

režimu). Objevuje se *Heronallenia vicksburgensis*, *Escornebovina leganyi* a ve sv. části ekozóny *Uvigerinella majkopica*.

Ekozóna III b. Svrchní část biozóny NP 22; P.19; PWC-Lo (přední část), PŠ I, II (sp.část).

Plankton: *Globigerina officinalis*, *G. praebulloides*, *G. ouachitaensis*, *Tenuitella munda*, *Acarinina ? aculeata*, *Subbotina* sp., *Chiloguembelina gracilis*.

Bentos: *Spirorutilus carinatus oligocaenicus*, *Spiroloculina lamposa*, *Cycloforina ludwigi*, *Pseudonodosaria equalis*, *Lenticulina incompta*, *L. inornata*, *Amphicoryna catesbyi*, *Hemirobulina hantkeni*, *Homalohedra isabella*, *Lagena gracilicosta*, *L. amphora*, *Guttulina communis*, *Favulina hexagona*, *Oolina laevigata*, *Fissurina cf. praecincta*, *F. orbigniana*, *Parafissurina* sp., *Walterparia* sp., *Glandulina* sp., *Bolivina danvillensis*, *Bolivina koesssenensis*, *B. vaceki*, *B. terquemi*, *B. beyrichii*, *Cassidulina alabamensis*, *Globocassidulina subglobosa*, *G. vitalisi*, *Euuvigerina moravia*, *Uvigerina gracilis gracilis*, *U. muralis*, *Uvigerinella majkopica*, *Reussella oberburgensis*, *Caucasina coprolithoides*, *Stilostomella adolphina*, *S. curvatura*, *Baggina pulchra*, *Valvularia complanata*, *Stomatobina acarinata*, *Glabratella loerentheyi*, *Heterolepa cf. simplex*, *Heronallenia vicksburgensis*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *C. pygmaeus*, *C. praelopjanicus*, *Lobatula amphisyliensis*, *Stichocibicides moravicus*, *Asterigerinata falcilocularis*, *Protelphidium graniferum*, *P. ? buxovillanum*, *Melonis pompilioides*, *Pullenia bulloides*, *P. quinqueloba*, *Srvatina perlata*, *Escornebovina leganyi*, *E. trochiformis*, *Gyroidinoides altiformis*, *Elphidiella heteropora*.

Vzácné exempláře větších taxonů (*Euuvigerina*, *Stilostomella*, *Cassidulina*, *Spiroloculina*, *Cycloforina*, *Lenticulina*) se objevují jen v prokysličenějších polohách. V silněji dysaerobických polohách je poněkud zvýšený podíl malých bolivin a *Uvigerina gracilis*.

Ekozóna III c. Svrchní část NP 22; P.19 nad vymízením *Tenuitella munda*; PŠ I, II (nejvyšší polohy pouzdřanských slínů s laminami diatomitů a laminami písku).

Plankton: vysoce dominuje oportunistická drobná *Acarinina ? aculeata*, řidce *Globigerina praebulloides*, *G. officinalis*.

Bentos: oproti ekozóně III b chybí větší taxonomy (*Spiroloculina*, *Lenticulina*, *Euuvigerina*, *Stilostomella*, *Cassidulina*), *Bolivina terquemi*, *B. bezrichi* a *Reussella*. V polohách s diatomovými laminami je *Bolivina crenulata*, v nejmladší části pouzdřanských slínů s laminami písku se vyskytuje *Fursenkoina schreibersi*.

Pro polohy s diatomovými laminami jsou charakteristické vyšší četnosti *Caucasina coprolithoides*. Pro velmi málo prokysličené nejvyšší polohy pouzdřanských slínů s laminami písku jsou typické hojně malé boliviny. Jejich výskyt v pískových laminách (spolu s *U. gracilis* a sférickými rhaxy) ukazuje na možnost redepozice z mělkých, prokysličených oblastí šelfu.

