

**METODIKY
MĚŘENÍ A HODNOCENÍ OBSAHU PŘÍRODNÍCH RADIONUKLIDŮ
VE STAVBÁCH, NA STAVEBNÍCH POZEMCÍCH
A VE STAVEBNÍCH MATERIÁLECH A VODĚ**

SÚJB
Ústav jaderných informací Zbraslav, a.s.

Radiační ochrana

Září 1998

METODIKY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ OBSAHU PŘÍRODNÍCH RADIONUKLIDŮ VE
STAVBÁCH, NA STAVEBNÍCH POZEMCÍCH A VE STAVEBNÍCH MATERIÁLECH A
VODĚ

Vydal Státní úřad pro jadernou bezpečnost
v nakladatelství NUKLIN v Ústavu jaderných informací Zbraslav, a.s.
156 16 Praha - Zbraslav

Účelová publikace bez jazykové úpravy

.....

ISSN

ISBN

ÚVOD

Dne 1. 7. 1997 vstoupil v platnost zákon č. 18/1997 Sb., atomový zákon, který Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) ukládá v § 3 odst. 2 písm. h) sledovat a posuzovat stav ozáření a usměrňovat ozáření osob. Velmi závažné je v tomto smyslu ozáření přírodními zdroji záření, protože je jim vystaven každý člověk, jako občan i jako pracovník, a to neustále a, až na výjimky, v průměru v míře vyšší než jiným zdrojům ionizujícího záření. Proto atomový zákon zařadil činnosti související s měřením a hodnocením obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních pozemcích, na stavebním pozemku, ve stavebních materiálech a ve vodě jako činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, které vyžadují zvláštní odbornou způsobilost (dle § 3 odst. 2 body 6 a 7 vyhlášky č. 146/1997 Sb.), povolení k činnosti (dle § 14 odst. 1 písm. l) a m) vyhlášky č. 184/1997 Sb.) a schválený program zabezpečení jakosti (dle § 32 vyhlášky č. 214/1997 Sb.).

Vzhledem k tomu, že je nezbytné urychleně nastavit správnou praxi mimo jiné i při měření a hodnocení údajů souvisejících s přírodním ozářením v souladu s požadavky nových právních předpisů v oblasti radiační ochrany, pověřil předseda Státního úřadu pro jadernou bezpečnost Ing. Ján Štuller náměstka pro radiační ochranu vydat toto „Doporučení“.

Doporučení obsažená v „Hodnocení a měření obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních pozemcích a ve stavebních materiálech a vodě“ budou sloužit jako vodítko pro stanovení rozsahu měření a způsobu hodnocení výsledků měření při naplnění požadavků atomového zákona a vyhlášky č. 184/1997 Sb. v oblasti přírodních zdrojů záření vyskytujících se v životním prostředí bez vědomého a záměrného využívání.

Doporučení současně bude podkladem ke zpracování konečné verze, kterou SÚJB vydá ve formě „Bezpečnostních návodů“ (Safety Guides) na základě zkušeností s praktickou aplikací Doporučení a na základě Vašich případných připomínek a komentářů.

Pokud se držitel povolení (žadatel o toto povolení) bude řídit tímto Doporučením, inspektoři SÚJB budou hodnotit rozsah sledování, měření, hodnocení a zaznamenávání veličin, parametrů a skutečností důležitých z hlediska radiační ochrany podle §§ 42 až 45 vyhlášky SÚJB č. 184/1997 Sb. jako vyhovující a splňující požadavky právních předpisů. Větší rozsah sledování je ovšem vítán.

Na zpracování tohoto dokumentu se podíleli pracovníci SÚJB, Státního ústavu radiační ochrany, Asociace radonové riziko, Českého geologického ústavu a Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M.

Ing. Zdeněk Prouza, CSc
náměstek předsedy SÚJB pro radiační ochranu

V Praze, září 1998

O B S A H

Metodika pro měření a hodnocení přírodního ozáření osob v obytných prostorech staveb	6
I. Účel metodiky a obecná ustanovení	6
I.1 Cíl a použití metodiky:	6
I.2. Definice pojmů	7
I.3. Náležitosti nezbytné při provádění měření	7
I.4. Možnost stanovení EOAR na základě měření objemové aktivity radonu	8
II. Vlastní metodické postupy	9
II.1. Postup při měření a hodnocení ozáření osob v obytném prostoru stavby (pro rozhodování o nutnosti provedení opatření ke snížení tohoto ozáření a hodnocení účinnosti opatření)	9
II.2. Postup při posuzování úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové	11
II.3. Postup při získávání vybraných podkladů pro poskytování státního příspěvku na protiradonová opatření Stanovení průměrné hodnoty EOAR v obytném prostoru objektu	16
Příloha: Nejistoty při interpretaci měření	18
Instrumentální nejistota	19
Prostorová nejistota	19
Časová nejistota	19
Nejistota způsobená neznámým chováním uživatele při měření	19
Nejistota určení součinitele nerovnováhy	17
Metodika stanovení radonového rizika stavebního pozemku	21
1. Cíl a použití metodiky	21
2. Náležitosti nezbytné při měření	21
2.1. Povolení SÚJB k činnosti	21
2.2. Metrologické ověření	21
2.3. Program zabezpečování jakosti	21
2.4. Ověřování schopnosti správného hodnocení (interpretace) výsledku měření	22
2.5. Náležitosti obsahu protokolu o kategorizaci radonového rizika stavebního pozemku	22
3. Hodnocení radonového rizika stavebního pozemku	19

Zásady pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech	24
1. Rozsah kontroly	24
2. Odběr a úprava vzorků	24
3. Měření vzorků	26
4. Vyjadřování výsledků	26
5. Protokol o měření	27
6. Hodnocení výsledků	28
7. Postup při překročení směrné hodnoty	28
8. Postup při překročení hodnoty podle tabulky č. 2	28
Příloha 1: Záznam o odběru vzorku stavebního materiálu pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb.	30
Příloha 2: Optimalizace obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu	31
Zásady pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě	32
1. Rozsah kontroly	32
2. Odběr a úprava vzorků	32
3. Měření vzorků	34
4. Vyjadřování výsledků	34
5. Protokol o měření	36
6. Hodnocení výsledků	37
7. Postup při překročení směrné hodnoty	37
8. Postup při překročení hodnoty podle tabulky č. 2	38
Příloha 1: Záznam o odběru vzorku vody pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb.	39
Příloha 2: Optimalizace obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě	40

Metodika pro měření a hodnocení přírodního ozáření osob v obytných prostorech staveb

I. Účel metodiky a obecná ustanovení

I.1 Cíl a použití metodiky:

Cílem tohoto doporučení je stanovit postupy:

- (1) pro **měření a hodnocení ozáření osob** v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb, které slouží jako *podklad pro rozhodování o provedení zásahu* ke snížení ozáření osob a jako podklad pro *hodnocení účinnosti tohoto zásahu* (ve smyslu § 6 zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů a § 7, § 62 a § 63 vyhlášky č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany),
- (2) pro **posuzování úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové**, které slouží jako podklad pro *stavební řízení* (např. před rekonstrukcí nebo při kolaudaci) nebo jako podklad pro *oceňování nemovitostí* ve smyslu zákona č. 151/1997 Sb. a vyhlášky č. 279/1997 Sb. (za výskyt radonu se přitom považuje překročení směrné hodnoty dle vyhlášky č. 184/1997 Sb.), nebo jako *podklad pro hodnocení účinnosti opatření ve stavbě*,
- (3) pro získávání některých **podkladů pro poskytování příspěvků** na protiradonová opatření (*tzv. radonová diagnostika*) ve smyslu příslušné směrnice ministerstva financí.

Odlišný postup pro *hodnocení ozáření osob* ve stavbě (1) a pro *posuzování úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové* (2) je zaveden proto, že objemová aktivita radonu (dále OAR), resp. ekvivalentní objemová aktivita radonu (dále EOAR), je ovlivněna chováním uživatele stavby (zejména způsobem větrání a vytápění) a používáním některých technologií (nucená ventilace, klimatizace, filtrace vzduchu, ...). Proto se při hodnocení konkrétní expozice osob (z hlediska směrných hodnot dle vyhlášky) a při hodnocení úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové může dojít k odlišným závěrům.

V případě **hodnocení ozáření osob (1)** se vychází z dlouhodobé (roční) průměrné hodnoty obsahu radonu a produktů jeho přeměny v době pobytu osob, přitom platí:

- jedná-li se o stavby, kde se předpokládá trvalý pobyt osob (byt apod.), vychází se z průměru EOAR stanoveného nepřetržitým ročním měřením,
- jedná-li se o stavby, kde není trvalý pobyt osob (pracoviště, dětská zařízení, apod.), vychází se z průměru EOAR stanoveného z měření v době přítomnosti osob.

V případě **posuzování úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové (2)** se vychází ze systému *měření, šetření a analýz*, které mají za cíl co nejobjektivnější posouzení stavby a které jsou proto prováděny zpravidla v postupných krocích:

- prvním krokem jsou *informativní krátkodobá měření* prováděná za takových podmínek, aby nedošlo k podcenění hodnoty EOAR ve stavbě (tzv. konzervativní podmínky). Tato měření slouží jako odhad (zpravidla horní) EOAR ve stavbě.
- druhým krokem (prováděným při překročení směrných hodnot při informativních krátkodobých měřeních) jsou *podrobnější šetření a analýzy příčin překročení* směrných hodnot. Cílem tohoto kroku je analyzovat hodnotu EOAR za reálného užívání stavby, případně za dohodnutých standardních podmínek

- třetím krokem (který může být spojen s předchozím krokem) je *analýza zdrojů a transportu radonu* ve stavbě za účelem získání podkladů pro návrh protiradonových opatření.

Souhrn těchto měření a analýz doplněný o posouzení stavby z hlediska kategorie těsnosti proti pronikání radonu dle ČSN 73 0601, doplněný o stanovení kategorie radonového rizika stavebního pozemku a doplněný o stanovení dalších vybraných ukazatelů - zejména zdrojů a transportu radonu ve stavbě a průměrných hodnot EOAR v pobytovém prostoru – (označovaný jako „radonová diagnostika“) představuje **podklady pro poskytování státního příspěvku na protiradonová opatření (3)**.

I.2. Definice pojmů

- ekvivalentní objemová aktivita radonu (EOAR) - viz definice ve vyhlášce č. 184/1997,
- faktor (součinitel) nerovnováhy: podíl EOAR (v Bq/m³) a OAR (v Bq/m³),
- konzervativní podmínky v průběhu měření, které minimalizují podcenění ozáření osob,
- nejmenší detekovatelná objemová aktivita a_{nd} (OAR nebo EOAR) je taková objemová aktivita, která je danou měřicí metodou spolehlivě detekovatelná (alespoň na hladině spolehlivosti 95 %).

I.3. Náležitosti nezbytné při provádění měření

I.3.1. Povolení SÚJB k činnosti

Subjekty provádějící měření a hodnocení ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb musí mít povolení SÚJB k nakládání se zdroji IZ pro danou činnost dle § 14 odst. 1) vyhlášky č. 184/1997 Sb., přitom, jedná-li se pouze o případ ostatních zdrojů dle § 14 odst. 3 této vyhlášky, vyžaduje se dokumentace dle bodu I a program zabezpečování jakosti. Přílohy zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon) pouze v přiměřeně redukováném rozsahu. Práce musí řídit osoba, která má oprávnění o zvláštní odborné způsobilosti pro danou činnost dle § 3 odst. 2 písm. c) zákona č. 18/1997 Sb.

I.3.2. Metrologické ověření

Měřidla stanovená k měření OAR, resp. EOAR, musí být metrologicky ověřena před provedením měření, po každé opravě nebo modifikaci měřidla v souladu s platnými předpisy (zákon č. 505/1990 Sb. a platný výměr ÚNMZ).

I.3.3. Zabezpečování kontroly jakosti

Subjekty, které provádějí měření a hodnocení ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb, musí mít zpracovaný program zabezpečování jakosti schválený SÚJB (§ 13 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb. a § 32 vyhlášky č. 214/1997 Sb.). Tento systém musí zejména zahrnovat:

- kontrolu přístrojů včetně používaných spotřebních materiálů,
- kontrolu postupů,
- kontrolu výpočtů,
- vypracování postupu při vzniku případných odchylek.

O kontrolách prováděných v rámci programu zabezpečování jakosti musí být vedena dokumentace. Rozsah a podrobnosti kontrol musí být specifikovány u jednotlivých měřicích metod.

