

Vojtěch Ettler

Nejvýznamnější práce

1. Ettler V., Legendre O., Bodéan F., Touray J.C. (2001): Primary phases and natural weathering of old lead-zinc pyrometallurgical slag from Příbram, Czech Republic. *Canadian Mineralogist* **39**, 873-888. (IF₂₀₁₂ = **1,180**, citováno **32× bez autocitací**¹)

Tato práce představuje první detailní mineralogickou a krystalochemickou studii zaměřenou na olověné strusky a na příkladu vzorků z historických metalurgických hald z Příbrami dokumentuje, že prvky rizikové pro životní prostředí (např. Pb, Zn) frakcionují v průběhu solidifikace struskové taveniny a kromě vazby v sulfidech a intermetalických sloučeninách mohou vstupovat ve vysokých koncentracích do vysokoteplotních silikátů, oxidů a do skla. Kombinace RTG difrakční analýzy, skenovací elektronové mikroskopie (SEM/EDS) a elektronové mikroanalýzy (EPMA) byla použita k popisu přírodních alteračních zón, které ukazují na dva základní zvětrávací procesy později pozorované i u dalších typů strusek: (i) preferenční vyluhování kontaminantů ze skla v okrajových zónách struskových tyglíků a na (ii) komplexní procesy srážení sekundárních sulfátů (např. anglesitu, PbSO₄) a zároveň (hydr)oxidů Fe, které jsou schopné sorbovat nejen kovy, ale i další kontaminanty (např. As). Tato studie stála na počátku mého dalšího zájmu o studium mineralogie a environmentální stability strusek a dalších minerálních odpadů z metalurgie v oblastech, kde dochází ke zpracování polymetalických rud a výrobě kovů (např. Polsko, Zambie, Namibie).

2. Ettler V., Mihaljevič M., Komárek M. (2004): ICP-MS measurements of lead isotopic ratios in soils heavily contaminated by lead smelting: tracing the sources of pollution. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **378**, 311-317. (IF = **3,659**, citováno **48× bez autocitací**)

Tato práce stála na počátku zavedení analýzy izotopů Pb pomocí ICP-MS v našich laboratořích, které jako první v České republice začaly rutinně využívat izotopů Pb pro stopování antropogenních zdrojů kontaminace. Kromě metodiky analýzy kontaminovaných půdních vzorků tato studie ukazuje na příkladech půdních profilů z Příbramska, že lze na základě izotopového složení Pb (například pomocí poměrů ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb/²⁰⁶Pb) stopovat vliv změny technologie v hutním závodě (představujícím nejvýznamnější bodový zdroj kontaminace na daném území) na okolní půdní ekosystém. Na základě izotopových dat bylo pomocí smíšeného modelu vypočítáno, že vertikální mobilita Pb se v půdních profilech pohybuje mezi 0,3 a 0,36 cm/rok. Tato studie se stala základem pro náš další izotopický výzkum půd, biomasy a geochemických archívů (letokruhů, rašelin) v kontaminovaných oblastech České republiky a dalších zemí Evropy a Afriky. Nejen z těchto prací později vycházela přehledová publikace vydaná v roce 2008 v časopise *Environment International*, která patří mezi naše nejcitovanější práce a která ukázala nové možnosti a směry v použití izotopů Pb v environmentálních vědách.

3. Ettler V., Vaněk A., Mihaljevič M., Bezdička P. (2005): Contrasting lead speciation in forest and tilled soils heavily polluted by lead metallurgy. *Chemosphere* **58**, 1449-1459. (IF₂₀₁₂ = **3,137**, citováno **57× bez autocitací**)

První podrobná studie zabývající se distribucí a chemickou frakcionací Pb v půdách kontaminovaných metalurgií Pb a ukazující, že vysoká intercepční plocha korun stromů má významný vliv na extrémně

¹ Počet citací podle Web of Science ke dni 7. 11. 2013

vysoké koncentrace Pb v humusových a A-horizontech lesních půd (až 3.5 hm.%). Naopak koncentrace Pb v zemědělsky využívaných půdách vykazovaly až o 2 řády nižší koncentrace Pb. Na základě sekvenční extrakční analýzy bylo zjištěno, že Pb je velmi mobilní v lesních půdních profilech (> 50%), zatímco u zemědělsky využívaných půd je jeho mobilita výrazně nižší zejména díky vazbě na půdní oxyhydroxidy Fe. Výsledky této studie nás přivedly k dalšímu výzkumu půd ve znečištěných oblastech se zaměřením na (bio)dostupnost kovů a polokovů, včetně praktických aspektů zaměřených na možnosti dekontaminace a remediacce (např. fytoextrakce, chemická stabilizace).

4. Ettlér V., Johan Z., Baronnet A., Jankovský F., Gilles C., Mihaljevič M., Šebek O., Strnad L., Bezdička P. (2005): Mineralogy of air-pollution-control residues from a secondary lead smelter: environmental implications. *Environmental Science and Technology* **39**, 9309-9316. (IF₂₀₁₂ = **5,257**, citováno **24× bez autocitací**)

První studie zaměřená na detailní charakteristiku popílků z různých technologických provozů v Pb huti s využitím řady analytických metod pro zjištění chemického a mineralogického složení a vyluhovatelnosti kontaminantů. Výsledky ukázaly, že přítomnost snadno rozpustných fází Pb ($\text{Na}_3\text{Pb}_2(\text{SO}_4)_3\text{Cl}$ a $\text{KCl}\cdot 2\text{PbCl}_2$) způsobuje, že v případě úniku částic popílku ze systému čistění spalin v hutním provozu a při jejich uložení do půdního prostředí dochází k uvolnění Pb a dalších kontaminantů, které pak mohou snadno migrovat v půdních profilech. Tato práce tak ukazuje na klíčovou roli speciace kontaminantů v pevné fázi, bez níž nelze u daného minerálního odpadu správně vyhodnotit potenciální riziko pro znečištění prostředí. Tato práce stála na počátku dalších studií, ve kterých jsme se zabývali environmentální reaktivitou popílků z vysokoteplotních procesů a možnostmi jejich zpracování, recyklace nebo stabilizace.

5. Ettlér V., Mihaljevič M., Šebek O., Matys Grygar T., Klementová M. (2012): Experimental *in situ* transformation of Pb smelter fly ash in acidic soils. *Environmental Science and Technology* **46**, 10539-10548. (IF₂₀₁₂ = **5,257**, citováno **1× bez autocitací**)

Tato práce byla založena na dlouhodobém *in situ* sledování transformace popílku z metalurgie Pb v kontrastních půdních systémech a navázala na řadu předchozích prací zaměřených na charakteristiku a laboratorní experimenty prováděných na tomto typu odpadového materiálu. Pro tento výzkum bylo použito dvojitého experimentálního polyamidového sáčku s popílkem, které byly inkubovány v půdním prostředí tak, aby zároveň bylo možno měřit toky uvolňování kontaminantů i změny v chemismu a mineralogickém složení při vlastní transformaci popílku. Výsledky ukazují, že pH je hlavním parametrem ovlivňujícím transformaci popílku v půdě a standardně používané laboratorní pH-statické loužící testy lze využít pro základní simulaci dlouhodobé expozice minerálních odpadů v půdním prostředí.

V Praze, 7. listopadu 2013

Vojtěch Ettlér