

Požadavky na kontrolu provozu úpraven pitných podzemních vod z hlediska radioaktivity

Ing. Barbora Sedlářová, Ing. Eva Juranová
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 30,
160 00 Praha 6
e-mail: barbora.sedlarova@vuv.cz, eva.juranova@vuv.cz

Úvod

V návaznosti na atomový zákon č. 263/2016 Sb. [1] a související vyhlášku č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radioaktivního zdroje [2] vyplývají určité požadavky pro provozovatele úpraven pitných podzemních vod. V praxi jde jednak o již dobře zavedenou kontrolu upravené pitné podzemní vody z hlediska obsahu přírodních radionuklidů. Nově dle § 87 písm. o) vyhlášky č. 422/2016 platné od 1. 1. 2017 byly provozovny úpraven podzemních vod zařazeny mezi pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření, tzv. pracoviště NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials). Na takových to pracovištích je potřeba jednak ověřovat pracovní podmínky osob vykonávajících zde práci a také vhodným způsobem nakládat s materiály (tj. vodárenské kaly, filtrační náplně a odpadní vody), které jsou z těchto pracovišť uvolňovány a mohou obsahovat větší množství přírodních radionuklidů.

Nejčastěji je z podzemních vod určených pro veřejnou potřebu odstraňován radon technologiemi provzdušňování vody, proto vznikla potřeba kontrol pracovního prostředí z hlediska možného zvýšení ozáření z radonu. Dále může být cíleně odstraňován uran technologií iontové výměny. Použitá ionexová náplň je pak předmětem sledovaných radioaktivních látek uvolňovaných z pracovišť. Další přírodní radionuklidy uranové a thoriové řady (např. ^{226}Ra , ^{228}Ra atd.) jsou kumulovány ve filtračních náplních, které primárně slouží pro odstranění jiných látek např. železa, manganu atd. [3]

Rok 2017 a 2018 byl přechodným obdobím ze staré legislativy na novou. V průběhu roku 2017 mohly laboratoře provádět hodnocení pro pitné vody podle staré (Vyhlášky č. 307/2005 Sb. [4]) i nové legislativy a do konce roku 2017 musely získat nová povolení pro měření a hodnocení přírodních radionuklidů v pitné vody. V roce 2018 byl pořádán první kurz pro měření a hodnocení přírodních radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření. Na základě absolvování tohoto kurzu a následného úspěšného složení zkoušky na Státním úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), laboratoře mohly požádat o povolení k vykonávání služeb významných z hlediska radiační ochrany. Seznam laboratoří, která získala povolení pro měření a hodnocení přírodních radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření, je uveden na stránkách SÚJB [5].

V článku jsou shrnuty požadavky na měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vody a četnosti prováděných kontrol. Velká pozornost je věnována především nově zavedeným povinnostem pro provozovatele úpraven podzemních vod týkající se evidence, měření a hodnocení radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště a to ve formě odpadní vody, vodárenských kalů a filtračních náplní.

Na příkladu tří úpraven podzemních vod jsou prezentovány výsledky obsahu přírodních radionuklidů ve vodárenských kalech. Hodnocení je prováděno na základě Doporučení SÚJB [6].

Kontrola radiologických ukazatelů v pitné vodě

Požadavky na měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě pro veřejnou potřebu a pro dodávání balené vody na trh jsou stanoveny v § 100 zákona [1]. Postupy

hodnocení a měření obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě jsou shrnuty v Doporučení SÚJB, DR-RO-5.1 [7].

