

Environmental



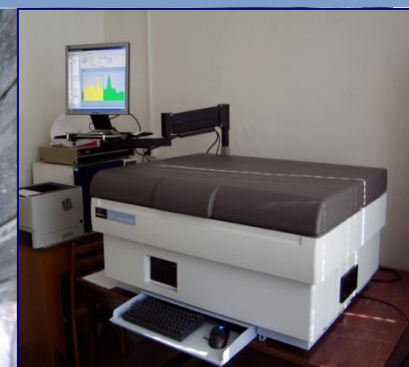
SPECIFIKA ODPADŮ SE ZVÝŠENÝM OBSAHEM PŘÍRODNÍCH RADIONUKLIDŮ VZNIKAJÍCÍCH NA TZV. PRACOVISTÍCH NORM

Tomáš Bouda, Iva Vošahlíková

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratoř Česká Lípa

Konference „ANALYTIKA ODPADŮ VII“,
Kutná Hora 21.–22. 10. 2021

Right Solutions • Right Partner
www.alsglobal.cz



Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon (AZ, účinnost od 1. 1. 2017)

Prováděcí právní předpis – vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje

Byla doplněna nová služba významná z hlediska radiační ochrany (RO):

Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště NORM

Látky se zvýšeným obsahem přirozených radionuklidů se označují anglickou zkratkou **NORM** z *Naturally Occurring Radioactive Materials*, tj. přirozeně se vyskytující radioaktivní materiály nebo materiály, v nichž díky lidské činnosti došlo ke zvýšení koncentrace přírodních radionuklidů. Materiály NORM jsou zpravidla průmyslové odpady nebo vedlejší produkty obohacené radioaktivními prvky, nacházejícími se v životním prostředí, jako jsou uran, thorium a draslík a jejich dlouhodobé rozpadové produkty.

Na odpady uvolňované z pracovišť NORM se vztahují nejenom běžné požadavky zákona o odpadech, ale i speciální požadavky definované v AZ a v prováděcí vyhlášce, podrobně rozpracované v Doporučení SÚJB „*Měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření podle § 95 odst. 1 písm. b) AZ*“.

Tato legislativa se zabývá nejenom podmínkami práce na těchto pracovištích, ale **definuje i požadavky na provádění měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v látkách uvolňovaných z těchto pracovišť.**

Přehled pracovišť s materiály se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů

Vyhláška č. 422/2016 Sb. v § 87 uvádí seznam pracovišť se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů. Jsou to pracoviště, na kterých se provádí:

- a) těžba, transport produktovody nebo zpracování ropy a plynu,
- b) těžba uhlí,
- c) těžba rud,
- d) zpracování niobové nebo tantalové rudy,
- e) zpracování suroviny obsahující vzácnou zeminu,
- f) primární výroba železa,
- g) tavení cínu, olova nebo mědi,
- h) výroba cementu, včetně údržby slínkových pecí,

- i) výroba fosfátových hnojiv, výroba kyseliny fosforečné nebo termická výroba fosforu,
- j) výroba pigmentu na bázi oxidu titaničitého,
- k) zpracování zirkonu nebo zirkonia,
- l) výroba, zpracování nebo užití materiálů s obsahem thoria a uranu,
- m) spalování uhlí v zařízení s tepelným výkonem nad 5 MW, včetně údržby kotlů,
- n) získávání geotermální energie,
- o) provoz zařízení na úpravu vlastností podzemní vody nebo nakládání s vodárenskými kaly z úpravy vody z podzemního zdroje,
- p) nakládání s materiálem, u kterého bylo prokázáno, že obsah přírodního radionuklidu v něm přesahuje uvolňovací úroveň nebo zvyšuje příkon prostorového dávkového ekvivalentu o více než $0,5 \mu\text{Sv/h}$,
- q) hornická činnost,
- r) činnost prováděná hornickým způsobem v podzemí, *nebo*
- s) činnost související s nakládáním s těžebním odpadem.

Vyhláška č. 422/2016 Sb. v § 88 uvádí, za jakých podmínek je možno materiály NORM z těchto pracovišť uvolňovat.

- 1) Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v materiálu NORM musí být prováděno u
 - a) usazenin,
 - b) kalů,
 - c) použitých filtrů,
 - d) odpadů a odpadní vody uvolňované mimo pracoviště a
 - e) materiálů z tohoto pracoviště určených k opakovanému použití nebo recyklaci.
- 2) Měření a hodnocení musí být prováděno poprvé při zahájení provozu pracoviště a poté při změně, která by mohla ovlivnit obsah radionuklidů v radioaktivní látce, nejméně jednou za rok.

- 3) Vnitřní předpis pro nakládání s radioaktivní látkou uvolňovanou z pracoviště NORM musí obsahovat
 - a) výčet radioaktivních látek vyskytujících se na pracovišti včetně údajů o obsahu radionuklidů v nich,
 - b) popis nakládání s radioaktivní látkou na pracovišti včetně způsobu její likvidace nebo uvolnění z pracoviště,
 - c) pokyny pro bezpečné nakládání s radioaktivní látkou na pracovišti a
 - d) postupy evidence množství radioaktivní látky.
- 4) Protokoly s výsledky měření a hodnocení musí být SÚJB předávány do 1 měsíce od získání přímo nebo prostřednictvím držitele povolení podle § 9 odst. 2 písm. h) bod 7 AZ.
- 5) Protokoly s výsledky měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce musí být uchovávány po dobu nejméně 5 let od ukončení provozu pracoviště NORM.

