

Č. j. SÚJB/OS/4904/2018	<b>DR-RO-5.0 (Rev.2.0)</b>	revize č. 2.0
Radiační ochrana		
5.0		účinnost od 1. 4. 2018

# Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů záření ve stavebách s obytnými nebo pobytovými místnostmi

Garant:	Mgr. Marcela Berčíková	
Zadavatel:	Ing. Karla Petrová	
Schvalovatel:	Ing. Dana Drábová, Ph. D.	

ŘSŘTP:	Ing. Petr Krs	
ŘSJB:	Ing. Zdeněk Típek	
ŘOKŘI:	Ing. Helena Chudá	
Vedoucí PO:	Mgr. Štěpán Kochánek	



# DOPORUČENÍ SÚJB

bezpečné využívání jaderné energie a ionizujícího záření

## Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů záření ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi

radiační ochrana

---

**DR-RO-5.0 (Rev. 2.0)**





## HISTORIE REVIZÍ

Revize č.	Účinnost od	Garant	Popis či komentář změny
2.0	1. 4. 2018	Mgr. Berčíková	Implementace nové legislativy, úprava popisu postupu měření, změna v hodnocení staveb

### Radiační ochrana

### Doporučení MĚŘENÍ A HODNOCENÍ OZÁŘENÍ Z PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ ZÁŘENÍ VE STAVBÁCH S OBYTNÝM NEBO POBYTOVÝM MÍSTNOSTM

DR-RO-5.0 (Rev.2.0)

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, duben 2018

Č. j.: SÚJB/OS/4904/2018

Účelová publikace bez jazykové úpravy, připomínky směřujte na adresu:

[pripominky\\_doporuzeni@sujb.cz](mailto:pripominky_doporuzeni@sujb.cz)



## Obsah

1.	Úvod .....	1
2.	Účel metodiky .....	2
3.	Veličiny, zkratky, definice .....	3
3.1	Veličiny .....	3
3.2	Zkratky .....	4
3.3	Definice .....	4
4.	Legislativa .....	5
5.	Postupy měření .....	7
5.1	Měření OAR .....	7
5.1.1	Expoziční podmínky .....	7
5.1.2	Měření v obývaných stavbách .....	8
5.1.3	Měření v neobývaných stavbách .....	9
5.1.4	Výběr měřicích míst .....	10
5.1.5	Přístrojové vybavení .....	12
5.2	Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu .....	13
5.2.1	Způsob měření .....	13
5.2.2	Výběr měřicích míst .....	13
5.2.3	Přístrojové vybavení .....	13
5.2.4	Vyjádření výsledků měření .....	14
5.3	Měření teploty .....	14
6.	Hodnocení výsledků měření a závěry s návrhem dalšího postupu .....	14
6.1	Zásady hodnocení .....	14
6.1.1	Způsob hodnocení výsledků měření OAR .....	14
6.1.2	Vyhodnocení měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu .....	18
7.	Zpracování výsledků měření .....	19
7.1	Protokol .....	19
7.2	Dokumentace potřebná pro zpracování výsledků měření .....	20
8.	Související dokumenty .....	21
9.	Příloha 1 – Podklady pro odhad nejistoty měření .....	23
10.	Příloha 2 - Variabilita OAR .....	27
11.	Příloha 3 - Pracovní list – popis stavby .....	29
12.	Příloha 4 – Kontakty .....	31





# 1. Úvod

Doporučení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost vychází z potřeby regulovat ozáření z přírodních zdrojů ve stavbách. K efektivní regulaci je potřeba legislativní rámec a metodika, která popisuje postupy měření, které budou generovat věrohodné a srovnatelné podklady, pro hodnocení přírodního ozáření zvláště tam, kde jsou překračovány stanovené referenční úrovně objemové aktivity radonu (dále jen „OAR“) a příkonu prostorového dávkového ekvivalentu.

Každý majitel stavby by se ve vlastním zájmu, nad rámec legislativních požadavků, měl zajímat o úroveň OAR a dávkového příkonu záření gama v jeho nemovitosti. Pouze na základě výsledků měření se může rozhodnout, jaké hodnoty OAR a dávkového příkonu záření gama jsou pro něj s ohledem na pravděpodobnost negativních zdravotních účinků přijatelné.

Doporučení je především určeno držitelům povolení SÚJB, kteří poskytují službu měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě pro účely prevence pronikání radonu do stavby, a odborné veřejnosti, která se touto problematikou zabývá. Obsahuje metodické postupy, zahrnující široké spektrum situací, které mohou z hlediska podmínek měření nastat, a uvádí způsoby hodnocení výsledků s ohledem na jejich vypovídací schopnost.

Toto Doporučení pro měření a hodnocení ozáření osob z radonu a dalších přírodních zdrojů záření ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, především ve stavbách určených pro bydlení a pro dlouhodobý pobyt osob nahrazuje Doporučení - Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi (SÚJB, duben 2012).

## 2. Účel metodiky

Metodika stanoví základní postupy pro měření a hodnocení úrovně přírodního ozáření v obývaných i neobývaných stavbách s obytnými a pobytovými místnostmi v souladu s platnou legislativou a pro běžně se vyskytující situace a podmínky.

### Metodika stanoví postupy pro

- Měření a hodnocení ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny a záření gama ve vnitřním ovzduší obývaných staveb, které slouží jako podklad pro rozhodování o provedení zásahu ke snížení ozáření osob ve smyslu § 98 odst. 2 a § 99 odst. 3 a 4 zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, (dále jen „zákon“) pro hodnocení účinnosti zásahu vedoucího ke snížení ozáření, pro oceňování nemovitostí, pro návrhy opatření při rekonstrukci apod.,
- Měření a hodnocení úrovně přírodní radioaktivity v neobývaných stavbách, které slouží pro posouzení účinnosti preventivních protiradonových opatření, jako podklad pro stavební řízení (např. při zahájení užívání nebo při změně dokončené stavby), pro oceňování nemovitostí apod.

*Pozn. Odlišný postup pro hodnocení ozáření osob v obývaných stavbách a pro posuzování úrovně přírodní radioaktivity v neobývaných stavbách je zaveden proto, že OAR je ovlivněna především způsobem užívání stavby a oba postupy se liší nastavením expozičních podmínek. O poli záření gama ve vnitřních prostorách stavby se předpokládá, že není časově proměnné a není ovlivnitelné způsobem užívání stavby.*

*Pokud okolnosti vyžadují upravit nebo změnit doporučované postupy měření, musí měřič současně rozhodnout, jakým způsobem je možné aplikovat na zjištěné výsledky doporučené postupy hodnocení, a skutečný postup měření a hodnocení výsledků popsat v protokolu.*

*Pokud je třeba provést měření pro jiný účel, např. pokud je třeba provést podrobnější zkoumání pro zhodnocení kvality stavby z hlediska ochrany před pronikáním radonu, je třeba použít speciální postupy radonové diagnostiky budov, které nejsou předmětem této metodiky.*

### **Měření a hodnocení ozáření osob ve stavbách nemůže být podle této metodiky prováděno v těchto případech:**

- a) Obvodový plášť stavby není úplný (nejsou osazena okna, vnější dveře, chybí části obvodových konstrukcí), není dokončeno zateplení obvodového pláště stavby, pokud má být stavba zateplena s ukončením zateplovacího pláště pod úroveň terénu.
- b) Nejsou dokončeny podlahové konstrukce, s výjimkou nášlapných vrstev (dlažby, parkety, plovoucí podlahy, vinylové podlahy, koberce apod.).
- c) Nejsou plně funkční technické systémy budovy (vytápění, vzduchotechnická zařízení apod.).
- d) Není plně funkční protiradonové opatření (aktivní prvky nejsou plně provozuschopné, není dokončeno odvětrávací potrubí apod.).
- e) Ve stavbě probíhají stavební, instalační a další dokončovací práce, které neumožňují dodržení požadovaných expozičních podmínek.
- f) Došlo k mimořádnému zásahu do celistvosti stavby nebo režimu jejího užívání např. v důsledku extrémních povětrnostních podmínek, havárií, nepředvídaných aktivit apod.

- g) Jedná-li se o měření radonu a stanovení efektivních dávek pracovníků na pracovištích s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření a pracovištích s možným zvýšeným ozářením z radonu, včetně pracovišť, kde se provádí hornická činnost. Pro měření na uvedených pracovištích se postupuje v souladu s požadavky uvedenými v samostatných Doporučeních SÚJB:

- *Metodický návod pro měření na pracovištích s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření, a určení efektivní dávky*
- *Metodický návod pro měření na pracovištích s možností zvýšeného ozáření z radonu a určení efektivní dávky*
- *Požadavky radiační ochrany pro organizace provozující hornickou činnost, která může vést k ozáření pracovníků, obyvatel nebo životního prostředí*

### 3. Veličiny, zkratky, definice

#### 3.1 Veličiny

##### **Objemová aktivita radonu (OAR)**

Podíl aktivity radioizotopu radonu Rn-222 a celkového objemu radioaktivní látky (vzorku).

##### **Průměrná objemová aktivita radonu**

Časový průměr OAR za dobu měření na měřicím místě za určených expozičních podmínek vyjádřený v Bq/m<sup>3</sup>.

##### **Nejmenší detekovatelná objemová aktivita radonu (MDA)**

Nejmenší OAR, která je danou měřicí metodou spolehlivě detekovatelná nejméně na hladině spolehlivosti 95 %.

##### **Absorbovaná dávka (D)**

Podíl střední sdělené energie předané ionizujícím zářením látce v malém prostoru a hmotnosti této látky  $dm$ , vyjádřený v Gy = 1 J/kg.

##### **Dávkový ekvivalent (H)**

Veličina vyjádřená jako součin absorbované dávky v určitém bodě tkáně a jakostního faktoru vyjadřujícího rozdílnou biologickou účinnost různých druhů a energií ionizujícího záření; jakostní faktor stanoví příloha č. 2 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, vyjádřená v Sv = 1 J/kg.

##### **Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE)**

Přírůstek hodnoty prostorového dávkového ekvivalentu v daném bodě pole záření za časový interval, vyjádřený v  $\mu\text{Sv/hod}$ .

##### **Roční efektivní dávka (E)**

Veličina, která charakterizuje celkové vnější i vnitřní ozáření jednotlivce z obyvatelstva z příslušného zdroje/zdrojů pro potřeby radiační ochrany, vyjádřená jako součet součinů tkáňových váhových faktorů a ekvivalentní dávky v ozářených tkáních nebo orgánech; tkáňový váhový faktor stanoví příloha č. 2 vyhlášky č. 422/2016 Sb., vyjádřená v mSv za kalendářní rok.