Dodavatel vody a výrobce a dovozce balené vody je povinen zajistit systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě z podzemního zdroje, ve směsi vody z podzemního zdroje a vody povrchové a dodávané balené vodě v rozsahu stanoveném prováděcími předpisy [2]. Je povinen vést o výsledcích evidenci a oznamovat tyto údaje SÚJB. Výsledky měření je povinen na vyžádání poskytnout veřejnosti. Rozsah systematického stanovení je specifikován v příloze č. 27 Vyhlášky č. 422/2016 Sb. [2]. Základní rozbor zahrnuje stanovení objemové aktivity radonu, kde referenční úroveň je 100 Bq/l a nejvyšší přípustná hodnota je 300 Bq/l, stanovení celkové objemové aktivity alfa s vyšetřovací úrovní 0,2 Bq/l a stanovení celkové objemové aktivity beta s vyšetřovací úrovní 0,5 Bq/l. Indikativní dávka s vyšetřovací úrovní 0,1 mSv/rok vyjadřuje míru ozáření osob z některých přírodních radionuklidů přítomných ve vodě. Je-li překročena vyšetřovací úroveň celkové objemové aktivity alfa nebo beta je nutné provést doplňující rozbor k identifikování radionuklidu způsobující překročení vyšetřovacích úrovní a získání podkladů pro stanovení indikativní dávky. Četnost systematického měření je dána objemem vody denně dodávané či vyráběné [2]. Systematické měření pitné vody se nemusí provádět, nedojde-li v pěti po sobě jdoucích letech překročení referenční a vyšetřovacích úrovní a nedošlo-li ke změně, která by mohla ovlivnit obsah přírodních radionuklidů ve vodě. Zproštění se však netýká provozoven, kde jsou využívány technologie vedoucí ke snížení obsahu přírodních radionuklidů.

Pitná voda nesmí být dodávána pro veřejnou potřebu a balená voda nesmí být dodávána na trh v české republice, pokud objemová aktivita radonu překročí nejvyšší přípustnou hodnotu, nebo obsah přírodních radionuklidů překročí referenční úroveň objemové aktivity radonu nebo indikativní dávky a nebylo provedeno opatření, které snižuje míru ozáření na úroveň tak nízkou, jaké lze rozumně dosáhnout při zohlednění všech hospodářských a společenských hledisek.

Kontrola pevných a kapalných látek uvolňovaných z úpraven podzemních vod

Podmínky uvolňování radioaktivní látky z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje jsou stanoveny v § 95 zákona [1]. Postupy hodnocení a měření obsahu přírodních radionuklidů v radioaktivní látce jsou shrnuty v Doporučení SÚJB, DR-RO-5.3 [6].

S ohledem na použité technologie na úpravách vod kde zdrojem je podzemní voda nebo směs podzemní a povrchové vody představují možné uvolňované radioaktivní látky: kaly, usazeniny, použité filtry nebo filtrační náplně a odpadní voda. Povinností provozovatele je především předcházet neodůvodněnému nahromadění takových to radioaktivních látek. Další povinností je zajistit systematické měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště, a to včetně případů kdy je radioaktivní látka určena pro opakované použití nebo recyklaci. Výsledky měření musí provozovatel evidovat a oznamovat SÚJB a zpracovat vnitřní předpisy pro nakládání s radioaktivní látkou uvolněnou z pracoviště a postupovat podle něj.

Velká pozornost uvolňovaným radioaktivním látkám by měla být věnována především na pracovištích, kde jsou přírodní radionuklidy obsaženy v surové vodě a v upravené vodě se již nevyskytují.

U pevných radioaktivních látek jsou sledovány hmotnostní aktivity radionuklidů uranové řady (^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po), thoriové řady (^{232}Th , ^{228}Ra a ^{228}Th) a hmotnostní aktivita ^{40}K . V § 105 vyhlášky [2] jsou stanoveny uvolňovací úrovně pevných materiálů pro přírodní radionuklidy z řady ^{238}U 1 kBq.kg⁻¹, pro přírodní radionuklidy z řady ^{232}Th 1 kBq.kg⁻¹ a hmotnostní aktivita pro ^{40}K 10 kBq.kg⁻¹. Uvolňovací úrovně se považují za nepřekročené, pokud průměrná hmotnostní aktivita žádného radionuklidu není větší než hodnota uvolňovací úrovně.

U odpadních vod se provádí stanovení celkové objemové aktivity alfa a celkové objemové aktivity beta po odečtení příspěvku ^{40}K . Doplňující rozbor se provádí, jestliže jsou překročeny uvolňovací úrovně. V § 105 vyhlášky [2] jsou dány uvolňovací úrovně pro odpadní vody vypouštěné do povrchových vod a do kanalizací.

