

DOPORUČENÍ SÚJB

bezpečné využívání jaderné energie a ionizujícího záření

Stanovování osobních dávek pracovníků na pracovištích s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu

radiační ochrana

DR-RO-5.2(Rev. 0.0)

HISTORIE REVIZÍ

Revize č.	Účinnost od	Garant	Popis či komentář změny
0.0	1.3.2018	RNDr. Ženatá	Nově zpracované doporučení

Radiační ochrana

Doporučení STANOVOVÁNÍ OSOBNÍCH DÁVEK PRACOVNÍKŮ NA PRACOVÍŠTÍCH S MATERIÁLEM SE ZVÝŠENÝM OBSAHEM PŘÍRODNÍHO RADIONUKLIDU

DR-RO-5.2(Rev. 0.0)

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

Č. j.: SÚJB/OS/3914/2018

Účelová publikace bez jazykové úpravy, připomínky směřujte na adresu:
pripominky_doporuceni@sujb.cz

Obsah	strana
1 Úvod	5
2 Zkratky, názvosloví, pojmy	6
2.1 Zkratky	6
2.2 Názvosloví	6
2.3 Pojmy	7
3 Postup stanovování osobních dávek pracovníka podle právních předpisů	8
3.1 Předběžné měření	8
3.2 První měření	8
3.3 Opakované měření	9
3.4 Měření opakované v každém kalendářním roce	10
3.5 Podrobnosti k postupům měření	10
4 Základní postupy měření a stanovení osobních dávek.....	13
4.1 Postupy měření OAR a stanovení efektivní dávky v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny	13
4.2 Postupy měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu a stanovení efektivních dávek v důsledku zevního ozáření zářením gama.....	18
4.3 Postupy ke stanovení efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny)	20
4.4 Postupy ke stanovení ekvivalentní a efektivní dávky v důsledku ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy	24
4.5 Postupy ke stanovení ekvivalentní dávky v oční čočce	25
5 Způsob provedení prvního měření a postupy vyhodnocování výsledků prvního měření ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky	27
5.1 Způsob provedení prvních měření	27
5.2 Postupy vyhodnocování výsledků prvního měření ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky.....	28
6 Způsob provedení opakovaného měření a postupy vyhodnocování výsledků opakovaného měření ve vztahu k hodnotě stanovené v § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky	30
6.1 Způsob provedení opakovaných měření	30
6.2 Postupy vyhodnocování výsledků opakovaných měření ve vztahu k hodnotám stanoveným v § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 a 2.....	31
7 Postupy stanovení osobních dávek pracovníků a jejího hodnocení na pracovištích uvedených v § 94 zákona	34
7.1 Postupy stanovení a hodnocení osobních dávek pracovníků	34
7.2 Osobní monitorování.....	34
8 Postupy hodnocení výsledků získaných na pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky č. 422/2016 Sb. v době před její účinností	36

9	Postupy evidence a předávání údajů SÚJB.....	36
10	Obsah protokolů o měření za účelem stanovení osobních dávek	37
10.1	Obsah protokolu o prvním měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky	37
10.2	Obsah protokolu o opakovaném měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotě efektivní dávky stanovené v § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 vyhlášky a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotám ekvivalentních dávek stanovených v § 88 odst. 4 písm. b) bod 2 vyhlášky	38
10.3	Obsah protokolu měření o stanovení a hodnocení osobních dávek pracovníků na pracovištích uvedených v § 94 zákona	39
11	Literatura.....	41
	Příloha A – Postup předběžného měření na pracovištích v podzemí.....	42
	Příloha B – Evidenční listy pracovišť	45
	Příloha C – Měření na pracovištích v podzemí, na nichž se vykonává hornická činnost nebo činnost prováděná hornickým způsobem	49

1 Úvod

Doporučení popisuje postupy při stanovování osobních dávek pracovníků na pracovištích s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu podle § 93 odst. 1 písm. b) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“).

Uvedená pracoviště jsou v § 87 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o zajištění radiační ochrany a zabezpečení radionuklidového zdroje (dále jen „vyhláška“), vymezena jako pracoviště, na kterých se provádí:

- a) těžba, transport produktovody nebo zpracování ropy a plynu,
- b) těžba uhlí,
- c) těžba rud,
- d) zpracování niobové nebo tantalové rudy,
- e) zpracování suroviny obsahující vzácnou zeminu,
- f) primární výroba železa,
- g) tavení cínu, olova nebo mědi,
- h) výroba cementu, včetně údržby slínkových pecí,
- i) výroba fosfátových hnojiv, výroba kyseliny fosforečné nebo termická výroba fosforu,
- j) výroba pigmentu na bázi oxidu titaničitého,
- k) zpracování zirkonu nebo zirkonia,
- l) výroba, zpracování nebo užití materiálů s obsahem thoria a uranu,
- m) spalování uhlí v zařízení s tepelným výkonem nad 5 MW, včetně údržby kotlů,
- n) získávání geotermální energie,
- o) provoz zařízení na úpravu vlastností podzemní vody nebo nakládání s vodárenskými kaly z úpravy vody z podzemního zdroje,
- p) nakládání s materiálem, u kterého bylo prokázáno, že obsah přírodního radionuklidu v něm přesahuje uvolňovací úroveň nebo zvyšuje příkon prostorového dávkového ekvivalentu o více než 0,5 $\mu\text{Sv/h}$,
- q) hornická činnost,
- r) činnost prováděná hornickým způsobem v podzemí, nebo
- s) činnost související s nakládáním s těžebním odpadem.

Fyzická nebo právnická osoba, která vykonává činnost, při níž je provozováno pracoviště s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu je v souladu s ustanovením § 93 odst. 2 písm. a) zákona povinna zajistit měření, která dovolí stanovit osobní dávky pracovníka na pracovišti. Tato měření jsou oprávněni provádět pouze držitelé povolení k provádění služeb významných z hlediska radiační ochrany podle § 9 odst. 2 písm. h) bodu 2. zákona. Doporučení je určeno provozovatelům uvedených pracovišť a držitelům uvedeného povolení.

Doporučení nahrazuje Doporučení SÚJB „Metodický návod pro měření na pracovištích, kde může dojít k významnému zvýšení ozáření z přírodních zdrojů, a určení efektivní dávky“ vydané pro danou oblast činnosti v lednu 2007 a novelizované v letech 2008 a 2016 [O1].

2 Zkratky, názvosloví, pojmy

2.1 Zkratky

EOAR	ekvivalentní objemová aktivita radonu
H*(10)	prostorový dávkový ekvivalent
KLE	koncentrace latentní energie produktů přeměny radonu
OAR	objemová aktivita radonu
PFDE	příkon fotonového dávkového ekvivalentu
Radon	izotop radonu ^{222}Rn
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
Thoron	izotop radonu ^{220}Rn

2.2 Názvosloví

Pracoviště – prostor sloužící k výkonu práce a odpovídající svým umístěním či činnostmi na něm vykonávanou vymezení uvedenému v § 87 vyhlášky.

Pracovní místo – část pracoviště jednoznačně vymezená prostorově nebo technologicky, kde mohou být prováděny samostatné práce; v jedné místnosti může být více pracovních míst, pokud každé tvoří z hlediska organizace práce samostatný celek.

Pracovník – fyzická osoba vykonávající práce na pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky.

Protokol o měření – protokol o měření za účelem stanovení osobních dávek pracovníka (viz bod 3.1.12. přílohy č. 19 vyhlášky).

Povinná osoba – každý, kdo vykonává činnost, při níž je provozováno pracoviště podle § 87 vyhlášky.

Pobytová místnost – místnost nebo prostor, která svou polohou, velikostí a stavebním uspořádáním splňuje požadavky k tomu, aby se v ní zdržovaly osoby (například kanceláře, dílny; definice podle § 3 písm. j) vyhlášky č. 268/2009 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

Uzavřený prostor – prostor převážně omezený stavebními prvky (podlahami, obvodovými stěnami, střešní konstrukcí apod.) nebo horninovým prostředím, jehož výměna vzduchu je srovnatelná s výměnou vzduchu v budovách.

Prostory související – prostory přímo sousedící s pracovištěm, u nichž lze očekávat buď vyšší objemové aktivity radonu v ovzduší v důsledku transportu kontaminovaného vzduchu z pracoviště, nebo vyšší hmotnostní aktivity přírodních radionuklidů v důsledku transportu kontaminovaných materiálů z pracoviště.

Hornická činnost – hornická činnost podle § 2 zákona č. 61/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Činnost prováděná hornickým způsobem – činnost prováděná hornickým způsobem podle § 3 zákona č. 61/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška – vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje [L2].

Zákon – zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů [L1].

2.3 Pojmy

Podrobnosti k ustanovení § 87 písm. o) vyhlášky „provoz zařízení na úpravu vlastností podzemní vody nebo nakládání s vodárenskými kaly z úpravy vody z podzemního zdroje“:

Pro účely tohoto doporučení se pojmem „vodárenské kaly z úpravy vody z podzemního zdroje“ rozumí kaly z čiření vody, kaly z dekarbonizace a roztoky a kaly z regenerace iontoměničů, tedy položky 19 09 02, 19 09 03 a 19 09 06 ze skupiny 19 09 (Odpady z výroby vody pro spotřebu lidí nebo vody pro průmyslové účely) podle katalogu odpadů (vyhláška č. 93/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

Podrobnosti k ustanovení § 87 písm. p) vyhlášky „nakládání s materiálem, u kterého bylo prokázáno, že obsah přírodního radionuklidu v něm přesahuje uvolňovací úroveň nebo zvyšuje příkon prostorového dávkového ekvivalentu o více než 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ “:

Příslušné uvolňovací úrovně jsou stanoveny v § 105 vyhlášky odst. 1 pro pevné materiály a v odst. 3 pro kapalné materiály.

Pracovišti podle § 87 písm. p) vyhlášky se dále rozumí **všechna** pracoviště, na nichž byl při manipulaci s materiálem naměřen metrologicky korektním způsobem na alespoň jednom pracovním místě příkon prostorového dávkového ekvivalentu převyšující o více než 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ přírodní pozadí. Další požadavky týkající se podmínek měření prostorového dávkového ekvivalentu nejsou stanoveny.

3 Postup stanovování osobních dávek pracovníka podle právních předpisů

Každý, kdo vykonává činnost, při níž je provozováno pracoviště, je v souladu s ustanovením § 93 odst. 2 písm. a) zákona povinen zajistit měření za účelem stanovení osobních dávek pracovníka a evidenci výsledků měření a osobních dávek pracovníka. Tato měření jsou oprávněni provádět pouze držitelé povolení k provádění služeb významných z hlediska radiační ochrany podle § 9 odst. 2 písm. h) bod 2. zákona. Postup je popsán v § 88 vyhlášky. Měření je rozděleno do následujících etap:

1. předběžné měření (pouze na pracovištích v podzemí),
2. první měření,
3. opakované měření,
4. měření opakované v každém kalendářním roce.

Provedení měření a hodnocení jeho výsledků je vázáno na **prohlídku pracoviště**.

3.1 Předběžné měření

Předběžné měření se provádí pouze v případě, že pracoviště je umístěno v podzemí (zpravidla se jedná o hornickou činnost nebo činnost prováděnou hornickým způsobem). Jeho výsledky slouží k volbě správné měřicí metody při následném prvním a opakovaném měření a k regulaci ozáření na úroveň nepřekračující limity stanovené v § 4 vyhlášky. Postup předběžného měření je popsán v Příloze A.

3.2 První měření

Při prvním měření se zjišťuje, zda jsou na pracovišti překročeny **úrovně** uvedené v § 88 odst. 2 vyhlášky, a to:

- a) 300 Bq/m³ pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce, nebo
- b) 1 mSv za rok pro efektivní dávku, která nezahrnuje dávku obdrženou z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny.

V případě, že při **prvním měření** nebylo zjištěno překročení žádné z výše uvedených úrovní, nemusí se podle § 88 odst. 4 písm. a) vyhlášky měření ani stanovení efektivní dávky v dalších letech provádět, pokud nedojde ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů nebo surovin. První měření tedy slouží jako podklad pro rozhodnutí, zda bude na pracovišti v dalším roce provedeno opakované měření, včetně stanovení osobních dávek pracovníků za rok, či zda bude povinná osoba povinnosti měřit a stanovovat osobní dávky pracovníků zproštěna. Volba postupu prvního měření musí proto zajistit, aby nedošlo k neoprávněnému zproštění z uvedené povinnosti a tím k podhodnocení radiační zátěže a s ní souvisejícího zdravotního rizika pracovníků. Výčet položek, které musí být zohledněny při posuzování překročení či nepřekročení úrovní podle § 88 odst. 2 vyhlášky, zahrnuje v souladu s ustanovením § 88 odst. 1 písm. a) vyhlášky:

1. měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu,
2. měření průměrných objemových aktivit radionuklidů v ovzduší,
3. měření povrchové kontaminace na pracovišti,
4. doba pobytu na pracovišti.

3.3 Opakované měření

Na pracovištích, na nichž bylo zjištěno překročení některé z úrovní (300 Bq/m^3 , 1 mSv/rok), se podle § 88 odst. 3 vyhlášky na základě **opakovaného měření** a doby pobytu na pracovišti stanovují osobní dávky pracovníka. Výsledky měření a výpočtů se porovnají s hodnotami uvedenými v § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky, tj. 6 mSv za rok pro efektivní dávku, nebo $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky, a posuzuje se, zda mohou být u pracovníků tyto hodnoty překročeny.

Nejdůležitějším cílem opakovaných měření je stanovit osobní dávky, a tedy riziko z ozáření pracovníků, co nejpřesněji. Přitom se ale posuzuje nikoliv překročení hodnoty jako takové, ale **možnost** jejího překročení (viz § 88 odst. 5 vyhlášky). Jestliže např. stanovená efektivní dávka pracovníka za rok činí 5 mSv a celkovou nejistotu stanovení efektivní dávky lze odhadnout na více než 20%, je nutno konstatovat, že překročení hodnoty 6 mSv za rok pro efektivní dávku je možné. Z toho vyplývají vysoké nároky na odhad různých zdrojů nejistot a jim odpovídající váhy. Hodnocení musí být opět konzervativní, aby riziko podhodnocení skutečné radiační zátěže pracovníků bylo minimální.

Jestliže se při opakovaném měření možnost překročení hodnoty efektivní dávky 6 mSv za rok ani $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky nezjistí, postupuje se znovu podle ustanovení § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky a měření ani stanovení osobních dávek pracovníka se v dalších letech nemusí provádět, pokud nedojde ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů či surovin.

Poznámka: *limity podle § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky:*

- b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv v jednom kalendářním roce,*
- c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm^2 kůže 500 mSv za kalendářní rok bez ohledu na velikost ozářené plochy a*
- d) pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 500 mSv za jeden kalendářní rok.*

Na pracovišti, na kterém bylo zjištěno překročení úrovně 300 Bq/m^3 pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce, nebo 1 mSv za rok pro efektivní dávku, která nezahrnuje dávku obdrženou z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny, musí být prováděna **optimalizace radiační ochrany** podle § 90 vyhlášky. Opatřeními pro optimalizaci radiační ochrany jsou zejména změna používaných surovin, technologie nebo organizace, způsobu a režimu práce a úprava pracoviště, vč. úpravy ventilace.

Pokud i po provedení optimalizace radiační ochrany podle § 90 vyhlášky může na pracovišti překročit ozáření pracovníka efektivní dávku 6 mSv za rok, pracoviště se považuje za **pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření**. S provozem takového pracoviště jsou spojeny další povinnosti (viz § 94 zákona):

- a) vymezit pracoviště nebo jeho část, kde může efektivní dávka pracovníka překročit 6 mSv za rok, označit je a zabezpečit proti vstupu nepovolaného,
- b) zařadit svého pracovníka jako radiačního pracovníka kategorie A,
- c) provést každoroční poučení pracovníka o radiačním riziku na pracovišti,
- d) zajistit pracovníkovi pracovně lékařské služby podle § 80 zákona,
- e) zpracovat pokyny pro práci na pracovišti včetně pokynů pro její bezpečné vykonávání a pro vstup fyzické osoby, která není pracovníkem, na pracoviště,
- f) zajistit pro pracovníka ochranné pracovní pomůcky,

- g) zajistit zpracování postupu monitorování pracoviště a pracovníků a
- h) zajistit vedení dokumentace o rozsahu a způsobu zajištění radiační ochrany.

