Petr Rojík
Sokolovská uhelná a.s.

Recentní minerály Sokolovské pánve - záznam o stavu životního prostředí

Úvod

Centrální část Sokolovské pánve je typická antropogenně přetvářená krajina. Těžbou uhlí byla zasažena plocha kolem 115 km^2. Obrovské uhelné lomy se podobají umělým kráterům. Na obejití jednoho velkolomu člověk potřebuje celý den. Okolo velkolomů bylo navršeno devět velkých vnějších výsypek, umělých tabulových hor, které dohromady zaujímají plochu asi 49 km^2 a mají průměrnou výšku 32 m. Přemístěný objem nadložních hornin v letech 1945–2007 se odhaduje na 1,9 miliard krychlových metrů. Imponující však není jen množství přemisťovaných hmot, ale i rychlost těchto procesů. Rychlost, s jakou velkostroje odkrývají jíly v uhelném nadloží a snižují původní terén v lomech, stejně jako rychlost, s níž zakladače na okolních výsypkách ukládají nadloží a tím zvyšují terén nad původní úroveň, překračuje tempo přirozených procesů v době ukládání hornin do pánve v třetihorách o čtyři řády. Těžba uhlí proměnila za 220 let morfologii krajiny: z ploché pahorkatiny vznikla postupně plochá až členitá vrchovina. To je však pouze vnější, viditelná stránka krajiny. Výzkum zajímavých a unikátních procesů, které se odehrávají uvnitř výsypek, je prakticky ještě na začátku.

Uměle vyvolané zvětrávací procesy v uhelných lomech

Jakmile horníci ve velkolomech odkryjí vrstvy, které byly po milióny let ukryté pod povrchem Země, začnou horniny reagovat s okolním prostředím – se vzduchem, vodou a živou hmotou. Nestálé minerální součásti hornin podléhají rychlé oxidaci a hydrataci. Na této proměně se účastní i bakterie, které získávají energii ze zrnek nerostů bohatých na železo a síru (pyritu, markazitu, greigitu, smythitu, pyrhotinu), tím je pomáhají rozkládat a proměňovat na postupnou řadu jiných sloučenin, které jsou již stálé v povrchových podmínkách. Nově vznikající nerosty se srážejí z vod uvnitř puklin, na povrchu zvětrávajících původních nerostů, v místech výtoku důlních vod ze stěn, nebo tvoří výkvěty na povrchu hornin. Tyto nové minerály by nikdy nemohly vzniknout, kdyby člověk v lomu uměle neodkryl původní horniny a nezměnil jejich prostředí (viz tabulka).

Minerál	Složení	Symetrie mřížky	Těžební lokalita
Humboldtin	$Fe^{2+}C_2O_4.2H_2O$	jednoklonná	Lomnice
Melanterit	$Fe^{2+}SO_4.7H_2O$	jednoklonná	Jiří
Rozenit	$Fe^{2+}SO_4.4H_2O$	jednoklonná	Lomnice, Medard-Libík, Družba
Jarosit	$KFe^{3+}{}_3(SO_4)_2(OH)_6$	trigonální	Medard I/II, Medard-Libík
Natrojarosit	$NaFe^{3+}{}_3(SO_4)_2(OH)_6$	trigonální	Jiří
Butlerit	$Fe^{3+}SO_4(OH).7H_2O$	jednoklonná	Medard-Libík
Coquimbit	$Fe^{3+}{}_2(SO_4)_3.9H_2O$	šesterečná	Družba
Copiapit	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_4(SO_4)_6(OH)_2.20H_2O$	trojklonná	Družba

Recentní Fe-minerály na zvětrávajících odkryvech uhelných lomů. Rtg. difrakční analýzy: Mejstříková 2000, Rezek et al. 1988, Řehoř et Štrbáňová 2001, Řehoř 2002, 2005

Ukládání minerálů v odvodňovacích příkopech a ve vodních nádržích lomů

Nově vzniklé sloučeniny se znovu částečně rozpouštějí v důlních a srážkových vodách. Rozpuštěné ionty jsou odváděny soustavou odvodňovacích příkopů až do retenčních nádrží na dně lomů. Při transportu látek v

mineralizovaných vodách dochází na dně příkopů za příznivých podmínek ke srážení druhotných minerálů železa a síry. Většina minerálů se pak definitivně vysráží na dně velkých nádrží (viz tabulka).