Uvolňovací úrovně pro pracoviště NORM



Vyhláška č. 422/2016 Sb. v § 105 uvádí uvolňovací úrovně (UÚ), které jsou závazné pro uvolňování materiálů NORM z pracovišť NORM:

- 1) Uvolňovací úrovně pro uvolňování pevných materiálů, včetně jejich ukládání na skládky odpadu, opakovaného použití, recyklace a spalování, z pracoviště NORM jsou
 - a) hmotnostní aktivita přírodních radionuklidů z přeměnové řady ^{238}U 1000 Bq/kg (cca 81 ppm U v radioaktivní rovnováze; 20x clark),
 - b) hmotnostní aktivita přírodních radionuklidů z přeměnové řady ^{232}Th 1000 Bq/kg (cca 245 ppm Th v radioaktivní rovnováze; 19x clark),
 - c) hmotnostní aktivita ^{40}K 10000 Bq/kg (cca 33 % K; 13x clark).
- 2) Uvolňovací úrovně se nepovažují za překročené, pokud průměrná hmotnostní aktivita žádného radionuklidu s poločasem radioaktivní přeměny větším než 100 dnů není větší než hodnota uvolňovací úrovně.
- 3) Uvolňovací úrovně pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou
 - a) průměrná COAA ve všech látkách 0,50 Bq/l,
 - b) průměrná COAB po odečtení příspěvku od ^{40}K ve všech látkách 1 Bq/l.

Uvolňovací úrovně pro pracoviště NORM

- 4) Uvolňovací úrovně se nepovažují za překročené, pokud průměrná **COAA** nebo průměrná COAB po odečtení příspěvku ^{40}K (**COAB- ^{40}K**) **není větší než hodnota uvolňovací úrovně.**
- 5) Uvolňovací úrovně pro vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu jsou
- a) průměrná **COAA** ve všech látkách **50 Bq/l**,
 - b) průměrná **COAB** po odečtení příspěvku od ^{40}K ve všech látkách **100 Bq/l**.
- 6) Uvolňovací úrovně se nepovažují za překročené, pokud průměrná **COAA** nebo průměrná COAB po odečtení příspěvku ^{40}K (**COAB- ^{40}K**) **není větší než hodnota uvolňovací úrovně.**
- 7) Průměrné hodnoty podle odstavců 1, 3 a 5 se vztahují na množství uvolňovaných materiálů, v nichž lze hmotnostní nebo objemovou aktivitu považovat za homogenní. **Toto je třeba mít na paměti při odběru vzorků!**

Provozovatel pracoviště je povinen řídit se požadavky AZ a vyhlášky, včetně dodržení principů radiační ochrany (RO). Vzniká-li na pracovišti radioaktivní látka (RaL), např. pevný odpad, odpadní voda, materiál, který je předáván jiné osobě k používání či dalšímu využití, která je z pracoviště uvolňována (tzn. opouští areál pracoviště), vztahují se na toto uvolňování popsané požadavky na uvolňování RaL z pracoviště.

Pokud je uvolňovaná RaL výrobkem podle zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, nevztahují se na ni uvolňovací úrovně; obsah radionuklidů ve výrobku je s ohledem na přírodní radioaktivitu regulován pouze v případě, že se jedná o stavební materiál, a to podle § 101 AZ (např. certifikovaný popílek do betonu). V tomto případě se nepoužívají UÚ, ale postup měření a hodnocení obsahu radionuklidů ve stavebním materiálu podle § 102 vyhlášky. Detaily tohoto postupu jsou uvedeny V Doporučení SÚJB „*Měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu*“.

V případě, že se pro RaL nepředpokládá další využití, stává se tato látka

- **odpadem**, a je povinností vlastníka nakládat s ní, kromě AZ, rovněž podle zákona o odpadech *nebo*
- **odpadní vodou**, s níž je provozovatel pracoviště povinen nakládat, kromě AZ, rovněž např. podle vodního a případně horního zákona,

Pokud by uvolnění RaL, která je odpadem nebo odpadní vodou, způsobilo překročení obecného limitu z ozáření pro obyvatele stanoveného v § 3 vyhlášky, nemůže SÚJB vydat k uvolnění takové RaL z pracoviště povolení podle § 9 odst. 2 písm. e) AZ; **tato RaL se z definice uvedené v § 3 odst. 2 písm. a) AZ stává radioaktivním odpadem** a může být z pracoviště uvolněna pouze za předpokladu, že bude uložena do **úložiště radioaktivního odpadu**.

Odstupňovaný přístup k uvolňování RaL z pracovišť NORM je popsán níže. Cílem uvedených ustanovení AZ je regulovat přírodní ozáření obyvatel z uvolňované RaL. RaL lze z pracoviště uvolňovat:

bez povolení SÚJB

- podle § 95 odst. 2 AZ, nejsou-li překročeny UÚ stanovené v § 105 vyhlášky,
- podle § 95 odst. 5 AZ při použití uvolňované RaL k výrobě stavebního materiálu, a to i v případě překročení UÚ; ten, kdo uvolňuje RaL z pracoviště za účelem použití uvolňované RaL k výrobě stavebního materiálu, je však povinen toto oznámit SÚJB nejméně 60 dní předem a splnit další požadavky § 95 odst. 5 zákona a rovněž informovat odběratele, tj. výrobce stavebního materiálu, o druhu a aktivitě uvolňované RaL (§ 95 odst. 1 písm. e) AZ); na obsah přírodních radionuklidů v takto uvolňované RaL (tj. ve stavebním materiálu) se vztahují požadavky § 101 AZ,
- podle § 95 odst. 3 AZ po oznámení SÚJB při aktivitách překračujících UÚ v případě, že efektivní dávka reprezentativní osoby způsobená v kalendářním roce uvolněním RaL je menší než 0,3 mSv/rok, *nebo*

na základě povolení SÚJB

- podle § 9 odst. 2 písm. e) AZ, pokud je efektivní dávka reprezentativní osoby způsobená v kalendářním roce uvolněním RaL menší než 1 mSv/rok.

