

AKTIVITA RADIOCESIA A PŘIROZENÝCH RADIOAKTIVNÍCH PRVKŮ V SEDIMENTECH PLUMLOVSKÉ PŘEHRADY A PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA HORNIN SNOSNÉ OBLASTI

Activity of radiocaesium and natural radioactive elements in sediments of the Plumlov Dam and natural radioactivity of rocks in the source area

Jiří Zimák, Libuše Ďurdřová

Katedra geologie PŘF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: zimak@prfnw.upol.cz

(24-23 Protivanov, 24-24 Prostějov)

Key words: Moravian-Silesian Culm, dam sediments, gamma-spectrometry, natural radioactive elements, radiocaesium

Abstract

The concentrations of natural radioactive elements (K, U, Th) and activity of radiocaesium were measured using a laboratory gamma-ray spectrometer in 87 samples of sediments from the Plumlov Dam. Potassium, uranium and thorium contents in the studied dam sediments are relatively low and correspond to that in siliciclastic sediments of the Protivanov, Rozstání and Myslejovice Fms. (graywackes, siltstones, silty shales, clay shales, conglomerates) in the southern part of the Moravian-Silesian Culm. The calculated natural mass activity of the dam sediment is from 117 to 189 Bq.kg⁻¹, in average 144 Bq.kg⁻¹. Activity of radiocaesium in the dam sediments is very low and reaches only 15 Bq.kg⁻¹ at maximum. Those sediments do not represent any risk from the point of view of radioactivity. In the present times the Plumlov Dam is let out, dam sediments are excavated and redeposited on nearby fields.

Úvod

Plumlovská přehrada na říčce Hloučela je jednou z nejstarších přehrad na území ČR. Poprvé byla napuštěna v r. 1933. Hlavním smyslem této stavby bylo snížení povodňových průtoků a zajištění minimálního nadlepeného průtoku Hloučely. Využitelnost přehrady pro rekreační účely byla v posledních cca 10 letech značně omezena pro špatnou kvalitu vody (přemnožení sinic). Realizace projektu na úplné vyčištění přehrady začala jejím vypouštěním v září 2009, v prosinci 2010 bylo zahájeno odtěžování přehradních sedimentů a jejich deponování na pole mezi Plumlovem a Ohrozimí. Celkem by mělo být odtěženo a přemístěno více než 200 tisíc m³ sedimentů.

Ve snosné oblasti zcela dominují spodnokarbonské sedimenty všech tří souvrství vystupujících na Dražanské vrchovině: protivanovské souvrství (droby s lokálními polohami siltovců, siltových a jílových břidlic a jemnozrnných drob), rozstánské souvrství (převažují břidlice a siltovce přecházející do jemnozrnných drob, méně hojné jsou droby a konglomeráty) a myslejovické souvrství (převažují břidlice a siltovce, méně hojné jsou droby a slence). Součástí sedimentů přehradní nádrže je zcela jistě i materiál pocházející ze spraší či sprašových hlín, které jsou však rozšířeny pouze v nejnáchodnější části snosné oblasti, tedy bezprostředně v okolí Plumlovské přehrady.

Vzorky a metody

V roce 2010 bylo na dně Plumlovské přehrady nad bývalou hrází Zlechovského rybníka odebráno 42 vzorků přehradních sedimentů, a to přímo z povrchu nebo z mělčích jamek (hloubka cca 20–25 cm). V lednu 2011 byl proveden odběr dalších 45 vzorků ze stěn odvodňovacích kanálů, vyhloubených v přehradních sedimentech nad již zmíněnou hrází – takto byl získán materiál ze tří profilů, zasahujících až do hloubky 2,9 m (vzdálenost mezi profily

je cca 50 m, vzdálenost mezi vzorky na profilu je 15–20 cm). Celkem tedy bylo k dispozici 87 vzorků, které převážně zrnitostně odpovídají lutitům (39% vzorků) a arenitům (58%). Ve vzorcích byl na PŘF UP v Olomouci laboratorně stanoven obsah přirozených radioaktivních prvků (K, U a Th) a také ¹³⁷Cs za použití spektrometru SG1000 LAB s NaI(Tl) detektorem o objemu 0,35 dm³ (průměr 76 mm, délka 76 mm). Obsah draslíku byl stanoven přímo na základě koncentrace ⁴⁰K. Obsahy uranu a thoria byly stanoveny nepřímou na základě koncentrací dceřiných produktů, a proto jsou při uvádění výsledků analýz tyto obsahy označovány jako eU a eTh. Obsah ¹³⁷Cs byl stanoven přímo a je vyjádřen jeho hmotnostní aktivitou (v Bq.kg⁻¹).

Přirozená radioaktivita studovaných vzorků je vyjadřována hmotnostní aktivitou ekvivalentu ²²⁶Ra (a_m), vypočtenou podle vztahu $a_m = 12,35U + (1,43,4,06Th) + (0,077,313K)$, do kterého jsou obsahy U a Th dosazovány v ppm, obsahy K v hmot. %.

