

**Státní úřad
pro jadernou bezpečnost**

radiační ochrana

Doporučení

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

SÚJB
duben 2012

Předmluva

Radon ve stavbách způsobuje největší část průměrného ozáření obyvatel ze všech přírodních i umělých zdrojů ionizujícího záření. Epidemiologickými studiemi bylo prokázáno, že se vzrůstající koncentrací radonu a produktů jeho přeměny a úměrně k délce expozice radonu se zvyšuje pravděpodobnost onemocnění rakovinou plic. To platí i pro pobyt osob ve stavbách a v prostorách se zvýšenou koncentrací radonu a produktů jeho přeměny. Proto je přírodní ozáření ve stavbách v České republice regulováno a i v novém návrhu evropské direktivy je tomuto problému věnována náležitá pozornost. Na základě dlouholetých zkušeností byl vytvořen systém dostupných měření a následných opatření, jak je možné ozáření z radonu v domech účinně ovlivňovat.

Měření a hodnocení výskytu radonu a produktů přeměny radonu ve stavbách patří mezi služby významné z hlediska radiační ochrany a k jejich provádění je vyžadována zvláštní odborná způsobilost a povolení SÚJB. To je předpokladem pro zajištění dostatečné kvality měření a pro získání věrohodných výsledků, na základě kterých se mohou občané odpovědně rozhodovat o tom, v jakém prostředí chtějí bydlet a žít.

Nové Doporučení SÚJB reaguje na potřebu zvýšení kvality měření a správnosti měřených veličin. Předkládá ověřené postupy měření, standardní metody hodnocení a garantuje, za podmínky jeho dodržování, srovnatelnost výsledků v obdobných expozičních podmínkách. Vychází z nových poznatků získaných v rámci výzkumu i z praktických zkušeností a zohledňuje rostoucí nároky na kvalitu povolovaných činností.

Toto Doporučení nahrazuje doporučení SÚJB „Metodiky měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů ve stavbách, na stavebních pozemcích a ve stavebních materiálech a vodě“, vydané v září 1998, v části Metodika pro měření a hodnocení přírodního ozáření osob v pobytových prostorech staveb. Je určeno držitelům povolení SÚJB podle zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, § 9 odst. 1 písm. r) i všem, jichž se problematika přírodního ozáření ve stavbách osobně nebo pracovně týká. Bylo vytvořeno Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Státním ústavem radiační ochrany, v.v.i. a zohledňuje připomínky odborné veřejnosti.

Bude – li držitel povolení postupovat v souladu s touto metodikou, bude z pohledu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost splňovat požadavky radiační ochrany týkající se prováděné činnosti. Odborný přínos k uvedené činnosti je nadále vítán.

Státní úřad pro jadernou bezpečnost trvale hledá cesty ke zvyšování úrovně radiační ochrany v oblasti ozáření z radonu v domech. Předpokladem je kvalitní práce a spolupráce všech subjektů, které mohou toto ozáření ovlivnit, tedy měřících a stavebních firem, projektantů i správních orgánů. Zvýšení požadavků na kvalitu měření a hodnocení a sjednocení používaných postupů považujeme za oprávněný krok tímto směrem.

Ing. Karla Petrová
náměstkyně pro radiační ochranu

Obsah

1. Úvod	4
2. Účel metodiky	4
3. Veličiny, zkratky, definice	5
3.1 Veličiny	5
3.2 Zkratky	5
3.3 Definice	5
4. Legislativa	6
5. Postupy měření	7
5.1 Měření objemové aktivity radonu	7
5.1.1 Expoziční podmínky	7
5.1.1.1 Měření v obývaných stavbách	8
5.1.1.2 Měření v neobývaných stavbách	9
5.1.2 Výběr měřicích míst	10
5.1.3 Přístrojové vybavení	11
5.1.4 Vyjádření výsledků měření	11
5.2 Měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu	12
5.2.1 Způsob měření	12
5.2.2 Výběr měřicích míst	12
5.2.3 Přístrojové vybavení	12
5.2.4 Vyjádření výsledků měření	13
5.3 Měření teploty	13
5.4 Případy, na které se nevztahují postupy podle této metodiky	13
6. Hodnocení výsledků	13
6.1 Zásady hodnocení	13
6.1.1 Způsob hodnocení výsledků měření objemové aktivity radonu	14
6.1.2 Vyhodnocení měření maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu	15
6.2 Překročení směrných a mezních hodnot – interpretace	15
7. Zpracování výsledků měření	15
7.1 Protokol	15
7.1.1 Příklady hodnocení	17
7.1.2 Závěr protokolu	19
7.2 Dokumentace potřebná pro zpracování výsledků měření	19
8. Související dokumenty	20
9. Přílohy	22
Příloha č. 1 Podklady pro odhady nejistoty měření a výsledku	22
Příloha č. 2 Optimalizace	27
Příloha č. 3 Radonový program ČR	29
Příloha č. 4 Kontakty	31

1. Úvod

Cílem tohoto doporučení je specifikovat postupy pro měření a hodnocení ozáření osob z radonu a dalších přírodních radionuklidů ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, především ve stavbách určených pro bydlení a pro dlouhodobý pobyt osob. Doporučení vychází z potřeby regulovat ozáření z přírodních zdrojů, které převyšuje stanovené směrné hodnoty, na základě poznatků o zdravotním riziku spojeném s přítomností zvýšené koncentrace radonu v budovách. Regulace musí vycházet ze znalosti úrovně ozáření ve stavbách, založené na výsledcích měření provedených způsobem, který poskytne věrohodné a srovnatelné podklady pro hodnocení. Měření a hodnocení úrovně přírodního ozáření doporučuje SÚJB provádět jak v nových stavbách, tak všude tam, kde vzniká pochybnost o tom, zda je stavba dostatečně chráněna proti pronikání radonu. Metodika se snaží obsáhnout široké spektrum situací, které mohou z hlediska podmínek měření nastat, a uvádí způsoby hodnocení výsledků s ohledem na jejich vypovídací schopnost. Je určena zejména držitelům povolení SÚJB, kteří poskytují službu měření a hodnocení ozáření z přírodních radionuklidů ve stavbách, a odborné veřejnosti, která se touto problematikou zabývá. Nahrazuje doporučení SÚJB pro danou oblast činnosti vydané v září 1998 a jeho dodatky.

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. 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 pro hodnocení staveb, které vycházejí ze stanovení zdrojů a přístupových cest radonu, ventilace a dalších nezbytných parametrů.

Metodika stanoví postupy pro

1) **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 § 6 odst. 5 zákona, pro hodnocení účinnosti zásahu, pro oceňování nemovitostí, pro návrhy opatření při rekonstrukci, pro žádost o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření, apod.,

2) **posuzování úrovně přírodní radioaktivity v neobývaných stavbách**, jako podklad pro hodnocení ozáření osob, které slouží pro posouzení účinnosti preventivních protiradonových opatření, jako podklad pro stavební řízení (např. při započetí užívání nebo při změně stavby), pro oceňování nemovitostí, apod.

Odlišný postup pro hodnocení ozáření osob v obývaných stavbách a pro posuzování úrovně přírodní radioaktivity v neobývaných stavbách je zavedený proto, že objemová aktivita radonu 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.

Pokud okolnosti vyžadují upravit nebo změnit doporučené 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.

Postupy uvedené v tomto doporučení se nevztahují na stanovení roční efektivní dávky pracovníků na pracovištích se zvýšeným rizikem přírodního ozáření. Pro měření na takových pracovištích bylo vydáno samostatné doporučení SÚJB.

3. Veličiny, zkratky, definice

3.1 Veličiny

Průměrná objemová aktivita radonu (průměrná OAR)

Časový průměr objemové aktivity radonu za dobu měření na měřicím místě za určených expozičních podmínek, vyjádřený v Bq/m³

Nejmenší detekovatelná objemová aktivita radonu (MDA)

Nejmenší objemová aktivita radonu, která je danou měřicí metodou spolehlivě detekovatelná nejméně na hladině spolehlivosti 95 %

Dávkový příkon záření gama (D)

Přírůstek hodnoty dávky záření gama ve vzduchu za interval času, vyjádřený v μGy/hod

Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE)

Přírůstek hodnoty dávky záření gama ve vzduchu za interval času, násobený jakostním činitelem Q, vyjádřený v μSv/hod

Roční efektivní dávka (E)

Veličina, která charakterizuje celkové vnější i vnitřní ozáření jednotlivce z příslušného zdroje/zdrojů, vyjádřená v mSv/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

Vyhláška – vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.