3.4 Měření opakované v každém kalendářním roce

Na pracovišti, na kterém mohou být překročeny hodnoty osobních dávek pracovníka 6 mSv za rok pro efektivní dávku, nebo 1/3 limitů stanovených za kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky, musí být v souladu s ustanovením § 88 odst. 5 vyhlášky osobní dávky pracovníka stanovovány **opakovaně v každém kalendářním roce**. Toto měření se zahájí po vyhodnocení opakovaného měření a provádí se podle postupu monitorování (viz ustanovení § 94 odst. 2 písm. g) zákona). Opakuje se i v následujících kalendářních letech, a to i přes skutečnost, že na pracovišti budou zřejmě v těchto letech postupně přijímána opatření ke snížení ozáření, což ovlivní velikost stanovované efektivní dávky. V případě, že se po přijetí opatření ke snížení ozáření prokáže, že na pracovišti už nemůže být u žádného z pracovníků překročena žádná ze shora uvedených hodnot, použije se ustanovení § 88 odst. 4 vyhlášky a měření se nemusí v následujících letech provádět, pokud nedojde ke změně pracovních podmínek, organizace nebo režimu práce, případně k úpravě pracoviště včetně změny ventilace.

3.5 Podrobnosti k postupům měření

Stanovení osobních dávek pracovníků je založeno na měření aktivit přírodních radionuklidů na pracovišti a evidenci doby pobytu pracovníků. Alternativou je využití systémů osobního monitorování. **Postupy měření** na pracovišti lze rozdělit podle možné expozice pracovníků na postupy ke stanovení osobní dávky v důsledku:

- 1) inhalace radonu a produktů jeho přeměny (viz bod 4.1),
- 2) zevního ozáření zářením gama (viz bod 4.2),
- 3) inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny; viz bod 4.3),
- 4) ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy (viz bod 4.4).

Na pracovištích se při prvním měření vychází ze stanovení průměrné objemové aktivity radonu v ovzduší při výkonu práce (postup viz bod 4.1.1) a ze stanovení efektivní dávky, která nezahrnuje dávku obdrženou z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny (postup viz bod 5.2.2).

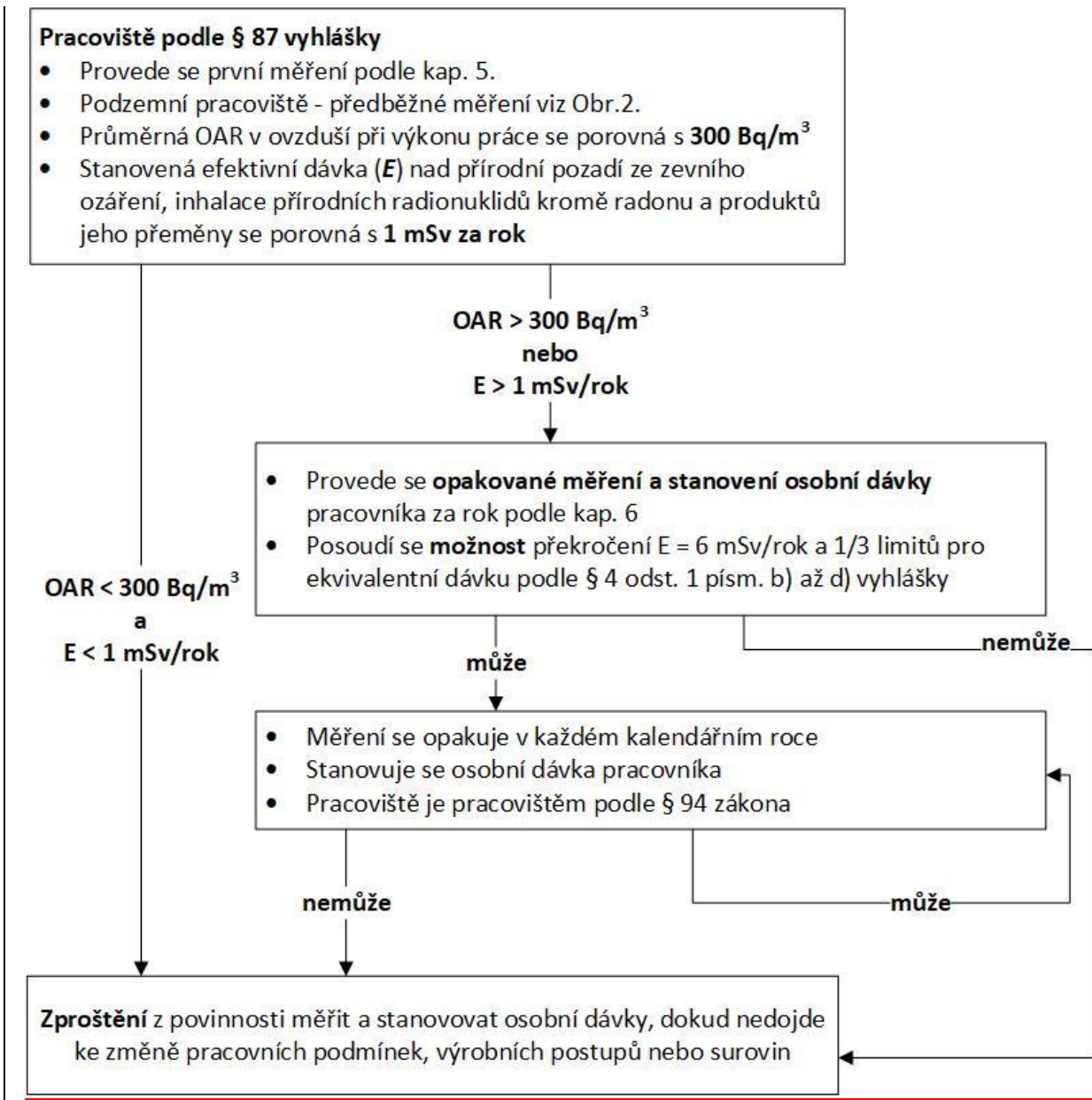
Do efektivní dávky podle § 88 odst. 2 písm. b) vyhlášky se zahrnuje zevní ozáření zářením gama, inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny), ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy.

Úrovně, s nimiž jsou výsledky měření porovnávány, jsou uvedeny v § 88 odst. 2 písm. a) a b) vyhlášky.

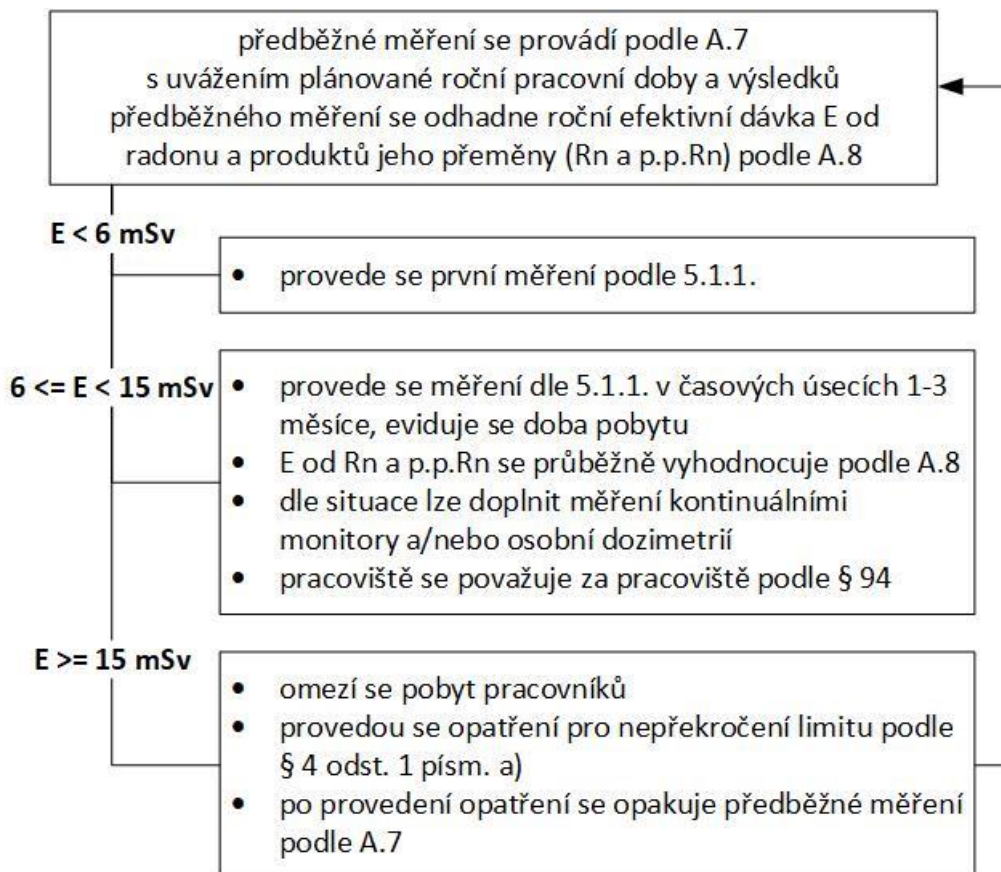
Při opakovaném měření a při měření opakovaném v každém kalendářním roce se stanovuje efektivní dávka pracovníka za rok/kalendářní rok jako součet efektivních dávek z inhalace radonu a produktů jeho přeměny, ze zevního ozáření zářením gama, z inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny) a z ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy (postup viz bod 6.2.2). Výsledná efektivní dávka se porovnává s hodnotou 6 mSv/rok stanovenou v § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky. Současně se

posuzuje se také možnost překročení 1/3 limitů stanovených pro ekvivalentní dávku v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky.

Rozhodovací schéma je uvedeno na Obr. 1 a pro předběžné měření na Obr. 2.



Obr. 1. Rozhodovací schéma



Obr. 2. Rozhodovací schéma pro předběžné měření na pracovištích v podzemí

Postupy a způsoby měření a stanovení efektivních dávek uvedené v kapitolách 4. – 7. jsou SÚJB stanoveny jako doporučené; v případě, že to podmínky na konkrétním pracovišti vyžadují, je možno doporučené postupy a způsoby měření a stanovení osobních dávek přiměřeně modifikovat. Použití modifikovaných způsobů a postupů je v tomto případě třeba zdůvodnit v protokole o měření.

K měření podle tohoto doporučení se používají metrologicky ověřená měřidla (interval ověření dva roky, kromě systémů osobní dozimetrie podle bodu 7.2 s intervalem ověření každý rok), a to v souladu s návodem na jejich použití.

4 Základní postupy měření a stanovení osobních dávek

4.1 Postupy měření OAR a stanovení efektivní dávky v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny

4.1.1 Základní metoda měření OAR radonu na pracovišti

4.1.1.1 Základní metodou používanou k měření OAR na pracovištích a k následnému stanovení efektivní dávky pracovníků je **měření časového integrálu objemové aktivity radonu po dobu jednoho roku**. Optimální je použití této metody zejména na pracovištích s nepřetržitým provozem, protože zohledňuje denní i roční variace OAR. V tomto případě může být výsledek měření interpretován přímo jako (roční) průměrná OAR na pracovišti v době výkonu práce - průměrná hodnota OAR na pracovišti v době výkonu práce se určí jako podíl naměřeného časového integrálu OAR a doby měření.

Stejnou interpretaci lze použít i v případě, kdy pracovníci nejsou na pracovišti trvale přítomni, ale je možné předpokládat, že hodnoty OAR v době přítomnosti pracovníků a mimo tuto dobu se příliš neliší. Příkladem takového pracoviště může být úpravna podzemní vody v trvalém provozu, kde pracovníci vykonávají pouze občasnou kontrolu.

V případě provozu pracoviště kratšího než je 1 rok, bude měření realizováno po dobu tohoto provozu.

Rovněž existují pracoviště, zpravidla v podzemí, s vydatným zdrojem radonu a/nebo s nízkou výměnou vzduchu, na nichž dochází k nárůstu OAR na jednotky až desítky kBq/m³. V takové situaci by pracovníci mohli být v době měření integrálními detektory po dobu jednoho roku nepřipustně ozařováni, aniž by o tom měli oni a jejich zaměstnavatel informaci. Současně taková situace může vést i k překročení rozsahu měření použitého detektoru radonu a tím k znehodnocení měřených výsledků¹. U kontinuálních detektorů radonu dochází k nárůstu pozadí detektoru díky depozici ²¹⁰Po v citlivém objemu detektoru, a tím ke snížení citlivosti detektoru. Výše popsaná situace je z hlediska radiační ochrany i z hlediska kvality prováděných měření nežádoucí. Proto na všech **pracovištích v podzemí** je nutné před zahájením prvního měření podle kap. 5.1 provést **předběžné měření** OAR za využití jednorázových nebo krátkodobých měření. Postup předběžného měření je popsán v **Příloze A**. Výsledky tohoto měření slouží k předběžnému odhadu efektivních dávek pracovníků, kteří budou na pracovišti v době dlouhodobého měření pracovat, a také k volbě optimální metody měření.

Další možnosti jsou tyto:

4.1.1.2 Pracovníci nejsou na pracovišti přítomni trvale (jednosměnný, dvousměnný provoz, nebo jen občasná docházka) a je možné předpokládat, že v době přítomnosti pracovníků jsou hodnoty OAR nižší než mimo tuto dobu. Příkladem může být jednosměnný provoz pracoviště, při němž lze očekávat vyšší ventilaci a nižší hodnoty OAR v době výkonu práce (ve dne), než mimo ni (v noci). V tomto případě lze výsledek ročního měření interpretovat jako horní odhad (roční) průměrné OAR na pracovišti v době výkonu práce.

4.1.1.3 Pracovníci nejsou na pracovišti přítomni trvale a je možné předpokládat, že v době přítomnosti pracovníků jsou hodnoty OAR vyšší než mimo tuto dobu. V tomto případě by interpretace výsledku měření jako (roční) průměrné OAR na pracovišti v době výkonu práce

¹ Horní hranice rozsahu měření stopových detektorů radonu se pohybuje podle typu a výrobce zhruba od 6 kBq/m³ do 18 kBq/m³ pro roční expozici.

vedlo k podhodnocení skutečné radiační zátěže pracovníků. Proto nelze tuto interpretaci použít. Je nutné interpretovat výsledek konzervativně (viz bod 5.2.1.3) nebo použít měřicí metodu, která umožňuje stanovit časový integrál OAR (I_{pobyt}) odpovídající době pobytu pracovníků na pracovišti (viz bod 4.1.2.2).

4.1.1.4 Na některých pracovištích (např. pracoviště, na nichž se vykonává hornická činnost nebo činnost prováděná hornickým způsobem) dochází k vysoké prašnosti, průběžným změnám ventilačních podmínek, prostorového uspořádání a místa výkonu práce. Z tohoto důvodu nelze měření omezit na využití integrálních detektorů, tj. na postupy popsané v bodech 4.1.1.1 až 4.1.1.3. Základní metodou pro měření a stanovení efektivní dávky pracovníka jsou jednorázové odběry vzorků vzduchu pro měření objemové aktivity radonu, odběry na filtr pro stanovení ekvivalentní objemové aktivity produktů přeměny radonu, popř. koncentrace latentní energie, měření pomocí kontinuálních monitorů radonu (příp. i thoronu), případně osobní dozimetrie produktů přeměny radonu a v některých případech i dlouhodobých radionuklidů emitujících alfa záření. Postupy měření jsou popsány v Příloze C.

4.1.2 Stanovení efektivní dávky v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny za rok

4.1.2.1 Jestliže je možné interpretovat výsledek ročního integrálního měření jako průměrnou hodnotu OAR na pracovišti při výkonu práce (viz bod 4.1.1.1), vychází se při stanovování efektivní dávky z průměrné hodnoty OAR zjištěné integrálními detektory v měřeném prostoru pracoviště a z doby pobytu pracovníků v tomto prostoru. Výpočet efektivní dávky pracovníka za rok/kalendářní rok je prováděn zpětně ze známé doby pobytu pracovníka v měřeném prostoru pracoviště v příslušném roce a z výsledků ukončeného ročního integrálního měření OAR.