¹Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

²University of Göteborg, Dpt. of Marine Geology, S-402 32, Göteborg, Švédsko

MIGRACE TĚŽKÝCH KOVŮ V KRITICKY KONTAMINOVANÉ OBLASTI HNĚDOUHELNÉHO REVÍRU MIGRATION OF HEAVY METALS IN HEAVILY POLLUTED BROWN COAL MINE REGION

Olga Kvídová - Luděk Minařík - Miloš Burlan

Environment, Coal ash, Heavy metals, Mobilization, Sokolov basin

V roce 1994 jsme pokračovali v laboratorním studiu mobilizace stopových toxických kovů na složení uhlíkového popílku ze sklářských hutí v Lomnici u Sokolova.

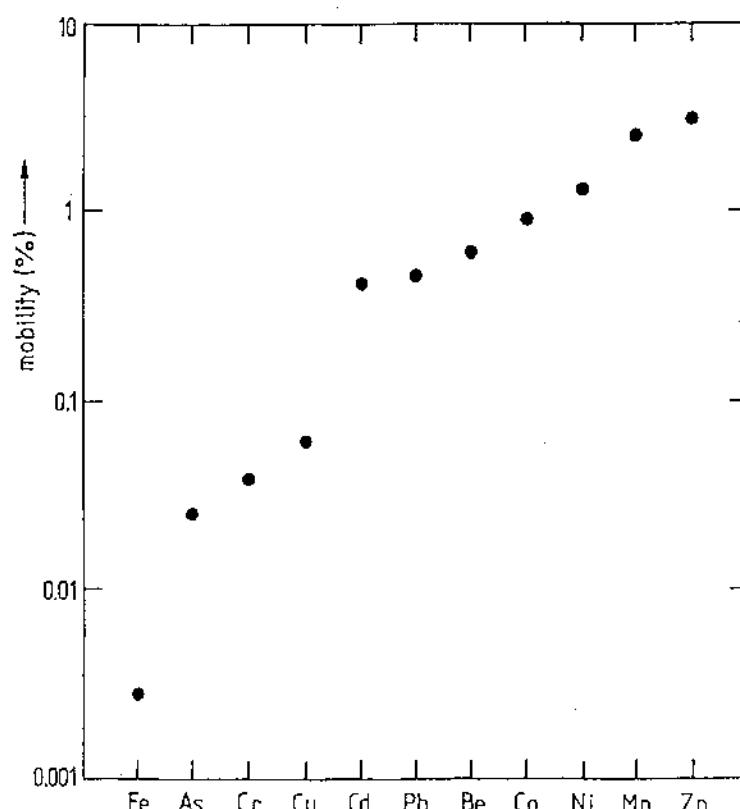
Byly provedeny extrakční experimenty s popílkem ve vodném prostředí při pH 2, 3, 4 a 5,5 v časových intervalech 15 minut, 1 hodina, 7 hodin, 24 hodin, 7 dní a 6 měsíců.

Důležitým parametrem, řídícím migrační schopnost prvků, je hodnota pH loužícího média (Mattigod et al. 1990). Materiál ze studované lokality vykazoval velikou pufrační kapacitu, takže během týdenní interakce popílku s roztoky o pH 2 - 5,5 se pH systému ustálilo na hodnotách v rozmezí 4,46-4,54.

Laboratorní dlouhodobé loužení (do 6 měsíců) při vsádkovém uspořádání neukazuje na jednoznačné trendy, pokud jde o mobilizaci prvků v závislosti na čase. Některé prvky vykazují koncentranční maximum ve výluhu s nejnižším pH hned na počátku loužícího procesu (Fe, As, Be), u jiných je tomu obráceně (Mn, Zn, Co), koncentrace některých oscilují okolo stabilní hodnoty (např. Cr, Cu, Pb). Vysvětlení je možno hledat v protichůdném působení dvou

základních faktorů, ovlivňujících proces mobilizace: narůstající čas a pufráční schopnost popílku, která má za následek posun pH směrem nahoru (u pH 5,5 směrem dolů), což znamená pro většinu prvků snížení rozpustnosti.

