálém růstu obsahu CO₂ v atmosféře dle pravidelného měření v laboratoři na Mauna Loa, Hawaii, USA, od roku 1958 do roku 2008 ukazuje, že v roce 1958 byla objemová koncentrace CO₂ ~ 315 ppm, v roce 1970 ~ 325 ppm a v roce 2005 již ~ 380 ppm (Oelkers a Cole, 2008). Část CO₂ je konzumována biologickou aktivitou, což vede k sezónnímu kolísání koncentrace CO₂. V městských oblastech jsou koncentrace CO₂ (a také dalších emisních plynů) zvětšené, v bytech dokonce až asi 10x větší než venku (Oelkers a Cole, 2008). [Uvědomuji si, že všechny modely jsou jen tak dobré, jak dobré jsou předpoklady, z nichž vycházejí. J.K.]

Celková hmotnost CO₂ v zemské atmosféře je ~ 3,0 x 10¹⁵ kg, tj. 3000 Gt (gigatun), což odpovídá 800 Gt uhlíku (1 Gt = 10⁹ tun = 1 miliarda tun). Obsah uhlíku v zemské atmosféře je ovšem nepatrný v srovnání s jeho obsahem v dalších jeho rezervoárech Země: půdy + vegetace + org. odpad ~ 2000 Gt C; světový oceán ~ 39000 Gt C, hlavně ve formě anorganických iontů v roztoku; karbonátové horniny ~ 65000000 Gt C (Oelkers a Cole, 2008) a také v kaustobiolitech.

Rozhodující, geologicky ověřené a tedy těžitelné zásoby kaustobiolitů (Schrag, 2007): UHLÍ (v gigatunách) - USA 184,0, Rusko (= někdejší SSSR) 117,1, Čína 85,4, Indie 69,4, Austrálie 58,6; ROPA (v Gt) - Střední východ 90,2, Rusko 9,0, USA 3,6, Čína 1,9, Indie 0,7, Austrálie 0,5; ZEMNÍ PLYN (v Gt) - Střední východ 39,4, Rusko 26,2, USA 3,0, Austrálie 1,4, Čína 1,3, Indie 0,6 (Norsko ani další země EU s menšími zásobami, podobně jako u uhlí a ropy, nejsou vůbec uvedeny). Hrubý globální součet: 514,5 Gt uhlí, 105,9 Gt ropy a 71,9 Gt zem. plynu. Uvedme si ještě jedno číslo, jen pro představu: jediná současná velká elektrárna používající uhlí (byly jich ovšem postaveny stovky během elektrifikační éry) produkuje ročně okolo 8 milionů tun CO₂ (Benson a Cole, 2008). V krychlových metrech jsou to ještě mnohonásobně větší čísla.

Růst globální atmosférické teploty a následné klimatické změny s většími vodními srážkami a bouřemi zvětšují a zrychlují vodní a větrnou erozi půd a tím i přínos CO₂ do hydrosféry a atmosféry. Zrychlená půdní eroze je dalším vážným varováním pro světovou ekonomii, zemědělství a lesnictví.

7) Současný stav a vývoj různých zdrojů získávání energie a různé emise CO₂

Jednou z hlavních výzev pro současné lidstvo v zájmu uchování vlastní existence je stabilizovat emise CO₂, zajistit jejich kontrolu a dohodnutou regulaci. Takový úkol si ovšem vyžádá společné úsilí vědců, technologů, ekonomů a politiků (Koonin, 2008). Abychom si uvědomili, co by se mělo učinit pro dosažení tohoto cíle, sestavil Koonin spíše varovný přehled o dosavadním stavu a budoucím vývoji získávání a spotřeby energie z různých zdrojů, jež se dělí na: **A) Obnovitelné** (geotermální, solární, větrné, hydroelektrárny říční a další, založené na využití mořského přílivu a odlivu, využití mořských vln pro výrobu elektřiny, z biomasy a organického odpadu i za působení mikrobiálních reakcí. **B) Neobnovitelné** (spalováním uhlí, nafty, zemního plynu a nukleární zdroje). Jen od roku 1980 vzrostla celková globální spotřeba energie z asi 7000 Mt oe (milionů tun ekvivalentního topného oleje) na 11400 Mt oe v roce 2005 a v roce 2030 se očekává spotřeba téměř 18000 Mt oe. Z toho v roce 1980 připadlo na uhlí + naftu + z. plyn (= UNP) téměř 85 % a zbytek asi 15 % na nukleární + hydro + biomasu s org. odpadem (NHB) a ostatní obnovitelné zdroje. V roce 2005 se tento procentický poměr poněkud zlepšil: UNP téměř 82 % a NHB asi 18 %. Avšak v roce 2030 se očekává znovu poměr: UNP téměř 82 % a NHB asi 18 %. Ekologické zlepšení v poměru zdrojů A/B je a zřejmě bude roku 2030 nepatrné až nulové.

