

Státní úřad
pro jadernou bezpečnost

radiační ochrana

Doporučení

Zabezpečení osobního monitorování
při činnostech vedoucích k ozáření

Část I. – zevní ozáření

SÚJB

říjen 2007

Zabezpečení osobního monitorování
při činnostech vedoucích k ozáření

Část I. – zevní ozáření

SÚJB

říjen 2007

Radiační ochrana

říjen 2007

ZABEZPEČENÍ OSOBNÍHO MONITOROVÁNÍ
PŘI ČINNOSTECH VEDOUCÍCH K OZÁŘENÍ

ČÁST I. – ZEVNÍ OZÁŘENÍ

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost
Tisk:

Účelová publikace bez jazykové úpravy

Předmluva

Dlouholeté zkušenosti z praxe radiační ochrany v České republice a požadavky na harmonizaci našich právních předpisů s Evropským společenstvím vedly k tomu, že v období let 1995 až 2005 byla dotvářena legislativa tohoto oboru. Zákonem č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů (Atomový zákon) a na něj navazující vyhláškou č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů byl vytvořen legislativní rámec pro zavedení všech mezinárodně přijatých principů a požadavků k zajištění radiační ochrany do praxe tohoto oboru.

Předkládané Doporučení je věnováno zejména problémům souvisejícím s aplikací třetího principu radiační ochrany – systému limitování ozáření osob. Vzhledem k šíři činností vedoucích k ozáření, které jsou prováděny v České republice jsou požadavky na vytvoření funkčního, věcně správného, technicky, organizačně a personálně zajištěného systému velmi rozsáhlé.

Systém limitování ozáření musí:

- být založen na adekvátním souboru limitů, který dovolí omezování ozáření osob vystavených záření (radiačních pracovníků a obyvatel; v širším smyslu i pacientů vystavených lékařskému ozáření), a to jak za normálních podmínek provádění radiačních činností, tak ve specifických případech – výjimečné ozáření (mimořádné situace, nehody, havárie), zvláštní ozáření (likvidace mimořádných situací, péče o pacienty při lékařském ozáření, kojence, plod těhotné ženy, apod.), stanovené činnosti při nichž jsou využívány přírodní radionuklidy,
- obsahovat soubor fyzikálních a biofyzikálních veličin, technických prostředků a organizačních prostředků a metod, který dovoluje jak spolehlivě kontrolovat naplnění principu optimalizace, tak včas zjistit ozáření osob, které vybočuje z intervalu úrovní běžných pro danou, povolenou činnost vedoucí k ozáření,
- být zaměřen především na ty činnosti vedoucí k ozáření, při nichž ať již v důsledku porušení podmínek povolené činnosti nebo proto, že se zdroj ionizujícího záření z jakýchkoliv důvodů vymkl kontrole, může dojít k ozáření osob ohrožujících jejich zdraví či dokonce životy,
- být schopen ocenit ozáření osob ze všech expozičních cest, od všech druhů radiačních polí a při všech stanovených činnostech vedoucích k ozáření, ať je daná osoba vykonává kdykoliv a kdekoliv.

Doporučení „Zabezpečení osobního monitorování při činnostech vedoucích k ozáření“ je určeno všem pracovníkům vykonávajícím tyto činnosti, zejména však držitelům povolení vydaných v souladu s Atomovým zákonem a vyhláškou č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Při zpracování Doporučení bylo přihlíženo k praxi ustálené za dlouhá léta na pracovištích se zdroji ionizujícího záření, k současným publikovaným poznatkům, praxi radiační ochrany uplatňované jak v ČR, tak na zahraničních pracovištích. Vzhledem k rozsahu dané problematiky je vydáváno Doporučení ve dvou částech – I. část je zaměřena na problematiku osobního monitorování při činnostech vedoucích k zevnímu ozáření osob. Problematice vnitřního ozáření, zejména s ohledem na specifikaci metod a prostředků používaných pro tento typ ozáření je věnována II.část.

Pokud se držitel povolení k nakládání se zdroji (§ 9 odst. 1 písm. i) Atomového zákona) bude řídit tímto Doporučením, inspekce Úřadu bude považovat plnění jeho zákonných povinností v dané oblasti za vyhovující a splňující požadavky radiační ochrany.

Doporučení zpracovali pracovníci Úřadu a SÚRO. Do textu byly zahrnuty připomínky z pracovišť vybraných držitelů povolení - přispěli zejména Prof. Ing. Václav Hušák, CSc. (Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta UP Olomouc) a Doc. RNDr. Jaroslav Trousil, CSc. (CSOD, s.r.o.) a Ing. Marcela Žáková, radiologický fyzik NNH.