Uvolňovací úrovně pro odpadní vody do povrchových vod jsou průměrné hodnoty celkové objemové aktivity alfa ve všech látkách $0,5 \text{ Bq.l}^{-1}$ a celkové objemové aktivity beta po odečtení ^{40}K ve všech látkách $1,0 \text{ Bq.l}^{-1}$. Uvolňovací úrovně pro odpadní vody do kanalizací jsou průměrné hodnoty celkové objemové aktivity alfa ve všech látkách 50 Bq.l^{-1} a celkové objemové aktivity beta po odečtení ^{40}K ve všech látkách 100 Bq.l^{-1} . Uvolňovací úrovně se považují za nepřekročené, pokud průměrná celková objemová aktivita alfa nebo beta po odečtení ^{40}K není větší než hodnota uvolňovací úrovně.

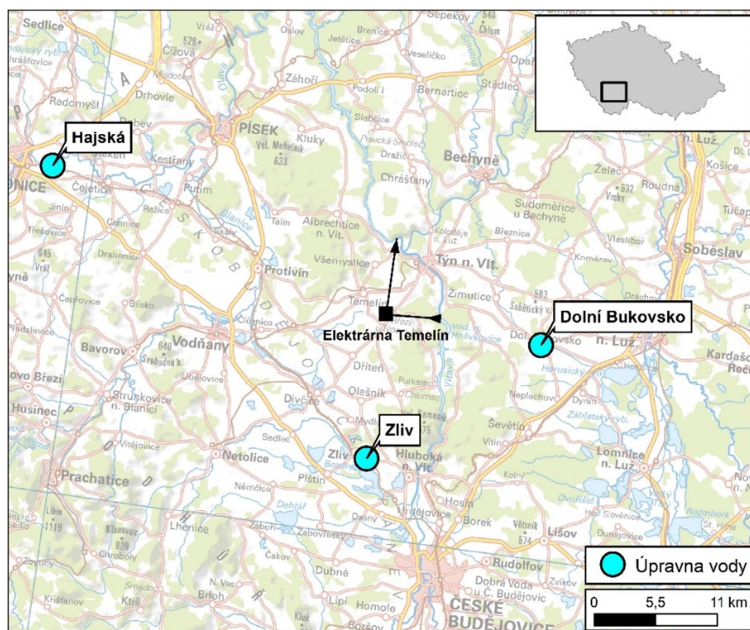
V případě překročení uvolňovacích úrovní je stanovena efektivní dávka každého jednotlivce z obyvatelstva způsobená v kalendářním roce.

Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště musí být provedeno při zahájení provozu a poté při každé změně, které by mohla ovlivnit obsah radionuklidů v uvolňované radioaktivní látce, nejméně však jednou za rok. Za odběr reprezentativního vzorku zodpovídá provozovatel pracoviště. Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v uvolňované látce může provádět laboratoř s povolením SÚJB.

Radioaktivní látku lze z pracoviště uvolňovat bez povolení SÚJB, jestliže nejsou překročeny uvolňovací úrovně. V případě, že uvolňovací úrovně byly překročeny, ale nebyla překročena efektivní dávka $0,3 \text{ mSv}$ každého jednotlivce z obyvatelstva způsobená v kalendářním roce lze radioaktivní látku uvolnit po oznámení SÚJB. Provozovatel je povinen oznámit druh uvolňované látky, místo, čas a způsob uvolňované radioaktivní látky a zhodnocení ozáření jednotlivce z obyvatelstva 60 dnů před uvolněním radioaktivní látky z pracoviště. V ostatních případech lze uvolňovat radioaktivní látku jen na základě povolení SÚJB.