Za předpokladu, že pobyt v délce 2000 hodin (tj. obvyklá roční pracovní doba) v prostoru s průměrnou hodnotou OAR 1000 Bq/m^3 (časový integrál = $2 \text{ MBq}\cdot\text{h/m}^3$) vede k efektivní dávce v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny $E = 6 \text{ mSv}$, se efektivní dávka při době pobytu T stanoví ze vztahu

$$E = \frac{\bar{a}_{v,Rn} \cdot T}{2 \text{ MBq}\cdot\text{h/m}^3} \cdot 6 \text{ mSv} , \quad (1)$$

kde

E	roční efektivní dávka v mSv,
$\bar{a}_{v,Rn}$	naměřená průměrná OAR v Bq/m^3 ,
T	doba pobytu pracovníka v hodinách.

4.1.2.2 V případech výskytu odlišných hodnot OAR při výkonu práce a mimo ni (viz body 4.1.1.2 a 4.1.1.3) se stanovuje časový integrál OAR odpovídající době pobytu pracovníka na pracovišti (tj. v době výkonu práce), a to obvykle kontinuálním monitorováním hodnot OAR. Hodnoty OAR zjištěné krátkodobým kontinuálním měřením se použijí ke korekci roční průměrné hodnoty OAR stanovené integrálním měřením. Aby bylo kontinuální měření dostatečně průkazné, musí být prováděno nepřetržitě alespoň po dobu jednoho týdne, tj. po dobu sedmi po sobě jdoucích kalendářních dnů. Během této doby se obvykle podaří postihnout charakter základních změn OAR v čase. Volí se přitom takové podmínky (pracovní režimy), které jsou z hlediska celoročního provozu pro pracoviště typické

(z hlediska ventilace, manipulace s materiálem, otevření vstupů do prostorů s vyšším obsahem radonu apod.).

Je-li možné identifikovat větší počet odlišných režimů, kdy lze očekávat podstatně odlišné hodnoty OAR, provede se dostatečně dlouhé šetření za všech těchto režimů. Z důvodů posouzení sezónních variací OAR se v některých případech osvědčuje týdenní měření opakovat během roku dvakrát - v topné sezóně a mimo ni, resp. v letním a zimním období.

Pro účely kontinuálního měření na pracovišti se mohou používat výhradně kontinuální monitory radonu, které jsou stanovenými měřidly podle zákona č. 505/1990 Sb., zákon o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, schválenými pro účely kontinuálního monitorování při dodržení technických údajů a podmínek uvedených v certifikátu o schválení typu měřidla na základě typové zkoušky provedené na žádost ČMI v AMS Kamenná.

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/m³.

Do časového integrálu OAR odpovídajícího době pobytu pracovníka v měřeném prostoru (viz rovnice (2) a (3)) se započtou pouze ty části kontinuálního záznamu hodnot OAR, které skutečně odpovídají době pobytu pracovníka v tomto prostoru. Časová integrace je sčítání příslušných násobků délky časového intervalu a hodnoty OAR v tomto intervalu.

Při zpracování výsledků měření jsou vypuštěny hodnoty (v délce odezvy monitoru) vždy na začátku měření a vždy na začátku významné změny OAR způsobené charakteristickým provozem na pracovišti. Příklady: zvýšení větrání související se zahájením pracovní doby, změna nastavení technických systémů (např. větrání, vytápění, klimatizace) souvisejících s provozem na pracovišti, spínání a vypínání aktivních prvků protiradonové ochrany, snížení větrání související s ukončením provozu v některých částech pracoviště.

Pokud by se kontinuální měření OAR provádělo po celý rok, stanovila by se efektivní dávka pracovníků v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny za rok zcela obecně podle vztahu

$$E = \frac{\int a_{v,Rn}(t) \cdot dt}{2\text{MBq} \cdot \text{h}/\text{m}^3} \cdot 6\text{mSv}, \quad (2)$$

kde v čitateli je časový integrál OAR odpovídající době pobytu pracovníka v měřeném prostoru po dobu jednoho roku.

Časový integrál OAR (I_{pobyt}) v době pobytu pracovníka v měřeném prostoru po dobu jednoho roku se potom stanoví (odhadne) ze známého ročního integrálu OAR (I_{celk}) stanoveného z měření integrálním detektorem a z poměru časového integrálu OAR (i_{pobyt}) v době pobytu pracovníka v měřeném prostoru po dobu kontinuálního měření a časového integrálu OAR (i_{celk}) odpovídajícího době celého kontinuálního měření ze vztahu

$$I_{pobyt} = I_{celk} \cdot i_{pobyt} / i_{celk} \quad (3)$$

Podmínky, kdy je kontinuální měření OAR nutné provést již při prvním měření, jsou specifikovány v bodě 5.2.1.3.

Jinou možností stanovení efektivní dávky pracovníka je použití **systému osobního monitorování** (viz bod 7.2).

4.1.3 Volba měřicího místa v měřeném prostoru

Při volbě měřicího místa **v uzavřeném prostoru** se vychází z předpokladu, že se měří prostor, v jehož ovzduší je radon distribuován rovnoměrně. Z tohoto důvodu se obvykle za postačující považuje měření OAR na jednom měřicím místě.

V případě, že měřený a hodnocený prostor má velkou podlahovou plochu, se za předpokladu homogenního rozložení OAR zpravidla zřizuje jedno měřicí místo na každých 500 m² podlahové plochy. Je-li očekáváno nehomogenní rozložení, např. chodba v podzemí, měří se přednostně na místech s delší dobou pobytu pracovníků (např. zastávky na průvodcovských trasách, dílny). Pokud nelze uvedená místa specifikovat, umísťují se detektory zpravidla po 50 – 100 m v případě pracovišť malého rozsahu, a po 200 – 400 m v případě pracovišť velkého rozsahu, kde celková délka chodeb využívaných k pobytu pracovníků je delší jak 1 km, případně do uzlových bodů větrní sítě.

Měřicí místo může být obecně lokalizováno kdekoliv v místnosti za předpokladu, že umístění respektuje technické požadavky použitého detektoru nebo monitoru uvedené v návodech k použití. Měřidla by se neměla používat v místech, která mohou být intenzivněji ventilována (např. v bezprostřední blízkosti otevíraných oken a dveří, na okenních parapetech, v blízkosti ventilačních spár a v místech, kde může dojít k ventilačnímu zkratu, v blízkosti nasávacích a výfukových otvorů klimatizace), v místech osvětlených intenzivním slunečním světlem a v blízkosti topných těles. Je žádoucí umístit měřidlo na měřicí místo - při zohlednění výše uvedených pravidel - co nejbližší místu pracovnímu. Současně je ovšem nutno uvážit riziko poškození nebo ztráty měřicí techniky. V praxi může být volba měřicího místa velmi problematická, zejména při použití kontinuálních monitorů objemové aktivity radonu. Problémy přináší zvýšená vlhkost, prašnost, nedostupnost zdroje elektrického proudu, značné riziko poškození při prováděných pracovních úkonech v daném místě apod.

Na pracovištích v podzemí s obnaženými horninovým prostředím jsou detektory umísťovány mimo sedimenty, ve výšce cca 1 - 1,5 m nad zemí, ve vzdálenosti min 10 cm od stěny; v místech vysokého skapu jsou chráněny stříškou. V horninovém prostředí je možné umístění ve větších dutinách a prasklinách.

V případě prokázání nehomogenity OAR v uzavřeném prostoru se pro rozhodnutí, zda je překročena úroveň OAR 300 Bq/m³, použije nejvyšší z naměřených hodnot. Při stanovování efektivních dávek pracovníků se jednotlivá pracovní (měřicí) místa hodnotí samostatně.

Měření OAR a stanovování efektivní dávky v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny **v otevřeném prostoru** (na volném prostranství) je považováno za bezpředmětné a neprovádí se. Výjimkou jsou otevřené prostory, v nichž je ve velkém množství (srovnatelném s nekonečným poloprostorem) nakládáno s materiálem, jehož hmotnostní aktivita radia (²²⁶Ra) je vyšší než 1 kBq/kg. V případě nakládání s malým množstvím materiálu (do 1 m³) je měření OAR a stanovování efektivní dávky nezdůvodněno, pokud je hmotnostní aktivita ²²⁶Ra takového materiálu menší než 10 kBq/kg.

4.1.4 Faktor nerovnováhy

Předpoklad, že časový integrál OAR = 2 MBq.h/m³ vede k efektivní dávce 6 mSv, je možno použít tehdy, jestliže se faktor nerovnováhy **F** mezi radonem a jeho krátkodobými produkty přeměny blíží hodnotě 0,4. Pokud se očekává podstatně odlišný faktor nerovnováhy (např. z důvodu vysoké ventilace prostoru může být **F** menší než 0,1 nebo naopak v prostorech

nevětraných s velkou koncentrací aerosolů může být F větší než 0,7), přichází v úvahu zpřesnění efektivní dávky na základě měření ekvivalentní objemové aktivity radonu (EOAR; $a_{ekv,Rn}$). Tento postup je vhodný zejména tehdy, kdy F je očekáván větší než 0,7 a standardní postup skutečnou efektivní dávku podhodnocuje.

Jsou-li k dispozici výsledky měření EOAR i OAR pro stejné období, lze určit faktor nerovnováhy F pro dané pracoviště a použít jej pro přepočítání dávky podle vztahu

$$E = \frac{\bar{a}_{v,Rn} \cdot T \cdot F}{2,5 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3} \cdot 20 \text{ mSv} \quad (4)$$

kde

E	roční efektivní dávka v mSv,
$\bar{a}_{v,Rn}$	naměřená průměrná OAR v Bq/m ³ ,
T	doba pobytu pracovníka v hodinách,
F	faktor nerovnováhy zjištěný pro dané pracoviště.

Jsou-li k dispozici výsledky kontinuálního měření EOAR, stanoví se efektivní dávka ze vztahu

$$E = \frac{\int a_{ekv,Rn}(t) \cdot dt}{2,5 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3} \cdot 20 \text{ mSv} , \quad (5)$$

kde v čitateli je časový integrál EOAR v době pobytu pracovníků po dobu jednoho roku. Vztah vychází z předpokladu, že časový integrál EOAR = 2,5 MBq.h/m³ vede k efektivní dávce 20 mSv.

Rovnici (5) je možné použít i při hodnocení výsledků osobní dozimetrie, která je v případě posuzování expozice osob ozářením z radonu a produktů jeho přeměny založena nikoliv na měření objemové aktivity radonu, ale na měření ekvivalentní objemové aktivity radonu (viz bod 7.2).

Jsou-li k dispozici výsledky měření KLE, lze efektivní dávku stanovit ze vztahu

$$E = \frac{\text{KLE} \cdot T \cdot R}{17 \cdot 10^3 \mu\text{J} \cdot \text{h/m}^3} \cdot 20 \text{ mSv} , \quad (6)$$

kde

E	roční efektivní dávka v mSv,
KLE	naměřená koncentrace latentní energie v $\mu\text{J}/\text{m}^3$ (průměrná hodnota KLE nebo KLE na základě jednorázových odběrů, viz Příloha C),
T	doba pobytu pracovníka v hodinách
R	objem vdechnutého vzduchu za jednotku času v m ³ /h; není-li znám přesnější údaj, použije se pro pracovníka hodnota 1,2 m ³ /h vykonávajícího těžkou fyzickou práci, v ostatních případech se použije 1 m ³ /hod.

4.1.5 Speciální expoziční podmínky na některých pracovištích

Výše uvedené výpočty efektivní dávky jsou založeny na předpokladu, že parametry týkající se produktů přeměny radonu ve vdechovaném vzduchu, které mohou výrazně ovlivnit výslednou efektivní dávku (velikostní spektrum aerosolů, kondenzačních jader, jejich koncentrace, vlhkost vzduchu apod.), se příliš neliší od obvyklých hodnot těchto parametrů v bytech. Ne vždy je tento předpoklad splněn. Jestliže se např. velikostní spektrum aerosolů na pracovišti významně liší od typického velikostního spektra aerosolů v bytech, měl by být do vztahů pro výpočet efektivní dávky včleněn odpovídající korekční faktor.

Odlíšné expoziční podmínky je vhodné šetřit zejména v následujících skupinách pracovišť:

- pracoviště s nižší prašností a nucenou výměnou vzduchu a pracoviště s tzv. pračkami vzduchu,
- pracoviště s vysokou prašností a nucenou výměnou vzduchu (pracoviště, kde probíhají hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem), např. činné podzemní doly, zpřístupňovaná stará důlní díla,
- pracoviště, kde se povinně používají účinné respirátory.

Základní problém spočívá v tom, že v současnosti nejsou k dispozici obecně použitelné měřicí metody, které by podrobnější šetření v tomto smyslu umožňovaly.

4.2 Postupy měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu a stanovení efektivních dávek v důsledku zevního ozáření zářením gama

Měření $H^*(10)$ se provádí na všech pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky, a to na pracovních místech.

Poznámka: Dříve používaná veličina příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) je dávkový ekvivalent vyvolaný fotony. V praxi nelze jednoduše odlišit příspěvek fotonů a beta záření na celkovém měřeném dávkovém ekvivalentu. Protože se nepředpokládá, že na pracovištích, která jsou předmětem tohoto doporučení, se budou nacházet čisté beta zářiče, lze považovat příspěvek beta záření na celkovém dávkovém ekvivalentu za velmi malý. Veličina prostorový dávkový ekvivalent ($H^(10)$), ve které jsou měřicí přístroje zpravidla kalibrovány, může sloužit jako horní odhad fotonového dávkového ekvivalentu, resp. jejich příkon. Podobně lze použít měření ve veličině dávkový příkon s tím, že se pro stanovení efektivní dávky použije konverzní faktor 0,7 pro přepočítání z Gy na Sv.*

Výběr pracovních míst k měření lze provést

- na základě zmapování příkonu prostorového dávkového ekvivalentu na pracovišti přímým měřením, nebo
- na základě znalostí o zvýšeném obsahu přírodních radionuklidů v materiálech či reziduích přítomných na pracovišti; v tomto případě lze se znalostí hmotnostních aktivit přírodních radionuklidů v používaných materiálech, objemů těchto materiálů a očekávané geometrie ozáření odvodit či odhadnout příkony prostorového dávkového ekvivalentu na pracovních místech pomocí standardních výpočetních modelů.

Výše uvedenými způsoby se identifikují pracovní místa, na nichž příkon prostorového dávkového ekvivalentu pravděpodobně převyšuje přírodní pozadí. Na těchto místech se potom provede měření a výsledky měření se po odečtení přírodního pozadí použijí pro

stanovení efektivní dávky ze zevního ozáření zářením gama nad přírodní pozadí za rok. Obvykle se volí geometrie měření na pozici pracovníka na pracovním místě. Není-li vzhledem k charakteru práce a měřeného pracovního místa vhodnější použít jinou geometrii měření, provádí se měření na pracovním místě v případě stojícího pracovníka obvykle ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti alespoň 0,5 m od stěn.

Při pobytu pracovníka na více pracovních místech se efektivní dávka stanovuje součtem efektivních dávek, které obdržel na jednotlivých pracovních místech.

Přírodní pozadí se zjišťuje přímým měřením na pracovišti bez přítomnosti přídatného zdroje záření gama, nebo v okolí pracoviště. Pokud není možno použít přímé měření pro stanovení přírodního pozadí, použije se definitoricky hodnota 0,14 $\mu\text{Sv/h}$.

Za hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu významně převyšující přírodní pozadí se považují naměřené hodnoty, které jsou alespoň o 30 % vyšší než přírodní pozadí v daném místě (příp. o 30 % vyšší než 0,14 $\mu\text{Sv/h}$).

Jestliže na pracovišti nebyly na žádném pracovním místě zjištěny hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu významně převyšující přírodní pozadí, efektivní dávky pracovníků v důsledku zevního ozáření zářením gama se považují za nevýznamné a nestanovují se.