Minerál	Složení	Barva (Munsellův standard)	Krystalinita
Goethit	α-FeOOH	žlutohnědá 7.5YR – 10YR	slabá – střední
(Natro)jarosit	$RFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	žlutá 2.5Y – 5Y	dobrá
Schwertmannit	$Fe_8O_8(OH)_6SO_4$	oranžově žlutá 7.5YR – 2.5Y	velmi slabá
Ferrihydrit	$Fe_5HO_8.4H_2O$	hnědooranžová 5YR – 7.5YR	velmi slabá
Lepidokrokit	γ-FeOOH	oranžová 5YR – 7.5YR	proměnlivá

Recentní Fe-minerály v síti odvodňovacích příkopů důlních vod. Lokality: Lomnice, Družba, Podkrušnohorská výsypka (Murad et Rojík 2005)

Díky uplatňování zákonů na ochranu životního prostředí dnes horníci v sokolovském uhelném revíru nemají větší problém s čistotou vypouštěných vod. Avšak před rokem 1993 byly ještě místy těženy zásoby uhlí se zvýšeným obsahem síry. Například uhlí v bývalém lomu Lomnice u Sokolova mělo průměrný obsah síry v sušině Sd = 5,2 %. Vyluhováním síry ze zvětrávajících uhelných stěn se důlní vody obohacovaly síranovými ionty. Úpravě důlních vod nebyla vždy věnována taková pozornost jako dnes, proto odvodňovacími příkopy proudila a v retenčních nádržích se usazovala oranžová, silně mineralizovaná důlní voda. To byl i případ důlních vod ve zmíněném lomu Lomnice. Ze zdejší retenční nádrže byly vody dále přečerpávány do bývalého lomu Georg u Lomnice.

Tady, v ústraní starého opuštěného lomu obklopeného lesy a skládkou, vzniklo barevné jezírko se svéráznou divokou krásou, které slouží již 17 let jako studijní objekt. S trochou nadsázky lze říci, že vědci už nemusí jezdit za kyselými síranovo-železitými vodami do rudních revírů španělského Rio Tinta, na Sibiř ani do Kalifornie. Voda „Lomnického jezírka" byla silně koncentrovaná, zvláště při nižším stavu hladiny. Kyselost vody kolísala v mezích pH = 1,9 až 2,9, obsah rozpuštěných železitých iontů dosahoval hodnot Fe^{3+} = 533 až 900 miligramů v litru a obsah rozpuštěných síranových iontů SO_4^{2-} = 2600 až 3800 miligramů v litru vody. Okolo břehů a v lagunách jezírka se spontánně srážely bahenní železné rudy. Podobné procesy probíhaly pravděpodobně v třetihorních jezerech Sokolovské pánve na dosah sirných výronů plynů a železitých strusek okolo sopek Doupovských hor. Proto i v sopečných uloženinách můžeme najít bahenní železité rudy, doprovázené minerály síry. Rezavě hnědá bahenní ruda „Lomnického jezírka" přirůstala na podklad po tenkých vrstvičkách. Místy dokonce vytvářela bochníkovité konkrece. Tyto koncentrické útvary obsahovaly převážně železo a síru v podobě minerálů goethitu α-FeOOH a natrojarositu $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$. Dosahovaly výšky až 70 cm a šířky až 120 cm.

Minerál	**Vzorec**	**Forma výskytu**
Goethit	α-FeOOH	Celá konkrece, Fe-artefakt
Jarosit	$RFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	Vnitřní vrstvy konkrece
Schwertmannit	$Fe_8O_8(OH)_6SO_4$	Povrchová vrstva konkrece
Akaganeit (?)	b-FeOOH	Povrchová vrstva konkrece
Magnetit	Fe_3O_4	Fe-artefakt

Recentní minerály v retenční nádrži bývalého lomu Georg u Lomnice. Analýzy: Rojík et al. 1998, Matýsek 2001, Murad et Rojík 2005