Zákon – zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

3.3 Definice

Směrná hodnota

Ukazatel nebo kritérium pro posouzení úrovně radiační ochrany, které se použije v případě, kdy nejsou dostupné podrobné údaje o vykonávané činnosti vedoucí k ozáření nebo o prováděném zásahu, které by umožnily zhodnotit optimalizaci radiační ochrany pro jednotlivý případ.

Mezní hodnota

Ukazatel nebo kritérium pro regulaci nepřijatelného ozáření z přírodních zdrojů.

Stavba

Pro účely doporučení se za stavbu považuje objekt s obytnými a/nebo pobytovými místnostmi, určený především pro bydlení nebo pobyt osob.

Obývaná stavba

Pro účely doporučení se za obývanou považuje stavba, která je užívaná obvyklým způsobem, odpovídajícím jejímu účelu (bydlení, pobyt osob).

Neobývaná stavba

Pro účely doporučení se za neobývanou považuje stavba, ve které nejméně po dobu měření nepobývají osoby ani není užívána jiným způsobem.

4. Legislativa

Povinnosti vlastníkům staveb stanoví **zákon č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů (atomový zákon), v § 6 odst. 5.**

§ 6 odst. 5

Ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, u kterých úroveň ozáření z přírodních radionuklidů ve vnitřním ovzduší je vyšší než prováděcím právním předpisem stanovené směrné hodnoty a toto ozáření lze snížit takovým zásahem, s nímž spojené očekávané snížení zdravotní újmy je dostatečné k odůvodnění škod a nákladů spojených se zásahem, je vlastník budovy povinen usilovat o jeho snížení na úroveň, jakou lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. Přesahuje-li úroveň ozáření prováděcím právním předpisem stanovené mezní hodnoty, stavební úřad nařídí provedení nezbytných úprav na stavbě z důvodů závažného ohrožení zdraví, je-li to ve veřejném zájmu. O překročení směrných nebo mezních hodnot a o provedených zásazích musí vlastník budovy informovat nájemce.

Požadavky na úroveň přírodního ozáření ve vnitřním ovzduší staveb s obytnými nebo pobytovými prostory vychází ze směrných a mezních hodnot objemové aktivity radonu a příkonu fotonového dávkového ekvivalentu, které jsou stanoveny v **§ 95 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.**

Překročení směrných hodnot nebrání užívání stavby, indikuje však stav, který podle současných vědeckých poznatků přináší zvýšené riziko zdravotních následků.

§ 95

(1) Směrné hodnoty pro rozhodování o tom, zda má být ve zkolaudovaných stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi proveden zásah ke snížení stávajícího ozáření z přírodních radionuklidů, jsou

- a) 400 Bq/m³ pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti; tato hodnota se vztahuje na průměrnou hodnotu při výměně vzduchu obvyklé při užívání,*
- b) 1 μSv/h pro maximální příkon fotonového dávkového ekvivalentu v obytné nebo pobytové místnosti.*

(2) Zásahem ke snížení stávajícího ozáření podle odstavce (1) se rozumí zejména úprava užívání místnosti, úprava výměny vzduchu, provedení stavebních úprav nebo jiné vhodné opatření. Nejsou-li pro optimalizační analýzu zásahu známa data lépe odpovídající dané situaci, počítá se, že při snížení objemové aktivity radonu o 100 Bq/m³ v místnosti a při ročním pobytu osoby v tomto prostředí po dobu 7000 hodin dojde k odvrácení efektivní dávky pro 1 osobu přibližně o 2 mSv ročně; pro výpočet peněžního ekvivalentu zdravotní újmy se použije hodnota podle § 17 odst. 3 písm. e).

(3) Mezní hodnoty pro ozáření z přírodních radionuklidů ve zkolaudovaných stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi jsou

- a) 4000 Bq/m³ pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti; tato hodnota se vztahuje na průměrnou hodnotu při výměně vzduchu obvyklé při užívání,*
- b) 10 μSv/h pro maximální příkon fotonového dávkového ekvivalentu v obytné nebo pobytové místnosti.*

(4) Směrné hodnoty pro rozhodování o tom, zda mají být v projektovaných a stavěných budovách s obytnými nebo pobytovými místnostmi připravována a prováděna opatření proti pronikání radonu z podloží, stavebních materiálů a dodávané vody a proti zevnímu ozáření gama záření ze stavebních materiálů, jsou

- a) 200 Bq/m^3 pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti; tato hodnota se vztahuje na průměrnou hodnotu při výměně vzduchu obvyklé při užívání,
- b) $0,5 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ pro maximální příkon fotonového dávkového ekvivalentu v obytné nebo pobytové místnosti.

(5) Při měření a hodnocení, zda jsou překročeny uvedené směrné nebo mezní hodnoty, se postupuje podle metodik uvedených v programu zabezpečování jakosti posouzených Úřadem v rámci vydávání příslušného povolení podle § 9 odst. 1 písm. r) zákona.

Podle **§ 59 odst. 1 písm. e) vyhlášky** je měření a hodnocení ozáření z přírodních radionuklidů, včetně měření a hodnocení výskytu radonu a produktů přeměny radonu ve stavbách pro účely podle § 6 odst. 5 zákona, službou významnou z hlediska radiační ochrany a k jejímu provádění je nutné podle § 9 odst. 1 písmeno r) zákona povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Seznam subjektů s povolením SÚJB je zveřejněn na webových stránkách SÚJB www.sujb.cz.

5. Postupy měření

Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů zahrnuje:

- 1) Měření objemové aktivity radonu
- 2) Měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu
- 3) Pomocná měření – kontinuální měření teploty pro kontrolu expozičních podmínek, kontinuální měření objemové aktivity radonu, měření dávkového příkonu záření gama pro korekce výpočtu při měření pomocí elektretových detektorů, měření venkovní teploty

Před zahájením měření musí být provedena prohlídka stavby, jejímž účelem je zjistit a popsat stavebně technické podmínky měření. Popis stavby je součástí protokolu o měření.

5.1 Měření objemové aktivity radonu

Rozhodující vliv na výsledky měření objemové aktivity radonu 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

Ozáření osob ve stavbách závisí především na způsobu využití stavby a uživatelských zvyklostech jejích obyvatel a uživatelů. Režim užívání stavby a uživatelské zvyklosti jsou podmínky velmi silně proměnné a ovlivnitelné, které rozhodujícím způsobem ovlivňují míru ozáření osob ve stavbě.

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

Tabulka č. 1: Typy měření a hodnocení ozáření osob ve stavbách v závislosti na způsobu užívání stavby

Parametry měření	Obývané stavby		Neobývané stavby
Délka měření	Dlouhodobé	Krátkodobé	Krátkodobé
Expoziční podmínky	<u>Uživatelské</u>	<u>Kontrolované</u>	<u>Referenční</u>
Místo pro kontrolu exp. podmínek	Ne	Ano, mimo topné období	Ano, mimo topné období nebo pokud není stavba vytápěná
Měřicí technika	Stopové detektory, elektrety	Elektrety, kontinuální monitor, záznam teploty	Elektrety, kontinuální monitor, záznam teploty

5.1.1.1 Měření v obývaných stavbách

Měření probíhá při užívání stavby a mělo by postihnout časové variace OAR způsobované sezónními variacemi, topným obdobím, krátkodobými změnami počasí, denními a týdenními cykly, případným krátkodobým narušením ventilačních poměrů, nepravidelností 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 30 dní), musí být dodržován takový režim ventilace, aby nemohlo dojít k podhodnocení výsledků měření – kontrolované expoziční podmínky.

Za nastavení ventilačního režimu stavby v době měření je odpovědný měřič a za dodržování režimu ventilace je odpovědný 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 ventilačního režimu vedoucí ke snížení nebo zvýšení ventilace nebo změnou počtu osob pobývajících v době měření ve stavbě apod.). Vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podloží jsou zapnuty v běžném provozním režimu. Měření je minimálně dvoutměsíční.

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:

- Prvním krokem je informativní měření prováděné za rozumně konzervativních podmínek. Toto měření slouží jako odhad (zpravidla horní) OAR ve stavbě.
- Pokud je zjištěna hodnota vyšší než směrná hodnota OAR, je druhým krokem dlouhodobé měření za uživatelských expozičních podmínek.