V případech, kdy efektivní dávka za rok může překročit 6 mSv, používá se pro stanovení dávky ze zevního ozáření zářením gama zpravidla systém osobního monitorování (viz bod 7.2).

Speciální přístup vyžadují situace, kdy se manipuluje s malým množstvím vysoceaktivních materiálů (tzn. hmotnostní aktivita některého z dlouhodobých přírodních radionuklidů uvedeného v Tab. 1 přesahuje 10 kBq/kg)² a kdy ekvivalentní dávka na ruce může více než desetinásobně převyšovat ekvivalentní dávku na referenčním místě (viz bod 7.2). V těchto případech se kromě systému osobní dozimetrie použijí i dozimetry na ruce.

Efektivní dávka E pracovníka v důsledku zevního ozáření zářením gama za rok se vypočte ze vztahu

$$E = B \cdot (\dot{\mathcal{D}} - \dot{\mathcal{D}}_p) \cdot T, \quad (7)$$

resp.

$$E = (H^*(10) - H_p^*(10)) \cdot T$$

kde

$\dot{\mathcal{D}}$	dávkový příkon záření gama v mGy/h,
$\dot{\mathcal{D}}_p$	dávkový příkon záření gama přírodního pozadí na pracovišti v mGy/h,
$H^*(10)$	příkon prostorového dávkového ekvivalentu v mSv/h
$H_p^*(10)$	příkon prostorového dávkového ekvivalentu přírodního pozadí v mSv/h
T	roční doba expozice pracovníka na daném místě v hodinách,
B	konverzní faktor pro přepočtení dávky záření gama přírodních radionuklidů na efektivní dávku v mSv/mGy; pro běžnou směs přírodních radionuklidů ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Th s jejich produkty přeměny se

² Pokud uvedenou hodnotu překračuje pouze ^{210}Po a/nebo ^{210}Pb , provede se odhad dávky výpočtem, protože systém osobní dozimetrie záření těchto radionuklidů neregistruje.

konvenčně použije hodnota $B = 0,7 \text{ mSv/mGy}$ (podle UNSCEAR 1982 [O2]).

4.3 Postupy ke stanovení efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny)

Stanovení efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny) se provádí na pracovištích v případě, že se zde vyskytují materiály či rezidua, v nichž jsou významně zastoupeny dlouhodobé přírodní radionuklidy (viz Tab. 1) a hmotnostní aktivita některého z nich přesahuje uvolňovací úroveň stanovenou § 105 odst. 1 vyhlášky, tj. 1 kBq/kg pro uranovou a thoriovou řadu a 10 kBq/kg pro ^{40}K . Efektivní dávky pracovníků se potom stanovují pouze na těch pracovních místech, na nichž je tato podmínka splněna.

Při pobytu pracovníka na více pracovních místech se efektivní dávka stanovuje součtem efektivních dávek, které pracovník obdržel na jednotlivých pracovních místech.

Hmotnostní aktivitu 1 kBq/kg , resp. 10 kBq/kg pro ^{40}K , lze považovat za zprošťující kritérium pro stanovování efektivní dávky z inhalace příslušného radionuklidu (za předpokladu 2000 hodin výkonu práce za rok). Není-li tato hodnota hmotnostní aktivity překročena, je vysoce nepravděpodobné, že efektivní dávka z inhalace za rok překročí 1 mSv .

Pokud se na pracovišti nachází pouze materiály, které ze své fyzikální podstaty nemohou být trvalým zdrojem prašnosti (např. olejnaté kaly, kapaliny), je možné upustit od stanovování efektivní dávky E pracovníka z inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny). Tato skutečnost musí být uvedena a zdůvodněna v protokolu o měření.

Efektivní dávka E pracovníka z inhalace přírodních radionuklidů se vypočte jako součet efektivních dávek způsobených inhalací jednotlivých radionuklidů

$$E = \sum_i (h_{i,\text{inh}} \cdot a_{v,i}) \cdot P \cdot R \cdot T, \quad (8)$$

kde

$h_{i,\text{inh}}$	konverzní faktor pro přepočtení vdechnuté aktivity na efektivní dávku (Tab. 1),
$a_{v,i}$	objemové aktivity přírodních radionuklidů ve vzduchu (dlouhodobý průměr) v Bq/m^3 ,
P	bezrozměrný faktor popisující stupeň ochrany při použití respirátoru; při prvním odhadu se konzervativně předpokládá $P = 1$, tj. situace bez použití respirátoru; není-li známa účinnost respirátoru, použije se také $P = 1$,
R	objem vdechnutého vzduchu za jednotku času v m^3/h ; není-li znám přesnější údaj, použije se pro pracovníka hodnota $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ vykonávajícího těžkou fyzickou práci, v ostatních případech se použije $1 \text{ m}^3/\text{hod}$,
T	roční doba expozice pracovníka na pracovním místě v h.

Tab. 1: Konverzní faktory h_{inh} pro inhalaci (mSv/kBq) pro pracovníky

Radionuklid/ přeměnová řada	Konverzní faktor h_{inh} AMAD 1 μm (mSv/kBq)	Konverzní faktor h_{inh} AMAD 5 μm (mSv/kBq)
U 238sec	36,00	25,30
U nat	16,20	12,80
Th 230	13,00	7,20
Ra 226+	3,20	2,20
Pb 210+	0,97	1,16
Po 210	3,00	2,20
U 235sec	122,00	83,30
U 235+	7,70	6,10
Pa 231	32,00	17,00
Ac 227+	82,40	60,20
Th 232sec	65,50	48,20
Th 232	23,00	12,00
Ra 228+	2,61	1,71
Th 228+	39,90	34,40

Tab. 1 shrnuje konverzní faktory pro přepočet aktivity inhalovaného radionuklidu (nebo přeměnové řady v sekulární radioaktivní rovnováze, viz Tab. 2) na efektivní dávku pro dvě velikosti aerosolů – AMAD 1 a 5 μm . Konverzní koeficienty h_{inh} byly získány z ICRP 119, 2012 [O3], konzervativně byl použit vždy vyšší konverzní koeficient v případě více možných typů absorpce. Není-li známo velikostní rozdělení, použije se konzervativní odhad, tedy vyšší hodnota h_{inh} . V opačném případě se použije reálný konverzní koeficient pro známé velikostní rozdělení a typ absorpce podle vyhlášky.

Tab. 2: Přehled radionuklidů zahrnutých do přeměnových řad, resp. jejich částí.

Uranová přeměnová řada	
U 238sec	U 238, Th 234, Pa 234m, Pa 234 (0.3%), U 234, Th 230, Ra 226, Rn 222, Po 218, Pb 214, Bi 214, Po 214, Pb 210, Bi 210, Po 210
U nat	U 238, Th 234, Pa 234m, Pa 234 (0.3%), U 234, U 235 (4.6%), Th 231 (4.6%)
Th 230	Th 230
Ra 226+	Ra 226, Rn 222, Po 218, Pb 214, Bi 214, Po 214
Pb 210+	Pb 210, Bi 210
Po 210	Po 210
Aktiniová přeměnová řada	
U 235sec	U 235, Th 231, Pa 231, Ac 227, Th 227 (98.6%), Fr 223 (1.4%), Ra 223, Rn 219, Po 215, Pb 211, Bi 211, Tl 207, Po 211 (0.3%)
U 235+	U 235, Th 231
Pa 231	Pa 231
Ac 227+	Ac 227, Th 227 (98.6%), Fr 223 (1.4%), Ra 223, Rn 219, Po 215, Pb 211, Bi 211, Tl 207, Po 211 (0.3%)
Thoriová přeměnová řada	
Th 232sec	Th 232, Ra 228, Ac 228, Th 228, Ra 224, Rn 220, Po 216, Pb 212, Bi 212, Po

	212 (64.1%), Tl 208 (35.9%)
Th 232	Th 232
Ra 228+	Ra 228, Ac 228
Th 228+	Th 228, Ra 224, Rn 220, Po 216, Pb 212, Bi 212, Po 212 (64.1%), Tl 208 (35.9%)
<p>„sec“ – přeměnová řada v sekulární radioaktivní rovnováze „+“ – část přeměnové řady v sekulární radioaktivní rovnováze „nat“ – přírodní uran s příslušným zastoupením jednotlivých izotopů</p>	

Vzhledem k obtížnosti přímého měření nízkých objemových aktivit většiny přírodních radionuklidů ve vzduchu je většinou dostačující odhadnout objemové aktivity ve vzduchu na základě hmotnostních aktivit radionuklidů v používaném materiálu a na základě prašnosti na pracovišti. Pro tyto účely se použije rovnice

$$a_{v,i} = p \cdot a_{m,i} \quad (9)$$

kde

$a_{v,i}$	objemová aktivita radionuklidu ve vzduchu v Bq/m ³ ,
$a_{m,i}$	hmotnostní aktivita radionuklidu v materiálu v Bq/kg,
p	prašnost v kg/m ³ ; není-li známa přesnější hodnota, při běžných pracovních činnostech se počítá standardně $p = 1 \text{ mg/m}^3$; na místech extrémně prašných $p = 10 \text{ mg/m}^3$.

Množství prachu na pracovištích je velmi různorodé a záleží nejen na technologii, ale také na mikroklimatických podmínkách a dalších faktorech, které jsou povětšinou při daném měření originální - každé šetření se tak může velmi lišit. Z toho důvodu je důležité zajistit dostatečně konzervativní odhad vstupních parametrů pro stanovení efektivní dávky pracovníka tak, aby nedošlo k jejímu podhodnocení. Podle situace na pracovišti a variability vstupních surovin a tedy i obsahu radionuklidů je potřeba uvážit, zda jedno měření prašnosti a obsahu radionuklidů je dostatečně reprezentativní, nebo je pro objektivnější popis situace nezbytné provést měření více. Současně je vhodné vzít v potaz odstupňovaný přístup k radiační ochraně a podrobná měření provádět v případě, kdy si situace na pracovišti a úroveň efektivních dávek pracovníků zpřesňování vyžaduje. V opačném případě postačí stanovení nejistot a stanovení horního odhadu efektivní dávky pracovníka z inhalace radionuklidů. Úvaha zdůvodňující počet měření by měla být obsažena v protokolu z měření.

Poznámka: Filtrační polomasky, pokud jsou používány správně, mají schopnost zachytit prachové částice a na nich deponované radionuklidy.

Alternativně lze k hodnocení efektivní dávky z inhalace směsi dlouhodobých přírodních radionuklidů emitujících záření alfa použít jiný postup, a to měření celkové objemové alfa aktivity směsi dlouhodobých radionuklidů ve vzduchu. Přitom se vychází z předpokladu, že roční efektivní dávka 20 mSv odpovídá velmi konzervativně ročnímu příjmu vdechnutím 3200 Bq směsi dlouhodobých radionuklidů uran-radiové řady emitujících záření alfa (§ 6 odst. 6 vyhlášky). Za podobně konzervativních podmínek lze stanovit i hodnotu pro příjem směsi dlouhodobých radionuklidů z thoriové řady emitujících záření alfa. Pro thoriovou přeměnovou řadu odpovídá, opět velmi konzervativně, roční efektivní dávka 20 mSv ročnímu příjmu vdechnutím 900 Bq směsi dlouhodobých radionuklidů.

Pro stanovení efektivní dávky z příjmu směsi dlouhodobých radionuklidů uran-rádiové řady emitujících záření alfa se použije vztah

$$E = a_{\text{sum}} \cdot \frac{20\text{mSv}}{3200\text{Bq}} \cdot \text{R.P.T} , \quad (10)$$

kde:

a_{sum}	celková objemová aktivita alfa ve vzduchu (dlouhodobý průměr) v Bq/m^3 ,
P	bezrozměrný faktor popisující stupeň ochrany při použití respirátoru; při prvním odhadu se konzervativně předpokládá $P = 1$, tj. situace bez použití respirátoru; není-li známa účinnost respirátoru, použije se také $P = 1$,
R	objem vdechnutého vzduchu za jednotku času v m^3/h ; není-li znám přesnější údaj, použije se pro pracovníka hodnota $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ vykonávajícího těžkou fyzickou práci, v ostatních případech se použije $1 \text{ m}^3/\text{hod}$,
T	roční doba expozice pracovníka na pracovním místě v h.

4.3.1.1 Stanovení efektivní dávky z inhalace thoronu a produktů jeho přeměny

Na pracovišti, kde se pracuje s materiálem obsahujícím thorium v takové míře, že s ohledem na množství materiálu, velikost prostoru a typ ventilace je pravděpodobné, že v ovzduší může být ekvivalentní objemová aktivita thoronu dlouhodobě vyšší než 50 Bq/m^3 , měla by být stanovena roční efektivní dávka pracovníků z inhalace thoronu a produktů jeho přeměny.

Vzhledem k obtížnému měření průměrné objemové aktivity thoronu integrálními měřidly se doporučuje stanovovat efektivní dávky na základě kontinuálního měření ekvivalentní objemové aktivity thoronu (dále EOAT; $a_{\text{ekv,Th}}$) v měřeném prostoru. Měření by se mělo provádět v době výkonu práce, při níž lze očekávat zvýšenou koncentraci thoronu, a to v oblasti dýchací zóny pracovníka. Používají se zejména kontinuální monitory se spektrometrickým stanovením objemových aktivit produktů přeměny thoronu.

Pro přepočítání EOAT na efektivní dávku E se použije vztah

$$E = k \cdot \bar{a}_{\text{ekv,Th}} \cdot T , \quad (11)$$

kde

E	efektivní dávka v mSv
$\bar{a}_{\text{ekv,Th}}$	průměrná ekvivalentní objemová aktivita thoronu v době výkonu práce v Bq/m^3 ,
T	doba pobytu pracovníka v hodinách,
k	konverzní koeficient $4 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}/(\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3})$ podle UNSCEAR (2000) [O4].

4.4 Postupy ke stanovení ekvivalentní a efektivní dávky v důsledku ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy

Stanovení ekvivalentní a efektivní dávky v důsledku ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy (zahrnuje expozici v důsledku usazení radionuklidů na povrchu kůže i expozici kůže v kontaktu s kontaminovanými předměty) se provádí v případě, že se na pracovišti vyskytují materiály či rezidua, v nichž jsou významně zastoupeny dlouhodobé přírodní radionuklidy (viz Tab. 3) a hmotnostní aktivita některého z nich přesahuje 10 kBq/kg, resp. 20 kBq/kg pro ^{40}K . Dávky pracovníků se stanovují na těch pracovních místech, na nichž je tato podmínka splněna. Ekvivalentní dávka pracovníka i efektivní dávka pracovníka se při pobytu na více pracovních místech stanovuje součtem.

Hmotnostní aktivitu 10 kBq/kg, resp. 20 kBq/kg, lze považovat za zprošťující kritérium pro stanovení ekvivalentní (efektivní) dávky z povrchové kontaminace příslušným radionuklidem. Není-li tato hodnota překročena, je vysoce nepravděpodobné (za předpokladu 2000 hodin výkonu práce za rok), že efektivní dávka z ozáření kůže za rok překročí 1 mSv a ekvivalentní dávka v kůži za rok 50 mSv. Obdobně nepravděpodobné je překročení uvedených dávek, je-li plošná kontaminace přírodními radionuklidy na površích pracovního místa menší než 10 kBq/m², resp. 20 kBq/m² pro ^{40}K .

Speciální přístup vyžadují situace, kdy se manipuluje s malým množstvím vysoceaktivních materiálů (tzn. hmotnostní aktivita některého z dlouhodobých přírodních radionuklidů uvedených v Tab. 3 přesahuje 10 kBq/kg)³ a kdy ekvivalentní dávka na ruce (tj. na kůži na rukou) může více než desetinásobně převyšovat ekvivalentní dávku v referenčním místě (viz bod 7.2). V těchto případech se kromě systému osobní dozimetrie použijí i dozimetry na ruce (viz bod 7.2). Obdobně platí i pro efektivní dávku.

Je-li známa povrchová kontaminace jednotlivými radionuklidy, lze stanovit **ekvivalentní dávku v kůži a efektivní dávku v důsledku ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy** následujícím postupem.