V Kooninově dalším obrázku jsou znázorněny globální procentické údaje o původu emisí CO₂ v roce 2000, jejichž souhrnná hmotnost byla 42 Gt CO₂: 24 % výrobci elektrické energie (a na ně bude především nutné se soustředit při řešení, jak snížit velikost emisí CO₂), 14 % transport, 14 % průmysl, 8 % budovy, 5 % jiní spotřebitelé, celkově 65 % energiových emisí CO₂. Zbytek 35 % připadá na neenergiové emise CO₂, a to 18 % při využívání půd, dalších 14 % v zemědělství a 3 % odpad.

8) Ničivé následky zrychleného oteplování atmosféry

Extrémní klimatické změny následkem oteplování za současného růstu obsahu CO₂ v atmosféře a v povrchových vodách světového oceánu (do hloubky asi 400 m) jsou stále nápadnější. Hrozí jednak četnější a větší dešťové srážky, mohutné bouře, povodně a náhlé pobřežní ničivé záplavy, narušení oceánské termohalinní cirkulace, zvyšování mořské hladiny a zaplavování rozsáhlých pobřežních nížin, masové stěhování obyvatelstva, narušení globálních ekosystémů živočichů a rostlin, jejich onemocnění až vymírání (Oelkers a Cole, 2008), jednak rozsáhlá sucha s ničivými požáry.

Asi od roku 1940 začínají hodnoty koncentrace CO_2 v globální atmosféře překračovat dosažená přírodní maxima (necelých 300 ppm), analyticky zjištěná v antarktickém ledu, vytvořeném za posledních 400 tisíc let. Simulační model (Adams a Caldeira, 2008) ukazuje očekávaný globální růst obsahu CO_2 v atmosféře až do asi 2000 ppm (!) během nejbližších 300 let, kdy při absenci inteligentní regulace by byly již spáleny téměř všechny dnes známé zásoby fosilních paliv a hodnota koncentrace vodíkových iontů v povrchové oceánské vodě by vzrostla za předvídaného poklesu pH o dalších 0,7 (!) jednotek. Globální klimatické modely, respektující zesilující antropogenní působení, předpovídají nárůsty průměrné globální teploty o 2 až 5 °C v roce 2100 (Johns et al., 2003, in Oelkers a Cole, 2008). Proto celosvětové projekty vyzývající k redukci obsahu antropogenního CO_2 v atmosféře jsou nejvážnější ekologickou výzvou pro 21. století.

Modelování klimatu v globálním měřítku, vycházející ze současného technologického vývoje lidstva, potvrzuje, že růst teploty bude pokračovat při nejmenším ještě několik set let a povede k dalšímu tání ledovců, ke globálnímu zvyšování mořské hladiny a k acidifikaci oceánských vod (Oelkers a Cole, 2008).