## 3.2 Zkratky

**SÚJB** – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

**SÚRO** – Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

**SÚJCHBO** – Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i.

**ČSN** – Česká technická norma

**AMS** – autorizované metrologické středisko

**vyhláška** – vyhláška č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje

**zákon** – zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů

**OAR** – objemová aktivita radonu

**HRP OAR** – hodnota ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu

## 3.3 Definice

### **Referenční úroveň**

úroveň ozáření nebo rizika ozáření v nehodové expoziční situaci nebo v existující expoziční situaci, kterou je nežádoucí překročit; snížením úrovně ozáření nebo rizika ozáření na referenční úroveň nelze mít optimalizaci radiační ochrany za docílenou

### **Hodnota ročního průměru OAR ve vzduchu (HRP OAR)**

hodnota ročního průměru OAR ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník stavby s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření.

### **Stavba**

Pro účely doporučení se za stavbu považuje budova s obytnými nebo pobytovými místnostmi, určená především pro bydlení nebo pobyt osob.

### **Obývaná stavba**

Pro účely doporučení se za obývanou stavbu považuje stavba, která je užívána způsobem, který odpovídá jejímu účelu (bydlení, pobyt osob), vytápěna (v topné sezóně) a větrána obvyklým způsobem.

### **Neobývaná stavba**

Pro účely doporučení se za neobývanou považuje stavba, která nesplňuje definici obývané stavby.

### **Obytná místnost**

Pro účely doporučení se za obytnou místnost považuje část bytu, která splňuje požadavky předepsané vyhláškou č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, je určená k trvalému bydlení a má nejmenší podlahovou plochu 8 m<sup>2</sup>. Kuchyň, která má plochu nejméně 12 m<sup>2</sup> a má zajištěno přímé denní osvětlení, přímé větrání a vytápění s možností regulace tepla, je obytnou místností. Pokud tvoří byt jedna obytná místnost, musí mít podlahovou plochu nejméně 16 m<sup>2</sup>; u místností se šikmými stropy se do plochy obytné místnosti nezapočítává plocha se světlou výškou menší než 1,2 m.

### **Pobytová místnost**

Pro účely doporučení se za pobytovou místnost považuje místnost nebo prostor, které svou polohou, velikostí a stavebním uspořádáním splňují požadavky k tomu, aby se v nich zdržovaly osoby.

## **Byt**

Prostorově oddělená část domu. Pro účely doporučení se za byt považuje soubor místností, popřípadě jedna obytná místnost, který svým stavebně technickým uspořádáním a vybavením splňuje požadavky na trvalé bydlení a je k tomuto účelu užívání určen.

## **4. Legislativa**

Povinnosti vlastníkům staveb nebo budov s obytnou nebo pobytovou místností stanoví atomový zákon v § 98 odst. 2 a v § 99 odst. 1 až 5.

§ 98 odst. 2

*Každý, kdo ohlašuje nebo žádá o povolení provedení změny dokončené stavby, která bude nově obsahovat obytné nebo pobytové místnosti, nebo žádá o změnu v užívání stavby, která bude nově obsahovat obytné nebo pobytové místnosti, nebo takovou změnu oznamuje, je povinen zajistit měření úrovně objemové aktivity radonu ve stávající stavbě.*

§ 99 odst. 1

*Vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností, v níž bylo zjištěno překročení referenční úrovně, je povinen usilovat o to, aby ozáření fyzických osob ve stavbě bylo tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout při uvážení všech hospodářských a společenských hledisek.*

§ 99 odst. 2

*Vlastník budovy sloužící škole nebo školskému zařízení nebo budovy sloužící pro zajištění sociálních anebo zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob je povinen zajistit měření objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší při uvedení do provozu a vždy po provedení změn dokončené stavby, které by mohly objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší ovlivnit, zejména po provedení zásahů do izolace stavby proti pronikání radonu z podloží a úprav, které mohou vést ke snížení účinnosti ventilace ve stavbě.*

§ 99 odst. 3

*Překročí-li objemová aktivita radonu ve vnitřním ovzduší budovy podle odstavce 2 referenční úroveň, vlastník budovy je povinen provést opatření ke snížení ozáření na úroveň tak nízkou, jaké lze rozumně dosáhnout při zohlednění všech hospodářských a společenských hledisek.*

§ 99 odst. 4

*Vlastník budovy s obytnými nebo pobytovými místnostmi, ve které bylo zjištěno překročení stanovené hodnoty ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, je povinen provést opatření, která snižují míru ozáření.*

§ 99 odst. 5

*Prováděcí právní předpis stanoví*

*a) kritéria pro přípravu a hodnocení plánovaných opatření, která snižují míru ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě,*

*b) hodnotu ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření.*

#### Vyhláška stanoví

*a) kritéria pro přípravu a hodnocení plánovaných opatření, která snižují míru ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě,*

*b) hodnotu ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření.*

Požadavky na úroveň přírodního ozáření ve vnitřním ovzduší budov s obytnými nebo pobytovými místnostmi vychází z referenčních úrovní pro přírodní ozáření uvnitř budovy (hodnoty OAR a příkonu prostorového dávkového ekvivalentu) a z HRPOR při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření, které jsou stanoveny v § 97 vyhlášky.

Překročení referenčních úrovní nebrání v užívání stavby, indikuje však stav, který podle současných vědeckých poznatků přináší zvýšené riziko zdravotních následků.

#### § 97

*(1) Referenční úroveň pro přírodní ozáření uvnitř budovy s obytnou nebo pobytovou místností je*

*a) 300 Bq/m<sup>3</sup> pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti; tato hodnota se vztahuje na průměrnou hodnotu při výměně vzduchu obvyklé při užívání, nebo*

*b) 1 µSv/h pro maximální příkon prostorového dávkového ekvivalentu v obytné nebo pobytové místnosti ve výšce 1 m nad podlahou a vzdálenosti 0,5 m od stěny.*

*(2) Hodnota ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření, je 3 000 Bq/m<sup>3</sup>.*

*(3) Při překročení referenční úrovně podle odstavce 1 musí vlastník budovy posoudit účelnost opatření spočívajících zejména v*

*a) úpravě způsobu užívání budovy, včetně úpravy ventilace, nebo*

*b) provedení stavebních nebo technologických ozdravných opatření.*

*(4) Při postupu podle odstavce 3 musí vlastník budovy*

*a) přiměřeně používat postupy optimalizace radiační ochrany podle § 66 odst. 1, odst. 2 písm. c) a odst. 5 atomového zákona a*

*b) využívat informace o zdroji radonu a jeho závažnosti v dané situaci a dostupných typech opatření ke snížení koncentrace radonu v budově, včetně nákladů na ně.*

Podle § 9 odst. 2 písm. h) bod 5 zákona je měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě pro účely prevence pronikání radonu do stavby podle § 98 nebo ochrany před přírodním ozářením ve stavbě podle § 99, službou významnou z hlediska radiační ochrany a k jejímu provádění

je nutné povolení SÚJB, a to k vykonávání činností v rámci expozičních situací. Seznam subjektů s povolením SÚJB je zveřejněn na webových stránkách SÚJB [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz).

## 5. Postupy měření

Prohlídka stavby - před zahájením měření musí být provedena prohlídka stavby, jejímž účelem je zjistit a popsat stavebně technický stav budovy z hlediska podmínek měření. Popis stavby je součástí protokolu o měření.

**Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů zahrnuje:**

1. Měření OAR
2. Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu
3. Pomocná měření – kontinuální měření teploty pro kontrolu expozičních podmínek, kontinuální měření OAR, měření dávkového příkonu záření gama ve vzduchu pro korekce výpočtu při měření pomocí elektretových detektorů, měření venkovní teploty

### 5.1 Měření OAR

Rozhodující vliv na výsledky měření OAR mají podmínky a okolnosti užívání stavby v době měření, označené jako expoziční podmínky. Podle nich se zvolí příslušný typ měření a způsob hodnocení objektu.

#### 5.1.1 Expoziční podmínky

Režim užívání budovy a uživatelské zvyklosti jsou podmínky velmi silně proměnné a rozhodujícím způsobem ovlivňují míru ozáření osob v budově.

Vlastnosti stavby – její dispozice, technický stav, prvky protiradonové ochrany – jsou přes jejich velikou variabilitu považovány za relativně neměnné v čase.

**Tabulka 1:**

**Typy měření a hodnocení ozáření osob v budově v závislosti na způsobu užívání budovy**

Parametry měření	Obývané stavby		Neobývané stavby
Délka měření	Dlouhodobé (2 – 12 měsíců)	Krátkodobé (7 – 60 dnů)	<b>Krátkodobé</b> (7 – 60 dnů)
Expoziční podmínky	<u>Uživatelské</u>	<u>Kontrolované</u>	<u>Referenční</u>
Místo pro kontrolu expozičních podmínek	Ne	Ano, mimo topné období	<b>Ano, mimo topné období, nebo pokud není stavba vytápěná</b>
Měřicí technika	Stopové detektory, Elektrety, Kontinuální monitory	Elektrety, Kontinuální monitor, Záznam teploty	Elektrety, Kontinuální monitor, Záznam teploty

### 5.1.2 Měření v obývaných stavbách

Měření probíhá při užívání stavby a mělo by zahrnout změny OAR způsobené sezónními variacemi přísunu radonu do vnitřního ovzduší stavby, topným obdobím, krátkodobými změnami počasí, denními a týdenními cykly užívání stavby, případným krátkodobým narušením intenzity větrání, nepravidelnostmi a odchylkami v uživatelském režimu a podobně. Proto je v obývaných stavbách preferováno dlouhodobé měření (nejméně 2 měsíce) za **uživatelských expozičních podmínek**.

Pokud je třeba provést krátkodobé měření (7 až 60 dní), musí být dodržován takový režim větrání a teplotní poměry mezi vnějším a vnitřním prostředím stavby, aby nemohlo dojít k podhodnocení výsledků měření – **kontrolované expoziční podmínky**.

Nastavení doporučeného režimu větrání stavby v době měření musí provést měřič a následné dodržování tohoto režimu musí zajistit uživatel stavby. Výsledky měření v obývaných stavbách se vztahují pouze na konkrétní podmínky užívání, nelze podle nich hodnotit kvalitu stavby jako takové ani ozáření osob za jiných podmínek užívání.