Roční ekvivalentní dávka v kůži se stanoví jako

$$H_k = (\sum k_i \cdot a_{s,i}) \cdot P \cdot T, \quad (12)$$

kde

H_k	roční ekvivalentní dávka v kůži v mSv,
k_i	konverzní faktor pro přepočtení plošné kontaminace kůže na příkon ekvivalentní dávky v (mSv/h)/(Bq/cm ²),
$a_{s,i}$	dlouhodobý průměr plošné aktivity i- tého radionuklidu na kůži (nebo povrchová aktivita předmětu) v Bq/cm ² ,
P	bezrozměrný faktor popisující stupeň ochrany při použití ochranných pomůcek (rukavic); nejsou-li použity, potom $P = 1$,
T	roční doba expozice pracovníka v h.

Roční **efektivní dávka** v důsledku ozáření kůže obličejem a rukou z povrchové kontaminace se stanoví podle vztahu

$$E = H_k \cdot w_k \cdot f_S, \quad (13)$$

³ Pokud uvedenou hodnotu překračuje pouze ^{210}Po a/nebo ^{210}Pb , provede se odhad dávky výpočtem, protože systém osobní dozimetrie záření těchto radionuklidů neregistruje.

kde

H_k roční ekvivalentní dávka v kůži v mSv,
 w_k tkáňový váhový faktor pro kůži, $w_k = 0,01$,
 f_S podíl exponované části těla; pro případ expozice obličejem a rukou se uvažuje $f_S = 0,1$.

Vzhledem k obtížnému přímému měření nízkých plošných aktivit většiny přírodních radionuklidů (plošné kontaminace) - zejména v případě zářičů alfa - je obvykle dostačující odhadnout povrchovou kontaminaci kůže z hmotnostních aktivit radionuklidů přítomných v používaném materiálu a z vrstvy depozice na kůži.

Plošnou aktivitu lze odhadnout jako

$$a_{s,i} = d \cdot \rho \cdot a_{m,i} \quad (14)$$

kde

$a_{s,i}$ plošná aktivita i-tého přírodního radionuklidu na kůži v Bq/m²,
 $a_{m,i}$ hmotnostní aktivita i-tého přírodního radionuklidu v materiálu v Bq/kg,
 d tloušťka vrstvy deponovaného materiálu na kůži v m; není-li znám přesnější údaj, použije se konzervativní hodnota 0,2 mm = 2.10⁻⁴ m,
 ρ hustota materiálu deponovaného na kůži v kg/m³.

Tab. 3: Přehled konverzních faktorů pro ekvivalentní dávku v kůži z kontaminace kůže [O5, tabulka D4 a D9]

Radionuklid	Konverzní faktor k_i pro ekvivalentní dávku na kůži (mSv/h)/(Bq/cm ²)
U 238 (spolu s Th 234, (99,8%)Pa 234m, (0,33%)Pa 234)	3,35E-3
Th 230	8,51E-5
Ra 226 (spolu s Rn 222, Po 218, (0,022%) At 218. Pb 214, Bi 214, Po 214)	7,43E-3
Pb 210 (spolu s Bi 210)	2,31E-3
U 235 (spolu s Th 231)	2,26E-3
Pa 231	1,22E-4
Ac 227 (spolu s Ac 227, (98,6%)Th 227, (1,4%)Fr 223, Ra 223, Rn 219, Po 215, Pb 211, Bi 211, (0,3%)Po 211, (99,7%)Tl 207)	3,43E-3
Th 232	2,52E-5
Ra 228 (spolu s Ac 228)	2,65E-3
Th 228 (spolu s Th 228, Ra 224, Rn 220, Pc 216, Pb 212, Bi 212, (64,1%)Po 212, (35,9%)Tl 208)	5,41E-3
K 40	2,14E-3

4.5 Postupy ke stanovení ekvivalentní dávky v oční čočce

Pro odhad ekvivalentní dávky v oční čočce lze za určitých podmínek použít výsledky monitorování prostředí (prostorový dávkový ekvivalent) nebo výsledky osobního monitorování ($H_p(10)$ a $H_p(0,07)$). Podmínky použití jsou následující:

- pole záření je stabilní, tj. málo proměnlivé,
- pracovník je převážně čelem ke zdroji záření.

Pokud výše popsané podmínky splněny nejsou, tj. pole záření je proměnlivé, pracovník se vůči poli záření vyskytuje ve velkých úhlech (nad 75°), je nutné provádět osobní monitorování v blízkosti oka. Lze použít osobní monitorování veličiny $H_p(0.07)$ nebo lépe $H_p(3)$.

Ekvivalentní dávka v oční čočce pracovníka se stanovuje pomocí osobní dozimetrie v případě, že na základě předchozích odhadů ekvivalentní dávky v oční čočce je možné, že ekvivalentní dávka překročí hodnotu 5 mSv/rok. Osobní monitorování v blízkosti oka je nutné vždy, když je pole záření velmi nehomogenní. V případě homogenního pole lze ekvivalentní dávku v oční čočce odhadnout z osobního dávkového ekvivalentu měřeného na referenčním místě.

Vzhledem k dosahu alfa částic v tkáni není expozice radionuklidům emitujícím alfa záření z hlediska stanovení ekvivalentní dávky v oční čočce relevantní.

Ekvivalentní dávka v oční čočce se za podmínek výše popsaných se stanoví podle vztahu

$$H_{oko} = (H^*(10) - H_p^*(10)) \cdot T \quad (15)$$

kde

H_{oko}	ekvivalentní dávka v oční čočce v mSv,
$H^*(10)$	příkon prostorového dávkového ekvivalentu v mSv/h,
$H_p^*(10)$	příkon prostorového dávkového ekvivalentu přírodního pozadí v mSv/h,
T	roční doba expozice pracovníka na daném místě v hodinách.

5 Způsob provedení prvního měření a postupy vyhodnocování výsledků prvního měření ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky

5.1 Způsob provedení prvních měření

Cílem prvního měření je rozhodnout, zda jsou na pracovišti překročeny úrovně uvedené v § 88 odst. 2 vyhlášky.

5.1.1 Provedení prvního měření OAR

Základní, a ve většině případů dostačující metodou **prvního měření OAR**, je roční integrální měření OAR. Podmínky, kdy je kontinuální měření OAR nutné provést již při prvním měření, jsou specifikovány ve druhém odstavci bodu 5.2.1.3.

Měření OAR se obecně provádí ve všech uzavřených prostorech pracoviště sloužících k výkonu práce či pobytu pracovníků a v prostorech souvisejících, pokud také slouží k výkonu práce či pobytu pracovníků.

Měřením mají být identifikovány všechny prostory pracoviště sloužící k výkonu práce či pobytu pracovníků s překročenou úrovní 300 Bq/m^3 pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce.

Pokud pracoviště není umístěno ve stavbě, je nutné analyzovat potenciální zdroje radonu a cesty šíření kontaminovaného vzduchu podle konkrétní situace.

5.1.1.1 Na pracovištích v podzemí předchází prvnímu měření OAR **předběžné měření** podle bodu 3.1. Pokud výsledky předběžného měření vedou s uvážením plánované doby pobytu pracovníků na pracovišti ke zjištění, že efektivní dávka bude pro některého z pracovníků vyšší než 15 mSv/rok , indikuje tato skutečnost možnost překročení limitu podle § 4 odst. 1 písm. a) vyhlášky. Z tohoto důvodu se dočasně omezí pobyt pracovníků na pracovišti a přijme se opatření, které zajistí nepřekročení limitu. Poté se předběžné měření opakuje, aby se prověřila dostatečnost přijatého opatření (viz Obr. 2).

Pokud výsledky předběžného měření vedou ke zjištění, že efektivní dávka bude v rozmezí $6 - 15 \text{ mSv/rok}$, provede se měření podle bodu 5.1.1 v časových úsecích 1-3 měsíce⁴ tak, aby bylo možné průběžně vyhodnocovat efektivní dávku pracovníků. Podle situace na pracovišti se měření doplní také kontinuálními monitory radonu, případně osobní dozimetrií. Současně se eviduje doba pobytu pracovníků. Pracoviště se považuje za pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření podle § 94 zákona a vztahují se na ně požadavky zde stanovené.

Pokud výsledky předběžného měření vedou ke zjištění, že efektivní dávka bude nižší než 6 mSv/rok , provede se měření podle 5.1.1.

5.1.2 Provedení prvního měření ostatních parametrů pracoviště pro stanovení osobních dávek

Při prvním měření na pracovištích je vedle měření OAR (viz bod 5.1.1) nutné stanovit (odhadnout) efektivní dávku pracovníků v důsledku zevního ozáření zářením gama, inhalace přírodních radionuklidů mimo radon a produkty jeho přeměny a ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy. Za tímto účelem se identifikují všechna pracovní místa,

⁴ Při měřeních se zohlední měřicí rozsah použitých detektorů.

resp. pracovní scénáře, při nichž může dojít ke zvýšené expozici pracovníků přírodním radionuklidům. Použijí se postupy uvedené v kap. 4.2 až 4.4 s tím, že se přednostně volí jednodušší metody: přímé měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu na pracovních místech, v případě inhalace přírodních radionuklidů a ozáření kůže odhady efektivních dávek vycházející ze stanovení hmotnostních aktivit radionuklidů v používaných materiálech (použijí se zprošťující kritéria), použijí se odhady maximální doby pobytu pracovníků na pracovišti.

5.2 Postupy vyhodnocování výsledků prvního měření ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky

5.2.1 Vyhodnocování výsledků měření OAR ve vztahu k úrovni 300 Bq/m³

5.2.1.1 V souladu s úvahou uvedenou v bodě 4.1.1.1 závisí hodnocení výsledků měření OAR na tom, zda je možné výsledek ročního integrálního měření interpretovat jako průměrnou hodnotu OAR v době výkonu práce. Jestliže je tento předpoklad splněn, porovnává se výsledek integrálního měření přímo s úrovní 300 Bq/m³.

5.2.1.2 V případě, že vzhledem k charakteru pracoviště a vykonávaných činnostech, jsou hodnoty OAR v době přítomnosti osob na pracovišti pravděpodobně nižší než hodnoty OAR mimo tuto dobu (viz bod 4.1.1.2), interpretuje se výsledek ročního integrálního měření jako horní (konzervativní) odhad průměrné hodnoty OAR v době pobytu osob na pracovišti. I v tomto případě se výsledek ročního integrálního měření přímo porovnává s úrovní 300 Bq/m³.

5.2.1.3 V případě, že vzhledem k charakteru pracoviště a vykonávaných činnostech, jsou hodnoty OAR v době přítomnosti osob na pracovišti pravděpodobně vyšší než hodnoty OAR mimo tuto dobu (viz bod 4.1.1.3), násobí se výsledek ročního integrálního měření konzervativně faktorem 2. Tato korigovaná hodnota se potom porovnává s úrovní 300 Bq/m³.

Jestliže by hodnoty OAR v době přítomnosti osob na pracovišti překračovaly hodnoty OAR mimo tuto dobu více než pětinašobně, bylo by při dodržení výše uvedeného postupu takové pracoviště vyřazeno z dalšího šetření, i když efektivní dávky pracovníků v důsledku inhalace radonu a jeho přeměnových produktů by mohly být vyšší než 6 mSv za rok. Takový závěr je pochopitelně nežádoucí. Proto je nutné posuzovat pracoviště tohoto typu uvážlivě a při pochybnostech doplnit již v první etapě roční integrální měření alespoň týdenním měřením kontinuálním a stanovit průměrnou hodnotu OAR v době přítomnosti osob na pracovišti postupem podle (3) - viz bod 4.1.2.2. Pro účely provedení týdenního měření kontinuálním monitorem se bere v úvahu i sezónní variace OAR na daném pracovišti.

Je-li tedy k dispozici vedle výsledku ročního integrálního měření OAR alespoň týdenní záznam kontinuálního měření OAR na pracovišti, stanoví se průměrná hodnota OAR v době pobytu osob na pracovišti postupem podle (3) - viz bod 4.1.2.2 - a tato hodnota se porovnává s úrovní 300 Bq/m³.

5.2.1.4 Jestliže byla některým z postupů hodnocení výsledků prvního měření OAR (viz body 5.2.1.1 až 5.2.1.4) na **některém pracovním místě** hodnoceného pracoviště zjištěna hodnota OAR vyšší než úroveň 300 Bq/m^3 , konstatuje se, že **na pracovišti byla překročena úroveň 300 Bq/m^3 .**

5.2.2 Vyhodnocování výsledků měření ve vztahu k úrovni 1 mSv za rok pro efektivní dávku, která nezahrnuje dávku obdrženou z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny

Při posuzování pracovišť stanovených v § 87 vyhlášky se dále postupy uvedenými v kap. 4.2 až 4.4 stanoví efektivní dávky pracovníků v důsledku zevního ozáření zářením gama, inhalace přírodních radionuklidů kromě radonu a produktů jeho přeměny a ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy. Na základě výsledků provedených měření a údajů o době pobytu se pro konkrétního pracovníka hodnotí všechny v úvahu přicházející možnosti zvýšeného ozáření, všechna pracovní místa a prostory, na nichž může ke zvýšenému ozáření pracovníka z přírodních zdrojů dojít. Celková efektivní dávka pracovníka za rok se stanoví součtem všech dílčích efektivních dávek. Výsledek se porovnává s úrovní 1 mSv za rok.

5.2.3 Závěry hodnocení pracovišť ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky

Na pracovištích uvedených v § 87 vyhlášky, na nichž bylo zjištěno překročení úrovně 300 Bq/m^3 pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce, nebo na nichž bylo zjištěno překročení úrovně 1 mSv za rok pro efektivní dávku nad přírodní pozadí ze zevního ozáření a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny, se v závěru hodnocení konstatuje, že **na pracovišti je nutné na základě opakovaného měření a stanovení efektivních dávek posoudit, zda u osob vykonávajících zde práce může být překročena hodnota 6 mSv za rok pro efektivní dávku (§ 88 odst. 4 písm. b)) nebo 1/3 limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky, tj. 16 mSv pro ekvivalentní dávku v oční čočce, 166 mSv pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm^2 kůže bez ohledu na velikost ozářené plochy a 166 mSv pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky.**

Jestliže na pracovišti nebylo zjištěno překročení žádné z uvedených úrovní (300 Bq/m^3 pro průměrnou OAR a 1 mSv za rok pro efektivní dávku, viz § 88 odst. 2 vyhlášky), konstatuje se v závěru hodnocení, že **na pracovišti se v dalších letech nemusí měření ani stanovení efektivních dávek provádět, pokud nedojde ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů, či surovin** (viz § 88 odst. 4 písm. a) vyhlášky).

6 Způsob provedení opakovaného měření a postupy vyhodnocování výsledků opakovaného měření ve vztahu k hodnotě stanovené v § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky

6.1 Způsob provedení opakovaných měření

Na pracovišti uvedeném v § 87 vyhlášky se opakované měření provádí tehdy, jestliže bylo v první etapě zjištěno překročení úrovně pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce 300 Bq/m^3 (viz bod 5.2.1) nebo překročení úrovně 1 mSv za rok pro efektivní dávku, která nezahrnuje dávku obdrženu z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny (viz bod 5.2.2).

Opakovaným měřením a stanovením efektivní dávky pracovníků se posuzuje, zda **může** být u osob vykonávajících práce na daném pracovišti překročena hodnota podle § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky, tedy 6 mSv efektivní dávky za rok, nebo 1/3 limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky.

Při provádění opakovaného měření se zohledňují výsledky prvního měření a jejich hodnocení. Na základě výsledků prvního měření často mohou být identifikovány nejistoty, potřeba provést doplňující šetření, rozšířit počet měřicích míst, provést doplňující analýzy vzorků apod. Všechny podobné poznatky je nutno uvážit při plánování opakovaného měření. Při opakovaném měření je např. možno zohlednit nově nalezené možnosti šíření radonu ze zdroje do dalších uzavřených prostorů pracoviště a zdůvodněně zvýšit počet měřicích míst. Nenastanou-li výše uvedené důvody pro změny ve výběru měřicích míst, volí se měřicí místa obdobně jako při prvním měření.