Závěr

Povrchová těžba uhlí v Sokolovské pánvi nastartovala nové geologické

procesy, počínaje zvětráváním odkrytých hornin přes odnos rozpuštěných iontů vodami až po ukládání novotvořených nerostů. Při zvětrávání hornin v lomových stěnách dochází k rozkladu původních nerostů – zejména sirníků železa. Při následném transportu prvků ve vodním proudu pak vzniká na dně příkopů celá škála novotvořených nerostů. Pro některé z nich, jako jsou schwertmannit $Fe_8O_8(OH)_6SO_4$ a ferrihydrit $Fe_5HO_8.4H_2O$, patří lokality Sokolovské pánve k prvním známým a nejlépe dokumentovaným výskytům na světě.

Jaký druh minerálu se z důlních vod konkrétně vysráží, na jakém místě, kdy a v jakém množství, to velmi závisí na místních podmínkách. Při změně podmínek se dokonce může již jednou vysrážený minerál znovu rozpustit a být nahrazen jiným druhem nerostu. Každý z novotvořených nerostů je stálý pouze v určitém rozmezí podmínek, při určité koncentraci síranových a železitých iontů ve vodě a zejména při určité kyselosti vod. Proto přítomnost určitého druhu minerálu vypovídá o stavu životního prostředí v době jeho vzniku.

Při našich výzkumech se ukázalo, že pro rychlou orientační identifikaci novotvořených minerálů je poměrně spolehlivým indikátorem jejich barva. Tato nová zjištění vzbudila pozornost, protože jsou využitelná při leteckém a družicovém výzkumu zemského povrchu a při posuzování stavu životního prostředí, a to nejen v Sokolovské pánvi. V současné době probíhá posuzování spekter mineralogických standardů ze Sokolovska v rámci mezinárodních projektů.

Literatura

Murad, E. et Rojík, P. (2003): Iron-rich precipitates in a drainage environment: Influence of pH on mineralogy. – Amer. Mineralogist, Vol. 88: 1915-1918.

Murad, E. et Rojík, P. (2004): Jarosite, schwertmannite, goethite, ferrihydrite and lepidocrocite: the legacy of coal and sulfide ore mining. – SuperSoil: 3rd Australian New Zealand Soils Conf., publ. on CD-ROM, Sydney.

Murad, E. et Rojík, P. (2005): Iron mineralogy of mine-drainage precipitates as environmental indicators: review current concepts and a case study from the Sokolov Basin, Czech Republic. – Clay Minerals, Vol. 40: 427-440.

Rojík, P. et Pašava, J. (1998): The recent jarosite-goethite nodules at Lomnice near Sokolov. - 8th Coal Geology Conf. – Excursion Guide, Přírodov. fak. UK: 60-69, Praha.

Přemysl Tájek
Správa CHKO Slavkovský les

Blatnice skvrnitá - nový druh žáby pro Slavkovský les

Letošní faunistický průzkum CHKO Slavkovský les zaměřený na výskyt obojživelníků nám přinesl velice příjemné překvapení – nález blatnice skvrnité, jednoho z nejvzácnějších druhů našich žab.

Spolu s kolegy ze Správy CHKO jsme během dubna a začátkem května navštívili přes 100 vodních nádrží a zaznamenali zde výskyt jednotlivých druhů obojživelníků. Jednotlivé druhy žab a čolků jsme určovali po odchytu do sítěk, v některých případech také podle nalezených vajíček nebo podle hlasu. 20. dubna jsme spolu s Tomášem Peckertem nalezli v rybníce Bažina 1,2 km SZ od Krásna několik podivných snůšek vajíček. Od snůšek ostatních našich žab se nápadně lišily svým pentlicovitým tvarem (viz fotografie) – šlo asi o 2 cm silné provazce dlouhé 30-100 cm (skokani mají kulovité chuchvalce vajíček, ropuchy zase provazce jednotlivých vajíček za sebou). Stejné snůšky jsem našel i v rybníce 1,6 km jihovýchodně od Bečova nad Teplou (24. dubna, 3 snůšky) a na Komářích rybnících u Horního Slavkova (25. dubna, přes 15 snůšek). Po prostudování literatury jsme zjistili, že se jedná o vajíčka blatnice skvrnité (*Pelobates fuscus*) – kriticky ohroženého