#### **Uživatelské expoziční podmínky**

Uživatelské expoziční podmínky se používají pro dlouhodobá měření a předpokládá se, že odrážejí **dlouhodobý** uživatelský režim, který by neměl být v době měření podstatně měněn (například změnou větrání vedoucí ke snížení nebo zvýšení intenzity větrání v místnostech stavby nebo změnou počtu osob pobývajících v době měření ve stavbě apod.). Jakékoliv odchylky a změny od běžného provozu musí být uvedeny v protokolu o měření a náležitě zohledněny v hodnocení výsledků měření. Vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podlaží jsou zapnuty v běžném provozním režimu. Měření je minimálně dvouměsíční. V Tabulce 2 jsou uvedena časová období pro zahájení dlouhodobých integrálních měření v závislosti na celkové době měření.

**Tabulka 2** Časová období zahájení dlouhodobých integrálních měření radonu ve stavbách

Délka měření	I. LED	II. ÚN	III. BŘE	IV. DUB	V. KVĚ	VI. ČER	VII. ČRVC	VIII. SRP	IX. ZÁŘ	X. ŘÍJ	XI. LIST	XII. PROS
2měsíční												
3měsíční												
4měsíční												
5měsíční												
6měsíční												
roční												

Pozn. Šedá políčka označují doporučená časová období měření.

#### **Kontrolované expoziční podmínky**

Tento režim se používá v případech **krátkodobého** (zpravidla sedmidenního) měření. Protože krátkodobé měření nemůže plně postihnout sezónní variace OAR a vliv topného období, je třeba cíleně snížit riziko podhodnocení ozáření osob ve stavbě.

#### **Měření se skládá z postupných kroků:**

1. Prvním krokem je informativní měření prováděné za níže popsanych podmínek, které lze označit, jako rozumně konzervativní podmínky. Toto měření slouží jako odhad (zpravidla horní) úrovně OAR ve stavbě.



2. Pokud je zjištěna průměrná hodnota vyšší než referenční úroveň OAR, je druhým krokem dlouhodobé měření za uživatelských expozičních podmínek.

**Podmínky užívání stavby se po dobu krátkodobého měření upraví takto:**

1. uživatelé dbají na zavírání vnějších a vnitřních dveří,
2. intenzita větrání obytných a pobytových místností se omezuje proti běžnému užívání stavby,
3. vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podloží jsou zapnuty v běžném provozním režimu,
4. teplotní režim stavby se upraví tak, aby teplota ve vnitřním ovzduší stavby byla alespoň po dobu 10 hodin v každém měřicím dnu minimálně o 5 °C vyšší než teplota ve vnějším ovzduší. Tato podmínka se pokládá za běžných klimatických podmínek za automaticky splněnou v období od září do května.

**V letním období (červen až srpen) se doporučuje krátkodobá měření v užívaných stavbách neprovádět.**

Pokud je nutné provést měření v tomto období, doporučuje se použít kontinuální monitory OAR se záznamem teploty a v případě použití elektretových detektorů kontrolovat dodržení požadovaného teplotního režimu pomocí záznamu teploty v interiéru stavby, na **měřicím místě pro kontrolu expozičních podmínek**. Teplota ve vnějším prostředí stavby se stanovuje přímým měřením. Dodržení doporučeného teplotního režimu je možné zajistit také vytápěním stavby tak, aby vnitřní teplota v interiéru stavby neklesla pod hodnotu 25 °C, a kontrolou pomocí záznamu teploty vnitřního vzduchu.

Zvláštní pozornost vyžadují stavby, které jsou vybaveny speciálními technickými systémy, jako jsou například vzduchotechnická a klimatizační zařízení nebo aktivní prvky pro ochranu před pronikáním radonu z podloží, která nejsou v provozu v době nepřítomnosti osob, nebo stavby, které mají charakteristický režim užívání, například školy, mateřské školy, budovy sloužící pro zajištění sociálních a zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob, kulturní zařízení, obchodní prostory a podobně. Integrované měření v takto vybavených stavbách za uživatelských i kontrolovaných podmínek poskytuje obvykle konzervativní výsledky. Pokud není na jejich základě možné rozhodnout o překročení referenční úrovně, je třeba provést měření OAR v době pobytu osob při využití kontinuálních monitorů radonu a při hodnocení ozáření osob vycházet z výsledků těchto měření. Dobou pobytu osob se rozumí takový časový úsek dne, který je uživatelským režimem vymezen pro pobyt osob. Protože ve většině případů je pobytový režim podřízen týdennímu uživatelskému cyklu, celková doba monitorování musí pokrývat alespoň jeden tento cyklus a celková doba měření OAR nesmí být kratší než 40 hodin.

### **5.1.3 Měření v neobývaných stavbách**

Měření, které probíhá v neobývané stavbě, vyžaduje, aby stavba byla stavebně dokončena. Jedná se o krátkodobé měření, které probíhá za tzv. **referenčních expozičních podmínek**, které umožní posoudit překročení referenční úrovně pro objemovou aktivitu radonu, stanovené vyhláškou. Za nastavení referenčních expozičních podmínek zodpovídá subjekt, který měření provádí. Měření se skládá z postupných kroků:

1. Prvním krokem je informativní měření prováděné za referenčních expozičních podmínek. Toto měření slouží jako odhad (zpravidla horní) úrovně OAR ve stavbě.
2. Pokud je zjištěna hodnota vyšší než referenční úroveň OAR, je druhým krokem podrobnější šetření s cílem odhadnout hodnotu OAR za podmínek užívání stavby.

## **Referenční expoziční podmínky**

Měření se provádí ve stavbě, která nebyla po dobu měření užívána, nebyly v ní prováděny stavební ani jiné práce, ale ve které byly nastaveny podmínky, které stav užívání simulují a jsou mírně konzervativní oproti podmínkám běžného užívání (standardní výměna vzduchu 0,5 hod<sup>-1</sup>). Pokud nelze takové podmínky ve stavbě zajistit, není možné výsledky měření porovnávat s referenčními úrovněmi OAR stanovenými vyhláškou.

Referenční expoziční podmínky se nastaví takto:

- a) intenzita větrání se nastaví tak, aby odpovídala požadavkům na referenční podmínky měření,
- b) vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti příslunu radonu z podlaží jsou zapnuty v předpokládaném běžném provozním režimu,
- c) doporučený teplotní režim stavby je stejný jako u obývaných staveb - teplota uvnitř stavby je alespoň po dobu 10 hodin v každém dnu minimálně o 5 °C vyšší než teplota ve vnějším ovzduší. Pokud je možné stavbu vytápět, tato podmínka se pokládá za běžných klimatických podmínek za splněnou v období od září do května. Pokud není stavba vytápěná a mimo toto období se z důvodu objektivního popisu podmínek měření doporučuje použít kontinuální monitory OAR se záznamem teploty a v případě použití elektretových detektorů na jednom z měřicích míst označeném jako **měřicí místo pro kontrolu expozičních podmínek** pořizovat záznam časového průběhu teploty. Teplota ve vnějším prostředí stavby se stanovuje přímým měřením. Dodržení doporučeného teplotního režimu je možné zajistit také vytápěním stavby tak, aby vnitřní teplota v interiéru stavby neklesla pod hodnotu 25 °C, a kontrolou pomocí záznamu teploty vnitřního vzduchu.

### **5.1.4 Výběr měřicích míst**

Dále navržený rozsah měření je považován za dostatečný a rozumný kompromis z hlediska nepodcenění úrovně ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě.

## **Byty v rodinných a bytových domech**

Jako měřicí místa v bytech v rodinných a bytových domech se volí:

- všechny obytné místnosti a kuchyně v bytech v prvním obývaném podlaží; pokud nejsou jednotlivé místnosti odděleny dveřmi a tvoří jeden prostor, považuje se za jedno měřicí místo každých započatých 50 m<sup>2</sup> podlahové plochy,
- alespoň jedna třetina obytných a pobytných místností v dalším obývaném podlaží,
- všechny místnosti bez ohledu na podlaží, pro které existuje podezření na použití stavebního materiálu se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů.

*Domácí tělocvičny, místnosti pro domácí práce, domácí studia, pracovny, obytné haly a podobně se považují pro účely této metodiky za obytné místnosti.*

V bytových domech podsklepených v plném půdorysu budovy, jejichž podzemní podlaží není propojeno s obytným podlažím nebo kde je první nadzemní podlaží neobývané, je měřicím místem nejméně jedna čtvrtina ze všech obytných a pobytných místností v prvním obývaném podlaží. V případě měření a hodnocení prováděných ve stavbách o velkém půdorysu se měřicí místa rovnoměrně rozmísťují po celém půdorysu stavby.

## **Stavby s pobytovými místnostmi nebytového charakteru**

Měřicími místy jsou všechny pobytové místnosti v prvním užívaném podlaží. V místnostech o velké plošné výměře se za měřicí místo považuje každých započatých 500 m<sup>2</sup> podlahové plochy. Měřicím místem je rovněž každá pobytová místnost, u které existuje podezření, že pro její výstavbu byly použity stavební materiály se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů.

O umístění měřicích míst ve vyšších podlažích rozhoduje osoba se zvláštní odbornou způsobilostí vydanou SÚJB k dané činnosti s cílem nepodcenit ozáření osob pobývajících ve stavbě.

## **Měřicí místo pro kontrolu expozičních podmínek**

Jako měřicí místo pro kontrolu expozičních podmínek se volí obytná nebo pobytová místnost v nejnižším obývaném nebo užívaném podlaží, přednostně disponovaná tak, že její podlaha je v přímém kontaktu s podložím.

## **Změna dokončené stavby**

V případě změny stavby se měření a hodnocení přírodního ozáření provádí v celé stavbě včetně její původní části.

## **Instalace detektorů na měřicím místě**

Měřidla objemové aktivity radonu se umísťují do obytné nebo pobytové místnosti budovy označené jako měřicí místo. Detektory nebo měřidla se na měřicích místech neumísťují na osluněná místa, místa v blízkosti zdrojů sálavého tepla, do těsné blízkosti televizorů a monitorů, na místa vystavená vibracím a podobně. Nevhodná jsou místa frekventovaná z hlediska provozu domácnosti, místa přístupná malým dětem a domácím zvířatům a místa se specifickým teplotním režimem, např. okenní parapety, vstupní mřížky větracích otvorů nebo vzduchotechnických rozvodů. Výška umístění nad podlahou nepředstavuje kritický parametr, obvykle se používají běžné odkládací plochy nebo horní plochy nábytku.