UVAŽOVANÉ MOŽNOSTI ŘEŠENÍ: JAK SNÍŽIT OBSAHY EMISNÍHO CO_2

9) Přehled možných i diskutabilních řešení

Broecker (2008) sestavil následující přehled: 1) Zachycovat CO_2 při spalování fosilních paliv. 2) Zachycovat CO_2 z atmosféry; např. společnost GRT v Tucsonu, Arizona, řeší takový technický projekt a má v plánu předat prototyp stroje do obchodu v roce 2010. 3) Vtlačit zachycený stlačený nebo kapalný CO_2 do neúplně vyčerpaných rezervoárů ropných ložisek, neboť jen asi polovina ložisek uvolňuje ropu snadno; CO_2 je napumpován do rezervoáru, tam se promísí se zbylou ropou, tím se sníží její viskozita a umožní se její úplné odčerpání na povrch, kde se CO_2 oddělí od ropy a je znovu injikován do rezervoáru; po úplném vytěžení ropy je pak ještě větší objem CO_2 zaveden do vyprázdněných pórů rezervoáru. 4) Pohřbit kapalný CO_2 do slaných, vodonosných horizontů vhodných pórovitých sedimentů; společnost Statoil v Norsku již úspěšně průmyslově pohřbila velké objemy CO_2 , separované z těženého zemního plynu do takového vhodného horizontu v Severním moři. V obou bodech 3) a 4) musí být hloubka vhodných pórovitých sedimentů větší než 800 m (Benson a Cole, 2008, kde se také poučíme o fyzikálních vlastnostech, migračním chování a geochemických interakcích CO_2 , solanky a hostitelských pórovitých hornin). 5) Odstraňovat CO_2 do hlubinných vod moří, kde H_2CO_3 je neutralizována snadno rozpustným karbonátem CaCO_3 a boráty; ještě vhodnější však je dopravit CO_2 v kapalném stavu do velkých hloubek oceánu (pod 3000 m přímou injektáží do hloubek pod "sněžnou hranici", tj. CCD = "carbonate compensation depth", nad níž je bělavý kalcit nebo aragonit v oceánských sedimentech s převahou skeletu odumřelých planktonních organismů poměrně stabilní, viz Adams a Caldeira, 2008: jejich simulační graf ukazuje, jak by se mohl odstraňovat přebytek atmosférického CO_2 do chladné vody v hlubinách Atlantiku a Pacifiku v letech 2010 až 3800). 6) Odstraňovat CO_2 do čedičů na kontinentech a podpořit očekávanou krystalizaci MgCO_3 a CaCO_3 ; to si však vyžádá rozsáhlou experimentální práci, zejména objasnění reakčních rychlostí; ukládat CO_2 do čedičů oceánských hřbetů. Oelkers et al. (2008) uvádějí dvě základní zjednodušené rovnice, jež by měly vést k ideálně očekávaným reakcím CO_2 s materiálem čedičů: a) Mg_2SiO_4 (forsterit) + $2\text{CO}_2 = 2\text{MgCO}_3$ (magnesit) + SiO_2 (křemen), b) $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anortit) + $\text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ (kalcit) + $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (kaolinit). S kyselinou uhličitou by ovšem reagovaly i ostatní minerály čedičů a také vulkanické sklo za vzniku dalších minerálů, v nichž by se měl "zadržet" CO_2 . 7) Ukládat CO_2 do jezer pod ledovci v Antarktidě, což je však nepřijatelné pro ekology.

Zachycování a ekonomické využití nebo uskladňování CO_2 z emisí je v současné době výzvou pro velké průmyslové podniky, zejména pro elektrárny produkující energii z fosilních paliv (Rubin, 2008). V Rubinově článku je zobrazeno několik takových průmyslově již aplikovaných technologií ve třech schématech, doprovázených fotografiemi postavených a prosperujících "továren" zaměřených na zachycování CO_2 . Je tu i přehled investičních výdajů (v USA \$) na zachycování, transport a geologické uskladnění 1 tuny CO_2 . Pro naši konkrétní představu je třeba uvést, že ročně by bylo třeba odstranit alespoň několik miliard tun CO_2 z emisí (Benson a Cole, 2008).

Adams a Caldeira (2008) popisují zejména různé metody průmyslové injektáže CO_2 , lokální dopady na životní prostředí a finanční náklady včetně srovnání s náklady na jiné způsoby uskladňování emisního CO_2 . Nutné však bude vysoce zodpovědné a průběžné prověřování takových globálních průmyslových zásahů do přírodního koloběhu CO_2 (srovn. monitorování migrace a chování CO_2 injikovaného do "bezpečných" prostředí, Benson a Cole, 2008). Z článku Adamse a Caldeiry vyplývá, že aplikace i těch nejvhodnějších a bezpečně prověřených postupů průmyslového snižování obsahu emisního CO_2 v atmosféře je v podstatě jen provizorním řešením, než lidstvo získá nové, mnohem snesitelnější nebo dokonce neškodné zdroje energie. Dospět k tomu je pro lidstvo absolutně sebezáchovné.