Příklady úpravěn pitných vod s podzemním zdrojem

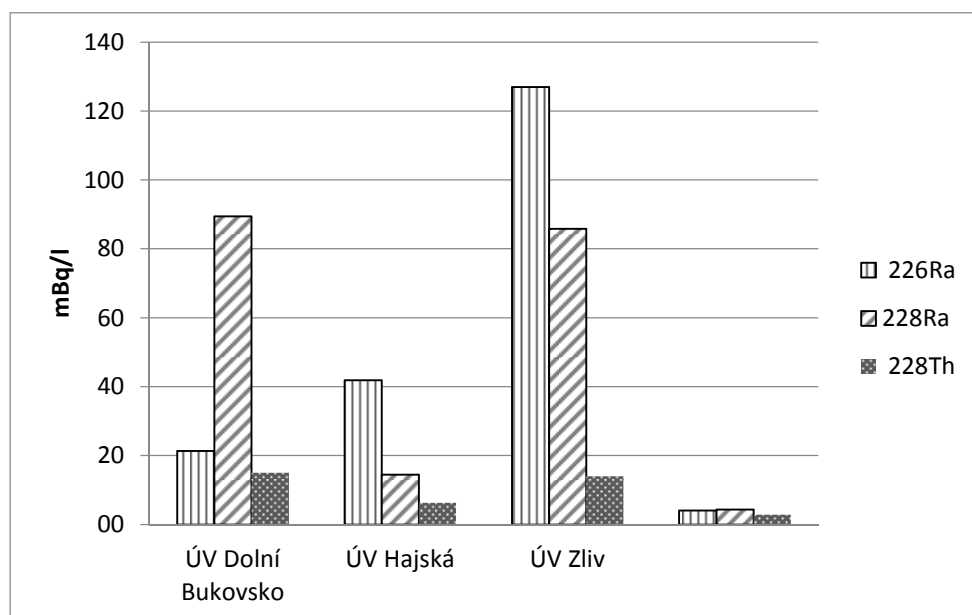
V souvislosti s výzkumem vlivu jaderných energetických zařízení na životní prostředí byla v minulých letech věnována pozornost měření a hodnocení obsahu umělých radionuklidů na vybraných zdrojích pitných vod v okolí JE Temelín [8, 9]. Stanovení byla prováděna pomocí gamaspektrometrických analýz a proto byla získána informace také o zastoupení přírodních radionuklidů. Sledované úpravny pitných vod byly ÚV Zliv, ÚV Hajská a ÚV Dolní Bukovsko. (Obr. 1) Jedná se o úpravny pitných vod zpracovávající podzemní vody. Byl stanoven obsah radionuklidů v surové vodě a v sušině vodárenských kalů. Uvolňovací úrovně pro pevné radioaktivní látky jsou stanoveny pro původní formu, v jaké jsou látky z pracoviště uvolněny. Hodnoty sušiny pro jednotlivé vzorky nebyly dostupné, proto nebylo možné stanovit hmotností aktivity na původní formu.