I.3.4. Ověřování schopnosti správného hodnocení (interpretace) výsledků měření

Subjekty, které provádějí měření a hodnocení ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb, se musí účastnit srovnávacích měření, jejichž cílem je kontrola způsobu hodnocení (interpretace) výsledků při posuzování ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb. Rozsah srovnávacích měření stanovuje SÚJB.

I.3.5. Vedení evidence měření

O měření musí být vystaven protokol, který musí obsahovat minimálně tyto údaje:

- a) jméno a přesnou identifikaci firmy a pracovníka, který provedl měření,
- b) jméno objednatele měření, adresu měřené budovy, lokalizaci měřeného bytu v budově,
- c) datum měření a datum zpracování protokolu,
- d) výčet použitých měřicích metod (postupy vyhodnocení),
- e) informaci o měřicích přístrojích, datum a dobu platnosti ověřovacího listu, včetně laboratoře, která ověřovala,
- f) počet místností v jednotlivých podlažích stavby a výčet měřených místností s jejich jednoznačnou identifikací a s uvedenými hodnotami EOAR; pokud by mohla nastat pochybnost o jednoznačné identifikaci místností nebo pokud se zjistí, že jsou překročeny směrné hodnoty, je zhotovení plánu povinné,
- g) v případě zjištění, že jsou překročeny směrné hodnoty, popis možných příčin (záznam o vizuální inspekci),
- h) podmínky během měření (užívání objektu, ventilace, povětrnostní podmínky),
- i) podpis osoby, která je držitelem oprávnění o zvláštní odborné způsobilosti.

Všechna provedená měření musí být evidována a kopie protokolů o měření musí být archivovány po dobu nejméně 5 let od data vystavení protokolu.

Upozornění: Všechny náležitosti uvedené v bodě 1.3. podléhají kontrole inspekce SÚJB.

I.4. Možnost stanovení EOAR na základě měření objemové aktivity radonu

Při stanovení EOAR se připouští použít jak měřidel ekvivalentní objemové aktivity radonu, tak měřidel objemové aktivity radonu. Pro účely přepočtu objemové aktivity radonu na ekvivalentní objemovou aktivitu radonu se použije standardní odhad součinitele nerovnováhy $F = 0,4$, není-li průměrná hodnota F skutečně změřena. Standardní hodnotu $F = 0,4$ nelze použít v případech, kdy je součinitel nerovnováhy od hodnoty $F = 0,4$ prokazatelně odlišný (tj. v prostorech vybavených zařízeními pro nucenou výměnu vzduchu, s výměnou vzduchu větší než 1 h^{-1} , v prostorech s filtrací vzduchu).

II. Vlastní metodické postupy

II.1. Postup při měření a hodnocení ozáření osob v obytném prostoru stavby (pro rozhodování o nutnosti provedení opatření ke snížení tohoto ozáření a hodnocení účinnosti opatření)

Tato část upravuje postup při měření a hodnocení ozáření osob (viz bod I.1) pro potřeby rozhodování o provedení zásahu ke snížení ozáření osob ve stavbě a hodnocení účinnosti tohoto zásahu. Jen tato měření mohou být použita k rozhodnutí o poskytnutí státního příspěvku na protiradonová opatření. Výjimku tvoří případy, kdy bylo tzv. radonovou diagnostikou prokazatelně doloženo překročení směrných hodnot pro provedení zásahu.

Pro rozhodnutí o typu protiradonového opatření je třeba provést další měření, šetření a analýzy, které jsou uvedeny v odstavci II.2.

Postup se liší podle toho, zda se jedná o stavby, kde se trvalý pobyt osob předpokládá (II.1.1) či nikoliv (II.2.2)

II.1.1. Principy měření a hodnocení ozáření osob v obytném prostoru, kde se předpokládá trvalý pobyt osob

Tato část se vztahuje na ty případy hodnocení ozáření osob ve vnitřním ovzduší staveb, kdy se jedná o trvalé pobývání. Jde tedy zejména o hodnocení bytů, případně zařízení s dlouhodobým pobytem osob.

Při hodnocení ozáření osob jsou směrodatné **celoroční průměrné hodnoty EOAR** ve vnitřním ovzduší jednotlivých místností obytného prostoru, které se stanoví *nepřetržitým* celoročním měřením. Je-li v místnosti provedeno několik současných ročních měření nebo jsou-li provedena roční měření v různých časových obdobích a nedošlo-li mezitím k provedení protiradonových opatření (nebo k záměrné změně podmínek), vychází se při hodnocení místnosti z aritmetického průměru těchto měření.

Uživatele objektu je třeba informovat, aby během ročního měření užívali objekt obvyklým způsobem a neovlivňovali úmyslně měřené hodnoty zejména zvýšeným nebo sníženým větráním.

Vyjádření výsledku a vyjádření nejistoty měření:

Jako výsledek měření se uvede zjištěná průměrná roční hodnota EOAR (pro každou měřenou místnost) v Bq/m^3 zaokrouhlená na celé číslo. Pokud je výsledek pod mezí detekovatelnosti uvede se, že zjištěná hodnota ekvivalentní objemové aktivity radonu je menší než a_{nd} (Bq/m^3), kde a_{nd} je nejmenší detekovatelná ekvivalentní objemová aktivita radonu dané měřicí metody.

Hodnocení ozáření osob ve stavbě

Hodnocení ozáření osob ve stavbě se provádí pro jednotlivé měřené místnosti porovnáním zjištěných ročních průměrných hodnot EOAR v měřených místnostech se směrnými hodnotami dle § 62 a směrnými hodnotami pro provedení zásahu dle § 63 vyhlášky č. 184/1997 Sb. a tabulky č. 1 přílohy č. 13. V hodnocení je třeba uvést:

- zda bylo v jednotlivých měřených místnostech zjištěno překročení směrné hodnoty stanovené dle § 62 vyhlášky č. 184/1997 Sb.,
- informaci o přiměřeném typu zásahu ke snížení ozáření osob dle tabulky č. 1 přílohy č. 13 vyhlášky č. 184/1997 Sb., a to zejména v případě překročení směrné hodnoty pro provedení zásahu.

Pro zhodnocení ozáření osob v celé stavbě by bylo ideální provést změření EOAR ve všech místnostech pobytového prostoru, avšak za dostatečný a rozumný kompromis – z hlediska snížení rizika falešně negativního závěru (tj. podcenění ozáření osob) - se považuje změření následujících místností ve stavbě:

- všech pobytových místností v přímém kontaktu s podložím,
- alespoň jedné třetiny pobytových místností v prvním nadzemním podlaží,
- alespoň jedné pobytové místnosti v každém dalším nadzemním podlaží,
- místností, kde byl použit ve významné míře stavební materiál s očekávanou vyšší hmotnostní aktivitou Ra 226.

Jsou-li uvedené místnosti proměřeny a není-li ani v jedné z nich překročena směrná hodnota, považuje se za rozumně prokázáno, že směrná hodnota není překročena v celém objektu.

II.1.2. Principy měření a hodnocení ozáření osob v pobytovém prostoru, kde se nepředpokládá trvalý pobyt osob

Tato část se vztahuje na všechny ostatní případy, kdy se nejedná o trvalé pobývání (bydlení) ve stavbách. Jde např. o hodnocení ozáření pracovníků na pracovištích, dětí v dětských zařízeních, ozáření osob při návštěvách různých budov nebo prostor (kin, hotelů, nemocnic, jeskyní apod.).

Při měření a hodnocení ozáření osob ve vnitřním ovzduší staveb nebo prostor, kde se nejedná o trvalé pobývání, se postupuje analogicky jako v bodě II.1.1. s tím rozdílem, že hodnocení ozáření osob je provedeno na základě průměrných hodnot EOAR ve vnitřním ovzduší stavby/prostoru *v době pobytu osob*.

Z praktických důvodů je vhodné postupovat ve dvou krocích:

- Prvním krokem je stanovení ročních průměrných hodnot EOAR bez ohledu na pobyt osob. Takto získaný výsledek slouží (jako horní odhad) k rozhodnutí, zda provádět další podrobnější měření a šetření. Nejsou-li při tomto měření překročeny směrné hodnoty, předpokládá se, že nejsou překročeny ani v době pobytu osob. Překročení směrných hodnot ovšem ještě není důvodem pro provedení zásahu ke snížení ozáření osob, ale k dalšímu podrobnějšímu měření a stanovení ozáření osob v době jejich skutečné přítomnosti,
- Druhým krokem je tedy další diagnostické šetření, při němž lze využít postupy uvedené v části II.3, v tomto případě zejména analýzu kontinuálního monitorování EOAR a použití změřených reálných hodnot v době pobytu osob.

Pro vyjádření výsledku a hodnocení platí obdobné pokyny jako v bodě II.1.1.

Upozornění :

Jedná-li se o pracoviště a je-li zjištěna hodnota OAR vyšší než 1000 Bq/m^3 , je při hodnocení třeba vyjít z § 7 vyhlášky č. 184/1997 Sb. V tomto případě je třeba provést posouzení konkrétní expozice osob na základě znalosti pracovního režimu.

II.1.3. Princip měření a hodnocení zevního ozáření osob zářením gama ze stavby

Podkladem pro hodnocení ozáření osob v důsledku zevního ozáření zářením gama ze stavby způsobeného přítomností přírodních radionuklidů ve stavbě je měření dávkového příkonu záření gama ve vzduchu v pobytovém prostoru. Za směrodatnou hodnotu pro hodnocení místnosti v pobytovém prostoru se považuje nejvyšší naměřený dávkový příkon záření gama ve výšce 1 m nad podlahou a minimálně 0,5 m od stěn. Tato hodnota se použije při hodnocení místnosti při rozhodování o provedení zásahu ve smyslu § 63 vyhlášky č. 184/1997 Sb. (tabulka č. 2, příloha č. 13).

II.2. Postup při posuzování úrovně přírodní radioaktivity ve stavbě jako takové

Tato část upravuje postupy při speciálních měřeních, šetřeních a analýzách v objektu, které mají za cíl provést posouzení stavby z hlediska obsahu radonu a jeho produktů přeměny, dále postupy pro získávání podkladů o zdrojích radonu, jeho transportu v objektu a dalších podkladů pro tzv. radonovou diagnostiku. Tyto speciální měření, šetření a analýzy jsou prováděny zpravidla v následných krocích od jednoduchých po složité. Subjekt, který provádí měření musí kvalifikovaně zvolit odpovídající úroveň měření a analýzy.

V dalších částech jsou popsány: - postupy při jednoduchých informativních krátkodobých měřeních (II.2.1), - postupy při objektivizaci výsledku měření za standardních nebo reálných podmínek (II.2.3), - postupy při stanovení vybraných podkladů pro poskytování státního příspěvku na protiradonová ozdravná opatření (stanovení průměrné hodnoty EOAR v obytném prostoru) (II.3).

II.2.1. Postup při jednoduchém informativním měření

V případech, kdy posouzení obsahu radonu ve stavbě nesnese odklad (tj. není čas na provedení ročních měření, např. při stavebním řízení, oceňování nemovitosti apod.), je při posuzování možné vyjít z **informativních krátkodobých měření**. Přitom je třeba vzít v úvahu nejistoty měření a provést odpovídající interpretaci měření podle podmínek, za nichž bylo měřeno (viz dále). Informativní krátkodobá měření mohou být integrální nebo kontinuální měření, která

- umožňují stanovení průměrné hodnoty EOAR nebo OAR,
- trvají minimálně 7 dní.

Tato měření mají být úmyslně provedena za takových podmínek, **kdy je sníženo riziko podcenění obsahu radonu ve stavbě** (tzv. *konzervativní podmínky*). Výsledek měření je proto spíše horním odhadem dlouhodobé průměrné hodnoty obsahu radonu ve stavbě. Na základě dosavadních znalostí o chování radonu v objektu se za konzervativní považují zejména tyto podmínky:

- je zajištěn alespoň průměrný roční přísun radonu z podloží do místnosti (objektu), to se očekává pokud je v objektu vytvořen přiměřený podtlak (tlakový gradient) vyvolávající přísun radonu, např. dostatečným teplotním rozdílem uvnitř-vně objektu (vyšší teplota uvnitř stavby),
- je omezeno větrání místnosti (stavby), tj. během měření jsou uzavřena okna, dveře, případně další ventilační otvory a po významnou část doby měření nebyly extrémní povětrnostní podmínky ovlivňující ventilaci v budově (zejména nebyl delší dobu silný vítr),
- nejsou užívány technologie, které mohou ovlivnit obsah radonu v objektu (např. vzduchotechnika, filtrace vzduchu, ...).