Uvolňování radioaktivní látky dle atomového zákona



Postupy výpočtu efektivní dávky reprezentativní osoby způsobené v kalendářním roce uvolněním RaL jsou podrobně uvedeny v Části 3 „*Postupy pro stanovení efektivní dávky jednotlivce z obyvatelstva*“ Doporučení NORM. Výsledky výpočtů se porovnávají s hodnotami 0,3 mSv/rok, resp. 1 mSv/rok.

Za účelem snížení administrativní zátěže při uvolňování RaL z pracoviště na základě oznámení nebo povolení, byla odvozena kritéria a podmínky, při jejichž dodržení není třeba pro každý jednotlivý případ uvolnění provádět samostatný výpočet efektivní dávky. Dodržení těchto kritérií a podmínek zajistí nepřekročení efektivní dávky 0,3 mSv/rok, resp. 1 mSv/rok. V případě, že jsou tato kritéria a podmínky dodrženy, dokládá se jejich dodržení SÚJB v rámci oznámení nebo v rámci žádosti o vydání povolení k uvolňování. Přehled těchto kritérií a podmínek vč. expozičních scénářů, podle nichž byly odvozeny, je uveden v Části 4 „Odvozená kritéria a podmínky, jejichž dodržení zaručí nepřekročení efektivní dávky jedince z obyvatelstva 0,3 mSv/rok resp. 1 mSv/rok“ Doporučení NORM.

V Příloze 5 „*Informace o výskytu přírodních radionuklidů na vybraných pracovištích s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidů*“ Doporučení NORM jsou uvedeny základní informace k nejběžnějším materiálům NORM.

Uvolňování radioaktivní látky dle zákona o odpadech



Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. požaduje po původci odpadů v § 9a dodržovat v rámci odpadového hospodářství následující hierarchie způsobů nakládání s odpady

- a) předcházení vzniku odpadů,
- b) příprava k opětovnému použití,
- c) recyklace odpadů,
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,
- e) odstranění odpadů.

Uvedená hierarchie musí být dodržena i v případě, že v odpadu je obsažena RaL a nejedná se o radioaktivní odpad (RaO).

V praxi to znamená, že je třeba nejprve měřením stanovit obsah radionuklidů v RaL vznikající na pracovišti NORM. Na RaL, které je možno uvolnit dle AZ, se nevztahují žádné požadavky AZ; s těmito materiály se proto nakládá pouze podle zákona o odpadech.

RaL jež je dle AZ radioaktivním odpadem a může být z pracoviště uvolněna pouze za předpokladu, že bude uložena do **úložiště radioaktivního odpadu**. Tento proces podléhá výhradně AZ, konkrétně ustanovení § 106 a násl.

V ČR jsou radioaktivní odpady s přirozenými radionuklidy ukládány do úložiště Bratrství u Jáchymova.

Vypouštěním odpadních vod do vod povrchových se zabývá *nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.*

Za ukazatel vyjadřující dobrý stav povrchové vody se dle Přílohy č. 2 nařízení považuje stav, **při němž nedochází k porušování požadavků na ochranu zdraví před ionizujícím zářením (tj. požadavků stanovených atomovým zákonem).**

V praxi to znamená, že je třeba nejprve měřením stanovit obsah radionuklidů v odpadní vodě uvolňované z pracoviště do povrchové vody; při překročení UÚ se vypočítá efektivní dávka jedince z obyvatelstva. Odpadní voda, jež může být uvolněna podle AZ, může být vypouštěna bez omezení. Je však třeba dodržet požadavky na vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Uvolňování radioaktivní látky dle vodního zákona a nařízení vlády – vypouštění odpadních vod do vod povrchových



Tedy, že v povrchové vodě mají být dodrženy normy environmentální kvality,

- tj. celoroční průměr v povrchové vodě nesmí překročit **0,30 Bq/l ^{226}Ra** a **24 $\mu\text{g/l}$ uranu**, a dále v případě, že se voda používá nebo bude používat jako **zdroj pitné vody, celoroční průměr 6 $\mu\text{g/l}$ uranu**,
- v místech odběru vody pro pitné účely nesmí přípustné znečištění překročit hodnoty uvedené v tabulce Tab. 1.

Tab. 1: Přípustné znečištění povrchových vod přírodními radionuklidy (převzato z Tabulek 1a a 1c nařízení vlády a z Doporučení SÚJB)

Parametr	Povrchové vody		Místo odběru pro úpravu na vodu pitnou	
	Přípustné znečištění – roční průměr	Přípustné znečištění – maximum	Přípustné znečištění – roční průměr	Norma environmentální kvality
COAA [Bq/l]	0,2	0,3		
COAB [Bq/l]	0,5	1		
COAB – ^{40}K [Bq/l]	0,5	0,5		
^{226}Ra [Bq/l]		0,5		0,30
Uran [$\mu\text{g/l}$]			6	24

Uvolňování radioaktivní látky dle vodního zákona a nařízení vlády

– vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu



Vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu řeší **Kanalizační řád**, jehož účelem je stanovení podmínek, za kterých se producentům odpadních vod povoluje tyto vody vypouštět. Plné znění kanalizačních řádů je buď umístěno na webových stránkách provozovatele kanalizace, nebo je uloženo u vlastníka kanalizace.