## **Měření pro účely poskytnutí dotace z prostředků na Radonový program ČR**

Pokud se provádí měření objemové aktivity radonu ve stavbách, k jejichž výstavbě bylo vydáno stavební povolení do 28. února 1991, pro účely žádosti o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření podle vyhlášky č. 362/2016 Sb., o podmínkách poskytnutí dotace ze státního rozpočtu v některých existujících expozičních situacích., § 2 odst. 1 písm. a) nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 2 odst. 2 uvedené vyhlášky, jsou měřicími místy **všechny obytné místnosti a kuchyně v bytě**. Pro účely žádosti o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření podle § 2 odst. 1 písm. b) nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 2 odst. 2 uvedené vyhlášky jsou měřicími místy **všechny pobytové místnosti v době pobytu dětí do 18 let**. Pro účely žádosti o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření podle § 2 odst. 1 písm. c) vyhlášky č. 362/2016 Sb., nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 2 odst. 2 uvedené vyhlášky, jsou měřicími místy **všechny pobytové místnosti**.

### 5.1.5 Přístrojové vybavení

Měřidla objemové aktivity radonu jsou podle vyhlášky č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, bod 8.4 přílohy, **stanovenými měřidly a podléhají metrologickému ověřování** podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii.

Pro dlouhodobá měření (2 měsíce až 1 rok) se používají integrální detektory, které umožňují měření časového integrálu OAR a následný výpočet průměrné OAR za celou dobu měření. Jsou to zejména stopové detektory nebo elektretové detektory v provedení pro dlouhodobou expozici.

Pro krátkodobá měření se používají integrální detektory, zejména elektretové, nebo kontinuální monitory OAR. Minimální doba měření je 168 hodin (7 dnů) ve stavbách určených pro bydlení a 40 hodin ve stavbách s režimovým provozem v týdenním cyklu v době pobytu osob.

Elektretové detektory jsou citlivé i na záření gama. Při jejich používání se vyžaduje, aby údaj o průměrné OAR byl korigován na citlivost expozičních komůrek na úroveň záření gama v místě expozice detektorů tak, že do výpočetní rovnice se použije hodnota dávkového příkonu záření gama, **naměřená** v místě instalace expozičních komůrek. V případě měření elektretovými detektory je stanoveným měřidlem **dvojice expozičních komůrek osazených elektrety**.

V období platnosti metrologického ověření měřidla je třeba kontrolovat jeho správnou funkci v souladu s pokyny uvedenými v návodu od výrobce.

#### **Kontinuální monitory**

Pro účely kontinuálního měření OAR ve vnitřním prostředí budov se mohou používat výhradně kontinuální monitory radonu, které jsou stanovenými měřidly podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, schválenými pro účely kontinuálního monitorování při dodržení technických údajů a podmínek uvedených v certifikátu o schválení typu měřidla na základě typové zkoušky provedené Českým metrologickým institutem (ČMI) v Autorizovaném metrologickém středisku (AMS) v Kamenné u Příbrami.

*Při zpracování výsledků měření ve stavbách s charakteristickým provozem (školská zařízení nebo budovy sloužící pro zajištění sociálních anebo zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob) jsou vždy vypuštěny hodnoty (v délce odezvy) na začátku měření a vždy na začátku významné změny OAR způsobené charakteristickým provozem stavby. Příklady: zvýšení větrání související se zahájením pracovní doby, změna nastavení technických systémů (např. větrání, vytápění, klimatizace) souvisejících s provozem stavby, spínání a vypínání aktivních prvků protiradonové ochrany, snížení větrání související s ukončením provozu v některých částech stavby.*

*Rozhodujícími vlastnostmi jsou zejména rychlost odezvy kontinuálního monitoru na změnu OAR, minimální detekovatelná OAR, dynamický rozsah monitoru a celková nejistota stanovení OAR na referenční úrovni 300 Bq/m<sup>3</sup>.*

#### **Vyjádření výsledků měření**

Jako výsledek měření se pro každou měřenou místnost uvede zjištěný časový průměr (aritmetický) OAR v Bq/m<sup>3</sup> zaokrouhlený na celé číslo. Pokud je pro měření OAR použit kontinuální monitor, stanoví se průměrná hodnota jako aritmetický průměr všech záznamů z měření prováděného kontinuálním monitorem, které byly na daném měřicím místě zaznamenány za celou dobu měření. Pokud je na daném měřicím místě (v místnosti) provedeno více měření, přiřazují se výsledky

stanovení průměrné OAR popsaným expozičním podmínkám. Jsou-li expoziční podmínky různých měření srovnatelné, je možné průměrnou OAR vyjádřit jako aritmetický průměr výsledků těchto měření.

Pokud je výsledek měření menší než nejmenší detekovatelná aktivita, uvede se, že zjištěná hodnota průměrné OAR je menší než číselně vyjádřená hodnota nejmenší detekovatelné aktivity pro dané podmínky měření při popsaných expozičních podmínkách.

Hodnocení nejistot měření je uvedeno v Příloze č. 1

## **5.2 Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu**

Příkon prostorového dávkového ekvivalentu charakterizuje úroveň zevního ozáření z přírodního pozadí a stavebních materiálů ve stavbě. O poli záření gama ve vnitřních prostorách stavby se předpokládá, že není časově proměnné. Měření je proto možno provést kdykoli v průběhu expozice detektorů pro stanovení OAR. Úroveň zevního ozáření není ovlivňována způsobem užívání stavby.

### **5.2.1 Způsob měření**

Pro hodnocení maximálního příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve vztahu k referenční úrovni stanovené vyhláškou je rozhodující jeho hodnota ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti 0,5 m od stěny.

V praxi se provádí mapování pole záření gama tak, že se měří příkon prostorového dávkového ekvivalentu nebo dávkový příkon záření gama v blízkosti stěn a vyhledá se takto místo s jeho nejvyšší hodnotou. Rychlost postupu je třeba volit s ohledem na integrační konstantu přístroje. Do protokolu se uvádí nejvyšší nalezená hodnota dávkového příkonu záření gama nebo prostorového dávkového ekvivalentu ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti 0,5 m od stěny pro každou měřenou místnost. Pokud je naměřena hodnota větší než  $0,5 \mu\text{Sv/h}$ , vyznačí se do situačního plánu objektu (viz 7.1) i místo/místa měření. Pokud přístroj měří dávkový příkon záření gama, je třeba použít k výpočtu příkonu prostorového dávkového ekvivalentu přepočítávací faktor. Pokud není v návodu k použití přístroje uvedeno jinak, používá se přepočítávací faktor roven 1.

### **5.2.2 Výběr měřicích míst**

Stanovení maximálního příkonu prostorového dávkového ekvivalentu se provádí v každé místnosti, která byla vybrána jako měřicí místo pro měření OAR.

### **5.2.3 Přístrojové vybavení**

Pro hodnocení pole záření gama v objektu je možné použít přístroje pro měření veličin:

- příkon prostorového dávkového ekvivalentu,
- dávkový příkon záření gama ve vzduchu.

Dolní hranice měřicího rozsahu přístrojů je nejvýše  $0,1 \mu\text{Gy/h}$ , respektive  $0,1 \mu\text{Sv/h}$ . Držitel povolení k měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě je povinen zajistit správnost a přesnost měření. Držitel povolení správnost a přesnost měření ověří na základě porovnávacího měření, které bude organizováno SÚJB a zajišťováno odborně SÚJB v AMS SÚJCHBO, Kamenná, porovnáním s ověřeným měřidlem podle certifikované metodiky SÚJB „Provádění porovnávacích měření přístrojů pro stanovení PPDE pro přírodní ozáření uvnitř budov s obytnou nebo pobytovou místností“.

Při používání systému elektretových detektorů pro stanovení průměrné objemové aktivity radonu se tyto přístroje používají také k měření dávkového příkonu záření gama pro kompenzaci citlivosti elektretových detektorů na záření gama.

#### **5.2.4 Vyjádření výsledků měření**

Výsledkem měření je maximální příkon prostorového dávkového ekvivalentu zjištěný pro každé měřicí místo (místnost) v  $\mu\text{Sv/hod}$ . Hodnocení nejistot měření je uvedeno v Příloze č. 1.

### **5.3 Měření teploty**

Měření teploty se provádí pro účely kontroly nastavení a dodržování expozičních podmínek v době měření.

Výsledkem měření teploty na měřicím místě pro kontrolu expozičních podmínek je časový záznam, který dokumentuje změny expozičních podmínek související s výraznými povětrnostními jevy a činnostmi uvnitř stavby.

Používá se záznamový teploměr, který může být i součástí kontinuálního monitoru OAR. Záznamový teploměr použitý pro dokumentování expozičních podmínek musí být vybaven vnitřní pamětí takové velikosti, aby umožnila uložit výsledky měření nejméně za jeden týden. Požadovaná frekvence měření teploty je nejvýše 60 minut. Rozsah teplot musí pokrývat rozpětí  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  s nejistotou měření nejvýše  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Záznamový teploměr není pro účely dokumentování expozičních podmínek stanoveným měřidlem.

## **6. Hodnocení výsledků měření a závěry s návrhem dalšího postupu**

### **6.1 Zásady hodnocení**

Hodnocení ozáření osob ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi se provádí na základě výsledků stanovení veličin průměrné OAR a maximálního příkonu prostorového dávkového ekvivalentu.

**Hodnocení se provádí porovnáním výsledků měření s referenčními hodnotami uvedenými v § 97 odst. 1 písm. a) a b) vyhlášky – všechny stávající, zkolaudované stavby, obývané i neobývané.**

Výběr měřicích míst podle bodu 5.1.2. je podřízen požadavku, aby nedošlo k podcenění průměrné OAR. Při dodržení této zásady se předpokládá, že výsledek měření a hodnocení je možné extrapolovat i na ty obytné a pobytové místnosti stavby, ve kterých měření nebylo provedeno.

Pokud je měření prováděno i v jiných než obytných a pobytových místnostech (například v chodbách, koupelnách, sklepech a podobně), výsledky měření se neporovnávají s referenčními úrovněmi a neberou se v úvahu při hodnocení stavby. Mohou být však důležitou informací diagnostického charakteru a uvádějí se do protokolu.