Objednavatele měření a uživatele stavby je třeba informovat o okolnostech, které ovlivňují OAR ve stavbě, a o tom, že při měření mají být zajištěny konzervativní podmínky. Měření je přitom možné provádět i za přítomnosti osob.

Vyjádření výsledků a nejistoty

Jako výsledek měření se pro každou měřenou místnost uvede zjištěná průměrná hodnota EOAR v Bq/m^3 zaokrouhlená na celé číslo. Je-li provedeno několik současných nebo opakovaných krátkodobých měření v téže místnosti, použije se k odhadu aritmetický průměr. Pokud je výsledek měření pod mezí detekovatelnosti, uvede se, že zjištěná hodnota ekvivalentní objemové aktivity radonu je menší než a_{nd} (Bq/m^3), kde a_{nd} je nejmenší detekovatelná ekvivalentní objemová aktivita radonu dané měřicí metody.

Při uvádění výsledků do protokolu je nutné popsat co nejpodrobněji ty podmínky měření, které mohou mít vliv na výskyt radonu v objektu, zejména ventilační podmínky, těsnost oken a další podmínky uvedené jako příklad výše. Pokud nebylo možné zajistit během měření splnění konzervativních podmínek, je nutné to uvést – včetně důvodu - do protokolu o měření. V tomto případě nelze považovat výsledek krátkodobých informativních měření za horní odhad dlouhodobého průměru obsahu radonu v místnosti/stavbě. Tato skutečnost musí být v protokolu zřetelně uvedena v souvislosti se získanými výsledky.

Při interpretaci výsledků je třeba mít na zřeteli nejistoty měření a nejistotu odhadu. Současná úroveň poznání nejistot (nejistoty v důsledku prostorových variací, časových variací, nejistoty v určení součinitele nerovnováhy F) je pro informaci uvedena v příloze k této metodice.

Hodnocení obsahu radonu ve stavbě

Hodnocení se provede porovnáním změřených hodnot EOAR pro jednotlivé místnosti se směrnými hodnotami v § 62 vyhlášky č. 184/1997 Sb. Mohou nastat tyto případy:

- 1) Směrné hodnoty nejsou překročeny a měření proběhlo za konzervativních podmínek
Takový výsledek je považován za průkaz nepřekročení směrných hodnot dle vyhlášky.
- 2) Směrné hodnoty jsou překročeny (ať měření proběhlo za konzervativních podmínek nebo ne)
Tento výsledek není sám o sobě považován za dostatečný důvod k provádění zásahu ke snížení obsahu radonu ve stavbě, k tomu je třeba provést prošetření příčin (viz dále II.2.2., resp. II.2.3.).
- 3) Směrné hodnoty nejsou překročeny, avšak měření neproběhlo za konzervativních podmínek
V tomto případě je použití získaných výsledků k hodnocení stavby nespolehlivé a nemůže být užito k rozhodování bez další hlubší analýzy (viz II.2.2 a II.2.3).

Volba počtu a typů měřených místností závisí na účelu a hloubce analýzy. Pro informativní měření je sice ideální změření EOAR ve všech místnostech obytného prostoru, avšak za dostatečný a rozumný kompromis - z hlediska snížení rizika falešně negativního závěru (tj. podcenění obsahu radonu ve stavbě) - se považuje provedení měření alespoň v následujících místnostech:

- ve všech obytných místnostech v přímém kontaktu s podlahou,
- alespoň v jedné třetině obytných místností v prvním nadzemním podlaží,
- alespoň v jedné obytné místnosti v každém dalším nadzemním podlaží,
- v místnostech, kde byl použit ve významné míře stavební materiál s očekávanou vyšší hmotnostní aktivitou $R_a 226$.

Jsou-li proměřeny uvedené místnosti a není-li ani v jedné z nich překročena směrná hodnota (s uvážením výše uvedených podmínek), považuje se za rozumně prokázáno, že směrná hodnota není překročena v celé stavbě.

II.2.2. Postupy pro objektivizaci výsledku z krátkodobých informativních měření

V této části jsou – pro případy překročení směrných hodnot při informativním krátkodobém měření – popsány postupy objektivizace výsledků. Cílem je analyzovat obsah radonu za reálného užívání stavby, případně za dohodnutých standardních podmínek.

Při této analýze se postupuje odlišně v případech, kdy se jedná o stavby s trvalým pobytem osob (viz II.2.2.1), a odlišně v případech, kdy se jedná o stavby, kde se nepředpokládá trvalý pobyt osob, nebo kde jsou použity technologie ke snížení obsahu radonu (viz II.2.2.2).

II.2.2.1. - Principy měření a hodnocení v případě staveb, kde jde o trvalý pobyt osob, přitom nejsou použity technologie ke snížení obsahu radonu, ani není přímo předepsán způsob užívání (ventilace)

V tomto případě se pro hodnocení obsahu radonu ve stavbě použije stanovení EOAR za standardních podmínek.

Na současné úrovni poznání je za standardní stav považováno:

- výměna vzduchu v *topném období* je $0,3 \text{ h}^{-1}$,
- jsou vytvořeny standardní podmínky pro standardní přísun radonu do objektu, tj. rozdíl vnitřní a venkovní teploty minimálně 10°C , rychlost větru není vyšší než 5 m/s .

Hodnotu EOAR za standardního stavu lze stanovit:

- přímým měřením rovnovážné hodnoty EOAR při parametrech uvedených výše,
- výpočtem ze změřené rychlosti přísunu radonu do místnosti/budovy při dodržení podmínky pro standardní přísun radonu. Pokud je rychlost přísunu radonu stanovena analýzou z kontinuálních měření, musí doba měření každé místnosti trvat minimálně 24 hodin.

Takto stanovená hodnota EOAR za standardních podmínek se použije k hodnocení dle § 62 vyhlášky č. 184/1997 Sb. Toto hodnocení však **není hodnocením ozáření osob**, to může být ve skutečnosti nižší i vyšší, než odpovídá získanému výsledku za standardních podmínek.

II.2.2.2. - Principy měření a hodnocení staveb v případě, kdy se nejedná o trvalé pobývání osob (např. *pracoviště, dětská zařízení, veřejné prostory - kina, hotely, nemocnice, jeskyně*), nebo kde je instalována technologie umožňující snížení obsahu radonu ve stavbě (např. *lokální nebo centrální nucená ventilace vzduchu, systémy aktivního podvětrávání objektu, filtrace vzduchu a pod*)

V těchto případech lze očekávat, že v době pobytu osob nebo při provozu technologie je obsah radonu ve stavbě odlišný od celodenního průměru. V ideálním případě by mělo být provedeno dlouhodobé (roční) měření v době pobytu osob resp. za provozu technologie. To je však v praxi obtížně proveditelné, proto se připouští provedení analýzy na základě krátkodobých měření, při nichž však musí být dodržena alespoň tato pravidla:

- měření musí probíhat za konzervativních podmínek z hlediska vzniku vyšších koncentrací radonu,
- doba kontinuálního měření musí být alespoň 1 pracovní týden v době, kdy je stavba užívána,

- pro ověření vlivu technologie je třeba provést i měření při vypnuté technologii, přitom dobu měření je nutno volit s uvážením zpoždění mezi zapnutím/vypnutím technologie a nárůstem obsahu radonu ve stavbě,
- v případech, kde je použita technologie filtrace vzduchu, je třeba vyjít ze sledování EOAR.

Hodnocení:

Při hodnocení se postupuje analogicky jako v případě budov s trvalým pobytem osob s tím rozdílem, že se vychází z hodnot, naměřených za pobytu osob a reálného užívání resp. provozu technologie. Podmínky, za kterých měření proběhlo, musí být při hodnocení specifikovány.

Upozornění :

Jedná-li se o pracoviště a je-li zjištěna hodnota OAR vyšší než 1000 Bq/m³, je při hodnocení třeba vyjít z § 7 vyhlášky č. 184/1997 Sb. V tomto případě je třeba provést posouzení konkrétního ozáření osob na základě znalosti pracovního režimu.

II.2.3. Postupy při analýze zdrojů a transportu radonu ve stavbě

Cílem tohoto kroku, který se provádí zejména v případech, kdy bylo potvrzeno překročení směrné hodnoty za běžných nebo standardních podmínek, je identifikovat a analyzovat zdroje, cesty vstupu a transportu radonu ve stavbě a shromáždit podklady pro cílené projektování protiradonových opatření.

Jde o kvalifikované měření, šetření a analýzy, které zahrnují:

- detailní vizuální prohlídku a popis objektu,
- speciální měření a analýzu významnosti zdrojů radonu a jednotlivých cest vstup radonu.

Souhrn těchto měření a analýz doplněný o posouzení stavby z hlediska kategorie těsnosti proti pronikání radonu dle ČSN 73 0601, doplněný o stanovení kategorie radonového rizika stavebního pozemku dle „Metodiky stanovení kategorie radonového rizika stavebního pozemku“ a doplněný o stanovení dalších ukazatelů, např. průměrná hodnota EOAR v obytném prostoru, je označován jako „**radonová diagnostika**“.

II.2.3.1. - Postup při detailní vizuální prohlídce stavby

Při vizuální prohlídce objektu z hlediska analýzy zdrojů, cest vstupu a transportu radonu je třeba zejména popsat:

- konstrukci v kontaktu s podlahám v jednotlivých místnostech (i v nepobytných prostorech) z hlediska plnění funkce bariéry proti přísunu radonu z podlah, zejména:
 - složení podlah (pokud je známé, nebo pokud je možné je zjistit),
 - stav kontaktních konstrukcí,
 - stav kontaktů podlah a stěn,
 - těsnost prostupů instalačních vedení (kanalizace, ÚT, plyn, voda, ...),
 - zařazení kontaktních konstrukcí ve smyslu ČSN 73 0601 včetně zdůvodnění,

- skutečnosti, které mají vliv na transport radonu ve stavbě, zejména
 - počet podlaží a způsob komunikace mezi jednotlivými podlažími s důrazem na sklepní a suterénní prostory,
 - vstupy do jednotlivých prostor a jejich těsnost,
 - dispozici - včetně náčrtu, začlenění stavby v terénu (umístění ve svahu apod.),
 - způsob vytápění objektu,
 - způsob ventilace objektu (typ oken, dveří a jejich těsnost),
- další skutečnosti, které mohou mít vliv na obsah radonu ve stavbě, jako
 - použitý stavební materiál,
 - zdroj dodávané vody a místa její spotřeby v případě, že jsou překročeny směrné hodnoty OAR ve vodě.

II.2.3.2. - Postup při identifikaci a kvantifikaci zdrojů radonu a jeho transportu

Při kvantitativním hodnocení je ve většině případů nezbytné použití nepřímé metody, a k identifikaci, lokalizaci a kvantifikaci zdrojů radonu a jeho přisunových cest využít řadu pomocných měření a zjednodušujících modelů. Všechna tvrzení uváděná v protokolu o radonové diagnostice musí být doložená a zdůvodněná, postupy odvozování veličin musí být uvedeny.

Mezi metody a možná nepřímá měření k identifikaci, lokalizaci a kvantifikaci zdrojů radonu a jeho přisunových cest patří zejména:

- stanovení kategorie radonového rizika stavebního pozemku,
- měření OAR ve vzorcích vzduchu v možných přisunových cestách a prostorách,
- sestavení mapy obsahu radonu v místnostech stavby,
- analýza ventilačních poměrů v celém objektu, jeho částech a jednotlivých místnostech, včetně stanovení násobnosti výměny vzduchu v místnosti,
- analýza přisunu vzduchu, zejména půdního vzduchu, pomocí řízené tlakové difference, včetně měření proudění vzduchu v jednotlivých přisunových cestách,
- analýza celkové bilance objemových aktivit radonu ve stavbě.