V praxi to znamená, že je třeba nejprve měřením stanovit obsah radionuklidů v odpadní vodě uvolňované z pracoviště do kanalizace pro veřejnou potřebu. Na odpadní vodu s obsahem radionuklidů nižším, než jsou stanovené UÚ, se nevztahují žádné požadavky AZ; tato odpadní voda může být vypouštěna bez omezení.

V opačném případě, při překročení UÚ stanovených pro vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu, se výpočtem stanoví, zda vypouštění povede ke zvýšení obsahu přírodních radionuklidů v odpadní vodě v kanalizaci **na vstupu do čistírny odpadních vod nad UÚ pro vypouštění do vod povrchových**. Pokud by došlo k překročení těchto UÚ, stala by se z tohoto důvodu **čistírna odpadních vod pracovištěm NORM** podle § 87 písm. p) vyhlášky.

V Doporučení SÚJB jsou uvedena Obecná rozhodovací schéma pro uvolňování pevných radioaktivních látek (PRaL) a odpadních vod (OV) z pracovišť NORM, podle kterých se postupuje při rozhodování o způsobech nakládání s těmito odpady NORM.

Postupy k provádění **systematického měření a hodnocení obsahu radionuklidů** v radioaktivních látkách obsažené v PRaL a zásady postupu při překročení uvolňovacích úrovní jsou detailně popsány v Doporučení NORM „*Část 1 – Uvolňování pevných materiálů*“.

Za měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v PRaL uvolňovaných z pracoviště NORM se považuje **gamaspektrometrické stanovení hmotnostních aktivit** dlouhodobých přirozených radionuklidů (s poločasem radioaktivní přeměny $T_{1/2}$ **delším než 100 dnů**) uranové a thoriové přeměnové řady a ^{40}K . Neberou se do úvahy radionuklidy aktiniové rozpadové řady (výchozí člen této řady, ^{235}U , má hmotnostní aktivitu rovnou jen 4.6 % aktivity ^{238}U , což je výchozí člen uranové přeměnové řady). V **Tab. 2** je uveden přehled radionuklidů uranové i thoriové přeměnové řady a ^{40}K , přičemž tučně jsou vyznačeny radionuklidy, pro něž jsou stanoveny UÚ.

Tab. 2: Přehled radionuklidů uranové a thoriové přeměnové řady a ^{40}K , s uvedeným typem a poločasem radioaktivní přeměny

Uranová přeměnová řada				Thoriová přeměnová řada			
Nuklid	Poločas		přeměna	Nuklid	Poločas		přeměna
U 238	4,468.10 ⁹	r	α	Th 232	1,402.10 ¹⁰	r	α
Th 234	24,10	d	β	Ra 228	5,75	r	β
Pa 234m	1,159	min	β	Ac 228	6,15	h	β
U 234	245 500	r	α	Th 228	1,9126	r	α
Th 230	75 380	r	α	Ra 224	3,631	d	α
Ra 226	1 600	r	α	Rn 220	55,8	s	α
Rn 222	3,8232	d	α	Po 216	0,148	s	α
Po 218	3,071	min	α	Pb 212	10,64	h	β
Pb 214	26,916	min	β	Bi 212	60,54	min	α (35.93 %); β
Bi 214	19,8	min	β	Po 212	3,00.10 ⁻⁷	s	α
Po 214	1,623.10 ⁻⁴	s	α	Tl 208	3,058	min	β
Pb 210	22,23	r	β	Pb 208	stabilní		
Bi 210	5,011	d	β	Draslík			
Po 210	138,3763	d	α	K 40	1,250.10 ¹⁰	r	β (89,25 %); EC
Pb 206	stabilní			Ca 40	stabilní		přeměnou β z ⁴⁰ K
				Ar 40	stabilní		přeměnou EC z ⁴⁰ K

Jednotlivé dílčí kroky spojené s uvolňováním pevných RaL z pracovišť NORM zahrnují postupně:

1) Odběr vzorku (je třeba vyplnit předepsaný záznam o odběru, který je uveden na webu SÚJB)

2) Měření a hodnocení (mohou provádět jen laboratoře, které jsou držitelem povolení SÚJB pro tuto činnost; seznam subjektů s povolením „G“ pro tuto činnost je uveden na webu SÚJB); dílčí činnosti zahrnují:

- a) Příprava vzorku k měření
- b) Stanovované radionuklidy
- c) Obecné požadavky na měření (požadavky na mrtvou dobu; požadavky na detekční limit a preciznost (nejistota) měření; požadavky na zpracování spekter a výsledků)

d) Postup měření a stanovení aktivit

- i. Obecné poznámky
- ii. Radioaktivní rovnováha mezi dlouhodobými radionuklidy
- iii. Požadavky na ustavení radioaktivní rovnováhy pro účely měření
- iv. Vztahy mezi aktivitami radionuklidů v řadách
- v. Měření aktivity
- vi. Korekce
- vii. Kontroly
- viii. Podrobnosti k postupu stanovení aktivity radionuklidů s dlouhým poločasem radioaktivní přeměny;
- ix. Vztahy pro výpočet aktivity v závislosti na konzistenci vzorku

e) Zpracování, vyjadřování a hodnocení výsledků

f) Protokol

3) Postupy při překročení uvolňovací úrovně

Za měření a hodnocení obsahu radionuklidů v odpadní vodě uvolňované z pracoviště NORM se považuje provedení základního a doplňujícího rozboru, tedy měření objemových aktivit prováděné v rozsahu podle Tab. 3. UÚ se vztahují na objemové aktivity ve veškerých látkách obsažených ve vypouštěných odpadních vodách. Průměrné hodnoty celkové objemové aktivity alfa (COAA) a celkové objemové aktivity beta (COAB) se vztahují na množství uvolňované odpadní vody, v němž lze objemovou aktivitu považovat za homogenní.