Spolupráce na takovém globálním projektu mezi rozhodujícími státy a světadíly je však zatím v různých stádiích plánování a financování. Jestliže by všechno probíhalo moudře a dobře, pak průmysl pro zachycování, využívání nebo skladování emisního CO_2 by se mohl rozjet tak asi za 10 let (Rubin, 2008).

10) Příklad problémů při realizaci projektu vtlačování CO_2 do pórovitých sedimentů na souši

Získání široké podpory pro zachycování a odstraňování CO_2 v projektech na souši vyžaduje zájem a záštitu různých nestranných, avšak pokud možno vlivných osob, jejichž názory a cíle mohou být ovšem odlišné. Politici potřebují mít jasno o ekonomických nákladech. Strážci zákona chtějí všechny informace o dopadech na životní prostředí. Obchodní projektanti potřebují mít důvěru v proveditelnost a finanční zajištění takových projektů. Místní obyvatelstvo si vždy žádá ujištění a záruku, že navržený postup je bezpečný, že zdroje spodní

vody nejsou ohroženy a že hodnota místních pozemků buď stoupne, nebo alespoň neklesne, budou-li v jejich blízkosti úložní rezervoáry CO₂, popřípadě informace o dalších výhodách. Konečný dojem místního obyvatelstva o navrženém projektu je rozhodující v kterékoliv demokratické zemi, má-li být realizován v plánovaném rozsahu. Je také rozhodující mít připraveny kvalifikované odpovědi na následující otázky: 1) Může se stát, že geologický skladovací rezervoár nebude dostatečně těsnit? 2) Jestliže dojde k unikání CO₂, jaké je zdravotní a bezpečnostní riziko a tedy ekologické ohrožení? 3) Je možné případné unikání CO₂ předpovědět, zjistit a kvantifikovat? 4) Co lze učinit pro zastavení nebo zpomalení takového unikání, jestliže k němu dojde a kolik to bude stát? Na tyto otázky dokáží nejlépe odpovědět geologové nejrůznějších vědních disciplín, od sedimentární petrologie, hydrogeologie, inženýrské geologie a strukturní geologie až po mineralogii, argilologii, geochemii a geofyziku. V každém případě je třeba připravit pro takový projekt perfektní a kvalitně oponované vědecké a technické podklady. [To ovšem platí pro horninový obal jak hlubinných, tak mělkých geologických deponií antropogenních odpadů všeho druhu, nejen radioaktivních, jedovatých nebo plyných, včetně jejich inženýrských izolačních plášťů z kompaktovaných křemenovo-jílovito-zeolitových směsí doplněných dalšími přídatnými minerály podle lokálního geochemického prostředí. J. K.]