Mezi metody v případě vyšší měrné aktivity Ra 226 ve stavebním materiálu patří zejména:

- mapování pole dávkového příkonu záření gama v objektu. V případě, že alespoň na jednom místě pobytového prostoru je ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti větší nebo rovné 0,5 m od stěny překročena hodnota 0,5 $\mu\text{Gy/h}$, pořizuje se půdorysný náčrt všech místností pobytového prostoru (v definovaném měřítku), ve kterém jsou zjištěné dávkové příkony záření zaznamenány s krokem nejvýše 0,5 m. Zvýrazňují se místa, ve kterých je překročena hodnota 1 $\mu\text{Gy/h}$.
- Stanovení aktivity ^{226}Ra ve stavebních materiálech a konstrukcích (dávkový příkon může být využíván jako signální veličina), včetně měření plošné a hmotnostní exhalace radonu z materiálu. V případě, že byla zjištěna vyšší úroveň radioaktivity stavebních materiálů, uvádí se její plošný rozsah, hmotnostní aktivity podle struktury, zejména zda jde o kontaminaci zdiva, pojivové malty, omítek apod. Provede se odhad příspěvku objemové aktivity radonu uvolněného z kontaminovaných materiálů ke zjištěným objemovým aktivitám radonu v ovzduší stavby.

Mezi metody používané v případě vyššího obsahu radonu v dodávané vodě patří:

- analýza vlivu radonu uvolněného z vody na obsah radonu v ovzduší stavby.

II.3. Postup při získávání vybraných podkladů pro poskytování státního příspěvku na protiradonová opatření

Stanovení průměrné hodnoty EOAR v obytném prostoru objektu

V této části je popsán postup zpracování některých podkladů pro poskytování státního příspěvku na protiradonová opatření. Obecně tyto podklady specifikuje příslušná směrnice ministerstva financí. Mezi nimi jsou také podklady zpracovávány při tzv. radonové diagnostice. Ta má obsahovat analýzu zdrojů, cest vstupu a transportu radonu ve stavbě tak, jak bylo popsáno v předchozí kapitole II.2.3. Kromě toho se pro výpočet výše státního příspěvku vyžaduje stanovení průměrné hodnoty EOAR v obytném prostoru. Postup stanovení této hodnoty je popsán zde.

Při stanovení průměrné EOAR se vychází ze stanovení EOAR **ve všech místnostech** obytného prostoru bytu nebo rodinného domu. Pro stanovení průměrné EOAR mohou být použity pouze tyto metody:

- měření celoročních průměrů EOAR v obytných prostorech stavby (toto měření má při hodnocení přednost),
- měření nejméně týdenních průměrů EOAR provedených současně ve všech obytných místnostech (použije se pouze za splnění podmínek uvedených v odst. II.2.1., pokud měření nestrpí odklad).

Konkrétní postup výpočtu průměrné EOAR závisí na tom, jaká měření jsou k dispozici. Mohou nastat tyto praktické případy :

Varianta 1:

Pro všechny místnosti obytného prostoru objektu je znám celoroční průměr EOAR: Průměrná EOAR pro byt se stanoví jako aritmetický průměr naměřených hodnot ze všech místností obytného prostoru.

Varianta 2:

Nejsou k dispozici žádné výsledky celoročních měření a radonová diagnostika *prokázala odůvodněné překročení směrných hodnot* (např. analýzou za standardních podmínek)

V tomto případě je nutné stanovit současné alespoň týdenní průměry EOAR pro všechny místnosti obytného prostoru (za běžného užívání), nejlépe v topné sezóně. Průměrná EOAR pro byt se stanoví jako aritmetický průměr naměřených hodnot ze všech místností obytného prostoru.

Varianta 3:

Celoroční průměrná hodnota EOAR je známa pouze pro **některé** místnosti pobytového prostoru (může se stát, že se jedná i o jedinou místnost)

V tomto případě výpočet průměrné hodnoty EOAR v pobytového prostoru objektu vychází případě z následujícího postupu:

- ve všech pobytovéch místnostech se změní průměrné týdenní hodnoty EOAR,
- v pobytovéch místnostech, kde jsou známy skutečné průměrné roční hodnoty EOAR, použijí se při výpočtu průměru EOAR v objektu přímo tyto hodnoty,
- v pobytovéch místnostech, kde jsou známy pouze průměrné týdenní hodnoty EOAR, vychází se z těchto hodnot přepočtených průměrným koeficientem stanoveným jako poměr mezi ročními a týdenními výsledky měření v objektu.

Podrobnosti postupu:

V rámci diagnostiky je nutné v tomto případě stanovit **současně týdenní průměry EOAR** ve všech místnostech pobytového prostoru bytu (včetně těch, ve kterých byl stanoven celoroční průměr EOAR). Pro všechny pobytové místnosti, pro které byl stanoven roční průměr a týdenní průměr EOAR, se vypočítají poměry ročních a týdenních průměrných hodnot EOAR

$$Q_i = \frac{a_i^r}{a_i^t}$$

kde a_i^r je celoroční a a_i^t je týdenní průměr EOAR v místnosti i .

Ze všech hodnot Q_i , pro které $Q_i \leq 2,5$ se vypočte hodnota průměrného koeficientu

$$\bar{Q} = \sqrt[n]{Q_1 \cdot Q_2 \cdot \dots \cdot Q_n}$$

kde n je počet všech místností pobytového prostoru, pro které byly stanoveny roční průměry EOAR a současně platí $Q_i \leq 2,5$. Tato podmínka vylučuje ty výsledky měření týdenních průměrů EOAR, které jsou významně odlehle od celoročních průměrů EOAR směrem k nižším hodnotám (omezují podcenění vyšších EOAR). Pokud žádná místnost nespĺňuje uvedenou podmínku $Q_i \leq 2,5$ nelze tento postup použít a je nutné opakovat měření týdenních průměrů EOAR pro všechny místnosti pobytového prostoru. Pokud i při opakovaném měření jsou měření významně nižší než celoroční průměr, je pro stanovení ročního průměru v budově třeba provést roční měření ve všech místnostech pobytového prostoru.

Koeficient Q se použije k výpočtu (odhadu) průměrných ročních hodnot EOAR z týdenních hodnot v místnostech, kde roční měření nejsou k dispozici.

Vlastní výpočet průměrné hodnoty EOAR v pobytového prostoru:

Průměrná EOAR pro pobytový prostor bytu či rodinného domu se pak stanoví jako :

$$\bar{a} = \frac{1}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^m a_i^t \cdot Q + \sum_{i=m+1}^N a_i^r \right)$$

N je počet všech místností v pobytového prostoru objektu a m je počet místností, kde jsou známy pouze týdenní průměrné hodnoty.

Příloha: Nejistoty při interpretaci měření

Měřená veličina (objemová aktivita radonu OAR resp. ekvivalentní objemová aktivita radonu EOAR) vykazuje značné variace v čase i v prostoru budov. Je to ovlivněno jednak objektivními příčinami, jednak chováním uživatele budovy. V důsledku toho je interpretace každého měření zatížena řadou nejistot, které jsou v zásadě způsobeny několika zdroji nejistot. Jsou to

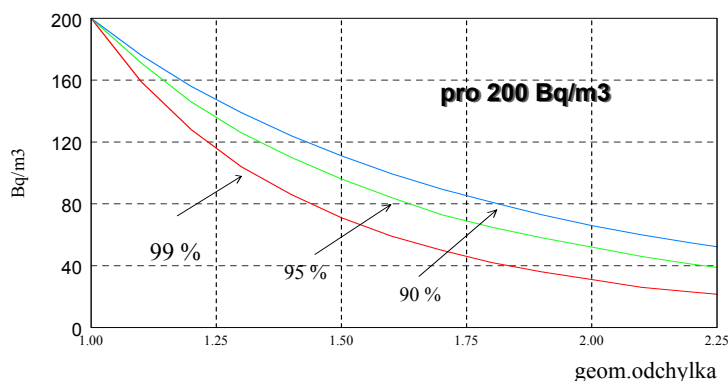
- instrumentální (přístrojová) chyba měření,
- „prostorová“ nejistota (daná variacemi objemové aktivity radonu v prostoru objektu, tj. variacemi mezi jednotlivými místnostmi, uplatní se při hodnocení obsahu radonu v domě na základě omezeného počtu měřených místností),
- „časová“ nejistota (daná krátkodobými i dlouhodobými variacemi objemové aktivity radonu v čase, uplatní se při odhadu dlouhodobého průměru na základě krátkodobých měření),
- nejistota způsobená neznámým chováním uživatele při měření (ventilací apod.),
- nejistota při přepočtu OAR na EOAR (nejistota znalosti faktoru nerovnováhy, pokud je používán k přepočtu).

Jednotlivé nejistoty jsou diskutovány dále.

Ve většině případů mají měřené hodnoty logaritmicko-normální rozdělení charakterizované geometrickým průměrem a geometrickou směrodatnou odchylkou. Je-li geometrická směrodatná odchylka známa, lze odhadnout pravděpodobnost falešně negativní/pozitivní interpretace výsledku měření. K tomu slouží graf na obrázku č. 1.

Obr.1 :

Graf pro odvození úrovně, která slouží k rozhodování, zda je (na základě jednoho měření, na zvolené hladině spolehlivosti a při známé geometrické směrodatné odchylce měření) překročena směrná hodnoty 200 Bq/m^3



Z něho lze odvodit při známé nejistotě (a pro různé hladiny spolehlivosti) úroveň, která - pokud není překročena - zaručuje se zvolenou pravděpodobností, že není překročena směrná hodnota 200 Bq/m^3 . Např. je-li známo, že prostorová nejistota v budově (viz níže) je charakterizována geometrickou směrodatnou odchylkou 1,6, lze na základě jednoho náhodného měření (stopovým detektorem) prohlásit s pravděpodobností 90 %, že není překročena hodnota 200 Bq/m^3 , pouze pokud naměřená hodnota je menší než cca 100 Bq/m^3 . Podobně lze aplikovat v případě časové nejistoty, tj. odvodit rozhodovací úroveň pro odhad

ročního průměru na základě náhodného týdenního měření při známé geometrické směrodatné odchylce týdenních variací během roku.

Instrumentální nejistota

Tato nejistota je u jednotlivých použitých přístrojů nebo měřicích metod poměrně dobře známa, a proto jí zde nebude věnována samostatná pozornost. Tato chyba je navíc proti dalším zmíněným nejistotám zpravidla méně významná.

Prostorová nejistota

Zatímco prostorové změny v objemové aktivitě radonu v běžné pobytové místnosti jsou považovány za nevýznamné (kromě odchylek v extrémních místech, jako jsou větrací otvory apod.), je OAR v budově zpravidla významně odlišná v různých místnostech a podlažích budovy. Byly nalezeny i objekty, v nichž se OAR v různých místnostech a podlažích budovy, lišily o více než 2 řády (jedná se však o extrémní případy). Pro návrh metodik měření a pro metodiky rozhodování jsou důležité statistické závěry o variaci objemové aktivity radonu v budovách, tj. jaký je typický rozptyl hodnot v běžné budově. Znalost této veličiny je důležitá pro odhad chyby, jaké se při hodnocení objektu lze dopustit, pokud nejsou proměřeny všechny místnosti, a objekt se hodnotí na základě měření omezeného počtu místností.

Analýza rozptylu provedená SÚRO na souboru měření v rodinných domcích ukázala, že rozptyl hodnot v běžném rodinném domu lze charakterizovat geometrickou směrodatnou odchylkou **1,6**.

Časová nejistota

„Časová“ nejistota (tj. nejistota odhadu dlouhodobé průměrné hodnoty na základě krátkodobých měření) je považována za nejvýznamnější zdroj nejistoty v hodnocení objektu. Je prokázáno, že objemová aktivita radonu v objektu se mění:

- během dne a noci (v důsledku změn rozdílu vnitřní a venkovní teploty a tím změn v tlakovém poli v objektu),
- během jednotlivých dní (v důsledku chování majitele během týdne a krátkodobých meteorologických změn)
- sezónně (sezónní meteorologické změny v počasí, změny ve způsobu vytápění a větrání během roku atd.),
- mezi jednotlivými roky (dlouhodobé změny v počasí, změny ve stavebním stavu objektu, změna užívání apod.).

Pro účely této metodiky jde zejména o znalost variace krátkodobých (týdenních) průměrných hodnot během roku. Dosavadní analýza variací týdenních průměrných hodnot v dlouhodobě sledovaném souboru domů (provedená SÚRO) ukázala na náhodné týdenní variace charakterizované geometrickou směrodatnou odchylkou **1,6**.

Samostatnou otázkou je, jakou roli hraje sezónní variace. Dosud nejsou k dispozici výsledky, které by opravňovaly k zavedení nějakých „sezónních opravných koeficientů“.

Nejistota způsobená neznámým chováním uživatele při měření

Tato nejistota je velmi obtížně kvantifikovatelná. O tom, že tento vliv chování uživatele během měření existuje, svědčí např. opakovaná roční měření provedená SÚRO. Uživatel přitom může ovlivnit OAR zejména změnou větrání budovy, případně změnou přísunu radonu do budovy (otevřením/uzavřením různých průchodů).