Pro srovnání byla studována i přirozená radioaktivita spodnokarbonských sedimentů, odebraných ve snosné oblasti. Protože se nepodařilo ze snosné oblasti získat vzorky spraší, byly ke studiu přirozené radioaktivity těchto hornin použity vzorky z odkrytých v blízkém okolí Prostějova (výsledky studia přirozené radioaktivity spraší v oblasti Hornomoravského úvalu ukazují, že mezi jednotlivými lokalitami existují jen malé rozdíly).

Výsledky a závěry

Na základě provedených gamaspektrometrických měření lze formulovat tyto závěry:

1) Aktivita ¹³⁷Cs je v 71% vzorků sedimentů z Plumlovské přehrady pod 4 Bq.kg⁻¹ (mez stanovitelnosti použitou metodou). Ve zbývajících vzorcích přehradních sedimentů byly stanoveny aktivity ¹³⁷Cs v rozpětí

geol. jednotka / hornina	n	K (hmot. %)			eU (ppm)			eTh (ppm)			a _m (Bq.kg ⁻¹)		
		min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x
přehradní sedimenty	87	1,3	2,3	1,8	2,1	4,3	2,9	7,6	15,9	11,0	117	189	144
PrS – aleurity + pelity	3	1,8	2,7	2,3	2,4	4,4	3,4	7,6	14,1	10,8	117	188	161
PrS – droby	24	1,2	2,6	1,8	1,5	4,0	2,6	6,0	12,4	8,8	82	158	127
RoS – aleurity + pelity	12	1,9	3,0	2,4	2,2	9,7	4,0	7,5	16,5	11,1	138	247	172
RoS – droby	25	0,9	2,7	1,9	1,8	7,1	3,1	6,4	19,4	10,9	92	261	148
RoS – konglomeráty	4	1,7	2,4	2,1	2,7	5,1	3,4	8,9	11,4	9,9	128	177	150
MyS – aleurity + pelity	14	1,4	3,7	2,3	2,9	13,3	4,9	8,7	36,0	14,4	134	462	200
MyS – droby	14	1,2	4,1	2,3	1,6	4,1	2,9	7,6	19,6	11,7	93	263	159
MyS – konglomeráty	4	1,4	2,3	1,9	2,2	3,5	2,7	7,5	10,7	8,9	105	146	129
spraše	14	1,3	1,8	1,5	2,6	3,5	3,1	8,7	13,7	11,6	122	154	142

Vysvětlivky: PrS = protivanovské souvrství, RoS = rozstáňské souvrství, MyS = myslejovické souvrství; n = počet vzorků.

Tab. 1: Obsahy přirozených radioaktivních prvků (K, eU, eTh) v horninách a vypočtené hodnoty hmotnostní aktivity (a_m).

Tab. 1: Natural radioactive element (K, eU, eTh) contents in rocks and calculated mass activity (a_m).

4–15 Bq.kg⁻¹ (průměr 8 Bq.kg⁻¹). Jde tedy o aktivity velmi nízké.

2) Vzorky odebrané přímo z povrchu přehradních sedimentů mají aktivitu ¹³⁷Cs nižší než vzorky z hloubky kolem 20 cm: 56 % vzorků z povrchu vykazuje aktivitu ¹³⁷Cs pod 4 Bq.kg⁻¹, ve zbývajících vzorcích z povrchu je aktivita ¹³⁷Cs v rozpětí 4–13 Bq.kg⁻¹ (průměr 6 Bq.kg⁻¹); 42 % vzorků z hloubky cca 20 cm má aktivitu ¹³⁷Cs pod 4 Bq.kg⁻¹, ve zbývajících vzorcích tohoto souboru je aktivita ¹³⁷Cs v rozpětí 5–15 Bq.kg⁻¹ (průměr 11 Bq.kg⁻¹). Zjištěné aktivity ¹³⁷Cs ve sledované vrstvě sedimentů nejsou překvapením. Jde bezpochyby o stopy radioaktivního spadu souvisejícího s havárií černobylské elektrárny v roce 1986. Zjištěné hodnoty rámcově odpovídají aktivitě ¹³⁷Cs v půdách na Prostějovsku i aktivitě ¹³⁷Cs stanovené na vzorcích kulmských sedimentů odebíraných na výchozech v přílehlé části Dražanské vrchoviny (jde o hodnoty výjimečně i přes 20 Bq.kg⁻¹).