[Závěrečná poznámka: Kdyby přece jen i současné globální oteplování bylo vyvoláno spíše některým mimozemským faktorem, třeba zvýšenou sluneční aktivitou, nebo souběhem několika působících faktorů, nelze ignorovat druhé velké riziko, acidifikaci oceánských vod. Zde je vliv antropogenního, stále rostoucího podílu kyselínotvorného CO₂, hlavního plynu emisí, uvolňovaného při používání paliv bohatých uhlíkem, prokázán. Narušení existenčního řetězce (potravního a respiračního) u živých organismů v oceánských vodách v důsledku acidifikace by mohlo být i pro člověka osudné. Z časových křivek pro globální atmosférickou teplotu a CO₂ během minulých 400 tisíc let však vyplývá, že současné lidstvo se nachází někde v rozšířené špičce teplotního maxima, vyvolaného přírodními faktory. Po každém teplotním maximu následovalo pozvolnější a silně kolísavé ochlazování asi po dobu 100 tisíc let. *Homo sapiens* (*h. s.*), v posledních sto letech nesmírně rozmnožený na pěti kontinentech, se svými stále rostoucími nároky na energii, má zásoby všech geologicky ověřených paliv při rostoucím tempu výroby a populační explozi jen na několik set let. To platí i pro ložiska nukleárních zdrojů energie, jejichž známé zásoby lze však rozšířit další geologickou rozvědkou a těžbou uranu z roztoku proteplené mořské vody. Během krátké doby dalšího předpokládaného využívání tradičních paliv musí *h. s.* nalézt jiné zdroje energie, šetrnější, neškodné a doplnit je existujícími obnovitelnými zdroji. Spotřeba energie ve všech oblastech lidské činnosti by měla být uvědoměle a trvale šetrná. Současný *h. s.* je kromě jiného rozmařile výkonným, lehkomyšlným, příliš sebevědomým až bezohledným znečišťovatelem a vykořisťovatelem přírody. Příroda se svými vyváženými a citlivě reagujícími procesy mu ukazuje, že takto žít do nekonečna nelze. Většinu odpadů a zplodin lidské civilizace, včetně plyných emisí, je třeba inteligentně, plánovitě a rozumným způsobem spotřebovávat (recyklovat) a zbylou část dlouhodobě či "navždy" ukládat do bezpečných, spolehlivě izolovaných prostorů v geologických deponiích. Geologické vědy, jejich určité disciplíny včetně argilologie a sedimentární petrologie spolu s inženýrskými technologiemi, zde mohou sehrát významnou úlohu. Kromě toho je nutné usilovat o zpomalení tempa populační exploze. Je třeba vytrvale a trpělivě vysvětlovat nutnost změny současného geometrického růstu lidské populace, směřujícího k vlastní likvidaci strašlivou produkcí odpadů pevných, kapalných a plyných. To je **třetí velké riziko** a zřejmě primární (prvoradé, základní). Pro současné lidstvo je také zhoubné financování výroby dalších a dalších, nových, modernějších a ještě účinnějších zbraní, ať již klasických (nukleárních) a jinych fyzikálních, chemických nebo biologických, což je **čtvrté velké riziko**. Je bláhové, nesmyslné nebo, chcete-li, smysluprázdňé zajišťovat bezpečnost a budoucnost lidstva, včetně těch nejbohatších a nejmočnějších, silou zbraní hromadného ničení a závody ve zbrojení. Neboť i zde platí, že tlak budí protitlak. Vzájemná nesmiřitelnost pak může vyústit až v obudnou globální zbrojnici potenciálně schopnou několikanásobného sebezničení *h. s.* Pro nestranného přírodovědce z toho vyplývá, že nejprve by měla být vyřešena velká rizika č. 4 a 3. Hlavní hráči *h. s.* na mocenské šachovnici světa zatím nenašli odvahu a vůli řešit ani tato dvě ekonomicky a technologicky snázeji (?!?) řešitelná antropogenní rizika ohrožující životní prostředí. Jestliže se však nepodaří včas a optimálně řešit a vyřešit velká rizika, výrazně antropogenní, pak velká ekologická rizika č. 2 a 1, iniciovaná přírodními faktory a prohloubená civilizačním vzepětím, budou nejspíše nad síly člověka.

V závěrečné poznámce autora by se slušelo, přes vážnost tématu, napsat pár slov, nad nimiž by se čtenář mohl pousmát nebo alespoň pozvednout obočí. Snad to splňují následující řádky, i když jsou míněny naléhavě. Od Organizace spojených národů a od nejvyspělejších států skupiny G8 bych očekával co nejaktivnější iniciativu ve dvou směrech: A) Uvědomit si a efektivně řešit velká rizika č. 4 a 3. B) Urychleně vypsát řádnou cenu za objev s uskutěčnitelnou aplikací nového, neškodného a mohutného zdroje energie pro pohon motorů všeho druhu a k výrobě elektřiny. Tato cena by měla být alespoň tak vysoká jako celoživotní výdělek nejúspěšnější světové hvězdy mezi zpěváky pop muziky. Jestliže by se podařilo brzy a všude takovou energii využívat, zachovala by se značná část dosud nevytěženého uhlí, ropy a zemního plynu. Hodila by se lidstvu v době dalšího nevyhnutelného ochlazování zemské atmosféry, kdy globální koncentrace CO₂ v ní bude klesat v důsledku postupného přírodního ochlazování hydrosféry. Pak jsme však opět u velkého ekologického rizika č. 2, tj. rostoucí acidifikace oceánské vody. Pro současného *h. s.* jsou obě velká ekologická rizika spolu se dvěma dalšími velkými, výrazně antropogenními riziky č. 4 a 3 začarovaným kruhem. Doufejme v jejich hbité globální pochopení a tomu odpovídající činy. Optimální by bylo vzdát se získávání obrovského podílu energie z kaustobiolitů dříve než bude pozdě a maximální úsilí soustředit na neškodné zdroje energie.