#### **6.1.1 Způsob hodnocení výsledků měření OAR**

Výsledky měření OAR je třeba hodnotit nejen vzhledem k příslušné referenční úrovni a hodnotě ročního průměru OAR ve vzduchu podle § 97 vyhlášky, ale také s ohledem na dodržení příslušných

expozičních podmínek, které mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit vypovídací hodnotu zjištěných výsledků. V následujícím textu je uvedeno, jak přistupovat k hodnocení výsledků podle expozičních podmínek. Příklady formulací pro hodnocení výsledků měření v protokolu jsou uvedeny v části 7.1.1.

### **Měření za užitelských podmínek (2 - 12 měsíců)**

**Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup>.**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání

Ve stavbě nebyla překročena referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup> stanovená vyhláškou.

B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání stavby a výsledky měření mohly být ovlivněny.

Doporučuje se měření opakovat za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

**Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než příslušná referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup>.**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání

Ve stavbě byla překročena referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup> stanovená vyhláškou.

B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání a výsledky měření OAR mohly být ovlivněny.

Doporučuje se měření opakovat za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR)

**Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než 1000 Bq.m<sup>-3</sup>.**

Ve stavbě byla překročena referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup> stanovená vyhláškou.

Doporučuje se provést radonová diagnostika budovy s cílem identifikovat hlavní zdroje radonu a jeho přísunové cesty do vnitřního ovzduší budovy.

### **Měření za kontrolovaných a referenčních podmínek (7 - 60 dní)**

**Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup>.**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo).

Ve stavbě za popsaných podmínek měření nebyla překročena referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup> stanovená vyhláškou.

B) Měření neproběhlo za dohodnutých kontrolovaných/referenčních podmínek a výsledky měření OAR mohly být ovlivněny.

Doporučuje se provést dlouhodobé měření za užitelských podmínek nebo podrobné šetření, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů

podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR)

**Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než příslušná referenční úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup>.**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly dohodnutým kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo)

Ve stavbě byla překročena referenční úroveň **300 Bq.m<sup>-3</sup>** stanovená vyhláškou.

Doporučujeme provést opakované měření za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

B) Měření neproběhlo za dohodnutých kontrolovaných/referenčních podmínek a výsledky měření OAR mohly být ovlivněny.

Doporučuje se provést dlouhodobé měření za uživatelských podmínek nebo podrobné šetření, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

**Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než 1000 Bq.m<sup>-3</sup>.**

Ve stavbě byla překročena referenční úroveň **300 Bq.m<sup>-3</sup>** stanovená vyhláškou.

Doporučuje se provést **radonová diagnostika stavby** s cílem identifikovat hlavní zdroje radonu a jeho přísunové cesty do vnitřního ovzduší stavby.

**Doporučujeme instalovat integrální stopové detektory, které v rámci Radonového programu poskytneme, SÚRO zdarma, k dlouhodobému měření (2-12 měsíců)**

**Měření za uživatelských podmínek kratší než jeden rok pro posouzení překročení HRP OAR**

**Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná hodnota ročního průměru HRP OAR ve vzduchu 3 000 Bq.m<sup>-3</sup>**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání

Ve stavbě za podmínek běžného užívání nebyla překročena hodnota ročního průměru HRP OAR ve vzduchu **3 000 Bq.m<sup>-3</sup>** stanovená vyhláškou.

B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání a výsledky měření mohly být ovlivněny.

Pro rozhodnutí o překročení HRP OAR ve vzduchu **3 000 Bq.m<sup>-3</sup>** se doporučuje provést opakované integrální měření za uživatelských podmínek, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

**Naměřené hodnoty OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti jsou vyšší než příslušná hodnota ročního průměru HRP OAR ve vzduchu 3 000 Bq.m<sup>-3</sup>**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání

Ve stavbě je překročena hodnota ročního průměru HRP OAR ve vzduchu **3 000 Bq.m<sup>-3</sup>** stanovená vyhláškou.



B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání stavby a výsledky měření mohly být ovlivněny.

Pro rozhodnutí o překročení hodnoty ročního průměru HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  se doporučuje provést integrální měření za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

#### **Měření za kontrolovaných a referenčních podmínek kratší než jeden rok**

**Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo)

Lze předpokládat, že ve stavbě za podmínek běžného užívání nebyla překročena HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  stanovená vyhláškou. Pro rozhodnutí o překročení HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  se doporučuje provést integrální měření za podmínek běžného užívání.

B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání a výsledky měření mohly být ovlivněny.

Pro rozhodnutí o překročení HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  se doporučuje provést integrální měření za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

**Naměřené hodnoty OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti jsou vyšší než příslušná HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ .**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo)

Lze předpokládat, že ve stavbě je překročena HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  stanovená vyhláškou. Pro rozhodnutí se musí provést integrální měření za podmínek běžného užívání, případně doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR). B) V průběhu měření došlo ke změně podmínek užívání a výsledky měření mohly být ovlivněny.

Pro rozhodnutí o překročení HRP OAR ve vzduchu  $3\ 000\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  se doporučuje provést roční integrální měření za podmínek běžného užívání, doplněné o stanovení průměrné intenzity větrání v době měření s využitím metody stopovacích plynů podle certifikované metodiky SÚJB (Metodika stanovení celkové násobnosti výměny vzduchu v budovách ČR).

#### **Překročení referenční úrovně a hodnoty ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu - interpretace**

Při překročení referenční úrovně  $300\ \text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  uvnitř budovy s obytnými nebo pobytovými místnostmi jiné než budovy sloužící škole nebo školskému zařízení nebo budovy sloužící pro zajištění sociálních anebo zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob, musí vlastník budovy podle § 97 odst. 3 vyhlášky posoudit účelnost opatření spočívajících zejména v

- a) Úpravě způsobu užívání budovy, včetně úpravy ventilace, nebo
- b) Provedení stavebních nebo technologických ozdravných opatření.

Podle § 97 odst. 4 vyhlášky musí vlastník budovy při postupu podle odstavce 3

- a) přiměřeně používat postupy optimalizace radiační ochrany podle § 66 odst. 1, odst. 2 písm. c) a odst. 5 atomového zákona a
- b) využívat informace o zdroji radonu a jeho závažnosti v dané situaci a dostupných typech opatření ke snížení koncentrace radonu v budově, včetně nákladů na ně.

Podle zákona (§ 99 odst. 1) je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností, v níž bylo zjištěno překročení referenční úrovně, povinen usilovat o to, aby ozáření fyzických osob ve stavbě bylo tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout při uvážení všech hospodářských a společenských hledisek.

Proces hodnocení, zda jsou zásahy ke snížení přírodního ozáření odůvodněné, se nazývá optimalizace radiační ochrany.

Při překročení referenční úrovně 300 Bq.m<sup>-3</sup> uvnitř budovy s obytnými nebo pobytovými místnostmi sloužící škole nebo školskému zařízení nebo budovy sloužící pro zajištění sociálních anebo zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob, je vlastník budovy podle § 99 odst. 3 zákona povinen provést opatření ke snížení ozáření na úroveň tak nízkou, jaké lze rozumně dosáhnout při zohlednění všech hospodářských a společenských hledisek.

Při překročení hodnoty ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu 3 000 Bq.m<sup>-3</sup> je podle § 99 odst. 4 zákona vlastník budovy s obytnými nebo pobytovými místnostmi povinen provést opatření, která snižují míru ozáření.

V souladu s požadavkem § 97 odst. 3 vyhlášky musí vlastník budovy posoudit účelnost opatření spočívajících zejména v

- a) úpravě způsobu užívání budovy, včetně úpravy ventilace, nebo
- b) provedení stavebních nebo technologických ozdravných opatření.

### 6.1.2 Vyhodnocení měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu

Maximální hodnota příkonu prostorového dávkového ekvivalentu se porovná s příslušnou referenční úrovní podle § 97 odst. 1 písm. b) vyhlášky pro každé měřicí místo a konstatuje se její překročení či nepřekročení bez ohledu na podmínky měření.

**Naměřená maximální hodnota příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve všech obytných nebo pobytových místnostech je nižší než příslušná referenční úroveň 1,0 µSv/h podle § 97 odst. 1 písm. b) vyhlášky**

Ve stavbě není překročena referenční úroveň 1,0 µSv/h stanovená vyhláškou.

**Naměřená maximální hodnota příkonu prostorového dávkového ekvivalentu v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než příslušná referenční úroveň 1,0 µSv/h podle § 97 odst. 1 písm. b) vyhlášky**

Ve stavbě je překročena referenční úroveň 1,0 µSv/h stanovená vyhláškou.

## 7. Zpracování výsledků měření

### 7.1 Protokol

O výsledku měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje ve stavbě provedeného podle této metodiky se pořizuje protokol. Je zpracován na základě prohlídky stavby, informací vlastníka stavby a/nebo jejích uživatelů, podkladů předaných objednatelem měření nebo získaných měřicím subjektem a výsledků měření uvedených v pracovní dokumentaci. V protokolu se uvádí všechny postupy měření a hodnocení, které se liší od postupů doporučených touto metodikou. Všechny podklady pro zpracování protokolu (pracovní dokumentace) a výsledný protokol se uchovávají podle požadavků zákona a vyhlášky. Protokol musí mít náležitosti protokolu o měření podle bodu 4.1.5 přílohy č. 19 vyhlášky a musí obsahovat (včetně příloh) alespoň tyto údaje:

- a) Číslo protokolu
- b) **Identifikační údaje držitele povolení k provádění činnosti** (u fyzické osoby jméno, příjmení, trvalý pobyt nebo místo podnikání, u právnické osoby název nebo obchodní firma a její sídlo, pobočka), včetně čísla povolení a doby jeho platnosti
- c) Identifikační údaje fyzické osoby, která provedla měření
- d) Datum a čas provedení měření – zahájení, ukončení
- e) **Identifikační údaje objednatele měření** (u fyzické osoby jméno, příjmení a trvalý pobyt nebo místo podnikání, u právnické osoby název nebo obchodní firma a její sídlo)
- f) **Specifikace metodiky použité při měření a účel měření** - charakteristika měření a účel, ke kterému je měření požadováno, specifikace použité metodiky měření (např. pro stavební řízení; pro započetí užívání stavby; změnu dokončené stavby (nástavba, přístavba, stavební úprava); změnu v užívání stavby; posouzení stavby pro získání hypotečního úvěru; oceňování nemovitosti; v souvislosti s prodejem a koupí; pro informaci vlastníkově a podobně)
- g) **Specifikace místa a podmínek měření ve stavbě, včetně uživatelského režimu a povětrnostních podmínek v době měření.** V rozsahu odpovídajícím charakteru stavby a účelu měření se uvedou skutečnosti, které mohou ovlivňovat úroveň přírodního ozáření ve stavbě, viz. Příloha 3 Pracovní list – popis stavby)
- h) **Popis vzorku, čas a místo odběru** - týká se speciálních případů, kdy je při měření ve stavbě odebírán vzorek stavebního materiálu nebo používané vody, které nejsou předmětem této metodiky.
- i) **Podrobná identifikace měřeného objektu** - adresa objektu, katastrální území a číslo parcely; popis objektu, situační plánec objektu s označením měřicích míst. V rozsahu odpovídajícím charakteru stavby a účelu měření se uvedou skutečnosti, které mohou ovlivňovat úroveň přírodního ozáření ve stavbě, viz. Příloha 3 Pracovní list – popis stavby)
- j) **Seznam použitých přístrojů a pomůcek** (u stanovených měřidel čísla ověřovacích listů a datum posledního ověření, resp. kalibrace) Uvede se přístrojová technika pro všechny měřené veličiny (průměrná OAR, příkon prostorového dávkového ekvivalentu, teplota).
- k) **Výsledky měření** - přehled výsledků měření; pro každé měřicí místo jsou uvedeny alespoň průměrná OAR a nejvyšší hodnota příkonu prostorového dávkového ekvivalentu. Vyhodnocení kontinuálního měření pro kontrolu dodržení expozičních podmínek - pokud bylo provedeno. Pokud bylo použito měřicí místo pro kontrolu expozičních podmínek, časový průběh teplot (případně OAR) s komentářem o dodržení nastavených expozičních podmínek. Výsledky předcházejících měření (s uvedením zdroje), pokud jsou k dispozici.
- l) **Hodnocení výsledků měření vzhledem k překročení referenčních úrovní resp. hodnoty ročního průměru OAR** - Vyhodnotí se dle bodu 6. doporučení:

- Dodržení nastavených expozičních podmínek

- Překročení referenčních hodnot resp. ročního průměru OAR v každé pobytové místnosti s odkazem na příslušný odstavec § 97 vyhlášky, podle kterého je hodnocení provedeno. U výsledků měření, která byla provedena v místnostech, které nejsou považovány za obytné ani pobytové, např. sklep, chodba, se uvádí poznámka, že nebyly zahrnuty do závěrečného hodnocení.

h) **Závěr s návrhem dalšího postupu dle bodu 6. Doporučení.**

i) **Datum zpracování protokolu**

j) **Podpis fyzické osoby s příslušným dokladem zvláštní odborné způsobilosti, která zajišťuje plnění povinností při měření a držitele povolení provádějícího měření, je-li fyzickou osobou nebo statutárního orgánu držitele povolení provádějícího měření, je-li právnickou osobou** (statutární zástupce může prokazatelným způsobem zmocnit k podepisování jinou osobu)

## **7.2 Dokumentace potřebná pro zpracování výsledků měření**

1. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon
2. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
3. Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů záření ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi
4. Program zajištění radiační ochrany, včetně příloh, pro účely § 9 odst. 2 písm. h) bod 5 zákona
5. Návody k používání přístrojů
6. Ověřovací listy pro měřicí techniku dle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii
7. Pracovní dokumentace (archivuje se spolu s protokoly)

*Pracovní dokumentací se rozumí veškerá data a záznamy, získané nebo vytvořené v rámci realizace zakázky a potřebné k získání výsledků uvedených v protokolu.*

**Součástí pracovní dokumentace pro jednotlivé typy měření jsou:**

**V případě použití systému elektretové dozimetrie:**

- den, hodina zahájení a ukončení měření
- typ expozičních ionizačních komůrek (zpravidla RM200A)

**Pro každé měřicí místo:**

- označení měřicího místa podle dispozičního náčrtku
- výrobní čísla elektretů umístěných na měřicím místě (2 ks)
- označení čtecího zařízení (elektrometru)
- počáteční a konečné napětí elektretu
- dávkový příkon záření gama ve vzduchu změřený v místě expozice elektretů (typ měřidla)
- výsledek měření

### **V případě použití stopových detektorů:**

- označení měřicího místa podle dispozičního náčrtku
- datum zahájení a ukončení měření
- výrobní čísla detektorů na jednotlivých měřicích místech

### **V případě použití kontinuálních monitorů:**

- označení měřicího místa podle dispozičního náčrtku
- typ a výrobní číslo monitoru umístěného na měřicím místě
- den, hodina, minuta zahájení a ukončení měření, nastavení
- záznam dat, graf, případně místo uložení elektronického záznamu časového průběhu průměrná OAR

### **Pro měření PPDE (pro každou místnost, která je měřicím místem)**

- maximum pro každou místnost (výška 1 m, vzdálenost od stěn 0,5 m),
- podrobná mapa příkonů prostorového dávkového ekvivalentu v okolí míst, kde je překročena hodnota 0,5  $\mu\text{Sv/h}$

### **Pro dokumentaci z místa pro kontrolu expozičních podmínek (pokud to typ měření vyžaduje):**

- typ přístroje, měřené veličiny, umístění v měřicí místnosti, nastavení,
- záznam dat, graf, případně místo uložení elektronického záznamu časového průběhu veličin

## **8. Související dokumenty**

1. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon
2. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
3. Vyhláška č. 409/2016 Sb., o činnostech zvláště důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, zvláštní odborné způsobilosti a přípravě osoby zajišťující radiační ochranu registranta
4. Vyhláška č. 408/2016 Sb., o požadavcích na systém řízení
5. Vyhláška č. 362/2016 Sb., o podmínkách poskytnutí dotace ze státního rozpočtu v některých existujících expozičních situacích
6. Vyhláška č. 464/2016 Sb., o postupu při poskytování dotace ze státního rozpočtu na přijetí opatření ke snížení míry ozáření z přítomnosti radonu a jeho produktů přeměny ve vnitřním ovzduší staveb pro bydlení a pobyt veřejnosti a na přijetí opatření ke snížení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě určené pro veřejnou potřebu
7. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
8. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
9. ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží, ČNI 2005

10. ČSN 73 0602 Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů, ČNI 2005
11. ČSN EN ISO 80000-10 (011300) Veličiny a jednotky - Část 10: Atomová a jaderná fyzika
12. Bezpečnost jaderné energie, ročník 15, číslo 3/4, 2007
13. Principy a praxe radiační ochrany, SÚJB Praha 2000
14. Froňka, A. Radon v ovzduší domů a bytů, Stavebnictví, 01-02/2016, pp. 50-56, ISSN 1802-2030, 2016.
15. Jiránek M., Honzíková M. Radon – stavební souvislosti I. ČVUT v Praze, 2012
16. Jiránek M., Honzíková M. Radon – stavební souvislosti II. ČVUT v Praze, 2013
17. Webové stránky [www.radonovyprogram.cz](http://www.radonovyprogram.cz)
18. IAEA-TECDOC-1585 Measurement Uncertainty – Practical Guide for Secondary Standards Dosimetry Laboratories.

## 9. Příloha 1 – Podklady pro odhad nejistoty měření

### Nejistota stanovení objemové aktivity radonu

Měřidla objemové aktivity radonu jsou podle vyhlášky č. 345/2002 Sb., bod 8.4 přílohy, stanoveným měřidlem a podléhají metrologickému ověřování podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii.

#### Validace a verifikace

Správnost a opakovatelnost metody měření je zajištěna metrologickým ověřováním měřícího zařízení v autorizovaném metrologickém středisku AMS Kamenná v pravidelných intervalech definovaných vyhláškou č. 345/2002 Sb., dodržováním provozních pokynů výrobce uvedených v návodu k obsluze použitých měřících zařízení a dodržováním pracovních postupů uvedených v této metodice.

Pro zajištění spolehlivosti, identity a selektivity měření byl zaveden systém kontroly faktorů ovlivňujících výsledky měření v interiéru stavby, který je založen na instalaci měřícího systému ve stanovených a dokumentovaných experimentálních podmínkách:

- kontrolovaná úroveň externího pole záření gama realizována přímým měřením dávkového příkonu záření gama, případně příkonu prostorového dávkového ekvivalentu záření gama ve vzduchu v místě instalace elektretových detektorů,
- kontrolované mikroklimatické podmínky v interiéru stavby – záznam teploty na referenčním místě pro kontrolu expozičních podmínek, může být doplněn o záznam dalších klimatických faktorů (např. relativní vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku),
- kontinuální záznam OAR na referenčním místě pro kontrolu expozičních podmínek.

#### Odhad nejistoty stanovení OAR

Postup výpočtu nejistot měření jednotlivých vstupních veličin, včetně rozboru klíčových faktorů, a analýza kombinované nejistoty výsledku stanovení OAR vychází z dokumentu IAEA-TECDOC-1585. Podrobný rozbor ve formě příkladů je uveden pro nejčastěji používaný způsob měření pomocí elektretových detektorů.