Užívání stavby se po dobu krátkodobého měření upraví takto:

- uživatelé dbají na zavírání vnějších a vnitřních dveří,
- ventilace se omezuje proti běžnému užívání stavby,
- vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podloží jsou zapnuty v běžném provozním režimu,
- teplotní režim stavby se upraví tak, aby teplota ve vnitřním ovzduší stavby byla alespoň po dobu 10 hodin v každém měřicím dni minimálně o 5 °C vyšší než teplota ve vnějším ovzduší. Tato podmínka se pokládá za běžných klimatických podmínek za automaticky splněnou v období září až květen.

V letním období se doporučuje krátkodobá měření v užívaných stavbách neprovádět. Pokud je nutné měření v tomto období provést, 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 vně stavby se stanovuje přímým měřením. Alternativním postupem je vytápění objektu tak, aby vnitřní teplota v interiéru stavby neklesla pod hodnotu 25 °C, a kontrola pomocí záznamu teploty.

Zvláštní pozornost vyžadují stavby, které jsou vybaveny vzduchotechnickými, případně klimatizačními zařízeními nebo aktivními 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, některá zdravotnická zařízení, kulturní zařízení, obchodní prostory a podobně. Integrální měření v takto vybavených stavbách za uživatelských i kontrolovaných podmínek poskytuje obvykle konzervativní výsledky. Pokud není na jejich základě možné rozhodnout o překročení směrné hodnoty, je třeba provést měření OAR v době pobytu osob při využití kontinuálních monitorů radonu a při hodnocení ozáření osob vycházet z těchto výsledků. 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 cyklu, celková doba monitorování musí pokrývat alespoň jeden tento cyklus a celková doba měření OAR nesmí být kratší než 40 hodin.

5.1.1.2 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 směrných hodnot pro objemovou aktivitu radonu, stanovených vyhláškou. Nepřekročení směrných hodnot za referenčních podmínek minimalizuje pravděpodobnost jejich překročení za podmínek užívání stavby. Za nastavení referenčních expozičních podmínek zodpovídá subjekt, který měření provádí. Měření se skládá z postupných kroků:

- Prvním krokem je informativní měření prováděné za referenčních expozičních podmínek. Toto měření slouží jako odhad (zpravidla horní) OAR ve stavbě.
- Pokud je zjištěna hodnota vyšší než směrná hodnota 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 0,3 hod⁻¹). Pokud nelze takové podmínky ve stavbě zajistit, není možné výsledky měření porovnávat se směrnými hodnotami OAR stanovenými vyhláškou.

Referenční podmínky měření se nastaví takto:

- ventilace se nastaví tak, aby odpovídala požadavkům na referenční podmínky měření,

- vzduchotechnická a klimatizační zařízení a aktivní systémy pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podlaží jsou zapnuty v běžném provozním režimu,
- doporučený teplotní režim stavby je stejný jako u obývaných staveb - teplota uvnitř je alespoň po dobu 10 hodin v každém dni nejméně o 5 °C vyšší než venku. Pokud je možné stavbu vytápět, tato podmínka se pokládá za běžných klimatických podmínek za splněnou v období září až květen. 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 měřících míst označeném jako **měřící místo pro kontrolu expozičních podmínek** pořizovat záznam časového průběhu teploty. Teplota vně stavby se stanovuje přímým měřením. Dodržení doporučeného teplotního režimu je možné zajistit také vytápěním objektu tak, aby vnitřní teplota v interiéru stavby neklesla pod hodnotu 25 °C, a kontrolou pomocí záznamu teploty.

5.1.2 Výběr měřících míst

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

Byty v rodinných a bytových domech

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

- všechny obytné místnosti a kuchyně v bytových jednotkách (vyhláška č. 268/2009 Sb.) v prvním obývaném podlaží; pokud nejsou jednotlivé místnosti odděleny dveřmi a tvoří jeden prostor, považuje se za jedno měřící místo každých započatých 50 m² podlahové plochy,
- alespoň jedna třetina obytných a pobytových místností v dalším obývaném podlaží,
- všechny místnosti bez ohledu na podlaží, pro které existuje podezření z 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 půdoryse, jejichž podzemní podlaží nekomunikuje s obytným podlažím nebo kde je první nadzemní podlaží neobývané, je měřícím místem nejméně jedna čtvrtina ze všech obytných a pobytových místností v prvním obývaném podlaží. V případě měření a hodnocení prováděných ve stavbách o velkém půdorysu se měřící místa rovnoměrně rozmísťují po celém půdorysu stavby.

Budovy s pobytovými místnostmi nebytového charakteru

Měřícími místy jsou všechny pobytové místnosti v prvním užívaném podlaží. V místnostech o velké plošné výměře se za měřící místo považuje každých započatých 500 m² podlahové plochy. Měřícím 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 měřících míst ve vyšších podlažích rozhoduje osoba provádějící měření s cílem nepodcenit ozáření osob pobývajících ve stavbě.

Měřící místo pro kontrolu expozičních podmínek

Jako měřící 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 kontaktu s podlažím.

Změna stavby

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

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. 462/2005 Sb., § 3 odst. 1 písm. a) nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 3 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 § 3 odst. 1 písm. b) nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 3 odst. 2 uvedené vyhlášky jsou měřicími místy všechny pobytové místnosti v době pobytu dětí a mládeže. Pro účely žádosti o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření podle vyhlášky č. 462/2005 Sb., § 3 odst. 1 písm. c) nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření podle § 3 odst. 2 uvedené vyhlášky, jsou měřicími místy všechny pobytové místnosti.

5.1.3 Přístrojové vybavení

Měřidla objemové aktivity radonu jsou podle vyhlášky č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, bod 8.4 přílohy, stanovenými měřidly a podléhají metrologickému ověření podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.

Pro dlouhodobá měření (2 měsíce až 1 rok) se používají integrální detektory, které umožňují měření časového integrálu objemové aktivity radonu a následný výpočet průměrné objemové aktivity radonu. 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 objemové aktivity radonu. Minimální doba měření je 168 hodin v objektech pro bydlení a 40 hodin v objektech 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 objemové aktivitě radonu byl korigován na citlivost expozičních komůrek na záření gama tak, že do výpočetní rovnice se použije hodnota dávkového příkonu záření gama, naměřená v místě expozice. 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 dle návodu k použití přístroje.

Měřidla objemové aktivity radonu se umísťují do místnosti označené jako měřící místo. Detektory nebo měřidla se v měřících místech neumísťují na osluněná místa, místa v blízkosti tepelných zdrojů, 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. Výška umístění nad podlahou nepředstavuje kritický parametr, obvykle se používají běžné odkládací plochy nebo horní plochy nábytku.

5.1.4 Vyjádření výsledků měření

Jako výsledek měření se pro každou měřenou místnost uvede zjištěný časový průměr (aritmetický) objemové aktivity radonu v Bq/m³ zaokrouhlený na celé číslo. Pokud je pro měření objemové aktivity radonu použit kontinuální monitor, stanoví se průměrná objemová aktivita radonu jako aritmetický průměr hodnot změřených v době měření. Pokud je na daném měřícím místě (v místnosti) provedeno více měření, přiřazují se výsledky stanovení průměrných objemových aktivit popsáním expozičním podmínkám. Jsou-li expoziční podmínky různých měření srovnatelné, je možné průměrnou objemovou aktivitu radonu vyjádřit jako aritmetický průměr výsledků těchto měření.

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

Hodnocení nejistot měření je uvedeno v Příloze č. 1

5.2. Měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu

Příkon fotonového 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 objemové aktivity radonu. Úroveň zevního ozáření není ovlivňována způsobem užívání stavby.

Pokud se provádí měření objemové aktivity radonu ve stavbách, k jejichž výstavbě bylo vydáno stavební povolení do 28. února 1991, pouze pro účely žádosti o poskytnutí státní dotace na protiradonová ozdravná opatření podle vyhlášky č. 462/2005 Sb., § 3 nebo pro posouzení účinnosti již realizovaných opatření, stanovení příkonu fotonového dávkového ekvivalentu se nevyžaduje.

5.2.1 Způsob měření

Pro hodnocení maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu ve vztahu ke směrným hodnotám stanoveným 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 fotonového dávkového ekvivalentu nebo dávkový příkon záření gama v blízkosti stěn a vyhledá se tak místo s nejvyšší hodnotou. Rychlost postupu je třeba volit s ohledem na integrační dobu přístroje. Do protokolu se uvádí nejvyšší nalezená hodnota dávkového příkonu záření gama 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 plánu i místo/místa měření. Pokud přístroj měří dávkový příkon záření gama, je třeba použít k výpočtu příkonu fotonového dávkového ekvivalentu přepočítávací faktor. Pokud není v návodu k použití přístroje uvedeno jinak, používá se přepočítávací faktor roven 1.