Relativní mobilita zkoumaných prvků (vyjádřená jako rozpustný podíl kovu z jeho celkového obsahu v původním vzorku v %) klesá v následujícím pořadí (viz obr. 1): Zn (3,1), Mn (2,5), Ni (1,3), Co (0,90), Be (0,57), Pb (0,43), Cd (0,42), Cu ($6,0 \cdot 10^{-2}$), Cr ($3,8 \cdot 10^{-2}$), As ($2,4 \cdot 10^{-2}$), Fe ($2,7 \cdot 10^{-3}$). Obsah prvků v eluátu není tedy odrazem chemického složení původního vzorku; rozdíl mezi okrajovými členy souboru prvků, seřazeného podle mobility, je čtyřřádový.



Obr. 1. Relativní mobilita kovů obsažených v uhlém popílku

Obecně jsou koncentrace testovaných kovů loužených ze skladovaného popílku nízké a nepředstavují proto hrozbu pro terestrické ani vodní prostředí dané lokality, s výjimkou berylia. Berylium uvolňované do kapalné fáze v našem experimentálním uspořádání ($V/m = 100/10$) přesahuje povolené limity dané zákonem z r. 1992 pro tzv. „ostatní povrchové toky“ (nikoliv vodárenské toky) o jeden až dva řády. Je proto reálným nebezpečím pro kontaminaci místních vodotečí.

Další vážné ohrožení vodního prostředí představuje retenční nádrž, která je situována v centrální části skládkového prostoru a jsou do ní přiváděny odpadní důlní vody. Voda z této sběrné nádrže o pH 2,1 - 2,5 je pak potrubím přečerpávána do lokální vodoteče.

Provedli jsme několik orientačních pokusů zaměřených na dekontaminaci důlních vod následujícími postupy:

- a) sorpce těžkých kovů na cyprisové jílovce z místních zdrojů
- b) neutralizace vody retenční nádrže

Sorpční experimenty s cyprisovými jílovci byly prováděny laboratorně při $V/m = 100/10$. Snížit obsah kovu v důlní vodě se tímto způsobem podařilo u železa, a to z 800 ppm na 321 ppm, (40% původní koncentrace) a velmi výrazně u arsenu, z 1,2 ppm na 0,0074 ppm, tj. na 0,6% původního obsahu. Prakticky lze mluvit o úplném odstranění As z roztoku. Koncentrace berylia klesla pouze o 10%, některé obsahy kovů, jako např. zinku a kadmia, zůstaly beze změny, jiné se z experimentálního materiálu vyluhovaly, např. měď a nikl.

K neutralizačním pokusům jsme použili hydroxid sodný, kterým bylo pH vody retenční nádrže upraveno na 7,02. Vysrážený hydroxid železitý jsme odfiltrovali. Obsah kovů v roztoku před a po neutralizaci uvádí následující tabulka.

Tabulka 1. Chemismus vody retenční nádrže před a po neutralizaci

	Fe	As	Zn	Be	Cu	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn	pH
mg.l ⁻¹	800.0	1.20	5.69	2.41	0.70	< 0.0005	0.013	0.13	1.26	14.6	2.26
mg.l ⁻¹	0.045	< 0.0005	0.080	0.0056	0.0077	< 0.0005	0.0004	0.0150	0.018	6.53	7.02
%	0.0056	< 0.042	1.41	0.23	1.1		3.1	11.54	14.3	44.7	

% - % kovu v roztoku po vysrážení neutralizací na pH 7,02

Z výsledků vyplývá, že neutralizací lze většinu těžkých kovů z roztoku odstranit prakticky úplně (Fe, As, Zn, Be, Cd, Cu) nebo alespoň jejich obsah vyrazně snížit (Cr, Ni).