6.1.1 Opakované měření průměrné objemové aktivity radonu pro stanovení efektivní dávky

Při opakovaném měření průměrné OAR v ovzduší při výkonu práce na pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky se aplikují postupy uvedené v bodě 4.1. Základní používanou metodou měření je roční integrální měření OAR doplněné o alespoň týdenní (alespoň 7 po sobě jdoucích dní) kontinuální měření průběhu OAR.

Důležité je, aby kontinuální měření probíhalo za podmínek, které jsou z hlediska celoročního provozu pro pracoviště typické (viz bod 4.1.2.2). Je-li možné identifikovat větší počet odlišných režimů, kdy lze očekávat podstatně odlišné hodnoty OAR, doporučuje se provést šetření za všech těchto režimů. Z důvodů posouzení sezónních variací OAR se v některých případech osvědčuje týdenní měření opakovat během roku dvakrát - v topné sezóně a mimo ni, resp. v letním a zimním období.

V případě, že je pracoviště vybaveno vzduchotechnickými a klimatizačními zařízeními, případně aktivním systémem pro ochranu stavby proti přísunu radonu z podloží, musí být tyto systémy během kontinuálního měření používány v běžném provozním režimu.

V případě potřeby (např. na pracovištích v podzemí) lze použít systém osobního monitorování (viz bod 7.2).

6.1.2 Opakované měření dalších parametrů prostředí pro stanovení osobních dávek

Při opakovaném měření ozáření z přírodního zdroje záření mimo ozáření z radonu a z produktů jeho přeměny a přírodního pozadí na pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky je nutné stanovit celkovou efektivní dávku pracovníků způsobenou v důsledku zevního ozáření zářením gama, inhalace přírodních radionuklidů mimo radon a produkty jeho přeměny a

ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy. Použijí se postupy uvedené v bodech 4.2 až 4.5 s tím, že se přednostně volí metody umožňující dosažení přesnějších výsledků.

V případě stanovení efektivní dávky pracovníka v důsledku zevního ozáření zářením gama může být osobní dozimetrie vhodnější než přímé měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu, a to zejména tehdy, jestliže se pracovníci pohybují v proměnlivých polích záření gama a jestliže při prvním měření zjištěné hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu indikují možnost dosažení vyšších efektivních dávek (orientačně 3 mSv/rok a více).

V případě stanovení efektivních dávek v důsledku inhalace přírodních radionuklidů (kromě radonu a produktů jeho přeměny) se zpřesňují vstupní údaje. Prakticky přichází v úvahu zejména:

- měření skutečných hodnot prašnosti (viz rovnice (9)),
- měření celkové objemové aktivity alfa v ovzduší (viz rovnice (10)).

6.1.3 Prokazování délky pracovní doby

Za přípustný způsob prokazování pracovní doby se pro potřeby stanovení efektivní dávky za rok považuje předložení oficiálního dokumentu povinné osoby, z něhož časové omezení doby pobytu pracovníků na pracovišti vyplývá. Takovým dokumentem může být pracovní řád, provozní pokyny apod. Alternativně lze délku pracovní doby prokazovat písemným záznamem o docházce na pracoviště.

6.2 Postupy vyhodnocování výsledků opakovaných měření ve vztahu k hodnotám stanoveným v § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 a 2

6.2.1 Postupy stanovení efektivní dávky pracovníků z ozáření radonem a produkty jeho přeměny

Ke stanovení efektivní dávky pracovníka z ozáření radonem a produkty jeho přeměny za rok se v závislosti na charakteru pracoviště používají rovnice (1) nebo (3). Je-li měřena EOAR na místo OAR, použije se rovnice (4), resp. (5). Pokud je měřena KLE, použije se rovnice (6).

Alternativně přichází v úvahu použití systému osobního monitorování (viz bod 7.2).

6.2.2 Postupy stanovení efektivní dávky pracovníků z ozáření z přírodního zdroje záření mimo ozáření z radonu a z produktů jeho přeměny a ozáření z přírodního pozadí

Využijí se postupy uvedené v kap. 4.2 až 4.4 a stanoví se efektivní dávka pracovníka v důsledku zevního ozáření zářením gama, inhalace přírodních radionuklidů (mimo radon a produkty jeho přeměny) a ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy.

6.2.3 Sčítání efektivních dávek

Na základě výsledků provedených měření a údajů o době pobytu se pro konkrétního pracovníka hodnotí všechny v úvahu přicházející možnosti zvýšeného ozáření, všechna pracovní místa, pracoviště a prostory, na nichž může ke zvýšenému ozáření pracovníka z přírodních zdrojů dojít. Celková efektivní dávka pracovníka za rok se stanoví součtem všech dílčích efektivních dávek.

Efektivní dávka pracovníka v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny se stanovuje postupem podle bodu 6.2.1 a zahrnuje se do celkové efektivní dávky pouze tehdy, jestliže je průměrná hodnota OAR v době pobytu pracovníka alespoň v jednom uzavřeném prostoru, v nichž se v souvislosti s výkonem práce pohybuje, vyšší než 300 Bq/m^3 .

Efektivní dávka v důsledku zevního ozáření zářením gama se stanovuje a zahrnuje do celkové efektivní dávky pracovníka tehdy, jestliže byly na některém pracovním místě pracoviště zjištěny hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu významně převyšující přírodní pozadí (viz kap. 4.2).

Efektivní dávka v důsledku inhalace přírodních radionuklidů se stanovuje a zahrnuje do celkové efektivní dávky pracovníka tehdy, jestliže se na pracovišti vyskytují materiály či rezidua, v nichž jsou zastoupeny dlouhodobé přírodní radionuklidy a hmotnostní aktivita některého z nich přesahuje uvolňovací úroveň stanovenou § 105 odst. 1 vyhlášky, tj. 1 kBq/kg pro uranovou a thoriovou řadu a 10 kBq/kg pro ^{40}K (viz kap. 4.3).

Ekvivalentní dávka v důsledku ozáření kůže z povrchové kontaminace přírodními radionuklidy se stanovuje tehdy, jestliže se na pracovišti vyskytují materiály či rezidua, v nichž jsou významně zastoupeny dlouhodobé přírodní radionuklidy a hmotnostní aktivita některého z nich přesahuje 10 kBq/kg , resp. 20 kBq/kg pro ^{40}K . Efektivní dávka se stanovuje z ekvivalentní dávky výpočtem podle rovnice (13) (viz kap. 4.4). Efektivní dávka se zahrne do celkové efektivní dávky pracovníka.

6.2.4 Závěry hodnocení pracovišť ve vztahu k hodnotám stanoveným v § 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky

Patříčnou pozornost je nutno věnovat faktu, že podle textu § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 vyhlášky se posuzuje, zda na pracovišti **může být překročena** hodnota 6 mSv za rok pro efektivní dávku a nebo $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky (nikoliv, zda tato hodnota překročena je či není).

Jestliže stanovená efektivní dávka je u všech pracovníků na pracovišti nižší než 6 mSv a v hodnocení se přesto konstatuje, že na pracovišti může být překročena hodnota 6 mSv podle § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 vyhlášky, je nutné tento závěr v protokolu zdůvodnit. Obdobný postup platí i pro možnost překročení $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky.

Na pracovištích uvedených v § 87 vyhlášky, na nichž byla u některého z pracovníků zjištěna možnost překročení hodnoty efektivní dávky 6 mSv za rok, se v závěru hodnocení konstatuje, že **na pracovišti je nutné stanovovat osobní dávky všech osob vykonávajících zde práce opakovaně za každý kalendářní rok** (§ 88 odst. 5 vyhlášky). Rovněž se konstatuje, že **na pracoviště se vztahují ustanovení § 94 zákona a pracoviště se považuje za pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření.**

Na pracovištích uvedených v § 87 vyhlášky, na nichž byla u některého z pracovníků zjištěna možnost překročení $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky, tj. 16 mSv pro ekvivalentní dávku v oční čočce, 166 mSv pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm^2 kůže bez ohledu na velikost ozářené plochy a 166 mSv pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky, se v závěru hodnocení konstatuje, že **na pracovišti je nutné stanovovat osobní dávky všech osob vykonávajících zde práce opakovaně za každý kalendářní rok** (§ 88 odst. 5 vyhlášky).

Jestliže na pracovišti nebyla zjištěna možnost překročení hodnoty efektivní dávky 6 mSv za rok ani $1/3$ limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky u

žádného pracovníka, konstatuje se v závěru hodnocení, že **na pracovišti se v dalších letech nemusí měření ani stanovení osobních dávek provádět, pokud nedojde ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů, či surovin** (§ 88 odst. 4 písm. b) vyhlášky).

7 Postupy stanovení osobních dávek pracovníků a jejího hodnocení na pracovištích uvedených v § 94 zákona

7.1 Postupy stanovení a hodnocení osobních dávek pracovníků

Postupy stanovení a hodnocení osobních dávek, tj. efektivní a ekvivalentní dávky, pracovníků na pracovištích splňujících požadavky § 94 zákona jsou do značné míry analogické postupům uvedeným v kap. 6.

Hlavní rozdíly jsou následující:

- Efektivní a ekvivalentní dávky pracovníků se v tomto případě stanovují výhradně pro období **kalendářního roku**.

- Pro pracoviště se v souladu s ustanovením § 94 odst. 2 písm. g) zákona zpracovává postup monitorování pracoviště a pracovníků a dále se v souladu s ustanovením § 94 odst. 2 písm. h) zákona zajišťuje vedení dokumentace o rozsahu a způsobu zajištění radiační ochrany.

- Je-li to možné a ekonomicky odůvodnitelné, lze přednostně doporučit použití systémů osobního monitorování (viz bod 7.2), a to zejména v případě stanovení efektivních dávek pracovníků v důsledku zevního ozáření zářením gama. Další povinnosti uvádí § 94 v odst. 2 zákona.

Ustanovení § 93 odst. 2 písm. c) zákona stanovuje pro pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření **zajistit optimalizaci radiační ochrany pracovníka**. Proto je možné, že v důsledku přijímaných opatření se míra ozáření pracovníků na pracovišti bude měnit (snižovat). Paralelně se na pracovišti provádí měření a stanovení osobních dávek pracovníků, jejichž výsledky postupně odrážejí efektivitu přijímaných opatření.

7.2 Osobní monitorování

Obecné principy a zásady použití systému osobního monitorování jsou podrobně uvedeny zejména v Doporučení SÚJB - Zabezpečení osobního monitorování při činnostech vedoucích k ozáření (2007).

Nejdůležitější zásady lze shrnout následovně:

Obvyklou indikací pro možnost zavedení systému osobního monitorování je možnost překročení efektivní dávky 6 mSv za rok, resp. 1/3 limitů stanovených pro kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky nebo výrazná časová proměnlivost pole záření na pracovišti (pracovním místě), kterou již nejsou schopny použité měřicí přístroje vzhledem ke svým parametrům postihnout.

Osobní dozimetr pro stanovení efektivních dávek ze zevního ozáření zářením gama⁵ se nosí na přední levé straně hrudníku (dále referenční místo), pokud není v postupu monitorování stanoveno jinak. Pokud pracovník z důvodu vysoké prašnosti na pracovišti používá celotělový ochranný oblek, nosí se osobní dozimetr pod tímto oblekem, aby se zabránilo jeho kontaminaci.

Poznámka: V případě, že na základě prvního měření byla na pracovních místech zjištěna možnost překročení efektivní dávky 6 mSv za rok právě z důvodu vysokého příkonu prostorového dávkového ekvivalentu a pracovník používá celotělový ochranný oblek, zvažuje se použití elektronického dozimetru s přímým odečtem a vhodně nastavenými alarmy.

⁵ Správnost kalibrace na přírodní radionuklidy je nutno ověřit u poskytovatele.

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru je stanoveno s ohledem na podmínky stanovené poskytovatelem dozimetru obvykle na jeden nebo tři měsíce.

Vybavit pracovníka dozimetrem na ruce či jiném místě těla vystaveném při dané praxi významnému ozáření je účelné tehdy, když pracovník provádí nezbytné pracovní úkony ve vzdálenosti menší než 0,1 m od zdroje záření. Jako vodítko pro použití dozimetru na ruce lze uvést následující kritérium: Použití dozimetru na ruce je odůvodněné, jestliže odhad dávky na ruce převyšuje desetinásobek dávky na referenčním místě [O6].

Dalším dostupným systémem osobního monitorování je **osobní monitorování příjmu latentní energie produktů přeměny radonu a příjmu vdechnutím směsi dlouhodobých zářičů alfa uran-radiové řady**. Obě služby zajišťuje Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany Kamenná, v.v.i.

Pokud jde o osobní monitorování příjmu latentní energie produktů přeměny radonu - tedy v podstatě integrálu ekvivalentní objemové aktivity radonu - k dispozici jsou nejen systémy využívající k napájení dýlní lampy (systémy ALGADE, resp. OD 88), ale i tužkové baterie (upravený systém OD 88).

8 Postupy hodnocení výsledků získaných na pracovištích stanovených v § 87 vyhlášky č. 422/2016 Sb. v době před její účinností

Výsledky měření provedených podle předchozí právní úpravy (tj. zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a prováděcí vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů) se považují i nadále za platné, pokud od doby provedení měření nedošlo ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů či surovin. Měření na pracovištích zahájená podle zákona č. 18/1997 Sb., ve znění účinném před 1.1.2017, se dokončí podle tohoto zákona.

9 Postupy evidence a předávání údajů SÚJB

Postupy evidence a předávání údajů SÚJB upravují ustanovení § 89 vyhlášky.

Z ustanovení § 89 odst. 1 vyhlášky vyplývá, že měřené údaje a údaje o stanovených osobních dávkách se pro osoby vykonávající práce na pracovištích podle § 87 vyhlášky uchovávají po celou dobu trvání pracovní činnosti pracovníka a dále až do doby, kdy osoba dosáhne 75 let věku, nejméně však po dobu 30 let po ukončení pracovní činnosti.

Povinná osoba je tedy povinna zaslat SÚJB protokol o měření do 1 měsíce ode dne, kdy protokol obdržela. Tento požadavek se týká každé etapy měření.

Ustanovení § 89 odst. 3 vyhlášky uvádí, jaké informace musí povinná osoba oznamovat SÚJB, a to písemně nebo jinou dohodnutou formou. Jedná se o následující údaje: identifikační údaje osoby vykonávající činnost, při které je provozováno pracoviště, název a adresa pracoviště, údaje o zařazení pracoviště podle § 93 odst. 1 zákona a § 87 vyhlášky, údaje o surovině používané na pracovišti a popis technologie používané na pracovišti, popis pracoviště, organizace, způsobu a režimu práce a doby pobytu pracovníka na pracovišti, způsob uvolňování radioaktivní látky z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření, údaj o tom, zda je uvolňovaná radioaktivní látka používána k výrobě stavebního materiálu, popis optimalizace radiační ochrany na pracovišti, popis opatření přijatých k zajištění radiační ochrany a popis zajištění požadavků podle § 94 odst. 2 zákona na pracovišti.

V případě, že bylo měřením prokázáno, že na pracovišti může i po provedení optimalizace radiační ochrany podle § 93 odst. 2 písm. c) zákona překročit ozáření pracovníka efektivní dávku 6 mSv za rok, pracoviště se považuje za pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření. Na takové pracoviště se vztahují požadavky § 94 odst. 2 zákona.

K oznamování uvedených údajů může povinná osoba využít evidenční list uvedený v Příloze B tohoto doporučení.

Veškeré výše uvedené informace podle § 89 odst. 3 vyhlášky musí být SÚJB oznamovány poprvé před zahájením provozu pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření a dále při každé jejich změně. Povinná osoba musí informace podle § 89 odst. 3 vyhlášky v souladu s ustanovením § 89 odst. 5 vyhlášky uchovávat po dobu 30 let od ukončení provozu pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření.

Držitel povolení k provádění služeb podle § 9 odst. 2 písm. h) bodu 2 zákona musí protokol o měření předávat SÚJB do 1 měsíce od provedení měření, hodnocení nebo stanovení na pracovišti podle § 37 odst. 1 písm. b) vyhlášky.

