

**Eduard Hanslík, Barbora Sedlářová, Eva Juranová,
Diana Marešová**

OBSAH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK V KALU Z CHLADICÍCH VĚŽÍ EDU

Úvod

Radioaktivní látky v povrchových vodách jsou významně zastoupeny v nerozpuštěných látkách. Relativní zastoupení závisí zejména na zrnitosti nerozpuštěných látek, jejich mineralogicko-petrografickém složení, chemismu kapalné fáze a dalších faktorech. Vzhledem k důležitosti zachytu radionuklidů na nerozpuštěných formách byly proměřeny nerozpuštěné látky odebrané z chladicích věží na elektrárně Dukovany (EDU).

Metodika

Výskyt antropogenních a neantropogenních radionuklidů se uvádí v rozpuštěné a nerozpuštěné formě a ve veškerých látkách, tzn. celkem RL a NL. Separace forem výskytu, v daném případě rozpuštěných a nerozpuštěných látkách, je pracná a vyžaduje zpracování velkoobjemových vzorků 50 l více. V příspěvku byla posouzena možnost stanovení relativního zastoupení jednotlivých radionuklidů v rozpuštěné a nerozpuštěné formě na základě gamaspektrometrické analýzy kalů odebraných z chladicích věží. Vzorky kalů byly usušeny při 105 °C a analyzovány a umístěny do Marinelliho nádob. Po ustavení radioaktivní rovnováhy byly proměřeny postupem podle ČSN. Stroncium 90 bylo stanoveno po jeho radiochemické separaci postupem podle SOP.

Výsledky a jejich diskuse

Gamaspektrometrickým rozbořem vzorků kalů z chladicích věží byly zjištěny hmotnostní aktivity přírodních radionuklidů uranu 238, radia 226, polonia 210, radia 228, thoria 228, uranu 235 a draslíku 40. Z umělých radionuklidů hmotnostní aktivita cesia 137 a kobaltu 60. Průměrné hodnoty ze 3 vzorků odebraných v letech 2016 - 2017 jsou v následující tabulce.

Z přírodních radionuklidů byly nad úrovní nejmenší detekovatelné aktivity radium 226, radium 228, olovo 210 a draslík 40. Z umělých radionuklidů to bylo cesium 137.

Průměrné hmotnostní aktivity přírodních a umělých radionuklidů v kalu z chladicích věží

U-238	Ra-226	Po-210	Ra-228	Th-228	U-235	K-40	Cs-137	Co-60
(mBq/g)								
<22,9	86,1	934,3	54,2	<60,0	<11,7	817,7	12,0	<0,36

Pro vyhodnocení zastoupení nerozpuštěných forem radioaktivních látek byly provedeny gamaspektrometrické a radiochemické rozbory odparků vzorků povrchové vody odebírané z profilu Jihlava Mohelno (Dalešice), která je v EDU využívána jako technologická voda.

Průměrná koncentrace nerozpuštěných látek v odebírané vodě z nádrže Mohelno za období 2011 – 2015, hmotnostní aktivita cesia 137 v kalech z chladicích věží za období 2016 – 2017 a objemová aktivita cesia 137 v povrchové vodě jsou uvedeny v následující tabulce.

Zastoupení cesia 137 v rozpuštěné a nerozpuštěné formě

nerozpuštěné látky			cesium 137 v kalech			cesium 137 v povrchové vodě		
(mg/l)			(mBq/g)			(mBq/l)		
minimum	maximum	průměr	minimum	maximum	průměr	minimum	maximum	průměr
2,1	3,1	2,6	9,6	14,0	12,0	< 1	< 1	< 1

Ze zastoupení objemové aktivity cesia 137 v rozpuštěných látkách, nerozpuštěných látkách a veškerých látkách vyplývá, že rozhodující podíl cesia 137 ve veškerých látkách představuje jeho obsah v nerozpuštěných látkách. Z průměrné koncentrace nerozpuštěných látek 2,6 mg/l v povrchové vodě je možné orientačně vypočítat průměrnou objemovou aktivitu cesia 137 v nerozpuštěných látkách 0,031 mBq/l. Ve veškerých látkách, resp. v povrchové vodě bylo naměřeno méně než 0,05 mBq/l. Je tedy zřejmé, že gamaspektrometrickým rozbořem vzorku vody nelze postihnout obsah cesia 137 ani ve veškerých látkách. Rozbořem kalů však lze stanovit jeho zastoupení v nerozpuštěné formě.

Hodnotu rozdělovacího koeficientu pro cesium 137 a hmotnostní aktivitu v kalech z chladicích věží a odhad objemové aktivity v odebírané technologické vodě je možné odvodit ze vztahu:

$$K_D^{137Cs} = \frac{a^{137Cs}}{c^{137Cs}} = \frac{12 \text{ mBq/g}}{1 \text{ mBq/l}} = 12 \text{ l/g} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ l/g}$$

kde

K_D^{137Cs}

je distribuční koeficient cesia 137 [l/g],

a^{137Cs}

hmotnostní aktivita cesia 137 vázaná na pevnou fázi (kal) [mBq/g].

c^{137Cs}

objemová aktivita cesia 137 ve vodě [mBq/l].

Za předpokladu, že pro koncentraci cesia 137 v povrchové vodě vezmeme polovinu nejmenší detekovatelné aktivity, by rozdělovací koeficient byl $2,4 \cdot 10^4$ l/g.

Tabulky IAEA uvádí rozdělovací koeficienty pro sorpci v přírodních podmínkách v rozmezí $1,6 \cdot 10^3$ – $5,2 \cdot 10^5$ l/kg a pro laboratorní podmínky při adsorpci $3,7 \cdot 10^2$ – $1,9 \cdot 10^5$ l/kg a při desorpci $6,9 \cdot 10^3$ – $1,2 \cdot 10^5$ l/kg.

Průměrná hodnota rozdělovacího koeficientu cesia 137 a kaly z chladicích věží v terénních podmínkách byla v rozmezí publikovaných hodnot.

Závěr

Z gamaspektrometrického rozboru vzorků povrchových vod vyplývá, že zpracovávané objemy vzorků nejsou dostatečně velké pro vyjádření aktivity cesia 137. Ukazuje se možnost analyzovat nerozpuštěné látky, resp. kaly odebrané z chladicích věží a aktivity cesia 137 v nerozpuštěných látkách stanovit výpočtově z koncentrace nerozpuštěných látek a obsahu radionuklidů v nich.