Na výsledné nejistotě stanovení OAR se podílí několik zdrojů nejistot:

Celková kombinovaná nejistota stanovení OAR:

- odhad celkové rozšířené nejistoty měření OAR  $u$  (95 % konfidenční interval, koeficient rozšíření  $k = 2$ )

$$u = k \cdot \sqrt{(u_n)^2 + (u_A)^2} = 2\sqrt{(u_n)^2 + (u_A)^2}$$

- formát vyjádření výsledku měření OAR  
 $c_A \pm u \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$

### **Příklad:**

#### **Odhad celkové nejistoty stanovení OAR pro systém elektretové dozimetrie RM-1**

Vycházíme ze vztahu pro výpočet pomocné veličiny  $A$  pro ionizační komoru typu RM200(A)

$$A = \frac{U_P - U_K}{t_E \cdot K_R} \cdot \left(1 + \frac{180}{U_P + U_K}\right) - K_G \cdot D_G \cdot \left(1 + \frac{180}{U_P + U_K}\right)^{-1} \quad (1)$$

$A$  – průměrná OAR ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ) stanovená pomocí jedné ionizační komory RM200 a elektretu RME-1 (pomocná veličina)

$U_P$  - počáteční napětí elektretu (V)

$U_K$  - konečné napětí elektretu (V)

$D_G$  - dávkový příkon záření gama ve vzduchu ( $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ )

$t_E$  - doba expozice detektoru (h)

$K_R$  - citlivost detektoru vztahovaná k jednotkové OAR ( $\text{V} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )

$K_G$  - citlivost detektoru vztahovaná k dávkovému příkonu záření gama ve vzduchu ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \mu\text{Gy}^{-1} \cdot \text{h}$ )

Pro odhad velikosti nejistoty v určení pomocné veličiny  $A$  podle vztahu (1) použijeme nejistoty v určení parametrů  $K_R$ ,  $K_G$  a proměnných  $D_G$ ,  $U_P$ ,  $U_K$  a  $t_E$ . Nejistota v určení doby expozice  $t_E$  má zanedbatelný vliv na nejistotu pomocné veličiny  $A$ . Podobně čtecí chyba elektrometru pro určení  $U_P$ ,  $U_K$  (tj.  $\Delta U_P = \Delta U_K = \pm 1$  V) má pro rozsah pracovních napětí detektorů RME-1 (150 až 850 V) nepatrný vliv na výslednou nejistotu veličiny  $A$ . Podle zákona šíření nejistot bude pro výslednou nejistotu pomocné veličiny  $A$  platit vztah:

$$u_A = \frac{\partial A}{A} = \left( u_{K_R}^2 + \frac{[u_{K_G}^2 + u_{D_G}^2] \cdot F(D_G)}{A^2} \right)^{-0.5} \quad (2)$$

$$u_{K_R} = \frac{\partial K_R}{K_R} \quad (\sigma_K = 0,075 \text{ pro RM-200(A)}, \sigma_K = 0,047 \text{ pro RM-1000})$$

$$u_{K_G} = \frac{\partial K_G}{K_G} \quad (\sigma_G = 0,102 \text{ pro RM-200}, \sigma_G = 0,114 \text{ pro RM-200(A)}, \sigma_G = 0,064 \text{ pro RM-1000})$$

$$u_{D_G} = \frac{\partial D_G}{D_G} \quad (\text{tento parametr závisí na kvalitě použitého radiometru, dále uvažujeme relativní chybu } 6 \%)$$

$$F(D_G) = (K_G \cdot D_G)^2 \cdot \left(1 + \frac{C}{U_P + U_K}\right)^{-2} \quad (C = 180 \text{ u ionizační komory typu RM-200(A)}, C = 298 \text{ u RM-1000})$$

**Pro výše uvedené detekční parametry a relativní chybu měření dávkového příkonu záření gama ve vzduchu 6 % je celková kombinovaná relativní chyba stanovení OAR pomocí systému elektretové dozimetrie RM-1 na úrovni 8 %.**

#### **Několik důsledků vyplývajících z výrazu (1) :**

1. Z výrazu (1) vyplývá, že pomocná hodnota  $A$  závisí na počátečním napětí elektretu  $U_P$  i konečném napětí  $U_K$  a nikoliv na prosté diferenci počátečního a konečného napětí ( $U_P - U_K$ ).
2. Pro případ dlouhodobé expozice detektorů nebo při realizaci měření v prostředí s vysokou OAR, případně s vysokým dávkovým příkonem záření  $\gamma$ , dochází k velkému poklesu napětí elektretu, případně jeho úplnému vybití. V takovém případě



je možné hodnotu pomocné veličiny  $A$  interpretovat pouze jako dolní odhad skutečné průměrné OAR, to znamená, že výsledkem měření bude výrok, že průměrná OAR na měřicím místě je vyšší, než vypočtená hodnota. Obsluha proto musí zvažovat dobu expozice v souvislosti s počátečním napětím exponovaných elektretů. Seriózním parametrem, který určuje rozsah měřených průměrných OAR proto je časový integrál objemové aktivity radonu ( $I_E$ ).

$$I_E = \int_{t=0}^t C_V(t) \cdot dt \quad (\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}) \quad (3)$$

kde  $C_V(t)$  je objemová aktivita radonu v čase  $t$  v průběhu expozice.

3. Časový integrál expozice pro plně nabitý elektret ( $U_P=850$  V;  $U_K=150$  V;  $D_G=0,12 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ), elektret RME-1 s expoziční komůrkou RM-200(A) a vyhodnocovací zařízení EVR7 je  $I_E = 5,4 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ .

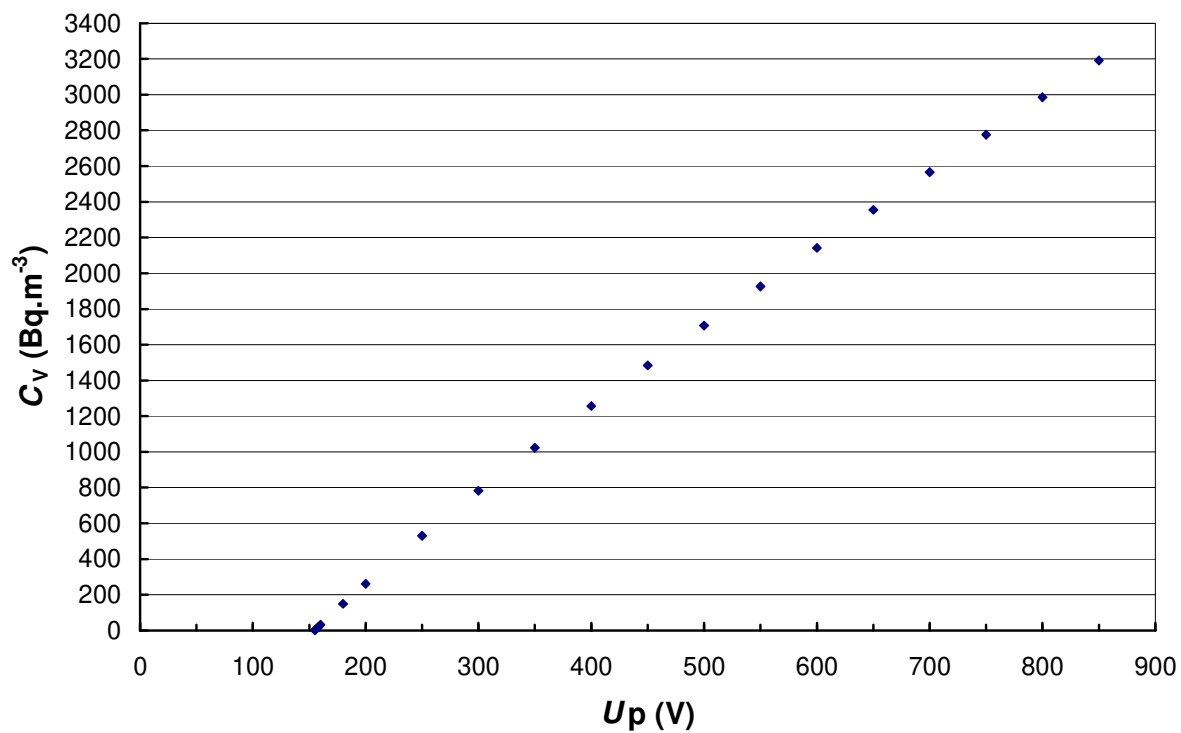
Odtud lze například odhadnout nejvyšší průměrnou OAR, kterou je možné stanovit při použití plně nabitého elektretu a pro dobu expozice 7 dní (168 hodin)

$$\bar{c}_A = \frac{I_E}{t_E} = 3192 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3} \quad (4)$$

#### Ovlivňující faktory měření OAR pomocí elektretových ionizačních komor:

- Vliv teploty a atmosférického tlaku vzduchu – pro teplotní a tlakový rozsah 5 °C až 55 °C, respektive 920 až 1 020 hPa, je relativní standardní nejistota měření menší než 0,1 %. Za jiných teplotních nebo tlakových podmínek je nezbytné zavedení opravného faktoru  $k_{TP}$  zohledňujícího změnu hustoty vzduchu vzhledem k referenčním expozičním podmínkám ( $T = 20$  °C,  $p = 101,325$  kPa).
- Vliv relativní vlhkosti vzduchu – pro rozsah relativní vlhkosti 20 % až 70 % za běžných provozních teplot je změna odezvy ionizační komory menší než 0,1 %.

**Obrázek 1.** Nejvyšší stanovitelná průměrná hodnota OAR v závislosti na počátečním napětí elektretu RME-1 (systém RM-1, vyhodnocovací zařízení EVR 7, ionizační komora RM200(A), konečné napětí  $U_K=150$  V, doba expozice 168 hodin, dávkový příkon záření gama ve vzduchu  $0,12 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ )



## 10. Příloha 2 - Variabilita OAR

Stanovovaná veličina OAR vykazuje v rámci jedné stavby výrazné časové a prostorové variace, které souvisí s variabilitou rychlosti přísunu radonu a intenzity výměny vzduchu v jednotlivých částech stavby. Časová a prostorová variabilita těchto klíčových charakteristik stavby je zapříčiněna krátkodobými a dlouhodobými změnami teplotního a tlakového gradientu mezi vnitřním a vnějším prostředím stavby. Zmíněné variace úzce souvisí především se změnou meteorologických podmínek v době měření a s uživatelským režimem stavby. Tyto skutečnosti jsou důležité pro správnou interpretaci výsledků měření a pro hodnocení ozáření osob ve stavbě. Pro zajištění objektivity a reprodukovatelnosti měření byl navržen specifický systém podmínek měření a výběru měřících míst zohledňující výše uvedené skutečnosti.

### Prostorová variabilita

V případě neobývané stavby, prostorová variabilita OAR v jejím interiéru úzce souvisí především s jejím stavebně technickým stavem (umístění stavby v terénu, její vnitřní uspořádání, těsnost obvodového pláště stavby, kvalita provedení protiradonových opatření). Uvedené technické parametry stavby ovlivňují rychlost přísunu radonu a násobnost výměny vzduchu v jednotlivých částech budovy.

Pro obývanou budovu je prostorová variabilita OAR mimo výše uvedené skutečnosti významně ovlivněna způsobem jejího užívání.

Měření v reálných stavbách byla v několika případech zjištěna nehomogenita OAR v rámci jedné místnosti. Na základě výsledků analýzy velkého množství experimentálních dat získaných při kontinuálním monitorování OAR v interiérech staveb různého stáří a stavebně technického stavu bylo zjištěno, že významný gradient OAR lze očekávat v případech, kdy v místnosti vzniká silná lokální nehomogenita tlakového pole (například v důsledku provozu vzduchotechnického zařízení) nebo se v místnosti nachází masivní lokalizovaný zdroj radonu.