UÚ nezohledňují chemickou toxicitu uranu, která je předmětem regulace vodoprávními orgány a orgány veřejného zdraví.

Tab. 3: Uvolňovací úrovně přírodních radionuklidů v odpadních vodách určených k vypouštění

Ukazatel obsahu radionuklidů	Do povrchových vod	Do kanalizace pro veřejnou potřebu
Průměrná celková objemová aktivity alfa COAA	0,50 Bq/l	50 Bq/l
Průměrná celková objemová aktivity beta COAB po odečtení příspěvku ^{40}K	1,0 Bq/l	100 Bq/l

Uvolňování odpadní vody z pracovišť NORM



Při překročení některé z UÚ se za účelem stanovení efektivní dávky jedince z obyvatelstva provádí doplňující rozbor postupem podle Tab. 4.

Tab. 4: Radionuklidy měřené v rámci doplňujícího rozboru odpadních vod uvolňovaných z pracovišť NORM

Radionuklid	Poločas [den]	Příspěvek k COAA [$s^{-1} \cdot Bq^{-1}$]	Příspěvek k COAB [$s^{-1} \cdot Bq^{-1}$]	Konverzní faktor h_{ing} [$Sv \cdot Bq^{-1}$]
Pb 210	$8,15 \cdot 10^3$	0	1,0	$6,9 \cdot 10^{-7}$
Po 210	$1,38 \cdot 10^2$	1,0	0	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Ra 226	$5,84 \cdot 10^5$	1,5	0,35	$2,8 \cdot 10^{-7}$
Ra 228	$2,10 \cdot 10^3$	0	1,0	$6,9 \cdot 10^{-7}$
Th 228	$6,98 \cdot 10^2$	5,0	0	$7,2 \cdot 10^{-7}$
Th 230	$2,75 \cdot 10^7$	1,0	0	$2,1 \cdot 10^{-7}$
Th 232	$5,12 \cdot 10^{12}$	1,0	0	$2,3 \cdot 10^{-7}$
U 234	$8,97 \cdot 10^7$	1,0	0	$4,9 \cdot 10^{-8}$
U 238	$1,63 \cdot 10^{12}$	1,0	$2 \cdot k_{U,\beta}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
Přírodní uran	–	$25 s^{-1} \cdot mg^{-1}$	$25 \cdot k_{U,\beta} s^{-1} \cdot mg^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-6} Sv \cdot mg^{-1}$

Poznámka: Pro stanovení hodnoty parametru $k_{U,\beta}$, který popisuje závislost příspěvku radionuklidu ^{238}U nebo uranu k COAB na době t (dny) mezi odběrem vzorku a měřením COAB, se doporučuje použít vztah: $k_{U,\beta} = 1 - \exp(-0,0288 \cdot t)$.

Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v OV uvolňovaných z pracoviště NORM do vod povrchových a do kanalizace pro veřejnou potřebu musí být provedeno poprvé při zahájení provozu pracoviště a poté při každé změně, která by mohla ovlivnit obsah radionuklidů v odpadních vodách, nejméně však jednou za rok (§ 98 odst. 2 vyhlášky).

Za zajištění měření a za dodržení požadavku, že obsah radionuklidů v uvolňovaných OV splňuje požadavky AZ a vyhlášky, odpovídá provozovatel pracoviště.

Za změnu, která by mohla ovlivnit obsah radionuklidů v odpadní vodě, je nutno považovat změnu

- vstupních surovin,
- místa původu surovin,
- technologie vedoucí ke vzniku odpadní vody,
- úprava technologie nebo změna účinnosti čistírny odpadní vody provozované provozovatelem pracoviště a používané k čištění odpadní vody před jejím uvolněním

Jednotlivé dílčí kroky spojené s uvolňováním odpadní vody z pracovišť NORM zahrnují postupně:

1) **Odběr vzorku** (je třeba vyplnit předepsaný **záznam o odběru**, který je uveden na webu SÚJB)

- Odběrová místa
- Postup odběru
- Úprava vzorků před měřením
- Záznam o odběru

2) **Měření vzorků** (mohou provádět jen laboratoře, které jsou držitelem povolení SÚJB pro tuto činnost; seznam subjektů s povolením „G“ pro tuto činnost je uveden na webu SÚJB; pozor, některé laboratoře mohou mít povolení jen pro základní rozbor dle Tab. 3); dílčí činnosti zahrnují:

- a) Rozsah měření (Základní rozbor dle Tab. 3 vs. Doplnující dle Tab. 4)

b) Postup měření

- Metody měření
- Zpracování výsledků
- Vyjadřování výsledků
- Odborné vyjádření k výsledkům

c) Protokol o zkoušce

3) Hodnocení výsledků měření a postupy při překročení uvolňovacích úrovní

- Uvolňování odpadních vod do vod povrchových včetně postupu pracoviště uvolňujícího odpadní vodu do povrchových vod
- Uvolňování odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu

Postupy pro stanovení efektivní dávky jednotlivce z obyvatelstva



3. část Doporučení NORM „*Postupy pro stanovení efektivní dávky jednotlivce z obyvatelstva*“ popisuje postupy stanovení efektivní dávky jednotlivce z obyvatelstva spojené s uvolňováním RaL z pracoviště, které se použijí v případě uvolňování podle ustanovení § 95 odst. 3 (na oznámení SÚJB) nebo podle § 9 odst. 2 písm. e) (na povolení SÚJB) AZ, a to v situacích, kdy při uvolňování nejsou splněna odvozená kritéria a podmínky podle Části 4 Doporučení NORM.