5.2.2 Výběr měřících míst

Stanovení maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu se provádí v každé místnosti, která byla vybrána jako měřící místo pro měření objemové aktivity radonu.

5.2.3 Přístrojové vybavení

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

- příkon fotonového dávkového ekvivalentu,
- dávkový příkon.

Dolní hranice měřícího rozsahu přístrojů je nejvýše 0,1 $\mu\text{Gy/h}$, respektive 0,1 $\mu\text{Sv/h}$. Přístroje pro stanovení příkonu fotonového dávkového ekvivalentu ani dávkového příkonu záření gama pro účely této metodiky nejsou stanovenými měřidly. Jejich uživatelé však zodpovídají za správnost a přesnost měření, kterou musí pravidelně zajistit jeho validací, např. porovnáním s ověřeným měřidlem.

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 fotonového dávkového ekvivalentu zjištěný pro každé měřící 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 měřícím místě pro kontrolu expozičních podmínek je časový záznam, který dokumentuje změny expozičních podmínek související s výraznými povětrnostními jevy a aktivitami 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 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ s nejistotou měření nejvýše $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Záznamový teploměr není pro účely dokumentování expozičních podmínek stanoveným měřidlem.

5.4 Případy, na které se nevztahují postupy podle této metodiky

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

- 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,
- nejsou dokončeny podlahové konstrukce,
- není plně funkční protiradonové opatření (aktivní prvky nejsou plně provozuschopné, není dokončeno odvětrávací potrubí),
- ve stavbě probíhají stavební, instalační a další činnosti, které neumožňují dodržení požadovaných expozičních podmínek,
- došlo k mimořádnému zásahu do celistvosti stavby nebo režimu jejího užívání např. v důsledku extrémních povětrnostních podmínek, havárií, nepředvídaných aktivit apod.

6. Hodnocení výsledků

6.1 Zásady hodnocení

Hodnocení ozáření osob ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi se provádí na základě výsledků měření veličin průměrné objemové aktivity radonu a maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu.

Hodnocení se provádí porovnáním výsledků se směrnými a mezními hodnotami uvedenými v § 95 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb., odst. 1 a 3 – všechny stávající, zkolaudované stavby, obývané i neobývané, odst. 4 – nové stavby, obývané i neobývané, kde ještě nebylo započato s užíváním dle § 119 zákona č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Výběr měřících míst podle bodu 5.1.2. je podřízen požadavku, aby nedošlo k podcenění průměrných objemových aktivit radonu. 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, sklepích a podobně), výsledky měření se neporovnávají se směrnými hodnotami 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 objemové aktivity radonu

Výsledky měření objemové aktivity radonu je třeba hodnotit nejen vzhledem k příslušné směrné hodnotě dle § 95 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 uživatelských podmínek

- **Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná směrná hodnota OAR**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání – ve stavbě není pravděpodobně překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

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

- * Pokud by změna mohla vést k podhodnocení rizika, nelze rozhodnout o překročení směrné hodnoty OAR a doporučuje se měření opakovat za podmínek běžného užívání.
- * Pokud byly skutečné podmínky měření konzervativnější než podmínky běžného užívání, ve stavbě u není zřejmě za podmínek běžného užívání překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

- **Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než příslušná směrná hodnota OAR**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly běžnému užívání - ve stavbě je překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

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

- * Pokud byly skutečné podmínky měření konzervativnější než podmínky běžného užívání, nelze rozhodnout o překročení směrné hodnoty a doporučuje se měření opakovat za podmínek běžného užívání.
- * Pokud bylo v době měření větrání v objektu větší, než odpovídá podmínkám běžného užívání., je pravděpodobně za podmínek běžného užívání ve stavbě překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

Měření za kontrolovaných a referenčních podmínek

- **Naměřené hodnoty OAR ve všech obytných nebo pobytových místnostech jsou nižší než příslušná směrná hodnota OAR**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo) – ve stavbě není pravděpodobně za podmínek běžného užívání překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

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

- * Pokud změna podmínek mohla vést k podhodnocení rizika, o překročení směrné hodnoty nelze rozhodnout a doporučuje se měření opakovat.

* Pokud byly skutečné podmínky měření konzervativnější než dohodnuté kontrolované/referenční podmínky, v objektu není za podmínek běžného užívání pravděpodobně překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

- **Naměřená hodnota OAR v některé obytné nebo pobytové místnosti je vyšší než příslušná směrná hodnota OAR**

A) Podmínky po celou dobu měření odpovídaly dohodnutým kontrolovaným/referenčním podmínkám (je doloženo) - pro rozhodnutí o překročení směrné hodnoty je třeba provést dlouhodobé měření za užitelských podmínek nebo podrobnější šetření.

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

* Pokud byly skutečné podmínky měření konzervativnější než dohodnuté kontrolované/referenční podmínky, o překročení směrné hodnoty nelze rozhodnout a je třeba provést dlouhodobé měření za užitelských podmínek nebo podrobnější šetření.

* Pokud bylo v době měření větrání v objektu větší, než odpovídá kontrolovaným/referenčním podmínkám, v objektu je/bude pravděpodobně i za podmínek běžného užívání překročena směrná hodnota OAR stanovená vyhláškou.

Podobný postup hodnocení se použije i v případě, že naměřené hodnoty OAR indikují možnost překročení mezních hodnot podle § 95 odst. 3 vyhlášky.

6.1.2 Vyhodnocení měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu

Maximální hodnoty příkonu fotonového dávkového ekvivalentu se porovnají s příslušnými směrnými, případně mezními hodnotami uvedenými v § 95 odst. 1, 3 a 4 vyhlášky pro každé měřící místo a konstatuje se jejich překročení či nepřekročení bez ohledu na podmínky měření.

6.2 Překročení směrných a mezních hodnot - interpretace

Překročení směrných hodnot nebrání užívání stavby pro bydlení nebo pobyt osob, v zájmu uživatele stavby je však zvážit možnosti provedení opatření ke snížení přírodního ozáření. Podle zákona je vlastník budovy povinen usilovat o snížení ozáření na úroveň, jakou lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. Proces hodnocení, zda jsou zásahy ke snížení přírodního ozáření odůvodněné, se nazývá optimalizace radiační ochrany. Podklady pro úvahy o provedení zásahu jsou uvedeny v Příloze č. 2.

Překročení mezních hodnot indikuje, že stavba by neměla být užívána pro bydlení a pobyt osob. Pobyt v takové stavbě znamená nepřijatelné riziko a zásah je v tomto případě vždy zdůvodněný. U budov ve veřejném zájmu řeší takové případy stavební úřady.

Překročení směrné hodnoty příkonu fotonového dávkového ekvivalentu indikuje použití stavebního materiálu se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů. Takové zjištění vyžaduje podrobné došetření.

7. Zpracování výsledků měření

7.1 Protokol

O výsledku měření a hodnocení přírodního ozáření provedeného podle této metodiky se pořizuje protokol. Je zpracován na základě prohlídky objektu, informací majitele objektu a/nebo jeho uživatelů, podkladů předaných objednatelem měření nebo získaných měřícím 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 archivují dle § 86 vyhlášky po dobu nejméně 10 let. Protokol musí mít náležitosti vzorového protokolu o měření podle přílohy č. 15 vyhlášky a musí obsahovat (včetně příloh) alespoň tyto údaje:

1. Číslo protokolu

2. **Identifikace 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

3. **Charakteristika měření a účel, ke kterému je měření požadováno** (např. pro stavební řízení, pro započítání užívání stavby, změnu dokončené stavby (nástavba, přístavba, stavební úprava), změnu v užívání stavby, posouzení stavby pro získání hypotečního úvěru, v souvislosti s prodejem, pro informaci majiteli a podobně)

4. **Identifikace fyzické osoby která provedla měření**

5. **Časové údaje týkající se měření** – zahájení, ukončení

6. **Identifikace objednatele měření** (u fyzické osoby jméno, příjmení a trvalý pobyt nebo místo podnikání, u právnické osoby název nebo obchodní firma a její sídlo)

7. Specifikace místa a podmínek měření

Kompletní adresa měřené stavby. Pokud není přiděleno popisné číslo, uvést číslo stavební parcely, katastr. Druh stavby (rodinný dům, bytový dům, kancelářský objekt, obytný dům s provozovnou, škola apod.). V případě, že předmětem šetření je jen část stavby, uvést její vymezení a vazby na celou stavbu z hlediska radonové problematiky.