3) Ve vzorcích přehradních sedimentů ze dvou vertikálních profilů (hloubka 2,9 a 2,3 m) byla zjištěna hmotnostní aktivita ¹³⁷Cs vždy pod 4 Bq.kg⁻¹. V souboru vzorků ze třetího profilu (hloubka 2,7 m) jsou tři s aktivitou ¹³⁷Cs nad mezí stanovitelnosti: 5 Bq.kg⁻¹ (hloubka 20 cm), 4 Bq.kg⁻¹ (hloubka 65 cm) a 11 Bq.kg⁻¹ (hloubka 95 cm). Zůstává otázkou, zda zvýšená aktivita v hloubkách 65 a 95 cm souvisí s černobylskou havárií nebo zda nejde o pozůstatek jaderného spadu z nukleárních zkoušek prováděných v 50. a 60. letech 20. století.

4) Aktivita ¹³⁷Cs v sedimentech Plumlovské přehradě je relativně nízká. To je zřejmé např. při srovnání s údaji o aktivitě sedimentů Brněnské přehradě (Ďurďová a Zimák 2009, Sedláček a Bábek 2009), kde byla zjištěna aktivita ¹³⁷Cs až na úrovni 309 Bq.kg⁻¹, považovaná za důsledek havárie černobylského reaktoru. Výrazně rozdílné aktivity ¹³⁷Cs v sedimentech obou přehrad spojované s touto havárií mohou souviset s velmi nerovnoměrnou distribucí

jaderného spadu a také s rozdílnou schopností sedimentů vázat cesium.

5) Výsledky všech provedených gamaspektrometrických stanovení přirozených radioaktivních prvků jsou sumarizovány v tabulce 1. Hmotnostní aktivita přehradních sedimentů daná obsahem přirozených radioaktivních prvků je 117 až 189 Bq.kg⁻¹, průměr 144 Bq.kg⁻¹. Z hlediska přirozené radioaktivity a aktivity ¹³⁷Cs tedy sedimenty Plumlovské přehradě nepředstavují žádné riziko a jejich využití ke zkvalitnění zemědělské půdy je možné.

6) Přirozená radioaktivita sedimentů Plumlovské přehradě v podstatě odpovídá přirozené radioaktivitě kulmských sedimentů ve snosné oblasti. Flyšoidní souvrství tvořící podstatnou část Dražanské vrchoviny (včetně prakticky celé snosné oblasti) a také Nížkého Jeseníku mají v rámci v. části Českého masivu relativně vysokou přirozenou radioaktivitu (ve srovnání s krystalikem v této oblasti) – viz např. Matolín (1970), Manová a Matolín (1995), Zimák a Štelcl (2003). Radioaktivita kulmských souvrství roste od souvrství protivanovského přes rozstáňské po myslejovické. To je zřejmé jak z údajů v tabulce 1, tak z výsledků studia přirozené radioaktivity spodnokarbonských siliciklastik v celé j. části Dražanské vrchoviny (Štelcl a Zimák 2009). V rámci jednotlivých souvrství je zřejmé, že průměrná přirozená radioaktivita roste od konglomerátů přes psamity (dominují droby) až po skupinu aleuritů a pelitů (jílové břidlice, siltové břidlice a siltovce s přechody do jemnozrnných drob). Ve studovaném souboru kulmských sedimentů ze snosné oblasti vykazují relativně vysokou přirozenou radioaktivitu dva vzorky siltovo-jílových břidlic z myslejovického souvrství, odebrané z výchozů v údolí Hloučely sz. od Hamrů – hmotnostní aktivita těchto vzorků dosahuje až 462 Bq.kg⁻¹ a je způsobena vysokými obsahy uranu a thoria (až 13,3 ppm eU a 36,0 ppm eTh).

Literatura

- Ďurďová, L. – Zimák, J. (2010): Přirozené radionuklidy a aktivita ^{137}Cs v přehradních sedimentech Brněnské přehrady. – Zpr. geol. Výzk. v R. 2009, 199–201. Praha.
- Manová, M. – Matolín, M. (1995): Radiometrická mapa České republiky 1 : 500 000. ČGÚ Praha.
- Matolín, M. (1970): Radioaktivita hornin Českého masívu. Knih. Ústř. úst. geol., 41. Praha.
- Sedláček, J. – Bábek, O. (2009): Předběžné zhodnocení rychlosti sedimentace ve vybraných přehradních nádržích v povodí Moravy. – Geol. Výzk. Mor. Slez., XVI, 31–34. Brno.
- Štelcl, J. – Zimák, J. (2009): Přirozená radioaktivita kulmských sedimentů v širším okolí velkolomu Mokrý. – MS. PřF MU Brno a PřF UP Olomouc.
- Zimák, J. – Ďurďová, L. (2009): Natural radioactivity of the Brno Dam bottom sediments. Proceed. from XIth Conf. on Waste Recyclation, Ostrava 28. 11. 2009, VŠB TU Ostrava 2009, 110–115.
- Zimák, J. – Štelcl, J. (2003): Terénní gamaspektrometrické měření přirozené radioaktivity hornin v oblasti moravskoslezského kulmu v Nízkém Jeseníku. – Zpr. geol. Výzk. v r. 2002, 203–204. Praha.