Překročení či nepřekročení dávkových kritérií 0,3 mSv/rok, resp. 1 mSv/rok, se posuzuje u všech jedinců z obyvatelstva, kteří mohou být při procesu uvolňování dotčeni (např. RaL bude ukládána na skládku, musí se tedy posoudit efektivní dávka u řidiče vezoucího náklad na skládku, zaměstnance skládky a osob žijících v nejbližším okolí skládky). Za jednotlivce z obyvatelstva se v těchto případech nepovažují osoby, které jsou pracovníky nakládajícími s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu na pracovišti se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu, pro které se stanovují osobní dávky postupem v souladu s ustanovením § 93 odst. 2 písm. a) AZ a § 88 vyhlášky.

Postupy pro stanovení efektivní dávky jednotlivce z obyvatelstva



I v této části se používá odstupňovaný přístup. Nejprve se počítá efektivní dávka podle konzervativní varianty expozičního scénáře. Pokud je výsledkem konzervativní varianty překročení dávkového kritéria, přistoupí se ke zpřesnění vstupních hodnot (např. měřením skutečné doby při nakládání s RaL) a scénáře se aktualizují tak, aby co nejlépe odpovídaly realitě. Vždy se musí dbát na to, aby vstupní hodnoty pro výpočet efektivní dávky byly dostatečně reprezentativní a nedošlo k podhodnocení efektivní dávky.

V 3. části Doporučení NORM je proveden souhrn relevantních základních postupů pro stanovení efektivní dávky. V případě, že je zřejmé, že některou z expozičních cest nelze oproti popsanému expozičnímu scénáři v dané situaci zanedbat, musí se pokračovat podle relevantních dokumentů uvedených v Doporučení NORM.

Postupy stanovení přírodních radionuklidů v materiálech NORM prováděných v ALS Czech Republic, s.r.o. jsou popsány v referátu T. Boudy, předneseném na konferenci „Radiologické metody v hydrosféře 19“, konané v Třebíči v r. 2019.

Praktické příklady některých materiálů NORM řešených na našem pracovišti – úsady z vodovodního potrubí



V následující části jsou na několika konkrétních příkladech z praxe řešených na našem pracovišti uvedena specifika materiálů NORM, abyste měli představu, jak je tato problematika někdy složitá.

1) Pevná radioaktivní látka: úsady z vodovodního potrubí. Kód odpadu: 17 09 04, Název: Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03.

Ukazatel – přírodní radionuklid	Výsledek měření / dopočet	U (NM)	Rozměr výsledku a U (NM)	Použitá metoda (HRGRS; jinak dopočet)	Vyhláška § 105 UÚ Bq/kg
U-238	< 25	–	Bq/kg	HRGRS	1000
U-234	< 50	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Th-230	< 50	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Ra-226	3002	450	Bq/kg	HRGRS	1000
Pb-210	1672	251	Bq/kg	HRGRS	1000
Po-210	1672	251	Bq/kg	A (Pb-210)	1000
Th-232	153	17	Bq/kg	A (Ra-228) + A (Th-228)	1000
Ra-228	68,7	10,3	Bq/kg	HRGRS	1000
Th-228	84,4	12,7	Bq/kg	HRGRS	1000
K-40	< 10	–	Bq/kg	HRGRS	10000

Hodnocení výsledků: Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidů ^{226}Ra , ^{210}Po a ^{210}Pb převyšuje v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Praktické příklady některých materiálů NORM řešených na našem pracovišti – úsady z vodovodního potrubí



Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidů ^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , a ^{40}K prokazatelně nepřevyšuje v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg (resp. 10000 Bq/kg v případě ^{40}K), kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Poznámka: Hodnocení se vztahuje jen k hmotnostním aktivitám v dodaném vzorku.

Závěr s návrhem dalšího postupu:

Za řešení situace při překročení uvolňovací úrovně odpovídá provozovatel pracoviště.

Při posuzování velikosti překročení uvolňovací úrovně je třeba zohlednit i možnou nehomogenitu obsahu přírodního radionuklidu v pevné radioaktivní látce, hodnoty aktivit vyjádřené v Bq/kg suchého vzorku (pokud obsahoval vzorek vodu) a předchozí výsledky stanovení přírodních radionuklidů.

Protože bylo prokazatelně zjištěno překročení uvolňovací úrovně a uvolňovaná PRaL není určena k výrobě stavebních materiálů, **je nutno provést výpočet efektivní dávky** zohledňující možné expoziční scénáře přicházející v úvahu v souvislosti s uvolňováním této pevné radioaktivní látky postupem podle Částí 3 a 4 Doporučení SÚJB a s použitím hodnot z Přílohy 3 téhož Doporučení.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – kal z kalolisu



2) Pevná radioaktivní látka: odvozený kal z kalolisu.

Ukazatel – přírodní radionuklid	Výsledek měření / dopočtu	U (NM)	Rozměr výsledku a U (NM)	Použitá metoda (HRGRS; jinak dopočet)	Vyhláška, § 105 UÚ Bq/kg
U-238	15,3	3,8	Bq/kg	HRGRS	1000
U-234	30,6	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Th-230	30,6	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Ra-226	3,0	0,5	Bq/kg	HRGRS	1000
Pb-210	18,0	4,5	Bq/kg	HRGRS	1000
Po-210	18,0	–	Bq/kg	A (Pb-210)	1000
Th-232	6,2	0,8	Bq/kg	A (Ra-228) + A (Th-228)	1000
Ra-228	1,6	0,3	Bq/kg	HRGRS	1000
Th-228	4,6	0,7	Bq/kg	HRGRS	1000
K-40	7,4	1,9	Bq/kg	HRGRS	10000

Hodnocení výsledků:

Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidů ^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{232}Th , ^{228}Ra , ^{228}Th a ^{40}K prokazatelně nepřevyšuje v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg (resp. 10000 Bq/kg v případě ^{40}K), kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Poznámka: Hodnocení se vztahuje jen k hmotnostním aktivitám v dodaném vzorku.