Charakteristika stavby - obývaná, neobývaná, způsob a režim užívání

Podmínky měření – uživatelské, kontrolované, referenční, míra dodržení či narušení nastavených expozičních podmínek, opatření učiněná k regulaci expozičních podmínek.

Povětrnostní podmínky v době měření - počasí, teplota, výjimečné a netypické klimatické jevy během měření (silný vítr, extrémní srážky a podobně).

8. Popis vzorku, čas a místo odběru

Týká se speciálních případů, kdy je při měření ve stavbě odebrán vzorek stavebního materiálu nebo používané vody, které nejsou předmětem této metodiky.

9. Podrobná identifikace měřeného objektu

Popis objektu

Situační plánek objektu s označením měřících míst

V rozsahu odpovídajícím charakteru stavby a účelu posudku se uvedou skutečnosti, které mohou ovlivňovat úroveň přírodního ozáření, zejména:

Stáří stavby a její stav.

Situace a umístění stavby v terénu.

Charakteristika objektu (počet budov, nadzemních a podzemních podlaží, rozsah podsklepení, umístění vchodů do objektu s důrazem na komunikaci podzemních podlaží s vyššími podlažími; konstrukce střechy z hlediska ventilace stavby; zvláštnosti).

Výčet a označení obytných a bytových místností, schodiště.

Těsnost dveří, oken, popis ventilačních prvků.

Vytápění stavby, počet uživatelů, uživatelské zvyklosti ovlivňující ventilační poměry, režim provozu vzduchotechnických zařízení a aktivních zařízení, která brání pronikání radonu z podlaží.

Konstrukce a stav horizontálních a vertikálních konstrukcí s důrazem na ty části, které jsou v kontaktu s podlažím (celkový stav podlah, zjevné trhliny a spáry, stav kontaktu podlah a stěn,

složení podlah - pokud je známo - s důrazem na izolaci proti vlhkosti a její stav), druh a původ stavebních materiálů (pokud byl zjištěn příkon fotonového dávkového ekvivalentu vyšší než 0,4 μSv/h), popis ochrany stavby proti pronikání radonu z podloží.

Prostupy (kanalizace, voda, plyn, elektrická energie, trubky ÚT apod.), které mohou ovlivnit komunikaci objektu s podložím a s prostory s potenciálně vysokými koncentracemi radonu.

Způsob zásobování vodou, vodní zdroje uvnitř objektu

Rozsah provedených nebo připravovaných stavebních úprav

10. Použité přístroje a pomůcky (datum posledního ověření, resp. kalibrace)

Uvede se přístrojová technika pro všechny měřené veličiny (průměrná objemová aktivita radonu, příkon fotonového dávkového ekvivalentu, teplota).

11. Výsledky měření

Přehled výsledků měření, pro každé měřící místo jsou uvedeny alespoň průměrná objemová aktivita radonu a nejvyšší příkon fotonového dávkového ekvivalentu.

Vyhodnocení kontinuálního měření pro kontrolu dodržení expozičních podmínek - pokud bylo provedeno.

Pokud bylo použito měřící místo pro kontrolu expozičních podmínek, časový průběh teplot (případně objemových aktivit radonu) s komentářem o dodržení nastavených expozičních podmínek.

Výsledky předcházejících měření (s uvedením zdroje), pokud jsou k dispozici.

12. Hodnocení výsledků vzhledem k překročení směrných resp. mezních hodnot

uvedených v § 95 odst. 1, 3 nebo 4 vyhlášky

Vyhodnotí se:

- 1) Dodržení nastavených expozičních podmínek
- 2) Překročení směrných resp. mezních hodnot v každé pobytové místnosti s odkazem na příslušný odstavec § 95 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.

13. Datum zpracování protokolu

14. Podpis osoby s oprávněním zvláštní odborné způsobilosti a statutárního zástupce držitele povolení

Statutární zástupce může prokazatelným způsobem zmocnit k podepisování jinou osobu

7.1.1 Příklady hodnocení

I.) Dlouhodobé měření za užitelských podmínek

A) V žádné obytné nebo pobytové místnosti naměřené hodnoty nepřekračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 1 (4) vyhlášky:

Ve stavbě, rodinném domě, (identifikace...) nebylo zjištěno překročení směrných hodnot podle § 95 odst. 1 (4) vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

B) Alespoň v jedné obytné nebo pobytové místnosti naměřené hodnoty překračují směrné (mezní) hodnoty podle § 95 odst. 1, 4 (3) vyhlášky:

Ve stavbě, (identifikace...) bylo zjištěno překročení směrných/mezních hodnot objemové aktivity radonu a/nebo maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu, stanovených v § 95 vyhlášky. V souladu s požadavkem § 6 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, je třeba zvážit provedení zásahu ke snížení přírodního ozáření osob.

II.) Krátkodobé informativní měření při dodržení expozičních podmínek

A) V žádné obytné nebo pobytové místnosti naměřené hodnoty nepřekračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 1 (4) vyhlášky:

Ve stavbě (identifikace...) nebylo za popsanych podmínek měření zjištěno překročení směrných hodnot podle § 95 odst. 1 (4) vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

B) Alespoň v jedné obytné nebo pobytové místnosti stávající stavby naměřené hodnoty překračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 1 vyhlášky:

OAR

Ve stavbě (identifikace...) byla při krátkodobém informativním měření za popsanych podmínek naměřena objemová aktivita radonu převyšující 400 Bq/m³.

Pro posouzení, zda je ve stavbě překročena směrná hodnota objemové aktivity radonu 400 Bq/m³ podle § 95 odst. 1 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, je třeba provést dlouhodobé měření za podmínek odpovídajících běžnému užívání stavby, a pokud se překročení směrné hodnoty potvrdí, je třeba zvážit provedení zásahu ke snížení přírodního ozáření osob v souladu s požadavkem § 6 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

PFDE

Ve stavbě(identifikace) byl naměřen příkon fotonového dávkového ekvivalentu převyšující směrnou hodnotu 1,0 μSv/h podle § 95 odst. 1 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Je proto třeba zvážit provedení zásahu ke snížení přírodního ozáření osob v souladu s požadavkem § 6 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

C) Alespoň v jedné obytné nebo pobytové místnosti v nové stavbě naměřené hodnoty překračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 4 vyhlášky, ale nepřekračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 1 vyhlášky:

OAR

Ve stavbě (identifikace...) byla při krátkodobém informativním měření za popsanych podmínek naměřena objemová aktivita radonu převyšující 200 Bq/m³.

Pro posouzení, zda je ve stavbě překročena směrná hodnota 200 Bq/m³ podle § 95 odst. 4 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, je třeba provést měření za podmínek odpovídajících běžnému užívání stavby. Prokázané překročení směrné hodnoty indikuje, že stavba nebyla provedena s dostatečnou ochranou proti pronikání radonu z podloží.

PFDE

Ve stavbě(identifikace) byl naměřen příkon fotonového dávkového ekvivalentu převyšující směrnou hodnotu 0,5 μSv/h podle § 95 odst. 4 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Prokázané překročení směrné hodnoty indikuje, že stavba nebyla provedena s dostatečnou ochranou proti pronikání radonu ze stavebních materiálů.

D) Alespoň v jedné obytné nebo pobytové místnosti v nové stavbě naměřené hodnoty překračují směrné hodnoty podle § 95 odst. 1 vyhlášky:

OAR

V novostavbě (identifikace...) byla při krátkodobém informativním měření za popsanych podmínek naměřena objemová aktivita radonu převyšující 400 Bq/m³.

Pro posouzení, zda je ve stavbě překročena směrná hodnota objemové aktivity radonu 400 Bq/m³, je třeba provést měření za podmínek odpovídajících běžnému užívání stavby. Při prokázaném překročení směrné hodnoty podle § 95 odst. 1, je třeba zvážit provedení zásahu ke snížení

přirodního ozáření osob v souladu s požadavkem § 6 odst. 5 zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

PFDE

Ve stavbě(identifikace) byl naměřen příkon fotonového dávkového ekvivalentu převyšující směrnou hodnotu 1 $\mu\text{Sv/h}$ podle § 95 odst. 1 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Prokázané překročení směrné hodnoty indikuje, že stavba nebyla provedena s dostatečnou ochranou proti pronikání radonu ze stavebních materiálů.

III. Krátkodobé, případně dlouhodobé měření při nedodržení expozičních podmínek

Při nedodržení expozičních podmínek je třeba postupovat podle kapitoly 6. Hodnocení výsledků, část 6.1.1, případy označené B).