Autoři citovaných článků se opírají o množství údajů, modelů a interpretací svých i autorů stovek dalších vědeckých prací. Všechny otázky a plány jimi nastolené však vyžadují další rozsáhlý, multidisciplinární a multikontinentální vědecký výzkum a technologické ověřování. To především. Rozhodující však je a stále více

bude, zda vládci tohoto světa, za aktivního souhlasu svých občanů, podpoří a zajistí tak obrovský výzkum a nákladné technologie finančně. Zda jsou schopni si uvědomit **všechna** velká rizika. Lidé všech zemí a kontinentů se potřebují s podstatou velkých rizik co nejdříve seznámit. Potřebují co nejdříve pochopit, jak se musí každý chovat v zájmu existence vlastní i generací budoucích. Věřím, že současná mládež celého světa a všech druhů škol, od obecných až po univerzity, by zde mohla v následujících desetiletích velmi aktivně pomoci. Proto je třeba již nyní jí poskytnout potřebnou informaci a v tom systematicky pokračovat. Neboť po 10 až 30 letech budou současná velká rizika ještě mnohem aktuálnější než dnes. Čas je ovšem neúprosný a realizace tak velké a naléhavé výzvy spěchá. Geologové obdivují úžasnou přírodní laboratoř Země, vědí však také, že příroda vládne nakonec silami nejmocnějšími. J. K.]

Jiří Konta

ODBORNÝ SEMINÁŘ „METAKAOLIN 2009“

V pořadí již třetí seminář se konal dne 18.3.2009 na Stavební fakultě VUT v Brně. Má za cíl soustředit domácí odbornou veřejnost zabývající se využitím této suroviny jak ve vědecké, tak v technické praxi. Pořadatelem byla ve spolupráci Stavební fakulty VUT a Ústavu chemie téže fakulty paní Prof. RNDr. Pavla Rovnaníková, CSc. Seminář byl rozdělen do několika částí. První se věnovala surovinám pro výrobu a úpravu metakaolinu. Druhá část poukazovala na využití této suroviny v betonech. Poslední část byla věnována fyzikálně-chemickým vlastnostem této suroviny a přípravě dalších technologicky zajímavých kompozitů.

Na semináři bylo předneseno celkem 14 příspěvků z vědeckovýzkumných a komerčních pracovišť z celé České republiky (např. VUT Brno, VŠCHT Praha, VÚSH Brno, VÚAnCH a.s. Ústí nad Labem, ŽPSV a.s. Uherský Ostroh, Sedlecký kaolin a.s. a další). Polední přestávky využili všichni zúčastnění k výměně informací a názorů na své práce a hledali nové možnosti spolupráce. Byly předneseny dva příspěvky členů ČSVVJ:

Doušová B., Fuitová L., Herzogová L., Koloušek D., Kovanda F., Grygar T. (VŠCHT Praha, ÚACH AV ČR v.v.i. Řež u Prahy): Povrchové modifikace kaolinů k adsorpci toxických oxoaniontů z vodných systémů.

Hájek P., Koloušek D., Andertová J. (ÚSMH AV ČR v.v.i., VŠCHT Praha): Trendy pevnosti dosažené v systému metakaolinit – hlinitan sodný – křemen.

V závěru semináře bylo konstatováno, že úroveň této akce má stoupající tendenci, která vede ke stále se zvyšujícímu zájmu o účast na semináři. Z tohoto důvodu nám sdělila paní profesorka, že se bude snažit opět zorganizovat tento seminář i příští rok.