Obr. 1

Mapa sledovaných úpravěn pitných vod a čistíren odpadních vod v okolí JE Temelín

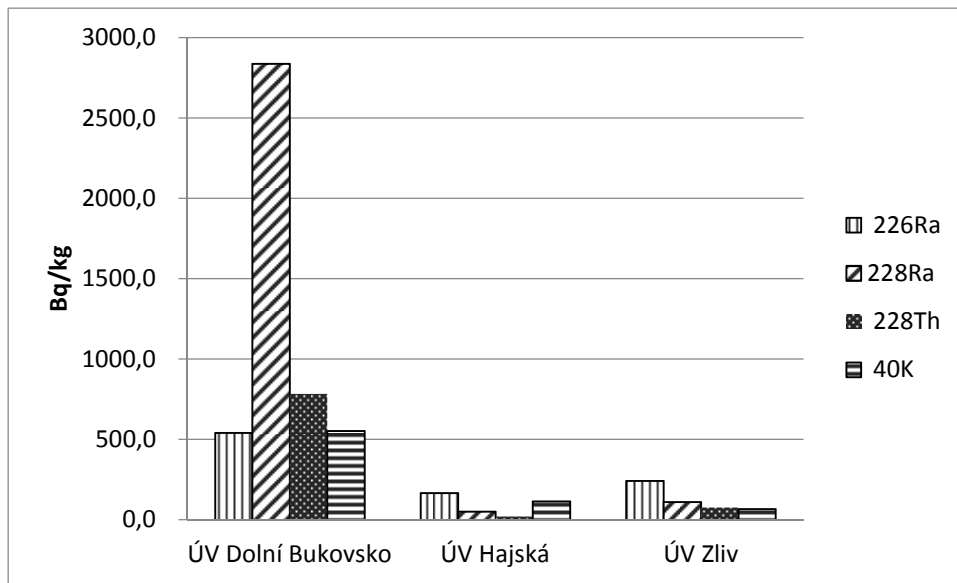
Vzorky surové vody byly odebírány jednou v roce v množství 25 litr a koncentrovány odpařením. Odparky vzorků vody byly žíhány hodinu při 350°C a hermeticky uzavřeny do Petriho misek. Po ustanovení radioaktivní rovnováhy mezi ^{226}Ra a jeho dceřiným produktem cca 30 dnů byly vzorky měřeny na gamaspektrometrické trase. Vzorky vodárenského kalu byly odebírány jedenkrát ročně, byly sušeny při 105°C, drceny a pro měření byla oddělena frakce o velikosti zrn 2 mm. Takto připravené vzorky byly hermeticky uzavřeny v Marinelliho nádobách o objemu 450 ml. Vzorky byly měřeny na gamaspektrometrické trase opět po ustanovení radioaktivní rovnováhy mezi ^{226}Ra a jeho dceřiným produktem cca 30 dnů. Gamaspektrometrické rozборы surové pitné vody na vybraných úpravnách pitných vod byly hodnoceny z let 1997 až 2010. Nejvyšší průměrná hodnota ^{226}Ra byla stanovena v surové vodě na ÚV Zliv 127,1 mBq.l⁻¹. (Obr. 2) Nejvyšší průměrná hodnota ^{228}Ra byla stanovena na ÚV Dolní Bukovsko 89,5 mBq.l⁻¹. Na úpravně vod Dolní Bukovsko bylo sledováno vyšší zastoupení přírodních radionuklidů thoriové řady oproti uranové. Poměr $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ byl 0,43. U ostatních úpraven vod byl poměr $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ vyšší, ÚV Hajská 1,48, ÚV Zliv 2,99.



Obr. 2
Průměrné objemové aktivity v surové vody na úpravnách pitných vod v období 1996–2011

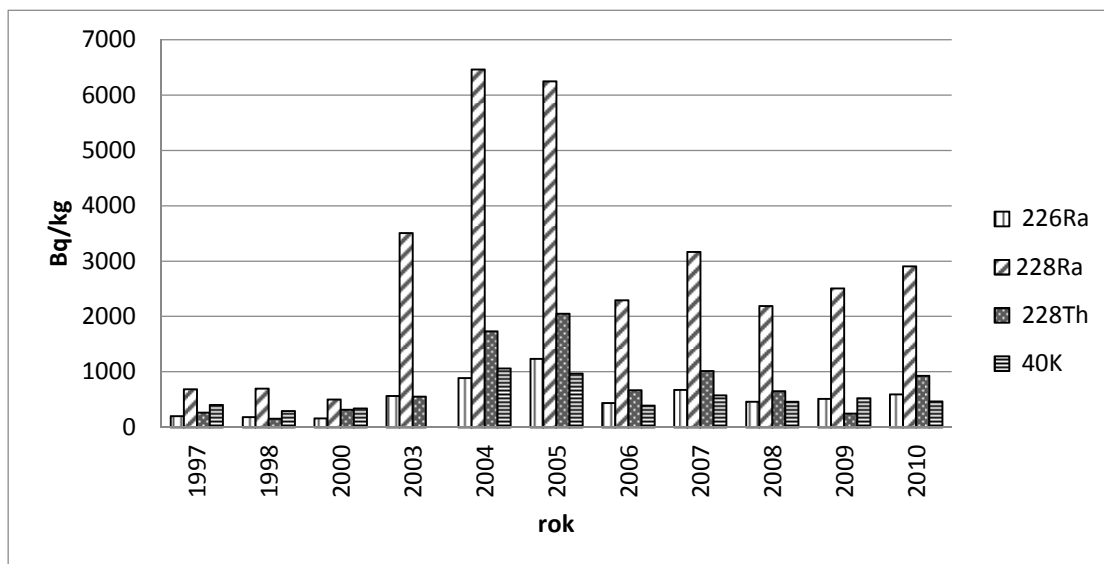
Na uvedených úpravnách pitných vod byl dále sledován obsah přírodních radionuklidů ve vodárenských kalech za období 1997–2010 (Obr. 3). Nejvyšší průměrná hodnota byly stanovena v sušině vodárenského kalu na ÚV Dolní Bukovsko 542 Bq.kg⁻¹ (pro ^{226}Ra), 2837 Bq.kg⁻¹ (pro ^{228}Ra), 785 Bq.kg⁻¹ (pro ^{228}Th) a 553 Bq.kg⁻¹ (pro ^{40}K). Stejně jako v surové pitné vodě i ve vodárenském kalu Dolní Bukovsko bylo sledováno vyšší zastoupení přírodních radionuklidů thoriové řady oproti uranové. Poměr $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ byl 0,22. Z hodnot hmotnostních aktivit pro sušinu vzorku vodárenského kalu lze konstatovat, že pouze v případě hmotnostní aktivity ^{228}Ra by mohla být překročena uvolňovací úroveň 1 kBq.kg⁻¹ pro původní formu vzorku.