7.1.2 Závěr protokolu

V závěru protokolu je vhodné uvést vypovídací schopnost jednotlivých typů měření objemové aktivity radonu a to, že maximální hodnota fotonového dávkového příkonu není ovlivněna podmínkami měření.

Příklady závěrečné informace o měření objemové aktivity radonu:

I.) Dlouhodobé měření za obvyklých uživatelských podmínek

Výsledky měření objemové aktivity radonu jsou za současného stupně poznání nejlepším odhadem úrovně ozáření osob z radonu v měřené stavbě. Vztahují se na podmínky a způsob užívání a na stav stavby v době měření a nelze je použít pro hodnocení ozáření z radonu za jiných podmínek.

II.) Krátkodobé měření při dodržení expozičních podmínek

Výsledky informativního krátkodobého měření objemové aktivity radonu slouží pro informaci o úrovni ozáření z radonu ve stavbě.

A) Neobývané stavby

Odpovídají konkrétním podmínkám měření a nelze je vztahovat na jiné podmínky měření nebo užívání stavby.

B) Obývané stavby

Měření bylo provedeno za podmínek, kdy je sníženo riziko podcenění úrovně ozáření osob z radonu ve stavbě a při jejich dodržení je výsledek spíše horním odhadem dlouhodobé průměrné hodnoty objemové aktivity radonu. Výsledky se vztahují pouze na podmínky, způsob užívání a na stav stavby v době měření a nelze je použít pro hodnocení ozáření z radonu za jiných podmínek.

III.) Krátkodobé, případně dlouhodobé měření při nedodržení expozičních podmínek

Protože v době měření nebyly dodrženy stanovené expoziční podmínky, nelze výsledky měření porovnat se směrnými hodnotami stanovenými vyhláškou č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Jedná se pouze o informaci pro vlastníka stavby o koncentraci radonu v době měření.

7.2 Dokumentace potřebná pro zpracování výsledků měření

- vyhláška č. 307/2002 S., ve znění pozdějších předpisů
- Doporučení SÚJB
- schválený program zabezpečování jakosti, včetně příloh
- návody k používání přístrojů
- ověřovací listy pro měřicí techniku dle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve

- znění pozdějších předpisů
 - 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 komůrek (zpravidla RM200)

Pro každé měřicí místo:

- označení měřicího místa podle dispozičního náčrtku,
- výrobní čísla elektretů umístěných na měřicím místě (2 ks),
- označení elektrometru (readeru),
- počáteční a konečné napětí elektretu,
- dávkový příkon záření gama 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 objemová aktivita radonu.

Pro měření PFDE (pro každou místnost, která je měřicím místem)

- maximum pro každou místnost (výška 1 m, vzdálenost od stěn 0,5 m),
- podrobná mapa příkonů fotonového dávkového ekvivalentu v okolí míst, kde je překročena hodnota 0,4 $\mu\text{Sv/h}$

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

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 4999/2005 Sb.

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 146/1997 Sb., kterou se stanoví činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob ověřování zvláštní odborné způsobilosti a udělování oprávnění vybraným pracovníkům a způsob provedení schvalované dokumentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků, ve znění vyhlášky č. 315/2002 Sb.

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 132/2008 Sb., o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd

Vyhláška Ministerstva financí ČR č. 461/2005 Sb., o postupu při poskytování dotací na přijetí opatření ke snížení ozáření z přírodních radionuklidů ve vnitřním ovzduší staveb a ke snížení obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě pro veřejné zásobování

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 462/2005 Sb., o distribuci a sběru detektorů k vyhledávání staveb s vyšší úrovní ozáření z přírodních radionuklidů a stanovení podmínek pro poskytnutí dotace ze státního rozpočtu

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží, ČNI 2005

ČSN 73 0602 Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů, ČNI 2005

Bezpečnost jaderné energie, ročník 15, číslo 3/4, 2007

Principy a praxe radiační ochrany, SÚJB Praha 2000

Opatření proti radonu ve stávajících budovách, Jiránek, M., SÚJB Praha, MMR ČR, 2000

Ochrana staveb proti radonu, Neznal, M.; Neznal. M, Grada 2009

9. Přílohy

Příloha č. 1

Podklady pro odhad nejistoty měření a výsledku

1. 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, ve znění pozdějších předpisů.

1.1 Zajištění validace a verifikace metody

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 objektu, 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 fotonového 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 objemové aktivity radonu na referenčním místě pro kontrolu expozičních podmínek.

1.2 Odhad nejistoty stanovení objemové aktivity radonu

Postup výpočtu nejistot měření jednotlivých vstupních veličin, včetně rozboru klíčových faktorů, a analýza kombinované nejistoty výsledku stanovení objemové aktivity radonu vychází z dokumentu Measurement Uncertainty – Practical Guide for Secondary Standards Dosimetry Laboratories (IAEA-TECDOC-1585). Podrobný rozbor ve formě příkladů je uveden pro nejčastěji používaný způsob měření pomocí elektretových detektorů.

Na výsledné nejistotě stanovení objemové aktivity radonu se podílí několik zdrojů nejistot:

Celková kombinovaná nejistota stanovení objemové aktivity radonu:

- odhad celkové rozšířené nejistoty měření objemové aktivity radonu 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 objemové aktivity radonu
 $C_V \pm u \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$

Příklad:**Odhad celkové nejistoty stanovení objemové aktivity radonu pro systém elektretové dozimetrie RM-1**

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

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

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

U_P - počáteční napětí elektretu (V)

U_K - konečné napětí elektretu (V)

\dot{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 objemové aktivitě radonu ($\text{V} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)

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 \dot{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:

$$u_A = \frac{\partial A}{A} = \left(u_{K_R}^2 + \frac{(u_{K_G}^2 + u_{\dot{D}_G}^2) \cdot F(\dot{D}_G)}{A^2} \right)^{-0,5} \quad (2)$$

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

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

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

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

Pro výše uvedené detekční parametry a relativní chybu měření dávkového příkonu záření gama ve vzduchu 6 % je celková kombinovaná relativní chyba stanovení objemové aktivity radonu 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 objemovou aktivitou radonu, případně s vysokým dávkovým příkonem záření γ , 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 objemové aktivity radonu, to znamená, že výsledkem měření bude výrok, že průměrná objemová aktivita radonu 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 objemových aktivit radonu 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; $\dot{D}_G=0,12$ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$), elektret RME-1 s expoziční komůrkou RM-200(A) a vyhodnocovací zařízení EVR7 je $I_E=5,4\cdot 10^5$ $\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$.

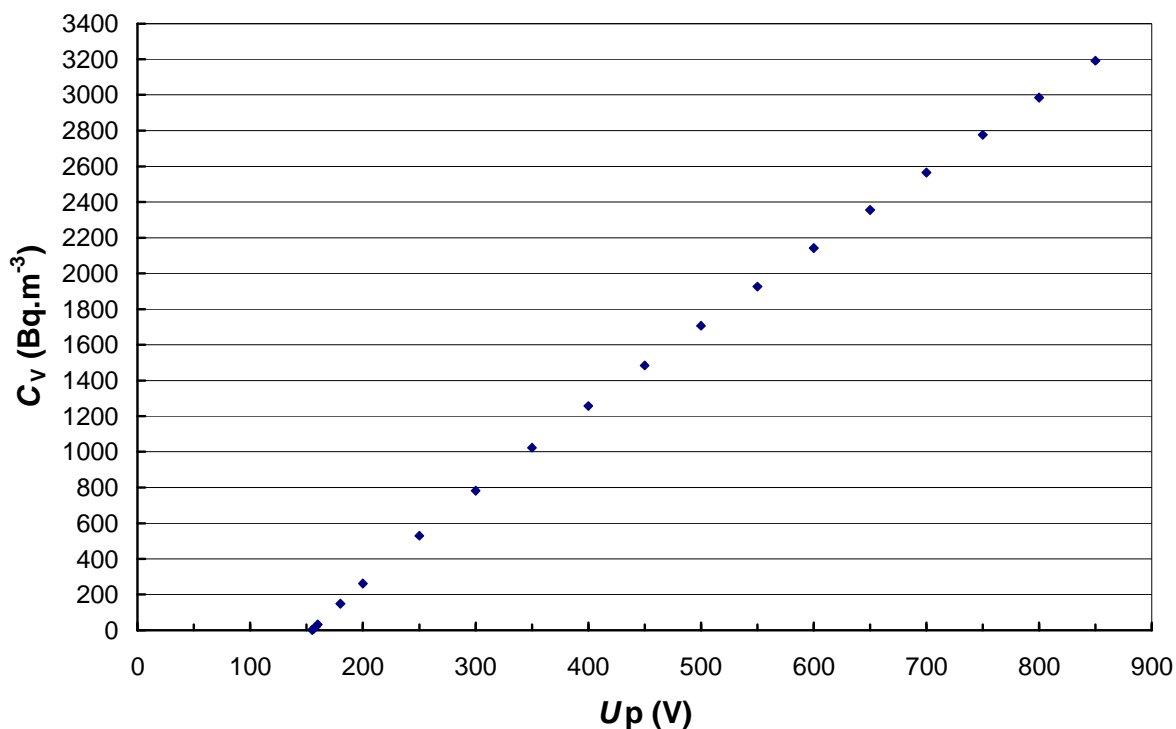
Odtud lze například odhadnout nejvyšší průměrnou objemovou aktivitu, kterou je možné stanovit při použití plně nabitého elektretu a pro dobu expozice 7 dní (168 hodin)

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

Ovlivňující faktory měření objemové aktivity radonu 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 objemové aktivity radonu 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 gamma ve vzduchu $0,12$ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)



2. Variabilita objemové aktivity radonu

Stanovovaná veličina objemová aktivita radonu 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 objektivitu 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 objemové aktivity radonu 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 intenzitu výměny vzduchu v jednotlivých částech budovy.