10 Obsah protokolů o měření za účelem stanovení osobních dávek

10.1 Obsah protokolu o prvním měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky

Protokol o prvním měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k úrovním stanoveným v § 88 odst. 2 vyhlášky (viz kap. 5) obsahuje zejména následující údaje:

- číslo protokolu;
- identifikační údaje držitele povolení;
- identifikační údaje fyzické osoby, která měření provedla;
- identifikační údaje objednatele měření;
- identifikační údaje provozovatele pracoviště;
- datum provedení měření (zahájení, ukončení);
- název a adresa pracoviště;
- typ pracoviště podle § 87 vyhlášky;
- popis pracoviště a používané technologie, včetně budov, umístění technologie, údajů o používaných materiálech, údajů o větrání a vytápění; plán či situační schéma pracoviště; termín prohlídky pracoviště;
- identifikační údaje pracovníků na pracovišti (např. počty, pracovní zařazení, směnnost, obvyklá pracovní doba, střídání pracovníků);
- analýza možných scénářů zvýšené expozice pracovníků ozáření z přírodních zdrojů záření;
- zdůvodnění rozsahu provedených měření s odkazem na vyhlášku a doporučení;
- specifikace doporučení/metodiky použité pro měření, účel měření
- seznam použitých přístrojů a pomůcek, u stanovených měřidel čísla ověřovacích listů a doba jejich platnosti;
- údaje o místech měření;
- popis podmínek měření (zejména údaje o povětrnostních podmínkách v době měření, o vytápění a o větrání na pracovišti v době měření a o prováděných činnostech na pracovišti);
- výsledky všech měření;
- určení doby pobytu pracovníků na pracovišti či jeho částech z poskytnutých dokumentů nebo evidence doby pobytu;
- stanovení efektivních dávek pracovníků v důsledku zevního ozáření zářením gama, případně v důsledku inhalace přírodních radionuklidů kromě radonu a produktů jeho přeměny a ozáření kůže z povrchové kontaminace;
- hodnocení výsledků měření (porovnání průměrných hodnot OAR v době pobytu osob s hodnotou 300 Bq/m^3 , porovnání stanovené efektivní dávky ze zevního ozáření a vnitřní kontaminace a ozáření kůže z povrchové kontaminace s hodnotou 1 mSv/rok);
- závěr s návrhem dalšího postupu (nutnost opakovaného měření a stanovení osobních dávek nebo zproštění z povinnosti provádět další měření);

- datum zpracování protokolu;
- podpis fyzické osoby s příslušným dokladem zvláštní odborné způsobilosti, která zajišťuje plnění povinnosti při měření, a držitele povolení provádějícího měření, je-li fyzickou osobou, nebo statutárního orgánu držitele povolení provádějícího měření, je-li právnickou osobou.

10.2 Obsah protokolu o opakovaném měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotě efektivní dávky stanovené v § 88 odst. 4 písm. b) bod 1 vyhlášky a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotám ekvivalentních dávek stanovených v § 88 odst. 4 písm. b) bod 2 vyhlášky

Protokol o opakovaném měření a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotě efektivní dávky stanovené v § 88 odst. 2 vyhlášky a o vyhodnocení výsledků ve vztahu k hodnotám ekvivalentních dávek stanovených v § 88 odst. 4 písm. b) bod 2 vyhlášky (viz kap. 6) obsahuje zejména následující údaje:

- číslo protokolu;
- identifikační údaje držitele povolení;
- identifikační údaje fyzické osoby, která měření provedla;
- identifikační údaje objednatele měření;
- identifikační údaje provozovatele pracoviště;
- datum provedení měření (zahájení, ukončení);
- název a adresa pracoviště;
- typ pracoviště podle § 87 vyhlášky;
- popis pracoviště a používané technologie, využívající odkazy na protokol o prvním měření a zjednodušený souhrn údajů o exponovaných pracovnících; termín prohlídky pracoviště;
- identifikační údaje pracovníků na pracovišti (využívající odkaz na protokol o prvním měření) vč. zpřesněných údajů o době pobytu pracovníků na pracovišti či jeho částech; odkaz na zdroj těchto údajů;
- analýza výsledků měření z prvního měření: obsahuje zejména posouzení, zda první měření poskytlo dostatečné informace, zda byl zvolen dostatečný počet měřicích míst, analýza případně obsahuje návrh na doplnění sítě měřicích bodů, doplňující šetření nebo doplňující měření;
- zdůvodnění rozsahu opakovaných měření s odkazem na vyhlášku a doporučení;
- specifikace doporučení/metodiky použité pro měření, účel měření;
- seznam použitých přístrojů a pomůcek, u stanovených měřidel čísla ověřovacích listů a doba jejich platnosti;
- údaje o místech měření;
- popis podmínek měření (zejména údaje o povětrnostních podmínkách v době měření, o vytápění a o větrání na pracovišti v době měření a o prováděných činnostech na pracovišti);
- výsledky všech měření;

- určení doby pobytu pracovníků na pracovišti či jeho částech z poskytnutých dokumentů nebo evidence doby pobytu;
- stanovení osobních dávek pracovníků v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny, zevního ozáření zářením gama, případně z inhalace přírodních radionuklidů kromě radonu a produktů jeho přeměny a ozáření kůže z povrchové kontaminace, případně vyhodnocení výsledků osobního monitorování;
- porovnání osobních dávek pracovníků s hodnotami podle § 88 odst. 4 písm. b), zahrnující alespoň rámcové posouzení možných nejistot; konstatování, zda efektivní dávka některých pracovníků mohou být vyšší než 6 mSv za rok a zda ekvivalentní dávky překračují 1/3 limitů stanovených v § 4 odst. 1 písm. b) až d);
- závěr s návrhem dalšího postupu (nutnost stanovovat osobní dávky všech pracovníků opakovaně za kalendářní rok, zajišťovat radiační ochranu způsobem popsáným v § 94 zákona nebo zproštění povinnosti provádět další měření);
- datum zpracování protokolu;
- podpis fyzické osoby s příslušným dokladem zvláštní odborné způsobilosti, která zajišťuje plnění povinnosti při měření, a držitele povolení provádějícího měření, je-li fyzickou osobou, nebo statutárního orgánu držitele povolení provádějícího měření, je-li právnickou osobou.

10.3 Obsah protokolu měření o stanovení a hodnocení osobních dávek pracovníků na pracovištích uvedených v § 94 zákona

Protokol o stanovení a hodnocení efektivních dávek pracovníků na pracovištích uvedených v § 94 zákona (viz kap. 7) obsahuje zejména následující údaje:

- číslo protokolu;
- identifikační údaje držitele povolení;
- identifikační údaje fyzické osoby, která měření provedla;
- identifikační údaje objednatele měření;
- identifikační údaje provozovatele pracoviště;
- datum provedení měření (zahájení, ukončení);
- název a adresa pracoviště;
- typ pracoviště podle § 93 odst. 1 písm. b) zákona;
- specifikace doporučení/postupu monitorování použitých pro měření, účel měření
- seznam použitých přístrojů a pomůcek, u stanovených měřidel čísla ověřovacích listů a doba jejich platnosti, případně popis použitého systému osobního monitorování;
- popis pracoviště a používané technologie;
- popis opatření na snížení ozáření, pokud byla v době od ukončení posledního měření přijata;
- identifikační údaje pracovníků na pracovišti (vč. údajů o době pobytu pracovníků na pracovišti či jeho částech);
- zdůvodnění rozsahu měření s odkazem na vyhlášku, doporučení a zpracovaný postup monitorování;

- údaje o místech měření;
- popis podmínek měření (zejména údaje o povětrnostních podmínkách v době měření, o vytápění a o větrání na pracovišti a o prováděných činnostech na pracovišti v době měření);
- výsledky měření;
- stanovení osobních dávek pracovníků v důsledku inhalace radonu a produktů jeho přeměny, zevního ozáření zářením gama, případně z inhalace přírodních radionuklidů kromě radonu a produktů jeho přeměny a ozáření kůže z povrchové kontaminace, případně vyhodnocení výsledků osobního monitorování;
- hodnocení stanovených osobních dávek pracovníků s ohledem na možnost překročení hodnoty efektivní dávky 6 mSv/rok vč. uvedení nejistot a hodnocení ve vztahu k limitům pro radiačního pracovníka podle § 4 odst. 1 písm. a) vyhlášky;
- závěr s návrhem dalšího postupu (nutnost zajišťovat radiační ochranu způsobem popsáním v § 94 zákona příp. zproštění povinnosti provádět další měření);
- datum zpracování protokolu;
- podpis fyzické osoby s příslušným dokladem zvláštní odborné způsobilosti, která zajišťuje plnění povinnosti při měření, a držitele povolení provádějícího měření, je-li fyzickou osobou, nebo statutárního orgánu držitele povolení provádějícího měření, je-li právnickou osobou.

11 Literatura

- L1 zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů
- L2 vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje

- O1 Doporučení SÚJB „Metodický návod pro měření na pracovištích, kde může dojít k významnému zvýšení ozáření z přírodních zdrojů, a určení efektivní dávky“, SÚJB 2016.
- O2 UNSCEAR. Annex A of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1982 Report to the General Assembly. 1982.
- O3 ICRP. ICRP Publication 119: Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. Ann. ICRP. 2012.
- O4 UNSCEAR, Report to the General Assembly, with scientific annexes, Annex B, 2000.
- O5 European Commission Radiation protection 107, Establishment of reference levels for regulatory control of workplaces where materials are processed which contain enhanced levels of naturally-occurring radionuclides, 1999.
- O6 IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.3, Safety Guide Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, 1999.

Příloha A – Postup předběžného měření na pracovištích v podzemí

- A1. Cílem předběžného měření jsou zjištění,
- A1.1. zda na pracovišti v době pobytu pracovníků není OAR tak vysoká, že by pracovníci mohli být v době prvního měření prováděného způsobem podle bodu 4.1.1 ozáření v míře překračující limit podle § 4 odst. 1 písm. a) vyhlášky,
- A1.2. zda může být za dobu provádění prvního měření prováděného způsobem podle bodu 4.1.1 překročena horní mez rozsahu integrálního dozimetru.
- A2. Měření na pracovišti se provádí za jeho provozu, nebo za takových podmínek časových (zohlední se sezónnost provozu pracoviště, předpokládaná pracovní doba a její časové rozložení), ventilačních a dalších, které mohou mít vliv na efektivní dávku od radonu a jeho produktů přeměny, a které budou odpovídat podmínkám při provozu pracoviště.
- A3. Výběr měřicích míst se provádí podle situace na pracovišti, tj. měření se provede na pracovních místech (popř. na předpokládaných pracovních místech). Pokud nelze uvedená místa specifikovat, umisťují se detektory zpravidla po 50 – 100 m v případě pracovišť malého rozsahu, a po 200 - 400 m v případě pracovišť velkého rozsahu, kde celková délka chodeb využívaných k pobytu zaměstnanců je delší jak 1 km, případně do uzlových bodů větrní sítě.
- A4. Osoba provádějící měření musí při provádění měření dbát na vlastní bezpečnost a radiační ochranu.
- A5. V rámci předběžného měření se důkladně dbá na podrobný popis pracoviště, režimu na pracovišti včetně ventilačních podmínek a dalších parametrů, které mohou ovlivňovat objemovou aktivitu radonu a produktů jeho přeměny, resp. efektivní dávku pracovníků. Všechna zjištění se uvedou do protokolu o předběžném měření, který se ihned po dokončení předává zadavateli měření a SÚJB. Výsledky předběžných měření se uvádějí také do protokolu podle kap. 10.1.
- A6. Způsoby měření**
- A6.1. Předběžné měření lze s ohledem na obvyklé přístrojové vybavení držitelů povolení provádět následujícími způsoby:
- Jednorázové měření OAR
 - o Výhoda – Nejdostupnější způsob měření, lze použít přístroje pro měření OAR v půdním plynu.
 - o Nevýhoda – Bodové měření, k přepočtu na efektivní dávku nutno použít konstanty.
 - Krátkodobé měření OAR pomocí elektretových dozimetrů.
 - o Výhoda – Lze provést měření po celou délku pracovní doby, lze vyhodnotit okamžitě po ukončení měření.
 - o Nevýhoda – Citlivé na gama záření, vysokou vlhkost.
 - Krátkodobé měření OAR pomocí kontinuálního monitoru
 - o Výhoda – Hodnoty OAR je možné sledovat v čase a v závislosti na činnostech na pracovišti, a provést tak lepší zhodnocení situace, některé přístroje umožňují měřit i thoron.

- Nevýhoda – Kontaminace detektoru a detekčního objemu a postupný nárůst pozadí detektoru, pro prostory s vysokou vlhkostí je nutné dovybavit sušidlem. Rychlost odezvy některých kontinuálních monitorů na časové změny OAR v monitorovaném prostředí způsobené např. specifickým provozním režimem větracího systému, je nedostatečná a využití pro sledování takovýchto změn je omezené.

A6.2. S výhodou lze využít i následující způsoby:

- Jednorázové měření EOAR
 - Výhoda – Z výsledků možno stanovit přímo efektivní dávku, vhodnější než stanovení OAR pro pracoviště s významnými změnami v koncentraci aerosolů v rámci pracovní doby.
 - Nevýhoda – Bodové měření.
- Jednorázové měření KLE
 - Výhoda – Z výsledků možno stanovit přímo efektivní dávku, vhodnější než stanovení OAR pro pracoviště s významnými změnami v koncentraci aerosolů v rámci pracovní doby.
 - Nevýhoda – Bodové měření.
- Krátkodobá měření pomocí kontinuálního monitoru EOAR
 - Výhoda – Je možné sledovat EOAR v čase a v závislosti na činnostech na pracovišti a provést tak lepší zhodnocení situace, přímý vztah k dávce.
 - Nevýhoda – Kontaminace detektoru a detekčního objemu a postupný nárůst pozadí detektoru, pro prostory s vysokou vlhkostí je nutné dovybavit sušidlem. Rychlost odezvy některých kontinuálních monitorů na časové změny OAR v monitorovaném prostředí způsobené např. specifickým provozním režimem větracího systému, je nedostatečná a využití pro sledování takovýchto změn je omezené.

Poznámka: Všechna měření je nutné provádět v souladu s návodem k použití přístrojů a s ohledem na jejich měřicí rozsah a podmínky použití. Při vyhodnocování kontinuálních monitorů je potřeba zohlednit rychlost odezvy a citlivost.

A7. Způsob provedení předběžného měření

A7.1. Způsob provedení předběžného měření pomocí jednorázových odběrů:

- Na pracovišti se na vybraných měřicích místech provedou jednorázové odběry vzorků vzduchu. Odběry je nutné provádět přes filtr, aby se zamezilo přestupu prachových částic a produktů přeměny radonu do měřicí komory. Dopouštění vzduchu se provádí mimo měřené pracoviště tak, aby bylo opravdu zajištěno, že vzduch dopouštěný do komory pro vyrovnání tlaku má nízkou objemovou aktivitu radonu. Měření odebraných vzorků vzduchu se provádí v souladu s provozními pokyny uvedenými v návodu k přístroji a pro kontrolu vždy také po ustavení radioaktivní rovnováhy mezi radonem a jeho produkty přeměny, tj. po 3,5 h.
- Odběry se na měřicích místech opakují ještě nejméně jednou, a to s odstupem 2 hodin.

A7.2. Způsob provedení předběžného měření pomocí krátkodobých měření:

- Na pracovišti se na vybraných měřicích místech provede měření po dobu pracovní doby (směny).

- Pro další hodnocení se stanoví průměrná OAR za pracovní dobu (směnu).

Poznámka: Měření pomocí krátkodobých měření OAR je vhodné zejména pro pracoviště s pravidelným a pro účely měření dostatečně dlouhým provozním režimem (např. dílna v podzemí). Měření pomocí jednorázových odběrů je vhodné na pracovištích, kde se často mění expoziční podmínky (např. na pracovišti se v krátkých intervalech spouští a vypíná ventilace) či se jedná se o nepravidelný nebo krátkodobý pobyt pracovníků na pracovních místech).