Závěr s návrhem dalšího postupu:

Požadován jen v případě prokazatelného překročení uvolňovací úrovně.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – filtrační náplň



3) Pevná radioaktivní látka: filtrační náplň v tlakovém filtru CULLIGAN, úpravna vody. Kód odpadu: 15 02 03, Název: Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy neuvedené pod číslem 15 02 02.

Ukazatel – přírodní radionuklid	Výsledek měření / dopočtu	U (NM)	Rozměr výsledku a U (NM)	Použitá metoda (HRGRS; jinak dopočet)	Vyhláška, § 105 UÚ Bq/kg
U-238	< 50	–	Bq/kg	HRGRS	1000
U-234	< 100	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Th-230	< 100	–	Bq/kg	2 x A (U-238)	1000
Ra-226	5500	825	Bq/kg	HRGRS	1000
Pb-210	155	47	Bq/kg	HRGRS	1000
Po-210	155	47	Bq/kg	A (Pb-210)	1000
Th-232	2470	263	Bq/kg	A (Ra-228) + A (Th-228)	1000
Ra-228	1340	201	Bq/kg	HRGRS	1000
Th-228	1130	170	Bq/kg	HRGRS	1000
K-40	410	62	Bq/kg	HRGRS	10000

Hodnocení výsledků:

Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidů ^{232}Th , ^{228}Ra a ^{226}Ra převyšuje v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidu ^{228}Th převyšuje s výhradou nejistoty stanovení v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – filtrační náplň



Hmotnostní aktivita „NORM“ radionuklidů ^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{210}Pb , ^{210}Po , a ^{40}K prokazatelně nepřevyšuje v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg (resp. 10000 Bq/kg v případě ^{40}K), kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování pevných materiálů z pracoviště NORM.

Poznámka: Hodnocení se vztahuje jen k hmotnostním aktivitám v dodaném vzorku.

Závěr s návrhem dalšího postupu:

Za řešení situace při překročení uvolňovací úrovně odpovídá provozovatel pracoviště.

Při posuzování velikosti překročení uvolňovací úrovně je třeba zohlednit i možnou nehomogenitu obsahu přírodního radionuklidu v pevné radioaktivní látce, hodnoty aktivit vyjádřené v Bq/kg suchého vzorku (pokud obsahoval vzorek vodu) a předchozí výsledky stanovení přírodních radionuklidů.

Protože bylo prokazatelně zjištěno překročení uvolňovací úrovně a uvolňovaná PRA není určena k výrobě stavebních materiálů, **je nutno provést výpočet efektivní dávky** zohledňující možné expoziční scénáře přicházející v úvahu v souvislosti s uvolňováním této pevné radioaktivní látky postupem podle Částí 3 a 4 Doporučení SÚJB a s použitím hodnot z Přílohy 3 téhož Doporučení.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – odpadní voda



4) Odpadní voda: prací voda z promývání filtrů sloužících k zachytu Fe a Mn, kontinuálně uvolňovaná do povrchové vody, úpravna podzemní vody.

Ukazatel – přírodní radionuklid	Výsledek měření	U (NM)	Rozměr výsledku a U (NM)	Vyhláška, § 105 UÚ Bq/l
COAA	0,13	0,05	Bq/l	0,50
COAB	0,17	0,05	Bq/l	1,0
K-40	0,069	0,011	Bq/l	–

Hodnocení výsledků:

Celková objemová aktivita alfa nepřevyšuje uvolňovací úroveň 0,50 Bq/l, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb. pro vypouštění odpadní vody do povrchové vody.

Celková objemová aktivita beta nepřevyšuje uvolňovací úroveň 1,0 Bq/l, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro vypouštění odpadní vody do povrchové vody.

Pozn. Ve smyslu § 105 vyhlášky SÚJB č. 422/2016 Sb., Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, je tedy možno testovanou odpadní vodu z pracoviště NORM z hlediska její radioaktivity uvolnit bez povolení SÚJB. Vztahují se však na ni standardní požadavky na kvalitu odpadní vody.

Radioaktivní látku lze uvolňovat z pracoviště stanoveného v § 93 odst. 1 písm. b) atomového zákona č. 263/2016 Sb. bez povolení SÚJB, nejsou-li překročeny dle § 95 odst. 2 atomového zákona uvolňovací úrovně stanovené v § 105 odst. 3 a 5 prováděcí vyhlášky č. 422/2016 Sb.

Závěr s návrhem dalšího postupu:

Je požadován jen v případě překročení uvolňovací úrovně.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – odpadní voda



5) Odpadní voda: odpadní voda z odpadního potrubí tlakového filtru diskontinuálně uvolňovaná v objemu 3350 m³/rok trativodem, s periodou 3x týdně, objem jednotlivé výpusti 22 m³, úprava podzemní vody.