Průměrné hodnoty hmotnostních aktivit sušiny vodárenských kalů ÚV Hajská a ÚV Zliv byly výrazně nižší, než jsou uvolňovací úrovně dle § 105 vyhlášky [2]. Hmotnostní aktivity pro původní formu by v celém sledovaném období splnily podmínky uvolnění radioaktivní látky z pracoviště. Stejně jako v surové vodě na ÚV Hajská a ÚV Zliv byl poměr $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ ve prospěch uranové řady, a to pro ÚV Hajská 3,32 a pro ÚV Zliv 2,11.



Obr. 3 Průměrné hmotnostní aktivity ve vodárenských kalech v období 1997–2010

Proměnlivost obsahu přírodních radionuklidů v sušině vodárenského kalu za sledované období je uvedena pro ÚV Dolní Bukovsko (Obr. 4). Od roku 2003 hodnoty hmotnostní aktivity ^{228}Ra v sušině vzorku vodárenského kalu výrazně převyšovaly uvolňovací úroveň dané současnou legislativou [2]. Změnu od předchozích let lze přičíst zejména zásahům do technologie úpravy vod. Lze předpokládat, že pro některé roky by likvidace vodárenského kalu z pracoviště Dolní Bukovsko podle současné legislativy podléhala schválení SÚJB.



Obr. 4 Hmotnostní aktivity v sušině vodárenského kalu z úpravy vod Dolní Bukovsko

Závěr

V článku jsou shrnuty požadavky na měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vody a četnosti prováděných kontrol. Velká pozornost je věnována především nově zavedeným povinnostem pro provozovatele úpraven podzemních vod týkající se evidence, měření a hodnocení radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště a to ve formě odpadní vody a pevných materiálů (tj. vodárenských kalů, filtračních náplní atd.). Důležité pro

provozovatele je znát obsah přírodních radionuklidů v surové vodě a zvolit takové technologie úpravy pitné vody, aby se předcházelo nahromadění radioaktivní látky uvolňované z pracoviště.

Literatura

- [1] Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, v platném znění
- [2] Vyhláška č. 422/2016 Sb, o radiační ochraně a zabezpečení radioaktivního zdroje, v platném znění
- [3] R. Šináglová: Záchyt přírodních radionuklidů v technologiích určených k úpravě vlastností podzemních vod, ČVTVHS, Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství, ISBN 978-80-02-02806-2
- [4] Vyhláška č. 307/2005 Sb, o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] https://www.sujb.cz/aplikace/radon/?table=tab_a&search=1&G=1&licence=5
- [6] 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) atomového zákona, DR-RO-5.3, Praha 2017
- [7] Doporučení SÚJB: Měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě pro veřejnou potřebu a v balené vodě, DR-RO-5.1, Praha 2017
- [8] E. Hanslík: Výzkum vlivu jaderných zařízení na životní prostředí, Praha 1998
- [9] B. Sedlářová, E. Hanslík: Radioaktivní látky na vybraných úpravách pitných vod a čistírnách odpadních vod v okolí JE Temelín, ČVTVHS, Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství, ISBN 978-80-02-02806-2