A8. Odhad efektivní dávky z výsledků předběžného měření

A8.1. Výsledky předběžného měření se použijí k odhadům efektivních dávek všech pracovníků vykonávajících práce na pracovišti. K provedení odhadu efektivní dávky z inhalace radonu a produktů jeho přeměny podle rovnice (1) se použije maximální hodnota OAR zjištěná v rámci předběžného měření provedeného jednorázovými odběry, resp. nejvyšší průměrná hodnota za směnu zjištěná krátkodobým měřením, a plánovaná celková roční doba pobytu pracovníka na pracovišti. Pro odhad efektivní dávky z EOAR se použije rovnice (4), pro výpočet efektivní dávky z KLE se použije rovnice (6). Pokud je odhadnuta efektivní dávka vyšší než 15 mSv/rok z inhalace radonu a produktů jeho přeměny, přijímá se opatření, které zajistí nepřekročení limitu podle § 4 odst. 1 písm. a) vyhlášky a předběžné měření se po přijetí opatření opakuje.

A8.2. Odhady efektivních dávek pracovníků se posuzují způsobem popsáním v bodě 5.1.1.1.

Příloha B – Evidenční listy pracovišť

Evidenční list pracoviště *)

s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření

(§ 93 odst. 1 písm. b) zákona č. 263/2016 Sb.)

1. Provozovatel pracoviště (= každý, kdo vykonává činnost, při níž je provozováno pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu) (**název, adresa sídla včetně PSČ, IČ**):

2. Název a adresa pracoviště, datum zahájení provozu (v případě více provozovaných pracovišť vypracujte pro každé pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu samostatný evidenční list):

3. Popis pracoviště (prostorové uspořádání pracoviště, umístění v budově, organizace, způsob a režim práce, ventilační poměry, doba pobytu pracovníka/ů na pracovišti):

4. Zařazení pracoviště podle § 87: (popis používané technologie, používané suroviny):

5. Uvolňování radioaktivní látky z pracoviště (popis látky – pevná, odpadní voda, roční objem, místo vzniku, způsob skladování a uvolňování)

6. Je některá uvolňovaná radioaktivní látka využívána při výrobě stavebního materiálu (která, kým):

7. Na pracovišti je prováděno měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v uvolňované radioaktivní látce (označte odpovídající možnost a doplňte hodnoty a termíny měření s rozlišením druhu radioaktivní látky):

a) nikdy

b) každoročně

A) výsledky menší než uvolňovací úroveň

B) výsledky větší než uvolňovací úroveň

8. Na pracovišti je prováděno měření objemové aktivity radonu (OAR) a určení efektivní dávky pro pracovníka (označte odpovídající možnost a doplňte hodnoty a termíny měření):

a) nikdy

b) jednou

A) OAR menší než 300 Bq/m³ za 12 měsíců a efektivní dávka (kromě DP radonu) menší než 1 mSv/rok

B) OAR větší než 300 Bq/m³ za 12 měsíců nebo efektivní dávka (kromě DP radonu) větší než 1 mSv/rok

c) opakované (efektivní dávka):

d) každý rok (efektivní dávka):

9. Popis optimalizace radiační ochrany na pracovišti (v případě, že platí bod 10. b) B):

10. Popis opatření přijatých k zajištění radiační ochrany a popis zajištění požadavků (v případě možnosti překročení efektivní dávky pro pracovníka 6 mSv/rok):

11. Na koho se obrátit v případě potřeby doplnění nebo upřesnění údajů, v případě kontroly (jméno, telefon, adresa):

12. Záznamy o vyplnění evidenčního listu:

Místo:

Podpis, razítko

Datum:

****) tento evidenční list slouží k oznamování údajů o pracovišti podle § 89 a 94 vyhlášky č. 422/2016 Sb. (v textu jako vyhláška)***

Evidenční list pracoviště – úpravna podzemní vody*

(pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu
podle § 96 odst. 1 písm. b) zákona č. 263/2016 Sb.) a
s možností zvýšeného ozářením z přírodního zdroje záření
podle § 93 odst. 1 písm. b) zákona č. 263/2016 Sb.)

1. Provozovatel pracoviště (= každý, kdo vykonává činnost, při níž je provozováno pracoviště) (název, adresa sídla včetně PSČ, IČ):

2. Název a adresa pracoviště, datum zahájení provozu (v případě více provozovaných úpraven vody vypracujte pro každé pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu samostatný evidenční list):

3. Název vodovodu, zdroje podzemní vody, k.ú.:

4. Popis pracoviště (prostorové uspořádání pracoviště, umístění v budově, organizace, způsob a režim práce, ventilační poměry, doba pobytu pracovníka/ů na pracovišti):

5. Zařazení pracoviště podle § 87 písm. o) vyhlášky: Popis používané technologie úpravy vody, popis nakládání s vodárenskými kaly:

6. Zařazení pracoviště podle § 87 písm. p) vyhlášky: Materiál s překročenou uvolňovací úrovní:

7. Produkovávané vodárenské kaly (popis, roční objem, místo vzniku, způsob skladování a odstraňování)

8. Produkovávané odpadní vody (popis, roční objem, místo vzniku, způsob likvidace, resp. vypouštění):

9. Na pracovišti je prováděno měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů odpadní vodě, ve vodárenských kalech (označte odpovídající možnost a doplňte hodnoty a termíny měření):

a) nikdy

b) každoročně

A) výsledky menší než uvolňovací úroveň

B) výsledky větší než uvolňovací úroveň

10. Na pracovišti je prováděno měření objemové aktivity radonu (OAR) a určení efektivní dávky pro pracovníka (označte odpovídající možnost a doplňte hodnoty a termíny měření):

a) nikdy

b) jednou

A) OAR menší než 300 Bq/m³ za 12 měsíců a efektivní dávka (kromě DP radonu) menší než 1 mSv/rok

B) OAR větší než 300 Bq/m³ za 12 měsíců nebo efektivní dávka (kromě DP radonu) větší než 1 mSv/rok

c) opakované (efektivní dávka):

d) každý rok (efektivní dávka):

11. Popis optimalizace radiační ochrany na pracovišti (v případě, že platí bodu 10.b) B):

12: Popis opatření přijatých k zajištění radiační ochrany a popis zajištění požadavků (v případě možnosti překročení efektivní dávky pro pracovníka 6 mSv/rok):

13. Na koho se obrátit v případě potřeby doplnění nebo upřesnění údajů, v případě kontroly (jméno, telefon, adresa):

14. Záznamy o vyplnění evidenčního listu:

Místo:

Podpis, razítko

Datum:

**) tento evidenční list slouží k oznamování údajů o pracovišti podle § 89 a 94 vyhlášky č. 422/2016 Sb. (v textu jako vyhláška)*

Příloha C – Měření na pracovištích v podzemí, na nichž se vykonává hornická činnost nebo činnost prováděná hornickým způsobem

Tato příloha popisuje postupy používané na pracovištích v podzemí, na nichž se vykonává hornická činnost nebo činnost prováděná hornickým způsobem, např. ražba důlních děl, kolektorů, tunelů, štol, krytů, a jejich obnova nebo sanace, zpřístupňování jeskyní pro obě skupiny shora uvedených pracovišť a pracovníků. Vzhledem k velmi proměnlivým podmínkám na takových pracovištích se přistupuje k měření okamžitých hodnot veličin potřebných pro stanovení efektivní dávky (dávky ekvivalentní). V případě, že je na základě jiných informací a zkušeností zřejmé, že může dojít k překročení hodnoty efektivní dávky 6 mSv/rok, je vhodné již pro první měření využít systému osobní dozimetrie (viz kap. 7.2)

C1. Postupy měření a stanovení efektivní dávky pracovníků na pracovištích

C1.1. První měření

Měření na pracovišti mají posoudit překročení hodnoty OAR 300 Bq/m^3 pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce (viz 5.1.1). Měření na pracovištích v podzemí, na nichž se vykonává hornická činnost nebo činnost prováděná hornickým způsobem, se provádí měřením okamžitých hodnot OAR, KLE nebo EOAR, a to na všech pracovních místech a ve všech uzlových bodech větrní sítě. Četnost měření je minimálně jedenkrát týdně během první pracovní sezóny nebo běžného roku.

Výsledky měření se porovnávají s úrovní OAR = 300 Bq/m^3 , resp. EOAR = $120 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ (za předpokladu $F = 0,4$) nebo KLE = $0,66 \mu\text{J/m}^3$ (za předpokladu $F = 0,4$; 100 Bq/m^3 EOAR odpovídá KLE $0,55 \mu\text{J/m}^3$).

Měření prostorového dávkového ekvivalentu se provádí při pochůzce na pracovišti, zaznamenává se průměrná a maximální hodnota. Jestliže na pracovišti nebyly na žádném pracovním místě zjištěny hodnoty významně převyšující přírodní pozadí v daném místě, resp. hodnotu $0,14 \mu\text{Sv/h}$, efektivní dávka pracovníka v důsledku zevního ozáření zářením gama se považuje za nevýznamnou a nestanovuje se (viz 4.2).

Pokud nebylo v průběhu prvního měření zjištěno překročení úrovně 300 Bq/m^3 ani nebyly zjištěny zvýšené hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (viz kap. 4.2), neprovádí se měření objemové aktivity $a_{v,\text{alfa}}$ pro stanovení efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů mimo radon a produkty jeho přeměny.

C1.2. Opakovaná měření

Jestliže se neprokáže překročení úrovně 300 Bq/m^3 , provádí se následná měření pouze při změnách na pracovišti, které mají vliv na odvětrání pracoviště.

Při provádění opakovaných měření se postupuje jako u prvního měření, tj. stanovují se okamžité hodnoty OAR, KLE nebo EOAR, a to na všech pracovních místech a ve všech uzlových bodech větrní sítě, viz C1.1.

Odběry ke stanovení $a_{v,\text{alfa}}$ ke stanovení efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů mimo radon a produkty jeho přeměny se provádí na všech pracovních místech a uzlových bodech větrní sítě (stejně jako u KLE nebo EOAR). První měření se provede min. dvakrát za směnu nebo den, a to v první a ve druhé polovině směny nebo ráno a odpoledne při nepřetržitém provozu.

C1.3. Měření opakované v každém kalendářním roce

Na pracovišti je zavedeno osobní monitorování, viz kap. 7.2, s vyhodnocovacím obdobím 1 měsíc a současně také monitorování pracoviště v četnosti 1x měsíčně a v rozsahu podle C1.1.

C1.4. Stanovení dávky

Efektivní dávky se stanoví s použitím postupů v kap. 4, popř. pomocí osobní dozimetrie popsané v kap. 7.2.

C2. Popis používaných metod

C2.1. Stanovení KLE metodou NRL - J

C2.1.1. Použitý materiál a měřicí přístroje

- odběrové čerpadlo typu Quick Take 30 nebo NOPV – 20
- radiometr MAAF nebo analyzátor produktů přeměny radonu RPA - 50
- odběrový mikrovláknitý filtr AFPC

C2.1.2. Měření a odběr

Pomocí odběrového čerpadla typu Quick Take 30 a NOPV-20 je prováděn odběr po dobu 5 minut objemovou rychlostí 20 l/min. Odběr se provádí ve výšce dýchací zóny.

C2.1.2.1. Měření pomocí radiometru MAAF

Následuje manipulační přestávka v délce 1 minuty. Tento čas je kontrolován, tolerovaná odchylka je ± 5 sekund. Filtr je umístěn do měřicího přístroje a je spuštěn v režimu NRL - J. Počty impulsů jsou uchovány v paměti přístroje MAAF a mohou být vyvolány v režimu READ. Po skončení měření se zapíše výsledek N₃. KLE se vypočte pomocí následujícího vztahu

$$KLE = N_3 \cdot 2/\eta \cdot k_1 = N_3 \cdot f \cdot k_1 ,$$

kde

N ₃	počet impulsů měřeného vzorku
η	účinnost detekce částic α
f	faktor účinnosti
$k_1 = 1,6 \cdot 10^{-4}$	převod z MeV.l ⁻¹ na $\mu\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$

C2.1.2.2. Měření pomocí analyzátoru produktů přeměny radonu RPA - 50

Filtr je umístěn do měřicího přístroje a je spuštěn v režimu MINE. Při použití přístroje RPA-50 je konečný výsledek po ukončení měření odečten přímo z displeje přístroje v $\mu\text{J}/\text{m}^3$.

K provedení odhadu efektivní dávky se použije maximální zjištěná hodnota KLE.

C2.2. Stanovení EOAR metodou BUHS

C2.2.1. Použitý materiál a měřicí přístroje

- odběrové čerpadlo typu Quick Take 30 nebo NOPV – 20
- radiometr MAAF nebo analyzátor produktů přeměny radonu RPA - 50
- odběrový mikrovláknitý filtr AFPC.

C2.2.2. Odběr

Pomocí odběrového čerpadla typu Quick Take 30 nebo NOPV-20 je prováděn odběr po dobu 20 minut a to objemovou rychlostí 20 l/min. Odběr se provádí ve výšce dýchací zóny.

C2.2.3. Měření

C2.2.3.1. Měření pomocí radiometru MAAF

Po odběru následuje manipulační přestávka v délce 1 minuty. Tento čas je kontrolován, tolerovaná odchylka ± 5 sekund. Filtr je umístěn do měřicího přístroje a je spuštěn v režimu BUHS. Počty impulsů jsou uchovány v paměti přístroje MAAF a mohou být vyvolány v režimu READ. EOAR se stanoví podle vztahu

$$EOAR = (N - N_p) / \eta \cdot 0,0032$$

kde

N_p	odezva pozadí, počet impulsů měřeného vzorku
N	odezva, počet impulsů měřeného vzorku
η	účinnost detekce částic α
0,0032	přepočtový koeficient

C2.2.3.2. Měření pomocí analyzátoru produktů přeměny radonu RPA - 50

U měření s RPA - 50 je konečný výsledek po ukončení měření v režimu OUTDOOR odečten přímo z displeje přístroje v Bq/m^3 .

C2.3. Stanovení objemové aktivity směsi dlouhodobých radionuklidů emitujících záření alfa uran-radiové řady ($a_{v, \text{alfa}}$)

C2.3.1. Použitý materiál a měřicí přístroje

- odběrové čerpadlo typu Quick Take30
- analyzátor JKA 300 se sondou NS 9502E, měničem vzorků NCR 311 a scintilačním detektorem SAD 13 U04
- radiometr PSDA
- etalon typu EM 22 s obsahem Unat
- odběrový mikrovlnný filtr AFPC

C2.3.2. Odběr

Odběr vzdušniny se provádí odběrovým čerpadlem typu Quick Take30 přes odběrový filtr typu AFPC. Objemová rychlost při odběru je 20 l/min. Odběr se provádí ve výšce dýchací zóny. Doporučené minimální odebrané množství je 500 l.

C2.3.3. Měření

Měření aktivity alfa na filtru se provádí nejméně po 24 hodinách od odběru vzorků.

C2.3.4. Výpočet aktivity

Výpočet objemové aktivity $a_{v, \text{alfa}}$ se provede podle následujícího vztahu:

$$a_{v, \text{alfa}} = (n_v - n_p) / (\eta \cdot \epsilon \cdot V) \quad ,$$

kde

$a_{v, \text{alfa}}$	objemová aktivita směsi dlouhodobých radionuklidů emitujících záření alfa uran-radiové řady (Bq/m^3)
----------------------	--

N_v	počet impulsů měřeného vzorku
t_v	čas měření vzorku (s)
$n_v = N_v/t_v$	četnost impulsů měření vzorku (s^{-1})
N_p	počet impulsů pozadí
t_p	čas měření pozadí (s)
$n_p = N_p/t_p$	četnost impulsů měření pozadí (s^{-1})
η	účinnost měření (%)
ε	účinnost záchytu dceřiných produktů radonu filtrem ($\varepsilon = 1$)
V	objem vzduchu prosátého přes filtr (m^3)

C2.4. Stanovení objemové aktivity radonu (OAR)

Ke kontinuálnímu měření OAR se používají různé měřicí přístroje založené na odlišných principech. Při jejich použití je vždy potřeba postupovat v souladu s návodem k použití.