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

Měřením v reálných objektech byla v několika případech zjištěna nehomogenita objemové aktivity radonu v rámci jedné místnosti. Na základě výsledků analýzy velkého množství experimentálních dat získaných při kontinuálním monitorování objemové aktivity radonu v interiérech staveb různého stáří a stavebně technického stavu bylo zjištěno, že významný gradient objemové aktivity radonu 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 objemové aktivity radonu v interiéru stavby v rámci individuálních tlakových zón (místnosti, ucelené části stavby).

Časová variabilita

Z bližší analýzy vyplývá, že okamžitá hodnota objemové aktivity radonu v určité místnosti je výsledkem působení dvou konkurenčních jevů, rychlosti přísunu radonu (celková aktivita radonu přisunovaná do místnosti za jednotku času [$\text{Bq}\cdot\text{s}^{-1}$]) a ventilace (intenzity výměny vzduchu [s^{-1}]). Časové variace objemové aktivity radonu můžeme rozdělit na dlouhodobé a krátkodobé a souvisí především se způsobem užívání jednotlivých částí objektu a také s klimatickými podmínkami v době měření. Dlouhodobé variace (řádově měsíční) odpovídají charakteristickému vývoji venkovní teploty v průběhu roku, který se projevuje změnami ventilačního a topného režimu a režimu užívání stavby. Teplotní diference mezi vnějším a vnitřním ovzduším stavby a gradient tlakového pole v rámci interiéru objektu jsou parametry řídící přirozenou celkovou průvzdušností obvodového pláště budovy, zahrnující netěsnost kontaktních stavebních konstrukcí. V důsledku vytápění objektů v zimním období dochází k významnému zvýšení podtlaku v úrovni kontaktních konstrukcí budovy (komínový efekt) a výsledkem jsou zvýšené hodnoty přísunu radonu do interiéru budov a tím i vyšší hodnoty objemové aktivity radonu. 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 podlazi objektu a jeho interiérem se pro stejný typ stavby pohybují na úrovni 2 Pa. Kritickým faktorem bezprostředně ovlivňujícím tlakový rozdíl mezi vnitřním a vnějším prostředím budovy je provoz různých vzduchotechnických, klimatizačních a topných zařízení. Instalace podlahového vytápění ve stavebních konstrukcích v přímém kontaktu s podlahou je jedním z nejkritičtějších technologických postupů ve vztahu k účinnosti protiradonových opatření. Časové průběhy teplot, rozdílů nočních a denních teplot v interiéru a ve vnějším ovzduší budovy a denní provozní režim stavby jsou hlavní příčinou krátkodobých variací objemové aktivity radonu. Ve většině případů dosahují objemové aktivity radonu maximálních hodnot v nočních hodinách, v závislosti na typu a charakteru stavby, přibližně od půlnoci do čtvrté hodiny ranní. Denní průběh objemové aktivity radonu je vždy charakteristický pro danou stavbu a způsob jejího užívání. Jiným faktorem ovlivňujícím aktuální objemové aktivity radonu 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 objemové aktivity radonu v zimních měsících jsou obecně vyšší než průměrné objemové aktivity radonu v letních měsících, vyskytují se však případy zcela opačného charakteru. S ohledem na výsledky analýzy poměrů letních a zimních průměrných hodnot objemové aktivity radonu (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.

Příloha č. 2

Optimalizace – přístup z hlediska výsledků a podmínek měření

Vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, § 93

Riziko zdravotní újmy z přírodního ozáření se hodnotí podle lineárního bezprahového modelu. Podle tohoto přístupu každé ozáření přináší zdravotní riziko. Radiační ochrana je považována za optimalizovanou, pokud je ozáření tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení společenských a hospodářských hledisek.

Pokud nejsou překročeny směrné hodnoty, stanovené vyhláškou, není požadováno provádění zásahů ke snížení přírodního ozáření. Pokud je ve stavbě zjištěno překročení směrných hodnot, je vlastník stavby povinen usilovat o snížení ozáření na rozumně dosažitelnou úroveň. Ta není explicitně stanovena, protože záleží na konkrétních podmínkách a možnostech vlastníka stavby. Hodnocení optimalizace radiační ochrany je založeno na porovnání nákladů, které by měly být vynaloženy na provedení ozdravného opatření, s přínosem, který by ozdravné opatření přineslo.

Směrná hodnota nepředstavuje hranici mezi bezpečným a nebezpečným stavem. Její překročení je třeba vždy hodnotit s ohledem na to, že objemová aktivita radonu v objektu je ovlivňována zejména uživatelskými zvyklostmi jeho obyvatel.

Nové stavby, objemová aktivita radonu v rozmezí 200 až 400 Bq/m³

Překročení směrné hodnoty 200 Bq/m³ pro objemovou aktivitu radonu u projektovaných a stavěných staveb až na výjimky indikuje selhání některého z kroků protiradonové prevence. Požadavek, podle kterého má být stavba projektována a stavěna tak, aby koncentrace radonu nepřekročila hodnotu 200 Bq/m³ se po zahájení užívání stavby mění na požadavek, aby průměrná objemová aktivita radonu nepřekročila hodnotu 400 Bq/m³ za podmínek běžného užívání. Směrná hodnota 200 Bq/m³ pro novostavby vychází z ověřené praxe, podle které je možné s použitím standardních postupů, technologií a materiálů dosáhnout stavu, kdy průměrné koncentrace radonu ve stavbách jsou hluboko pod touto směrnou hodnotou. Stejný přístup byl použit pro tvorbu ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podlaží. Směrná hodnota 400 Bq/m³ pro užívané stavby vyjadřuje společností akceptovatelné riziko zdravotní újmy pro stavby širokého spektra stáří a technického stavu.

V případě, že v nové stavbě byla zjištěna objemová aktivita radonu v rozmezí 200 – 400 Bq/m³, stavebník by měl posoudit, zda z hlediska ventilačních podmínek považuje výsledky měření za věrohodné. Požadavky na nastavení ventilačních podmínek jsou uvedeny v odstavci 5.1.1. Ve sporných případech se doporučuje opakovat měření za lépe dokumentovaných expozičních podmínek nebo, pokud to způsob užívání stavby dovolí, doporučuje se provést dlouhodobé měření za uživatelských podmínek. Výsledek měření je pro stavebníka informací o závažnosti překročení směrné hodnoty pro objemovou aktivitu radonu, případně informací o splnění požadavků, které jsou z hlediska ochrany před radonem na stavbu kladeny.

Nápravu stavu je možné docílit podle konkrétní situace výběrem vhodného typu opatření od těch nejjednodušších (např. zvýšené větrání) až po provedení účinných ozdravných opatření. Zvýšení ventilace je jedním z opatření, která zpravidla vedou k významnému snížení objemových aktivit radonu. Tato opatření však není možné vždy považovat za optimalizovaná z hlediska úspor energie a v některých případech z hlediska požadavků na další funkce stavby. Při úvahách o technologickém ozdravení stavby je třeba vycházet z informací o zdrojích radonu a jejich závažnosti, které poskytuje radonová diagnostika.