Ze semináře byl sestaven sborník příspěvků a ze všech dosud konaných seminářů se chystá i kniha týkající se přípravy a využití metakaolinu, kde budou rovněž využity publikované příspěvky. Tímto paní profesorce děkujeme a těšíme se na další seminář.

Pavel Hájek

AKTUALITY

46TH ANNUAL MEETING OF THE CLAY MINERALS SOCIETY

Billing, Montana, USA
6.-11. června 2009
Organizuje: The Clay Minerals Society
Kontakt: Richard Brown
E-mail: rbrown@uyoben.com
Internet: www.clays.org

14. MEZINÁRODNÍ JÍLOVÁ KONFERENCE (AIPEA)

Micro et nano: Scientiae Mare Magnum
Castellana Marina, Itálie
14. - 20. června 2009
Organizuje: Associazione Italiana per lo Studio delle Argille (AISA), on behalf of Association Internationale pour l'Étude des Argiles (AIPEA)
E-mail: secretariat@14icc.org, sessions@14icc.org
Internet: http://www.14icc.org

13. PEDOLOGICKÉ DNY

na téma

PŮDA V PRŮMYSLU KRAJINĚ

Vysoká škola báňská - Technická univerzita v Ostravě.
2. - 3. září 2009
Akce se koná u příležitosti 160. výročí založení VŠB-TU Ostrava.
Internet: http://pedologie.wz.cz/

“CLAYS, CLAY MINERALS AND LAYERED MATERIALS” 2009

Moskva, Rusko
21.-25. září 2009
You are cordially invited to take part in the “Clays, clay minerals and layered materials 2009” conference. Previous meetings on clays and clay minerals were held in Voronezh (2004) and Puschino (2006). The present meeting is devoted to the study of clay minerals and layered materials and their industrial applications. Layered materials always attract a lot of attention due to the variety of chemical composition, structure and properties. Today a special interest is given to the application of layered materials in nanotechnology. The conference has an interdisciplinary character. It is aimed to join specialists working with layered materials in the different fields of fundamental and applied science.
Kontakt: www.cmlm2009.ru

8TH BIENNIAL MID-ATLANTIC CLAY CONFERENCE

4-H Conference Center, Front Royal, Virginia, USA
1. - 4. října 2009
Kontakt: conference@theclayconnection.org

ALABAMA CLAY CONFERENCE

Troy State University, Troy, Alabama, USA
19. - 21. února 2010

19TH WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE

Brisbane, Austrálie
1.-6. srpna, 2010
Internet: <http://www.ccm.com.au/soil/>

20TH GENERAL MEETING OF THE INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION

Budapest, Maďarsko
21.-27. srpna 2010
Organizuje: International Mineralogical Association
Internet:
http://www.univie.ac.at/Mineralogie/IMA_2010/

MECC'10

(Conference of Mid-European Clay Groups)
Budapest, Maďarsko
21.-27. srpna 2010
Středoevropská jílová konference bude organizována v rámci konání 20th General Meeting of the International Mineralogical Association v Budapešti, Maďarsko.
Kontakt: Dr. Géza Szendrei, prezident Maďarské jílové společnosti.
E-mail: szendrei@miner.nhmus.hu

TRILATERAL MEETING OF CLAY MINERALS (PROVISIONAL)

Koná se v roce 2010 v Seville, Španělsko
Organizuje: Spanish Clay Society (SEA), Clay Minerals Society (USA) and the Clay Society of Japan

EUROCLAY '11

Turecko, Antalya
2011

Vydává:

Česká společnost pro výzkum a využití jílu

Registrační číslo: MK ČR E 17129

Editor:

RNDr. Martin Šťastný, CSc.
Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR v.v.i.
V Holešovičkách, 41
182 09 Praha 8 - Libeň
tel.: 266 009 262, 410 fax: 268 866 45
e-mail: stastny@irms.cas.cz

Členové redakční rady:

Prof. RNDr. Jiří Konta, DrSc.
RNDr. Karel Melka, CSc.
RNDr. Miroslav Pospíšil, Ph.D.
Mgr. Jana Schweigstillová, Ph.D.

Technický redaktor:

Jana Šreinová

Vychází: 11. 5. 2009

Tištěná verze: ISSN 1802-2480

Internetová .pdf verze: ISSN: 1802-2499