U všech integrálních měření (stopové detektory, elektrety) se jedná o měření „naslepo“ v tom smyslu, že není kontrola způsobu, jak majitel během měření větral objekt.

(Takovou kontrolu je možné provádět kontinuálními monitory, kdy z průběhu hodnot lze stanovit ventilační koeficient, přísun radonu a odvodit OAR, resp. EOAR, za standardní výměny vzduchu.) U integrálních měření se lze pouze pokusit odhadnout reálně možné zdroje chyb. Běžná výměna vzduchu (v topné sezóně) v bytech ČR je kolem $k = 0,3 \text{ h}^{-1}$ (ta byla také přijata jako standardní). Dále je známo, že důkladným utěsněním oken lze snížit výměnu na hodnoty menší než $k = 0,1 \text{ h}^{-1}$. Naopak snadno lze zvýšeným větráním docílit výměny větší než $k = 1,0 \text{ h}^{-1}$. Lze tedy odhadnout, že uživatel, který by chtěl ovlivnit změnou ventilace průměrné měřené hodnoty OAR, může docílit více než trojnásobného zvýšení nebo snížení těchto hodnot vůči standardnímu stavu.

Nejistota určení součinitele nerovnováhy

Hodnocení objektů v ČR se provádí podle vyhlášky č. 184/1997 Sb. na základě hodnot EOAR, přitom se připouští stanovit tuto hodnotu na základě měření OAR a přepočtem pomocí „standardního“ součinitele nerovnováhy F . Pro „standardní“ součinitel nerovnováhy byla dosud používána konzervativní hodnota $F = 0,5$, (ICRP 65 doporučuje $F = 0,4$). Otázka hodnot součinitele nerovnováhy v našich bytech a jeho variací byla řešena výzkumem SÚRO. Výsledky ukázaly na nižší součinitel nerovnováhy, než se dosud předpokládalo, zjištěné hodnoty v bytech byly v rozmezí $(0,1 - 0,54)$, nejpravděpodobnější hodnota je rovna $0,24$.

Z uvedených důvodů byl proto pro účely této metodiky přijat (v souladu s doporučením ICRP 65) jako konzervativní odhad součinitel nerovnováhy **$F = 0,4$** .

Metodika stanovení radonového rizika stavebního pozemku

1. Cíl a použití metodiky

Cílem této metodiky je stanovení postupu pro měření a hodnocení radonového rizika na stavebním pozemku ve smyslu § 6 zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů a § 7, § 62 a § 63 vyhlášky č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany. Výsledná kategorie radonového rizika stanovená dle této metodiky (v návaznosti na přílohu č. 10 vyhlášky SÚJB č. 184/1997 Sb.) slouží jako podklad pro:

- rozhodování o umístění stavby (stavební řízení),
- rozhodování o způsobu provedení izolací stavby v případě umístění nových staveb a přístaveb s pobytovým prostorem (ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží),
- analýzu příčin výskytu radonu ve stavbě na základě tzv. „radonové diagnostiky“.
- oceňování stavebních pozemků dle zákona č. 151/1997 Sb. a vyhlášky č. 279/1997 Sb.

Metodika nenahrazuje platnou metodiku „Kategorizace radonového rizika základových půd“ (Barnet I., Matolín M., Kulajta V., Neznal M., Veselý V., Jandejsek L., Prokop P., Neznal M., Kašpar J., ČGÚ Praha, 1994), ale rozšiřuje její náležitosti v případech hodnocení dle uvedených legislativních podkladů.

2. Náležitosti nezbytné při měření

2.1. Povolení SÚJB k činnosti

Subjekty provádějící měření a hodnocení radonového rizika stavebního pozemku musí mít povolení SÚJB k nakládání se zdroji IZ pro danou činnost dle § 14 odst. 1) vyhlášky č. 184/1997 Sb.; vyžaduje se program zabezpečování jakosti (viz níže) a dokumentace dle přílohy I zákona č. 18/1997 Sb. s přihlédnutím k § 14 odst. 3 vyhlášky č. 184/1997 Sb. Práce musí řídit osoba, která má osvědčení o zvláštní odborné způsobilosti v dané oblasti podle vyhlášky č. 146/1997 Sb.

2.2. Metrologické ověření

Měřidla stanovená k měření objemové aktivity radonu musí být metrologicky ověřena před měřením, po každé opravě nebo modifikaci měřidla v souladu s platnými předpisy (zákon č. 505/1990 Sb. a platný výměr ÚNMZ).

2.3. Program zabezpečování jakosti

Subjekty, které provádějí měření a hodnocení radonového rizika stavebního pozemku, musí mít program zabezpečování jakosti schválený SÚJB (§ 13 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb. a § 32 vyhlášky č. 214/1997 Sb.). Tento systém musí zejména zajistit:

- kontrolu přístrojů,
- kontrolu postupu,
- kontrolu výpočtu,
- vypracování postupu při vzniku případných odchylek.

Všechna provedená měření musí být evidována a kopie protokolu o měření musí být archivovány po dobu nejméně 5 let od data vystavení. O kontrolách prováděných v rámci programu zabezpečování jakosti musí být vedena dokumentace.

Rozsah a podrobnosti kontrol musí být specifikovány u jednotlivých měřicích metod.

2.4. Ověřování schopnosti správného hodnocení (interpretace) výsledku měření

Subjekty, které provádějí měření a hodnocení radonového rizika stavebního pozemku, se musí účastnit srovnávacích měření na referenčních plochách, jejichž cílem je kontrola způsobu hodnocení (interpretace) výsledku při posuzování radonového rizika stavebního pozemku. Rozsah srovnávacích měření stanovuje SÚJB.

2.5. Náležitosti obsahu protokolu o kategorizaci radonového rizika stavebního pozemku

O měření musí být vystaven protokol, který musí obsahovat minimálně tyto údaje:

- a) jméno a přesnou identifikaci firmy a pracovníka, který provedl měření,
- b) identifikaci objednatele měření a pozemku, datum měření a datum zpracování protokolu,
- c) použitou měřicí metodu pro stanovení obou základních parametrů, informace o odběru vzorků, postupu vyhodnocení,
- d) informace o měřicích přístrojích, platnosti ověřovacího listu, laboratoři, která ověřovala,
- e) výsledky měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu (v případě 15ti bodového souboru je nutno uvést minimálně hodnotu třetího kvartilu a rozsah zjištěných hodnot, v případě větších souborů kromě toho všechny zjištěné hodnoty), hodnocení propustnosti včetně popisu vertikálního profilu a slovní vyjádření stanovení výsledné kategorie (kategorií) radonového rizika (podle velikosti zkoumané plochy). Určení výsledné kategorie radonového rizika musí respektovat specifika geologické situace na zkoumané ploše i za cenu odlišného zařazení. V tomto případě musí posudek obsahovat náležité zdůvodnění s využitím všech dostupných geologických podkladů.
- f) podpis držitele zvláštní odborné způsobilosti SÚJB, který provedl hodnocení výsledků.

Upozornění : Všechny náležitosti uvedené v bodě 2. podléhají kontrole inspekce SÚJB.

3. Hodnocení radonového rizika stavebního pozemku

Radonové riziko je hodnoceno třemi kategoriemi - nízké, střední a vysoké. Stavební plochy pro jednotlivé stavby jsou charakterizovány jednou výslednou kategorií radonového rizika, u průzkumu pro soubor staveb se plošně vymezí rozsah jednotlivých kategorií v závislosti na měřených hodnotách. Kategorie radonového rizika jsou kombinací třetího kvartilu (75%ního kvantilu) souboru hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a propustnosti základových půd na zkoumané ploše (tab. 1).

Tab.1 - Stanovení radonového rizika stavebního pozemku podle propustnosti půdy a objemové aktivity radonu v půdním vzduchu.

Radonové riziko stavebního pozemku	Objemová aktivita radonu (kBq.m ⁻³) v půdním vzduchu při propustnosti půdy		
	nízké	střední	vysoké
nízké	<30	<20	<10
střední	30 – 100	20 - 70	10 - 30
vysoké	>100	>70	>30

Pro začlenění plochy do příslušné kategorie radonového rizika se používá hodnota třetího kvartilu Q (tj. 75%ního kvantilu) statistického souboru hodnot objemové aktivity radonu a kategorie propustnosti půdy. Hodnoty objemové aktivity radonu menší než 1 kBq.m⁻³ se nezačleňují do hodnoceného souboru. Je nutno posoudit výskyt hodnot vyšších než třetí kvartil z hlediska významnosti pro hodnocení radonového rizika na zkoumané ploše. Pokud se na hodnocené ploše vyskytují pouze zpevněné skalní horniny (ve smyslu ČSN 731001), je hodnocení radonového rizika provedeno individuálním postupem s využitím vedlejších veličin a parametrů dle uvedené platné metodiky „Kategorizace radonového rizika základových půd“ (Barnet I., Matolín M., Kulajta V., Neznal M., Veselý V., Jandejsek L., Prokop P., Neznal M., Kašpar J., ČGÚ Praha, 1994).

Při využití tohoto postupu pro oceňování stavebních pozemků dle zákona č. 151/1997 Sb. a vyhlášky č. 279/1997 Sb. se při využití položky v příloze č. 15 vyhlášky č. 279/1997 Sb., v tabulce č. 1 - negativní účinky okolí (.. radon ..) resp. v tabulce č. 2 - negativní účinky okolí (.. výskyt radonu ..) rozumí pod těmito výrazy stanovení kategorie středního nebo vysokého radonového rizika stavebního pozemku.

Zásady pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech

Tyto zásady stanoví postup pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech ve smyslu § 6, odst. 2 a 5 zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů a § 60 vyhlášky č. 184/1997 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany. Zásady jsou určeny pro výrobce nebo dovozce stavebního materiálu a pro laboratoře, které provádějí měření obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu.

1. Rozsah kontroly

Systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů se vztahuje na materiály nebo skupiny materiálů uvedené v tabulkách č. 1 a č. 2. Pokud výrobce nebo dovozce uvádí na trh více druhů výrobků se stejným složením (pro jejich výrobu se používají stejné suroviny a se stejným zastoupením ve výrobku), postačí měřit obsah přírodních radionuklidů jenom u jednoho z nich. Základní četnost systematického měření je stanovena v závislosti na druhu materiálu a způsobu jeho použití v tabulce č. 3. V některých případech je potřebné měření opakovat nebo zvolit vyšší četnost měření (viz body 7 a 8). Pokud rozsah kontroly nelze jednoznačně stanovit, je účelné konzultovat inspektory radiační ochrany SÚJB.

2. Odběr a úprava vzorků

Pro potřeby systematického měření se obvykle odebírají směsné vzorky materiálu vyrobeného v průběhu jednoho pracovního dne nebo jedné pracovní směny; v případě dovážených materiálů se odebírá směsný vzorek z jedné zásilky. Množství vzorku a způsob jeho úpravy (drcení, sušení, homogenizace) se řídí požadavky měřicí laboratoře. Odběr vzorků provádí pověřený pracovník výrobce, dovozce nebo měřicí laboratoře. O každém odběru vzorku se pořídí záznam (příloha 1) s vyznačením alespoň těchto údajů:

- a) identifikace výrobce nebo dovozce (název, adresa),
- b) označení materiálu, jeho bližší specifikace a datum výroby,
- c) místo a datum odběru vzorku,
- d) kdo vzorek odebral (jméno, firma),
- e) použitý způsob úpravy vzorku,
- f) identifikace měřicí laboratoře,
- g) datum předání vzorku měřicí laboratoři.

Správnost údajů v záznamu o odběru vzorku potvrdí odebírající firma. Záznam o odběru se odesílá spolu se vzorkem měřicí laboratoři, jeho kopie zůstává u výrobce nebo dovozce materiálu jako součást evidence o systematickém měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu.