Literatura

Mattigod, S.V. et al. (1990): Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: I. Review of the major elements. – J. Environ. Qual. 19, 188–201.

Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, Praha 6, 165 00

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PROTEROZOICKÝCH A STAROPALEOZOICKÝCH HORNIN NA LISTU PLZEŇ

ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PROTEROZOIC AND EARLY PALEOZOIC ROCKS ON THE MAP SHEET PLZEŇ

(12-33 Plzeň)

Zdeněk Lochmann

Engineering geology, Rocks environment, Foundation soil, W Bohemia

Pro sestavení mapy inženýrskogeologického rajónování na listu Plzeň byly vyčleněny v proterozoiku a starším paleozoiku litologicko-genetické komplexy hornin, které se vyznačují z hlediska geotechnického stejnými nebo podobnými vlastnostmi.

Litologický komplex slabě metamorfovaných hornin kralupsko-zbraslavské skupiny proterozoika zahrnuje metasedimenty (slabě fylitizované břidlice, prachovce a droby) spjaté vzájemnými přechody. Zčásti vystupují v podobě relativně homogenních těles, většinou však jde o mnohonásobně rytmecky zvrstvené sedimenty. Podle Maška et al. (1993) je významně zastoupen typ těchto hornin se skluzovými závalky, které vznikly patrně ze submarinních skluzů v blízkosti vulkanitů. Horniny tvoří rozsáhlá skalní defilé v údolích Berounky a jejích přítoků, na velkých plochách vystupují v okolí Červeného Hrádku, mezi Klabavou, Bušovicemi, Bezděkovem, v širším okolí Nynice. Ke komplexu těchto hornin přířazujeme i tenké polohy nebo větší tělesa fylitických černých břidlic (např. Hromnice, Nynice) a především pak hojná tělesa silicítů v prahu směru JZ-SV (Pohodnice, Klabava, Osek, Bušovice, Stupno, Skomelno). Fylitizované břidlice a prachovce jsou většinou trnavošedé. Vyznačují se deskovitou až lavicovitou odlučností, silným rozpukáním a nepravidelným rozpadem. Drobou jsou světlejší, středně až jemně zrnité, pevnější a vůči zvětrávání odolné. Mají polyedrickou odlučnost. Ve zdravém stavu nalezejí drobové břidlice do tř. R2 s vysokou pevností $\sigma_c = 50 - 150$ MPa, droby 60 - 170 MPa. Objemová hmotnost v přírodních podmínkách $\rho_n = 2600 - 2700$ kg.m⁻³. Modul přetvárnosti E_{def} při střední hustotě diskontinuit je 4500 - 8500 MPa, Poissonovo číslo $v = 0,10 - 0,15$. Na svazích bývají břidlice zvětralé jen do malých hloubek, na plošinách do 1 - 2 m, eluvia mají charakter převážně jílovitopísčitých hlín s úlomky. Místy jsou však fosilně zvětralé v písčitojílovitou zeminu (tf. R5, F4, F6, F8 - CS, CL, CI, CH), těžitelnou ve tř. 3. V cihelně v Chrástu dosahuje tloušťka eluvia kolem 10 m. Spolu s nadložními hlínami je těženo k výrobě cihel a krytiny. Intenzívní zvětrávání zasahuje na Plzeňsku pod terciérními sedimenty často do značných hloubek. U České Bělé jsou mocnosti zvětralých hornin kolem 10 až 20 m. Při plánování stavebních prací na území fylitizovaných břidlic, prachovců a drob bude hodnota základové půdy ovlivněna rozdílným stupněm a hloubkou zvětrání těchto hornin a hustotou diskontinuit, jakož i četností proniků metabazaltů. V místech výskytu fosilních kaolinických zvětralin (na plošinách předkvarterního povrchu) je třeba počítat s nehomogenitou základové půdy (nebezpečí objemových změn, rozbřídání, namrzání ap.).