Výběr měřících míst (5.1.2) respektuje obecné zákonitosti distribuce OAR v interiéru stavby v rámci individuálních tlakových zón (místnosti, ucelené části stavby).

### Časová variabilita

OAR v interiéru staveb není v průběhu času konstantní a vykazuje i významnou prostorovou variabilitu mezi jednotlivými místnostmi. Okamžitá hodnota OAR ve vnitřním ovzduší budovy je výsledkem tří konkurujících jevů, rychlosti přísunu radonu, intenzity větrání a radioaktivní přeměny radonu. Běžné hodnoty výměny vzduchu v budovách se pohybují v rozsahu od 0.03 do 3.0 h<sup>-1</sup>. Při těchto úrovních intenzity větrání můžeme při popisu dynamiky OAR v místnosti zanedbat proces radioaktivní přeměny radonu. Přeměnová konstanta radonu 2.1E-06 s<sup>-1</sup> reprezentuje přibližně 2.5% celkové hodnoty výměny vzduchu na úrovni 0.03 h<sup>-1</sup> (8.33E-06 s<sup>-1</sup>). Rychlost přísunu radonu (Bq.h<sup>-1</sup>) a násobnost výměny vzduchu (h<sup>-1</sup>) jsou primárně řízeny tlakovým rozdílem mezi vnitřním a vnějším prostředím stavby. Tlakový rozdíl je vyvolán kombinací účinku teplotní difference mezi vnějším a vnitřním ovzduším stavby (tzv. komínovým efektem), působením větru a provozem vzduchotechnických, klimatizačních a vytápěcích systémů. Komínový efekt je v podstatě objemový tok vzduchu v důsledku hydrostatické tlakové difference způsobené rozdílnou hustotou ve dvou sloupcích vzduchu o různé hustotě (teplotě). Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím výslednou úroveň OAR ve vnitřním prostředí staveb je způsob jejich užívání, především způsob a intenzita větrání a vytápění jednotlivých částí stavby.

Časové variace OAR můžeme rozdělit na dlouhodobé a krátkodobé a souvisí především se způsobem užívání jednotlivých částí stavby a také s klimatickými podmínkami v době měření. Dlouhodobé variace (řádově měsíční) souvisí zejména se změnami větrání a vytápění stavby a režimu jejího užívání v průběhu roku, v závislosti na vývoji počasí. Teplotní diference mezi vnějším a vnitřním ovzduším stavby a gradient tlakového pole v rámci interiéru stavby jsou parametry řídící přirozenou celkovou průvzdušnost obvodového pláště stavby, zahrnující netěsnost kontaktních stavebních konstrukcí. V důsledku vytápění staveb v zimním období dochází k významnému zvýšení podtlaku v úrovni kontaktních konstrukcí stavby (komínový efekt) a výsledkem jsou zvýšené hodnoty přísunu radonu do interiéru staveb a tím i vyšší hodnoty OAR. Typické hodnoty tlakové diference mezi vnější atmosférou a interiérem stavby se pro standardní dvoupodlažní rodinný dům vyskytují v rozmezí 2 až 5 Pa, měřené ve výšce 1 m nad podlahou prvního nadzemního podlaží. Hodnoty tlakové diference mezi vzduchem v podloží stavby a jejím interiérem se pro stejný typ stavby pohybují na úrovni 2 Pa. Kritickým faktorem bezprostředně ovlivňujícím tlakový rozdíl mezi vnitřním a vnějším prostředím stavby je provoz různých vzduchotechnických, klimatizačních a topných zařízení. Instalace podlahového vytápění ve stavebních konstrukcích v přímém kontaktu s podložím je jedním z nejkritičtějších technologických postupů ve vztahu k účinnosti protiradonových opatření. Časové změny teplot, rozdíly nočních a denních teplot v interiéru a ve vnějším ovzduší stavby a denní provozní režim stavby jsou hlavní příčinou krátkodobých variací OAR. Ve většině případů dosahují OAR maximálních hodnot v nočních hodinách, v závislosti na typu a charakteru stavby, přibližně od půlnoci do čtvrté hodiny ranní. Denní průběh OAR je vždy charakteristický pro danou stavbu a způsob jejího užívání. Jiným faktorem ovlivňujícím aktuální OAR v interiéru staveb jsou povětrnostní podmínky. Působení větru je příčinou krátkodobých změn v rozdělení tlakových polí v jednotlivých místnostech stavby. Při nárazech větru může tlaková diference mezi vnitřním ovzduším stavby a vnějším prostředím dosahovat úrovně až 20 Pa. Průměrné OAR v zimních měsících jsou obecně vyšší než průměrné OAR v letních měsících, vyskytují se však případy zcela opačného charakteru. S ohledem na výsledky analýzy poměrů letních a zimních průměrných hodnot OAR (střední hodnota  $0,81 \pm 0,31$ , medián 0,79) získané z několikaletých opakovaných měření týdenních průměrů v obytných místnostech 15 rodinných domů bylo rozhodnuto nezavádět žádný sezónní korekční faktor na přepočet výsledků měření realizovaných v různých ročních obdobích.

## 11. Příloha 3 - Pracovní list – popis stavby

### Číslo záznamu:

<b>Stavba - (rodinný dům, bytový dům, škola ...)</b>		
Adresa		
Katastrální území	č. parcely	
<b>Objednatel/ Stavebník</b> (kontaktní osoba, která organizuje (zadává) měření – jméno, kontakt (tel. / e-mail)		
<b>Charakteristiky a popis stavby</b>		
<b>Typ stavby:</b> Novostavba / užívaná stavba ( <i>datum započetí užívání</i> )		Rok vzniku stavby
Počet podlaží	Nadzemních	Podzemních
<b>Umístění stavby v terénu</b>		
Dispoziční náčrt všech podlaží s obytnými nebo pobytovými místnostmi je povinnou součástí dokumentace		
<b>Podsklepení</b> úplné/částečné ( <i>rozsah podsklepení je popsán, případně je zřejmý z dispozičních náčrtů</i> )		
<b>Spodní stavba</b> ( <i>propustná vrstva šterku/šterkopísku, pod stavbou je tepelně izolační násyp, obvodový základ je opatřen perimetrovou tepelnou izolací</i> )		
<b>Prvky snižující energetickou náročnost</b> ( <i>těsná okna – zasklení; zateplení obvodového pláště (ukončení pod úroveň terénu); zateplení střechy</i> )		
<b>Použitý stavební materiál</b> ( <i>kámen, cihla, železobeton, škvárobeton, bloky z lehčeného betonu, dutinové keramické tvarovky, dřevo (dřevostavba)...</i> )		
<b>Dodávaná voda</b> ( <i>veřejný vodovod/vlastní zdroj</i> )		
<b>Způsob větrání obytných prostor</b> ( <i>přirozené infiltrace okny (spárou mezi křídlem a rámem okna); okenními nebo stěnovými ventilačními štěrbinami; přívod vzduchu ventilačními štěrbinami, odvod vzduchu odsávacím ventilátorem v koupelnách, kuchyních atd.; lokální ventilační jednotky s rekuperací tepla; centrální nucená ventilace s rekuperací tepla</i> )		
<b>Způsob vytápění</b> ( <i>lokální na tuhá paliva; jiná lokální topidla (akumulační kamna, přímotopy atd.); ústřední vytápění; podlahové vytápění; teplovzdušné vytápění</i> )		

<b>Skutečnosti důležité z hlediska radiační ochrany (protiradonová opatření)</b>		
<i>Popis vzduchotechnického zařízení a režimu jeho provozu (je-li instalováno)</i>		
<i>Popis systému ochrany stavby proti pronikání radonu z podloží (pasivní – protiradonové izolace, aktivní prvky jsou-li instalovány); odchylky od standardního režimu.</i>		
<b>Měření</b>		
Výsledky předcházejících měření ( <i>zahrnuje i stanovení radonového indexu pozemku</i> )		
<b>Typ měření – stavba (obývaná / neobývaná)</b>		
<b>Expoziční podmínky</b>	uživatelské / kontrolované / referenční	
<b>Expoziční doba</b>	Začátek měření ( <i>datum/čas</i> )	
	Konec měření ( <i>datum/čas</i> )	
<b>Typ detekčního zařízení</b> ( <i>elektrety, kontinuální monitory, stopové detektory</i> )	<b>Sériové číslo přístroje</b>	<b>Číslo ověřovacího listu</b>
<b>Podmínky měření</b>		
<b>Klimatické podmínky</b> ( <i>teplota, relativní vlhkost vzduchu, výrazné kolísání atmosférického tlaku vzduchu, extrémní klimatické jevy, nárazy větru, srážky apod.</i> )	<b>Uživatelské zvyklosti</b> ( <i>počet osob užívajících stavbu, časové charakteristiky způsobu užívání</i> )	
<b>Klimatické podmínky uvnitř stavby</b> ( <i>teplota, relativní vlhkost vzduchu</i> )	<b>Opatření učiněná k regulaci ventilace a uživatelského režimu</b>  <i>Popis, způsob zajištění, kontrola, osoba spolupracující při zajištění těchto podmínek. Nález při kontrolách dodržení ventilačních podmínek při ukončení expozice.</i>	
<b>Identifikace měřiče</b>		
<b>Jméno</b>	<b>Podpis</b>	

## 12. Příloha 4 – Kontakty

Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Mgr. Marcela Berčíková

Oddělení radonového programu, vedoucí

Regionální centrum Ústí nad Labem, Habrovice 52, 403 40 Ústí nad Labem

tel. +420 417 662 720

e-mail [marcela.bercikova@sujb.cz](mailto:marcela.bercikova@sujb.cz)

Ing. Jaroslav Slovák

Oddělení radonového programu

Senovážné náměstí 9, 110 00 Praha 1

tel. +420 221 624 752

e-mail [jaroslav.slovak@sujb.cz](mailto:jaroslav.slovak@sujb.cz)

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

Mgr. Aleš Froňka, Ph.D.,

Odbor přírodních zdrojů, vedoucí

Bartoškova 14, 140 00 Praha 4

tel. +420 226 518 170

e-mail [ales.fronka@suro.cz](mailto:ales.fronka@suro.cz)

Ing. Ivana Fojtíková

Oddělení radonového průzkumu budov, vedoucí

Bartoškova 14, 140 00 Praha 4

tel. +420 226 518 168

e-mail [ivana.fojtikova@suro.cz](mailto:ivana.fojtikova@suro.cz)