Tabulka č. 1

Směrné hodnoty hmotnostní aktivity ve stavebním materiálu dle vyhlášky č. 184/1997 Sb., přílohy č. 11, tabulky č. 1

Stavební materiál		Hmotnostní aktivita ²²⁶ Ra [Bq/kg]	
popis	kód podle Standardní klasifikace produkce	použití pro stavby s obytným prostorem	použití výhradně pro stavby jiné než s obytným prostorem
stavební kámen	14.1	120	500
písek, štěrk, kamenivo a jíly	14.2	80	300
popílek a škvára pro stavební účely		120	300
keramické obkladačky a dlaždice	26.3	120	500
cihly a jiné výrobky z pálené hlíny pro stavební účely	26.4	80	300
cement, vápno, sádra	26.5	80	300
výrobky z betonu, sádry a cementu pro stavební účely, výrobky z pórobetonu pro stavební účely	26.6	80	300
výrobky z přírodního kamene pro stavební účely	26.7	120	500

Tabulka č. 2

Hodnoty hmotnostní aktivity, při jejichž překročení nesmí být stavební materiál uveden do oběhu, dle vyhlášky č. 184/1997 Sb., přílohy č. 11, tabulky č. 2

Stavební materiál		Hmotnostní aktivita ²²⁶ Ra [Bq/kg]	
popis	kód podle Standardní klasifikace produkce	použití pro stavby s obytným prostorem	použití výhradně pro stavby jiné než s obytným prostorem
stavební kámen	14.1	200	1000
písek, štěrk, kamenivo a jíly	14.2	150	1000
popílek a škvára pro stavební účely		200	1000
keramické obkladačky a dlaždice	26.3	200	1000
cihly a jiné výrobky z pálené hlíny pro stavební účely	26.4	150	1000
cement, vápno, sádra	26.5	150	1000
výrobky z betonu, sádry a cementu pro stavební účely výrobky z pórobetonu pro stavební účely	26.6	150	1000
výrobky z přírodního kamene pro stavební účely	26.7	200	1000

Tabulka č. 3

Rozsah rozborů obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu dle vyhlášky č. 184/97 Sb., přílohy č. 11, tabulky č. 3

Stavební materiál	Použití pro stavby s obytným prostorem	Použití výhradně pro stavby jiné než s obytným prostorem
všechny druhy cihel, tvárnic a betonů	jednou za 3 měsíce hmotnostní aktivita ^{226}Ra ve vzorku	jednou za 2 roky hmotnostní aktivita ^{226}Ra ve vzorku
ostatní stavební materiály	jednou za rok hmotnostní aktivita ^{226}Ra ve vzorku	jednou za 2 roky hmotnostní aktivita ^{226}Ra ve vzorku

Poznámka: Obytným prostorem se rozumí obytné místnosti a kuchyně ve stavbách pro bydlení a v ostatních stavbách místnosti nebo uzavřené prostory určené k tomu, aby zde osoby pobývaly alespoň tisíc hodin za kalendářní rok

3. Měření vzorků

Základní rozbor vzorku zahrnuje stanovení hmotnostní aktivity radionuklidu ^{226}Ra v materiálu. Provádí se u každého vzorku. Je-li zjištěno překročení směrné hodnoty dle § 60 a Přílohy č. 11 vyhlášky č. 184/1997 Sb. (tabulka 1), je účelné pro potřeby dalšího hodnocení provést ještě doplňující rozbor, který zahrnuje:

- stanovení hmotnostní aktivity radionuklidů ^{40}K , ^{228}Th a případně ^{228}Ra v materiálu (u všech materiálů překračujících směrnou hodnotu),
- stanovení koeficientu emanace nebo rychlosti (hmotnostní nebo plošné) emise radonu z materiálu (jenom u materiálů překračujících směrnou hodnotu a používaných pro stavby s obytným prostorem).

Při měření se postupuje podle metod schválených v rámci povolení řízení Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Požadavky na citlivost a přesnost používaných měřicích postupů jsou stanoveny v tabulce č. 4.

4. Vyjadřování výsledků

Při každém měření se vyhodnocuje nejmenší významná hodnota a_{nv} (obvykle na hladině významnosti 99 procent). Je-li výsledek měření a menší než a_{nv} , uvede se jako výsledek "méně než a_{nv} ". Je-li výsledek měření a větší než a_{nv} , vyhodnotí se dále nejistota měření Δa jako kombinovaná standardní nejistota (např. podle metrologického předpisu TPM 0051-93) a výsledek se uvede ve tvaru " $a \pm \Delta a$ ".

Tabulka č. 4

Požadavky na citlivost a přesnost používaných analytických postupů

Měřený ukazatel	Citlivost	Přesnost
hmotnostní aktivita ^{226}Ra	30 Bq/kg	10 %
hmotnostní aktivita ^{40}K	100 Bq/kg	15 %
hmotnostní aktivita ^{228}Ra	50 Bq/kg	15 %
hmotnostní aktivita ^{228}Th	50 Bq/kg	15 %
rychlost hmotnostní emise radonu	5 $\mu\text{Bq/kg.s}$	20 %

Poznámky:

- citlivostí se rozumí nejmenší detekovatelná hmotnostní aktivita (nejmenší detekovatelná rychlost hmotnostní emise radonu) stanovená pro hladinu významnosti 99 procent,
- přesností se rozumí kombinovaná standardní nejistota při hodnotě hmotnostní aktivity na úrovni trojnásobku nejmenší detekovatelné hodnoty nebo větší.

5. Protokol o měření

O měření každého ze vzorků vyhotoví měřicí laboratoř protokol s vyznačením alespoň těchto údajů:

- a) identifikace měřicí laboratoře (název, adresa),
- b) číslo jednací a datum vystavení povolení SÚJB,
- c) použitá metoda měření,
- d) označení materiálu, případně jeho bližší specifikace,
- e) identifikace výrobce nebo dovozce (název, adresa),
- f) místo a datum odběru vzorku,
- g) kdo vzorek odebral (jméno, firma),
- h) výsledek měření,
- i) hodnocení výsledků (může být i v příloze protokolu),
- j) datum vystavení protokolu,
- k) jméno a podpis oprávněného pracovníka.

Přílohou protokolu je vždy záznam o odběru vzorku (viz bod 2). Protokol o měření se zakládá u výrobce nebo dovozce jako součást evidence výsledků systematického měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu. Kopii protokolu předkládá výrobce nebo dovozce do 1 měsíce od jeho obdržení Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (územně příslušnému Regionálnímu centru) v rámci oznamovací povinnosti dané § 6 zákona č. 18/1997 Sb. Po dohodě se zákazníkem může protokol o měření odeslat SÚJB přímo měřicí laboratoř.

6. Hodnocení výsledků

Výsledky měření hmotnostní aktivity radionuklidu ^{226}Ra ve stavebním materiálu se hodnotí ve vztahu ke směrným hodnotám (tabulka č. 1) a k hodnotám, při jejichž překročení nesmí být materiál uveden do oběhu (tabulka č. 2). Příklady hodnocení:

Hmotnostní aktivita radionuklidu Ra 226 ve vzorku nepřevyšuje směrnou hodnotu, stanovenou vyhláškou č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany (příloha č. 11, tabulka č. 1). Výsledky rozboru vyhovují požadavkům § 6 zákona č. 18/1997 Sb. na obsah přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu.

Hmotnostní aktivita radionuklidu Ra 226 ve vzorku převyšuje hodnotu, při jejímž překročení materiál nesmí být uveden do oběhu pro použití ve stavbách s pobytovým prostorem. Výsledky rozboru nevyhovují požadavkům § 6 zákona č. 18/1997 Sb. na obsah přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu používaném pro stavby s pobytovým prostorem.

Hmotnostní aktivita radionuklidu Ra 226 ve vzorku převyšuje hodnotu, při jejímž překročení materiál nesmí být uveden do oběhu. Výsledky rozboru nevyhovují požadavkům § 6 zákona č. 18/1997 Sb. na obsah přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu.

Hmotnostní aktivita radionuklidu Ra 226 ve vzorku převyšuje směrnou hodnotu ... Bq/kg stanovenou vyhláškou č. 184/1997 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany (příloha č. 11, tabulka č. 1), pro použití ve stavbách s pobytovým prostorem. Pokud má být materiál použit pro takové stavby, je třeba zhodnotit ozáření osob z používání materiálu ve stavbách, posoudit možná opatření na snížení obsahu Ra 226 v materiálu a náklady potřebné na jejich realizaci a rozhodnout o případném opatření. Opatření se nemusí provádět, není-li zdůvodněno přínosem převyšujícím náklady potřebné na jeho realizaci.

7. Postup při překročení směrné hodnoty

Je-li zjištěno opakovaně překročení směrné hodnoty (tabulka č. 1) a není-li překročena hodnota podle tabulky č. 2, zajistí výrobce nebo dovozce provedení doplňujícího rozboru materiálu (viz bod 3), případně proměření dalších vzorků s cílem identifikovat zdroj zvýšené hmotnostní aktivity ^{226}Ra ve výrobku. Dále výrobce nebo dovozce postupuje podle zásad pro optimalizaci radiační ochrany (příloha 2) - zhodnotí ozáření obyvatel z používání stavebního materiálu, posoudí možná opatření ke snížení hmotnostní aktivity ^{226}Ra v materiálu a náklady potřebné na jejich realizaci, rozhodne o realizaci případného opatření ke snížení obsahu přírodních radionuklidů. Pokud je výsledek měření blízký hodnotě podle tabulky č. 2, je účelné až do provedení opatření zajistit zvýšenou četnost měření obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu. Navržený postup řešení těchto situací by měl být konzultován s inspektory radiační ochrany SÚJB.

8. Postup při překročení hodnoty podle tabulky č. 2

Je-li zjištěno překročení hodnoty podle tabulky č. 2, musí výrobce nebo dovozce okamžitě zastavit expedici materiálu, ověřit situaci měřením dalších vzorků a provést opatření ve výrobě nebo dovozu tak, aby byla snížena hmotnostní aktivita radionuklidu ^{226}Ra v materiálu spolehlivě pod hodnotu stanovenou v tabulce č. 2. Materiál s hmotnostní aktivitou ^{226}Ra větší než 1000 Bq/kg nelze v žádném případě uvést do oběhu; způsob jeho likvidace musí být projednán se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Materiál s hmotnostní aktivitou ^{226}Ra menší než 1000 Bq/kg je možno použít výhradně pro stavby bez pobytových prostorů; v tomto případě musí být odběratel prokazatelně informován o tom, že materiál

nelze použít z důvodů zvýšeného obsahu přírodních radionuklidů na stavby s pobytovým prostorem.

Nelze-li na základě jednoho měření vyhodnotit, zda došlo, nebo nedošlo k překročení hodnoty podle tabulky č. 2 (výsledek měření se liší od hodnoty, při jejímž překročení nesmí být materiál uveden do oběhu, o méně než je nejistota měření), je třeba zajistit neprodleně odběr dalších vzorků, provést měření se zvýšenou přesností a vyhodnotit výsledky. Zůstává-li interpretace výsledků nadále sporná, doporučuje se konzultovat inspektory radiační ochrany SÚJB.

Příloha 1: Záznam o odběru vzorku stavebního materiálu pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb.

identifikace výrobce nebo dovozce stavebního materiálu: (úplný název, adresa, IČO)	
vzorkovaný materiál:	
jeho typové označení:	
původ materiálu: (tuzemsko, dovoz)	
datum výroby nebo dovozu materiálu:	
místo odběru vzorku:	
datum odběru vzorku:	
způsob odběru vzorku: (bodový odběr, směsný vzorek z denní výroby,)	
vzorek odebral: (jméno, podnik)	
způsob úpravy vzorku: (drcení, sušení,)	
identifikace laboratoře, která provede měření:	
datum předání (odeslání) vzorku měřicí laboratoři:	
pokyny pro měřicí laboratoř (např. upřesnění rozsahu rozboru, žádost o postoupení výsledků RC SÚJB,):	
správnost výše uvedených údajů potvrzuje:	<p>místo:</p> <p>datum: razítko a podpis</p>

Příloha 2: Optimalizace obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu

Dále uvedený postup slouží k přípravě podkladů nezbytných pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu - zda je vůbec takové opatření nezbytné, kterou variantu řešení zvolit jako optimální. Postup se použije v situacích, kdy hmotnostní aktivita ^{226}Ra ve stavebním materiálu je větší než směrná hodnota podle tabulky č. 1, ale současně nepřevyšuje hodnotu podle tabulky č. 2.