Nové i stávající stavby, objemová aktivita radonu překračuje 400 Bq/m³

Překročení směrné hodnoty 400 Bq/m³ pro objemovou aktivitu radonu indikuje vždy případ, kdy je třeba věnovat pozornost zvýšenému ozáření z radonu. V případě nových staveb indikuje selhání protiradonové prevence. U stávajících staveb souvisí s jejich stářím a technickým stavem. Indikuje vždy nedostatky v ochraně stavby proti radonu z pohledu současných technologií a stavebních materiálů.

Pokud bylo překročení směrné hodnoty zjištěno za referenčních nebo kontrolovaných (tzn. konzervativních) podmínek, doporučuje se, pokud je to možné, provést měření za užitelských podmínek. Jeho výsledky budou pravděpodobně nižší. Opakovaná měření v případě pochybností o správném nastavení a dodržení expozičních podmínek mají význam pro upřesnění hodnot objemových aktivit radonu zejména v situacích, kdy na výsledcích měření závisí další rozhodnutí (oceňování nemovitostí, koupě a prodej, dodavatelsko – odběratelské vztahy, soudní spory apod.).

Jednoduchá opatření typu zvýšeného větrání mají smysl pouze v případech mírného překročení směrné hodnoty nebo jako přechodné řešení. Vlastník budovy by měl ve vlastním zájmu zajistit radonovou diagnostiku objektu, která určí zdroje a přístupové cesty radonu a poskytne podklady pro rozhodování o možnostech protiradonových opatření. To je zvláště důležité při rekonstrukci starých objektů, která je příležitostí k nápravě nevyhovujícího stavu. Téměř pro každý objekt lze v současnosti najít vhodný způsob ozdravení. Existují účinné a finančně dostupné postupy a technologie, ověřené v běžných i extrémních podmínkách.

Maximální příkon fotonového dávkového ekvivalentu překračuje 0,5 resp. 1 μSv/hod

Překročení směrné hodnoty příkonu fotonového dávkového ekvivalentu indikuje použití stavebního materiálu se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů, který může být současně i zdrojem radonu. Takový materiál pravděpodobně nespĺňuje požadavky § 96 vyhlášky č. 307/2002 Sb., v posledním znění, na obsah přírodních radionuklidů ve stavebním materiálu. U nových staveb se taková situace nepředpokládá, protože stavební materiál, který nespĺňuje požadavky uvedené vyhlášky, nesmí být uveden na trh.

Snížení zevního ozáření gama ve stavbě vyžaduje speciální postupy, které je třeba konzultovat s odborníky. Opatření mají většinou charakter režimový nebo dispoziční.

Příloha č. 3

Radonový program ČR

Radonový program ČR vychází z Usnesení vlády ČR č. 594 ze 4. května 2009, kterým byl schválen dokument Radonový program ČR 2010 až 2019 – Akční plán.

Státní dotace na provedení ozdravných protiradonových opatření v bytech a budovách ve veřejném zájmu jsou poskytovány podle vyhlášek č. 461/2005 Sb. a č. 462/2005 Sb. Součástí žádosti o příslib státní dotace je stanovisko SÚJB k průměrné objemové aktivitě radonu v objektu nebo v jeho místnostech. Součástí žádosti o vyplacení státní dotace je stanovisko SÚJB k účinnosti provedených protiradonových opatření. Dotace je možno poskytnout podle § 28 odst. 2 písm. e) pouze na likvidaci starých radiačních zátěží, tedy podle vyhlášky č. 462/2005 Sb., § 2 odst. 1 na ozdravení objektů, ke kterým bylo vydáno stavební povolení do 28.2.1991, při splnění dalších podmínek dle vyhlášky č. 462/2005 Sb., § 3. SÚJB vydá uvedená stanoviska na základě žádosti vlastníka objektu, který může k podání žádosti zmocnit i jiný subjekt, např. krajský úřad.

1) Měření, která jsou podkladem pro vydání stanoviska SÚJB k průměrné objemové aktivitě radonu v objektu.

Měření probíhá ve dvou kolech.

1. kolo: vyhledávání budov se zvýšenou OAR

- Účelové informativní dlouhodobé (min. dvouměsíční) měření objemové aktivity radonu pomocí dvou detektorů v bytě nebo přiměřeného počtu detektorů v budově ve veřejném zájmu, je organizováno SÚJB a SÚRO, měření je bezplatné, výsledky slouží pouze pro informaci majitele objektu, nelze je použít pro hodnocení úrovně přírodního ozáření ve stavbě.
- Krátkodobé měření objemové aktivity radonu za kontrolovaných podmínek dle této metodiky na náklady vlastníka, měření nemusí zahrnovat měření a hodnocení maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu.

2. kolo: doměřování

Provádí se v případech, kdy výsledky měření indikují možnost překročení úrovně OAR nutné pro poskytnutí státní dotace, to znamená při naměřené hodnotě OAR v bytě vyšší než 900 Bq/m^3 a v budově ve veřejném zájmu vyšší než 350, resp. 900 Bq/m^3 :

- bezplatné doměřování průměrné OAR ze všech obytných místností a kuchyní bytu, organizované SÚRO,
- doměřování OAR v době pobytu dětí a mládeže v budovách určených k jejich pobytu, které provádí SÚRO, SÚJCHBO,
- doměřování OAR ve všech pobytových místnostech budovy pro zabezpečení sociálních nebo zdravotních služeb, které provádí SÚRO.

2) Měření, které je podkladem pro vydání stanoviska SÚJB k účinnosti provedených protiradonových opatření

- krátkodobé měření objemové aktivity radonu v bytě za kontrolovaných nebo referenčních podmínek dle této metodiky, měření nemusí zahrnovat měření a hodnocení maximálního příkonu fotonového dávkového ekvivalentu
- krátkodobé měření v pobytových místnostech budovy ve veřejném zájmu, ve kterých byla provedena ozdravná opatření dle této metodiky, nebo kontinuální měření OAR v době pobytu osob.

Dle § 3 odst. 2 vyhlášky č. 462/2005 Sb. se za účinné opatření považuje snížení objemové aktivity radonu v ovzduší stavby pod směrnou hodnotu 400 Bq/m^3 nebo alespoň o 75 % z původní hodnoty.

To znamená snížení objemové aktivity radonu ve všech obytných místnostech a kuchyních bytu pod hodnotu 400 Bq/m^3 nebo průměrné objemové aktivity radonu ze všech obytných místností a kuchyní alespoň o 75 %. V budovách ve veřejném zájmu musí být OAR v každé pobytové místnosti v době pobytu dětí a mládeže nižší než 400 Bq/m^3 nebo v zařízeních pro zabezpečení sociálních a zdravotních služeb musí být snížena pod 400 Bq/m^3 nebo o 75 % z původní hodnoty.

SÚJB má právo provádět kontrolu objemové aktivity radonu v objektu, jehož vlastník žádá o státní dotaci na provedení ozdravných protiradonových opatření, a kontrolu účinnosti provedených protiradonových opatření před vydáním stanoviska.

Příloha č. 4

Kontakty

Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Ing. Eva Pravdová

Regionální centrum Hradec Králové, Piletická 57, 500 03 Hradec Králové 3
tel. 495 211 471, 498 652 707, mail eva.pravdova@sujb.cz

Ing. Jaroslav Slovák

Senovážné náměstí 9, 110 00 Praha 1
tel. 221 624 752, 226 514 752, mail jaroslav.slovak@sujb.cz

Mgr. Marcela Trbolová – Berčíková

Regionální centrum Ústí nad Labem, Habrovice 52, 403 40 Ústí nad Labem
tel. 472 714 297, 417 662 720, mail marcela.bercikova@sujb.cz

Ing. Markéta Kupfová, CSc.

Regionální centrum Plzeň, Klatovská 200 f, 320 11 Plzeň
tel. 377 420 945, 378 402 718, mail marketa.kupfova@sujb.cz

RNDr. Ivana Ženatá

Regionální centrum Ostrava, Syllabova 21, 703 00 Ostrava
tel. 596 782 934, 555 302 723, mail ivana.zenata@sujb.cz

Hana Jurkovská

Regionální centrum Brno, tř. kpt. Jaroše 5, 602 00 Brno
tel. 515 902 781, 515 902 792, mail hana.jurkovska@sujb.cz

RNDr. Igor Kobzev

Regionální centrum České Budějovice, Schneiderova 32, pošt. schr. 10, 370 07
České Budějovice
tel. 386 105 223, 389 502 723, mail igor.kobzev@sujb.cz

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

Radonová expertní skupina – Dr. Ladislav Moučka, Mgr. Aleš Fronka

Bartoškova 14, 140 00 Praha 4
tel. 226 518 171, mail ladislav.moucka@suro.cz, ales.fronka@suro.cz