Ukazatel – přírodní radionuklid	Výsledek měření	U (NM)	Rozměr výsledku a U (NM)	Vyhláška, § 105 UÚ Bq/l, resp. referenční hodnoty $F_{\alpha/\beta}$ (-), E_{ing} (ID) [mSv/rok]
COAA	2,02	0,41	Bq/l	0,5
COAB	0,72	0,12	Bq/l	1,0
Hmotnostní koncentrace K	12,6	1,9	mg/l	–
COAB – ⁴⁰ K	0,37	0,08	Bq/l	1,0
Objemová aktivita ²²⁶ Ra	1,47	0,23	Bq/l	–
Hmotnostní koncentrace $U_{celk.}$	0,0026	0,0003	mg/l	–
COAA po odečtu příspěvku $U_{celk.}$ a ²²⁶ Ra	-0,25	0,53	Bq/l	0,1 *1)
COAB po odečtu příspěvku ⁴⁰ K, $U_{celk.}$ a ²²⁶ Ra	-0,17	0,15	Bq/l	0,2 *1)
F_{α}	4,04	–	–	1,0
$F_{\alpha} - F_{\alpha, U_{celk.}}$	3,91	–	–	0,2
$F_{\alpha} - F_{\alpha, U_{celk.}, 226Ra}$	< 0,2	–	–	0,2
F_{β}	0,72	–	–	1,0
$F_{\beta} - F_{\beta, 40K}$	0,37	–	–	1,0
$F_{\beta} - F_{\beta, 40K, U_{celk.}}$	0,34	–	–	1,0
$F_{\beta} - F_{\beta, 40K, U_{celk.}, 226Ra}$	< 0,2	–	–	0,2
E_{ing} (ID)	0,343	–	mSv/rok	0,3

„*1)“ hodnota odpovídající 1/5 uvolňovací úrovně.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – odpadní voda



Hodnocení výsledků:

Celková objemová aktivita alfa, COAA, **převyšuje** v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 0,50 Bq/l, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování odpadní vody z pracoviště NORM do povrchové vody.

Celková objemová aktivita beta, COAB, jakož i COAB-⁴⁰K, **nepřevyšují** v testovaném vzorku uvolňovací úroveň 1,0 Bq/l, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb., pro uvolňování odpadní vody z pracoviště NORM do povrchové vody.

Ve smyslu §105 vyhlášky SÚJB č. 422/2016 Sb., Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, není tedy možno testovanou odpadní vodu z pracoviště NORM z hlediska její radioaktivity uvolnit bez oznámení nebo povolení SÚJB.

Radioaktivní látku nelze uvolňovat z pracoviště stanoveného v § 93 odst. 1 písm. b) atomového zákona č. 263/2016 Sb. bez oznámení či povolení SÚJB, protože dle § 95 odst. 2 atomového zákona je prokazatelně překročena uvolňovací úroveň COAA stanovená v § 105 odst. 3 a) prováděcí vyhlášky č. 422/2016 Sb.

Efektivní dávka z ingesce vypouštěné vody převyšuje hodnotu 0,3 mSv/rok, voda tedy nesmí být uvolněna bez povolení a bez souhlasu SÚJB.

Praktické příklady některých specifických materiálů NORM řešených na našem pracovišti – odpadní voda



Poznámka: Toto pracoviště např. likviduje OV z promývání pískových filtrů do trativodu. Přesto, že již funguje několik let, teprve nyní byly provedeny potřebné NORM analýzy a bylo zjištěno překročení UÚ.

Závěr s návrhem dalšího postupu:

V odpadní vodě COAA převyšuje uvolňovací úroveň 0,50 Bq/l, COAB – 40K nepřevyšuje uvolňovací úroveň 1,0 Bq/l a současně efektivní dávka z ingesce vypouštěné vody převyšuje referenční hodnotu 0,3 mSv/rok, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb. pro uvolňování odpadní vody z pracoviště NORM do povrchové vody (vodoteče). Odpadní vodu lze uvolňovat jen na základě povolení SÚJB a se souhlasem SÚJB (60 dnů před uvolněním). Za řešení situace při prokazatelném překročení uvolňovacích úrovní odpovídá provozovatel pracoviště.

Současně je třeba dodržet požadavky na vypouštění odpadní vody do vody povrchové stanovené Nařízením vlády č. 401/2015 Sb. v aktuálním znění. Protože je uvolňování trativodem z hlediska atomového zákona č. 263/2016 Sb. spíše „neobvyklý případ“, doporučujeme rutinní postup likvidace odpadní vody konzultovat s inspektory SÚJB.

Problematika uvolňování materiálů NORM je řešena až vydáním nového atomového zákona AZ. Do té doby se mohlo někdy stát, že i poměrně radioaktivní materiály NORM byly uvolňovány do životního prostředí a radiační ochrana obyvatelstva nebyla plně optimalizována. Přesto, že byl AZ vydán v roce 2016, teprve ve druhé polovině roku 2018 bylo vydáno SÚJB první povolení typu G, a to ještě laboratoři, která provádí měření jen odpadních vod. V současné době je již několik laboratoří, které vlastní povolení typu G pro měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů jak v pevných, tak v kapalných materiálech NORM. Laboratoře musí při své činnosti v této oblasti striktně postupovat podle Doporučení NORM.

Jak je uvedeno v druhé části našeho referátu, i nyní existují pracoviště „NORM“, při jejichž činnosti vznikají materiály NORM (OV či PRaL), které se nelikvidují v soulase s legislativou.

DĚKUJI ZA POZORNOST



Ing. Tomáš Bouda, CSc.
ALS Czech Republic s.r.o.,
Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9
+420 602 144 727
Tomas.Bouda@ALSglobal.com
Laboratoř Česká Lípa, Bendlova 1687/7,
470 01 Česká Lípa