- A. Vyčíslí se roční kolektivní efektivní dávka způsobená používáním daného materiálu ve stavbách při současném obsahu přírodních radionuklidů - S_0 (Sv). Při výpočtu se vychází z hmotnostních aktivit přírodních radionuklidů v materiálu, z ročního objemu jeho výroby, ze způsobu a rozsahu použití materiálu ve stavbách a jejich předpokládané životnosti. Do výpočtu se zahrnuje zevní ozáření zářením gama a X produkovaným radionuklidy přítomnými v materiálu a v případě možného použití materiálu ve stavbách s pobytovým prostorem také vnitřní ozáření z inhalace produktů přeměny radonu uvolněného z materiálu do ovzduší staveb.
- B. Zpracuje se seznam možných opatření vedoucích ke snížení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu. K takovým opatřením patří například změna surovin nebo jejich původu, změna jejich zastoupení ve výrobku nebo třídění surovin podle jejich hmotnostní aktivity. Za optimalizační opatření se zpravidla nepovažuje zastavení těžby nebo výroby stavebního materiálu.
- C. Pro každé z opatření vybraných podle bodu B. se odhadnou průměrné roční náklady potřebné pro jejich případnou realizaci - N_i (Kč). Při výpočtu nákladů se vychází z aktuálních cen platných v roce provádění výpočtu.
- D. Pro každé z opatření se vyčíslí roční kolektivní efektivní dávka způsobená používáním daného materiálu ve stavbách po realizaci opatření - S_i (Sv). Při výpočtu se postupuje obdobně jako v bodě A. Pokud realizací daného opatření nedojde k významnější změně zastoupení ostatních přírodních radionuklidů ve výrobku ani ke změně jeho emanačních vlastností, je možno použít vztah $S_i = S_0 \cdot (a_i/a_0)$, kde a_0 značí hmotnostní aktivitu ^{226}Ra v materiálu před provedením opatření, a_i hmotnostní aktivitu po realizaci opatření.
- E. Pro každé z opatření se vyčíslí jeho roční přínos vyjádřený jako finanční hodnota roční uspořené dávky - P_i (Kč). Pro výpočet se použije vztah $P_i = 1\,000\,000 \cdot (S_0 - S_i) \cdot k$. Zde k značí koeficient vyjadřující míru inflace od roku 1997 (jeho hodnota se zjistí například podle postupu uvedeného v § 7 vyhlášky č. 184/1997 Sb.).
- F. Pokud pro všechny varianty řešení hodnocené výše uvedeným postupem jsou náklady na realizaci opatření N_i větší než přínos opatření P_i , opatření na snížení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu se nemusí provádět (§ 6 zákona č. 18/1997 Sb.).
- G. Pokud pro více variant řešení hodnocených výše uvedeným postupem je přínos opatření P_i větší než náklady potřebné na realizaci opatření N_i , zvolí se jako optimální opatření takové, pro něž je hodnota rozdílu $P_i - N_i$ největší.

Zásady pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě

Tyto zásady stanoví postup pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě ve smyslu § 6, odst. 2 a 5 zákona č.18/1997 Sb. (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů a § 61 vyhlášky č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany. Zásady jsou určeny pro dodavatele vody do veřejných vodovodů, výrobce balené vody a pro laboratoře, které provádějí měření obsahu přírodních radionuklidů ve vodě.

1. Rozsah kontroly

Systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů se vztahuje na vodu dodávanou do veřejných vodovodů a na balenou vodu (tabulka č. 1 a č. 2). Pokud voda je odebírána z jediného zdroje nebo pokud je využíváno více zdrojů ve stálém poměru, postačí měřit obsah přírodních radionuklidů v jediném vzorku. Základní četnost systematického měření je stanovena v závislosti na druhu dodávané vody v tabulce č. 3. V některých případech je potřebné měření opakovat nebo zvolit vyšší četnost měření (viz body 7 a 8). Pokud rozsah kontroly nelze jednoznačně stanovit, je účelné konzultovat inspektory radiační ochrany SÚJB.

2. Odběr a úprava vzorků

Pro potřeby systematického měření se vzorky vody dodávané do veřejných vodovodů odebírají na výstupu z vodárny; pokud zde odběr není možný, odebere se vzorek přímo ve vodovodní síti. Vzorky balené vody se odebírají v původních obalech bezprostředně před jejich expedicí z výrobního závodu. Objem vzorku, způsob jeho odběru a způsob úpravy (filtrace, okyselení) se řídí požadavky měřicí laboratoře. Odběr vzorků provádí pověřený pracovník dodavatele vody do veřejného vodovodu, výrobce balené vody nebo měřicí laboratoře. O každém odběru vzorku se provede záznam (příloha 1) s vyznačením alespoň těchto údajů:

- a) identifikace dodavatele vody (název, adresa),
- b) identifikace vodovodu (název, obec),
- c) původ vody (podzemní, povrchová, směs),
- d) druh a obchodní název (u balené vody),
- e) místo a datum odběru vzorku,
- f) datum výroby (u balené vody),
- g) kdo vzorek odebral (jméno, firma) a způsob odběru,
- h) použitý způsob úpravy vzorku,
- i) identifikace měřicí laboratoře,
- j) datum předání vzorku měřicí laboratoři.

Správnost údajů v záznamu o odběru vzorku potvrdí odebírající firma. Záznam o odběru se odesílá spolu se vzorkem měřicí laboratoři, jeho kopie zůstává u dodavatele vody jako součást evidence o systematickém měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě.

Tabulka č. 1

Směrné hodnoty objemových aktivit v dodávané vodě dle vyhlášky č. 184/1997 Sb., přílohy č. 12, tabulky č. 1

Ukazatel obsahu radionuklidů	Směrná hodnota objemové aktivity [Bq/l]			
	kojenecká a stolní voda	přírodní minerální stolní voda	ostatní balená voda	voda dodávaná do veřejných vodovodů
objemová aktivita ^{222}Rn	20	200	50	50
celková objemová aktivita alfa	0,1	1	0,2	0,2
celková objemová aktivita beta po odečtení příspěvku ^{40}K	0,2	2	0,5	0,5

Tabulka č. 2

Hodnoty objemové aktivity, při jejichž překročení nesmí být voda dodávána, dle vyhlášky č. 184/1997 Sb., přílohy č. 12, tabulky č. 2

Radionuklid	Hodnoty objemové aktivity [Bq/l], při jejichž překročení nesmí být voda dodávána	
	kojenecká a stolní voda	voda dodávaná do veřejných vodovodů
^{210}Pb	0,30	0,60
^{210}Po	0,06	0,40
^{222}Rn	100	300
^{223}Ra	0,30	1,50
^{224}Ra	0,50	2,50
^{226}Ra	0,20	0,50
^{228}Ra	0,30	0,60
^{227}Ac	0,05	0,50
^{228}Th	0,20	0,90
^{230}Th	0,30	1,00
^{232}Th	0,10	0,50
^{231}Pa	0,12	0,80
^{234}U	2,50	5,00
^{235}U	2,50	5,00
^{238}U	2,50	5,00

3. Měření vzorků

Základní rozbor zahrnuje stanovení celkové objemové aktivity alfa (u všech vzorků), stanovení celkové objemové aktivity beta (u všech vzorků), stanovení objemové aktivity ^{222}Rn (u vzorků vody z podzemních zdrojů). V případě překročení směrné hodnoty celkové objemové aktivity alfa nebo směrné hodnoty celkové objemové aktivity beta dle § 61 a Přílohy č. 12 vyhlášky č. 184/1997 Sb. (tabulka č.1) se provádí ještě doplňující rozbor vody podle následujícího schématu:

- a) Je-li celková objemová aktivita alfa a_A (Bq/l) větší než směrná hodnota, stanoví se obsah uranu ve vodě - c_U (mg/l).
- b) Je-li celková objemová aktivita alfa po odečtení příspěvku uranu ($a_A - 25 \cdot c_U$) větší než směrná hodnota, stanoví se objemová aktivita radionuklidu ^{226}Ra ve vodě - a_{Ra} (Bq/l).
- c) celková objemová aktivita alfa po odečtení příspěvků uranu a ^{226}Ra ($a_A - 25 \cdot c_U - 1,5 \cdot a_{\text{Ra}}$) větší než směrná hodnota, stanoví se objemová aktivita dalších přírodních radionuklidů emitujících záření alfa, například ^{224}Ra , ^{210}Po , ^{234}U , ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th ,
- d) Je-li celková objemová aktivita beta a_B (Bq/l) větší než směrná hodnota, stanoví se obsah draslíku ve vodě - c_K (mg/l).
- e) Je-li celková objemová aktivita beta po odečtení příspěvku draslíku ($a_B - 0,028 \cdot c_K$), případně také po odečtení příspěvků uranu a ^{226}Ra , pokud byly podle předchozího postupu stanoveny, ($a_B - 0,028 \cdot c_K - 4 \cdot c_U - 0,5 \cdot a_{\text{Ra}}$) větší než směrná hodnota, stanoví se objemová aktivita dalších přírodních radionuklidů, které jsou zdrojem záření beta, například ^{228}Ra , ^{210}Pb , ^{224}Ra .

Pořadí rozborů podle bodů a) a b) je možno vzájemně zaměnit v situacích, kdy se předpokládá, že zdrojem záření alfa ve vzorku je především ^{226}Ra . Postup a rozsah rozborů podle bodů c) a e) se volí tak, aby bylo vysvětleno zvýšení celkové objemové aktivity alfa nebo celkové objemové aktivity beta ve vodě nad úroveň směrné hodnoty.

Při měření se postupuje podle metod schválených v rámci povolení řízení Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Požadavky na citlivost a přesnost používaných měřicích postupů jsou stanoveny v tabulce č. 4, některé další požadavky na výběr analytických postupů a na jejich provedení shrnuje tabulka č. 5.

4. Vyjadřování výsledků

Při každém měření se vyhodnocuje nejmenší významná hodnota a_{NV} (obvykle na hladině významnosti 99 procent - například podle ČSN 75 7600). Je-li výsledek měření menší než a_{NV} , uvede se jako výsledek „méně než a_{NV} “. Je-li výsledek měření a větší než a_{NV} , vyhodnotí se dále nejistota měření Δa jako kombinovaná standardní nejistota (například podle metrologického předpisu TPM 0051-93) a výsledek se uvede ve tvaru " $a \pm \Delta a$ ".

Tabulka č. 3**Rozsah rozborů obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě dle vyhlášky č. 184/1997 Sb., přílohy č. 12, tabulky č. 3**

Druh dodávané vody	Voda dodávaná do veřejných vodovodů	Kojenecká a stolní voda	Ostatní balená voda
sledované veličiny	a) objemová aktivita ^{222}Rn , pokud se jedná o vodu z podzemního zdroje b) celková objemová aktivita alfa postupem podle ČSN 75 7611 c) celková objemová aktivita beta postupem podle ČSN 75 7612 d) obsah uranu, pokud celková objemová aktivita alfa převýší směrnou hodnotu e) objemová aktivita ^{226}Ra , pokud celková objemová aktivita alfa po odečtení příspěvku uranu převýší směrnou hodnotu f) stanovení dalších v tabulce č. 2 uvedených radionuklidů emitujících záření alfa, pokud celková objemová aktivita alfa po odečtení příspěvku ^{226}Ra a uranu převýší směrnou hodnotu g) obsah draslíku, pokud celková objemová aktivita beta převýší směrnou hodnotu h) stanovení dalších radionuklidů emitujících záření beta, pokud celková objemová aktivita beta po odečtení příspěvku ^{40}K převýší směrnou hodnotu		
četnost sledování	jednou za rok	jednou za 3 měsíce	jednou za 6 měsíců

Tabulka č. 4**Požadavky na citlivost a přesnost používaných analytických postupů**

měřený ukazatel	citlivost	přesnost
celková objemová aktivita alfa	1/3 směrné hodnoty	10 %
celková objemová aktivita beta	1/3 směrné hodnoty	10 %
objemová aktivita ^{222}Rn	1/10 hodnoty podle tab. č. 2	10 %
objemová aktivita ostatních radionuklidů	1/10 hodnoty podle tab. č. 2	15 %
hmotnostní koncentrace draslíku	1 mg/l	15 %
hmotnostní koncentrace uranu	0,001 mg/l	15 %

Poznámky:

- citlivostí se rozumí nejmenší detekovatelná objemová aktivita nebo nejmenší stanovitelná hmotnostní koncentrace stanovené pro hladinu významnosti 99 procent (ČSN 75 7600),
- přesností se rozumí v případě celkových objemových aktivit standardní nejistota měření (daná statistickým charakterem radioaktivní přeměny) při hodnotě celkové objemové aktivity na úrovni směrné hodnoty nebo vyšší,
- přesností se rozumí v ostatních případech kombinovaná standardní nejistota při hodnotě objemové aktivity (nebo hmotnostní koncentrace) rovné nebo vyšší než trojnásobek nejmenší detekovatelné hodnoty.

Tabulka č. 5
Některé další požadavky na používané analytické postupy

Měřený ukazatel	Poznámky, požadavky, komentáře
celková objemová aktivita alfa	postupuje se podle ČSN 75 7611 (metoda A) s těmito odchylkami: <ul style="list-style-type: none"> • vzorek se zpracuje nejdříve 2 dny a nejpozději 6 dnů od odběru • podmínky měření se volí tak, aby byla dosažena citlivost a přesnost podle tabulky č. 4
celková objemová aktivita beta	postupuje se podle ČSN 75 7612 se stejnými odchylkami jako v případě celkové objemové aktivity alfa
objemová aktivita ^{226}Ra	použitá metoda musí eliminovat interference ostatních izotopů radia a interference zbytkového radonu ve vzorku
objemová aktivita ^{210}Pb	při vyšším obsahu radonu ve vodě (více než 100 Bq/l) je nutno potlačit vliv ^{210}Pb vytvořeného přeměnou radonu ve vzorku v době od odběru do zpracování (např. rychlé stanovení nebo odstranění radonu ze vzorku ihned po odběru)

5. Protokol o měření

O měření každého ze vzorků vyhotoví měřicí laboratoř protokol s vyznačením alespoň těchto údajů:

- identifikace měřicí laboratoře (název, adresa),
- číslo jednací a datum vystavení povolení SÚJB,
- použité metody měření,
- označení vzorku, u balené vody druh a obchodní název,
- identifikace dodavatele vody (název adresa),
- místo a datum odběru vzorku,
- datum výroby (u balené vody),
- kdo vzorek odebral (jméno, firma),
- výsledek měření,
- hodnocení výsledků (může být i v příloze).
- datum vystavení protokolu
- jméno a podpis oprávněného pracovníka

Přílohou protokolu je vždy záznam o odběru vzorku. Protokol o měření se zakládá u dodavatele vody jako součást evidence výsledků systematického měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě. Kopii protokolu předkládá dodavatel vody do 1 měsíce od jeho obdržení Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (územně příslušnému Regionálnímu centru) v rámci oznamovací povinnosti dané § 6, odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb. (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů. Po dohodě se zákazníkem může protokol o měření odeslat Regionálnímu centru SÚJB přímo měřicí laboratoř.

6. Hodnocení výsledků

Výsledky měření obsahu přírodních radionuklidů ve vodě se hodnotí ve vztahu ke směrným hodnotám objemových aktivit (tabulka č. 1) a k hodnotám objemových aktivit, při jejichž překročení nesmí být voda dodávána (tabulka č. 2). Pro potřeby hodnocení ve vztahu k hodnotám podle tabulky č. 2 se používá vážený součet objemových aktivit jednotlivých radionuklidů ve vodě A a nejistota jeho stanovení ΔA :

$$A = a_1/m_1 + a_2/m_2 + \dots + a_n/m_n$$

$$(\Delta A)^2 = (\Delta a_1/m_1)^2 + (\Delta a_2/m_2)^2 + \dots + (\Delta a_n/m_n)^2$$

Zde značí a_i objemovou aktivitu i -tého radionuklidu, Δa_i nejistotu jejího stanovení a m_i odpovídající hodnotu podle tabulky č. 2. Sčítá se přes všechny radionuklidy stanovené postupem podle bodu 3 s výjimkou draslíku. V případě uranu (pokud nebyl stanoven poměr izotopů ^{234}U a ^{238}U spektrometrií alfa) se předpokládá, že objemová aktivita ^{234}U je stejná jako objemová aktivita ^{238}U a rovna $12,2 \cdot c_U$ a že objemová aktivita ^{235}U je rovna $0,57 \cdot c_U$ (c_U vyjádřeno v mg/l, objemová aktivita v Bq/l). Hodnota, při jejímž překročení nesmí být voda dodávána, se pokládá za nepřekročenou, není-li A větší než 1.

Příklady hodnocení některých situací:

Obsah přírodních radionuklidů ve vzorku nepřevyšuje směrné hodnoty stanovené vyhláškou č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany (příloha č. 12, tabulka č. 1). Výsledky rozboru vyhovují požadavkům § 6 zákona č. 18/1997 Sb. na vodu dodávanou do veřejného vodovodu.

Objemová aktivita radionuklidu Rn 222 ve vzorku nepřevyšuje směrnou hodnotu stanovenou vyhláškou č. 184/1997 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany (příloha 12, tabulka č.1). Pro celkové posouzení vody ve smyslu citované vyhlášky je třeba stanovit ještě celkovou objemovou aktivitu alfa a celkovou objemovou aktivitu beta ve vodě, případně objemovou aktivitu dalších radionuklidů v rozsahu podle tabulky č. 3 přílohy č. 12 citované vyhlášky.

Obsah přírodních radionuklidů ve vodě převyšuje hodnotu, při jejímž překročení voda nesmí být dodávána do veřejného vodovodu. Výsledky rozboru nevyhovují požadavkům § 6 zákona č. 18/1997 Sb. na vodu dodávanou do veřejného vodovodu.

Objemová aktivita radionuklidu Rn 222 (celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta po odečtení příspěvku K-40) převyšuje směrnou hodnotu stanovenou vyhláškou č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany (příloha č. 12, tabulka č. 1). Je třeba zhodnotit ozáření obyvatel z používání vody, posoudit možná opatření ke snížení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě a náklady potřebné na jejich realizaci a rozhodnout o případném opatření. Opatření se nemusí provádět, není-li zdůvodněno přínosem převyšujícím náklady potřebné na jeho realizaci.

7. Postup při překročení směrné hodnoty

Je-li překročena směrná hodnota celkové objemové aktivity alfa nebo beta (tabulka č. 1), zajistí dodavatel vody provedení doplňujícího rozboru vody (viz bod 3) a výsledky rozboru vyhodnotí ve vztahu k hodnotě, při jejímž překročení nesmí být voda dodávána (tabulka č. 2). Je-li zjištěno opakovaně překročení některé ze směrných hodnot a není-li překročena hodnota podle tabulky č. 2, zajistí dodavatel vody (v případě, že voda je dodávána z více zdrojů) odběr a měření dalších vzorků s cílem identifikovat zdroj zvýšené objemové

aktivity. Dále dodavatel vody postupuje podle zásad pro optimalizaci radiační ochrany (příloha č. 2) - zhodnotí ozáření osob z používání vody, posoudí možná opatření ke snížení objemové aktivity radionuklidů ve vodě a náklady potřebné na jejich realizaci, rozhodne o realizaci případného opatření ke snížení obsahu přírodních radionuklidů. Pokud je výsledek měření blízký hodnotě, při jejímž překročení nesmí být voda dodávána, je účelné až do provedení opatření zajistit zvýšenou četnost měření obsahu přírodních radionuklidů ve vodě. Navržený postup řešení těchto situací by měl být konzultován s inspektory radiační ochrany SÚJB.

8. Postup při překročení hodnoty podle tabulky č. 2

Je-li zjištěno, že objemová aktivita některého z radionuklidů převyšuje hodnotu podle tabulky č. 2 nebo že hodnota A stanovená podle bodu 6 je větší než jedna, musí dodavatel vody zajistit neprodleně ověření situace měřením dalších vzorků. Pokud se tímto měřením potvrdí předchozí zjištění, musí provést v nejbližším technicky a ekonomicky možném termínu opatření ke snížení objemové aktivity radionuklidů ve vodě. Řešení takovýchto situací by mělo být projednáno s inspektory radiační ochrany SÚJB.

Nelze-li na základě rozboru jednoho vzorku vyhodnotit postupem podle bodu 6, zda došlo nebo nedošlo k překročení hodnoty, při jejímž překročení voda nesmí být dodávána (vážený součet objemových aktivit A se liší od jedné o méně než je standardní nejistota ΔA), je třeba zajistit neprodleně odběr dalších vzorků, provést rozbor se zvýšenou přesností a výsledky vyhodnotit. Zůstává-li interpretace výsledků nadále sporná, doporučuje se konzultovat Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Příloha 1: Záznam o odběru vzorku vody pro systematické měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb.

identifikace dodavatele vody do veřejného vodovodu nebo výrobce balené vody: (úplný název, adresa, IČO)	
identifikace vodovodu: (název, okres, obec)	
původ vody: (podzemní, povrchová)	
druh a obchodní název: (u balené vody)	
datum výroby: (u balené vody)	
místo odběru vzorku: (obec, část obce) (úpravna, vodojem, sít',)	
datum odběru vzorku:	
způsob odběru vzorku: (bodový odběr, slévaný vzorek, směsný vzorek,)	
vzorek odebral: (jméno, podnik)	
způsob úpravy vzorku: (okyselení, filtrace, ...)	
identifikace laboratoře, která provede měření:	
datum předání (odeslání) vzorku měřicí laboratoři:	
pokyny pro měřicí laboratoř (např. upřesnění rozsahu rozboru, žádost o postoupení výsledků RC SÚJB,):	
správnost výše uvedených údajů potvrzuje:	<p>místo:</p> <p>datum: razítko a podpis</p>

Příloha 2: Optimalizace obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě

Dále uvedený postup slouží k přípravě podkladů nezbytných pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě - zda je vůbec takové opatření nezbytné, kterou variantu řešení zvolit jako optimální. Postup se použije v situacích, kdy objemová aktivita přírodních radionuklidů v dodávané vodě je větší než některá ze směrných hodnota podle tabulky č. 1, ale současně nepřevyšuje hodnoty, při jejichž překročení voda nesmí být dodávána (tabulka č. 2).

- A. Vyčíslí se roční kolektivní úvazek efektivní dávky způsobený používáním vody při současném obsahu přírodních radionuklidů - S_0 (Sv). Při výpočtu se vychází z objemových aktivit přírodních radionuklidů ve vodě, z množství spotřebované vody a z počtu zásobovaných obyvatel. V případě hodnocení ozáření z ^{222}Rn ve vodě se uvažuje jednak ozáření z pití neupravené vody, jednak ozáření z inhalace produktů přeměny radonu uvolněného do ovzduší staveb v důsledku používání vody; doporučuje se používat konverzní faktor 0,003 mSv/rok na 1 Bq/l. V případě hodnocení ozáření z ostatních přírodních radionuklidů ve vodě se použijí konverzní faktory (Sv/Bq) podle tabulky č. 5 přílohy č. 3 vyhlášky č. 184/1997 Sb.
- B. Zpracuje se seznam možných opatření vedoucích ke snížení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě. K takovým opatřením patří například vhodná úprava vody, změna využití stávajících zdrojů vody nebo jejich náhrada. Za optimalizační opatření se zpravidla nepovažuje zastavení dodávky vody do veřejného vodovodu nebo zastavení výroby balené vody.
- C. Pro každé z opatření vybraných podle bodu B se odhadnou průměrné roční náklady potřebné pro jejich případnou realizaci - N_i (Kč). Při výpočtu nákladů se vychází z aktuálních cen platných v roce provádění výpočtu.
- D. Pro každé z opatření se vyčíslí roční kolektivní úvazek efektivní dávky způsobený používáním vody (po realizaci opatření) - S_i (Sv). Při výpočtu se postupuje obdobně jako v bodě A. V případech, kdy je překračována jenom směrná hodnota pro objemovou aktivitu ^{222}Rn ve vodě a kdy opatření se týká jenom snížení obsahu tohoto radionuklidu, je možno použít vztah $S_i = S_0 \cdot (a_i/a_0)$, kde a_0 značí objemovou aktivitu ^{222}Rn ve vodě před provedením opatření, a_i objemovou aktivitu po realizaci opatření.
- E. Pro každé z opatření se vyčíslí jeho roční přínos vyjádřený jako finanční hodnota roční uspořené dávky - P_i (Kč). Pro výpočet se použije vztah $P_i = 1\ 000\ 000 \cdot (S_0 - S_i) \cdot k$. Zde k značí koeficient vyjadřující míru inflace od roku 1997 (jeho hodnota se zjistí například podle postupu uvedeného v § 7 vyhlášky č. 184/1997 Sb.).
- F. Pokud pro všechny varianty řešení hodnocené výše uvedeným postupem jsou náklady na realizaci opatření N_i větší než přínos opatření P_i , opatření na snížení obsahu přírodních radionuklidů ve vodě se nemusí provádět (§ 6 zákona č.18/1997 Sb.).
- G. Pokud pro více variant řešení hodnocených výše uvedeným postupem je přínos opatření P_i větší než náklady potřebné na realizaci opatření N_i , zvolí se jako optimální opatření takové, pro něž je hodnota rozdílu $P_i - N_i$ největší.