Ing. Karla Petrová
náměstkyně pro radiační ochranu

Obsah

1. Základní pojmy a zkratky
2. Obecné zásady zabezpečení osobního monitorování při činnostech vedoucích k ozáření
 - 2.1. Limity pro radiační pracovníky
 - 2.2. Kategorizace radiačních pracovníků
 - 2.3. Náležitosti programu monitorování – část osobní monitorování
 - 2.3.1. Obecné zásady tvorby programu monitorování
 - 2.3.2. Monitorování osobní
 - 2.3.3. Stanovení referenčních úrovní pro osobní monitorování
3. Metody osobní dozimetrie
 - 3.1. Monitorování zevního ozáření
 - 3.2. Monitorování vnitřní kontaminace
4. Specifické požadavky na osobní dozimetrii pracovníků vybraných pracovišť se zdroji IZ
 - 4.1. Průmysl
 - 4.2. Jaderná zařízení
 - 4.3. Uranový průmysl
 - 4.4. Lékařství
 - 4.5. Pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodních zdrojů
5. Hodnocení osobních dávek u externích pracovníků
6. Požadavky na evidenci a oznamování výsledků osobního monitorování do systému státní evidence profesionálních ozáření
 - 6.1. Evidence osobních dávek u držitelů povolení
 - 6.2. Evidence osobních dávek u oprávněných dozimetrických služeb
7. Postupy šetření příčin vyšších osobních dávek
8. Základní požadavky na provádění služeb osobní dozimetrie
9. Přílohy
 1. **Základní osnova programu monitorování – část osobní dávky**
 2. **Registrační karta pracovníka**
 3. **Osnova žádosti o osobní radiační průkaz**
 4. **Osnova šetření příčin vyšší osobní dávky**

1. Základní pojmy a zkratky

monitorování – cílené měření veličin charakterizujících ozáření, pole záření nebo radionuklidy a hodnocení výsledků těchto měření pro účely usměrňování ozáření,

oprávněná dozimetrická služba – osoba, která provádí na vlastní odpovědnost odečet nebo výklad hodnot registrovaných osobními dozimetry nebo jiná hodnocení zevního ozáření nebo která provádí měření radioaktivity v lidském těle nebo v biologických vzorcích nebo hodnocení vnitřního ozáření, které dovolí určit roční efektivní dávku nebo její úvazek (dále jen „služby osobní dozimetrie“), a která je držitelem povolení podle § 9 odst. 1 písm. r) zákona,

osobní dávky – souhrnné označení pro veličiny charakterizující míru zevního i vnitřního ozáření jednotlivé osoby, zejména efektivní dávku, úvazek efektivní dávky a ekvivalentní dávky v jednotlivých orgánech nebo tkáních; osobní dávky se měří osobními dozimetry,

vnitřní ozáření – ozáření osoby ionizujícím zářením z radionuklidů vyskytujících se v těle této osoby, zpravidla jako důsledek příjmu radionuklidů požitím nebo vdechnutím,

zevní ozáření – ozáření osoby ionizujícím zářením zdroji ionizujícího záření, které se nacházejí mimo ni,

ekvivalentní dávka H_T , což je součin radiačního váhového faktoru w_R a střední absorbované dávky D_{TR} v orgánu nebo tkáni T pro ionizující záření R, nebo součet takových součinů, jestliže pole ionizujícího záření je složeno z více druhů nebo energií,

efektivní dávka E, což je součet součinů tkáňového váhového faktoru w_T a ekvivalentní dávky H_T v ozářených tkáních nebo orgánech T,

kolektivní efektivní, popř. ekvivalentní dávka S, což je součet efektivních, popř. ekvivalentních dávek všech jednotlivců v určité skupině,

úvazek efektivní dávky $E(\tau)$, popř. ekvivalentní dávky $H_T(\tau)$, což je časový integrál příkonu efektivní dávky, popř. ekvivalentní dávky po dobu τ od příjmu radionuklidu; není-li uvedeno jinak, činí tato doba 50 let pro příjem radionuklidů u dospělých a období do 70 let věku pro příjem radionuklidů u dětí; obdobně je definován také úvazek kolektivní efektivní, popř. ekvivalentní dávky,

dávkový ekvivalent H, což je součin absorbované dávky v uvažovaném bodě tkáně a jakostního činitele Q vyjadřujícího rozdílnou biologickou účinnost různých druhů záření,

osobní dávkový ekvivalent $H_p(d)$, což je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně d ,

ekvivalentní objemová aktivita radonu a_{ekv} , což je vážený součet objemové aktivity a_1 polonia 218, objemové aktivity a_2 olova 214 a objemové aktivity a_3 vizmutu 214 určený vztahem $a_{ekv} = 0,106 \cdot a_1 + 0,513 \cdot a_2 + 0,381 \cdot a_3$,

index hmotnostní aktivity I, což je číslo určené na základě hmotnostních aktivit K-40, Ra-226 a Th-228 vztahem $I = a_K/3000 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1} + a_{Ra}/300 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1} + a_{Th}/200 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$,

příjem, což je aktivita radionuklidu přijatá do lidského organismu z prostředí, obvykle požitím nebo vdechnutím,

konverzní faktor příjmu, což je koeficient udávající efektivní dávku připadající na jednotkový příjem; konvenční hodnoty konverzních faktorů příjmu požitím i_{ing} , popř. vdechnutím i_{inh} , vypočítané na základě standardních modelů, jsou uvedeny v příloze Vyhlášky.

Používané zkratky

Atomový zákon – zákon č.18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška – Vyhláška SÚJB č.307/2002 Sb. o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů

Úřad – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

SÚRO – Státní úřad pro radiační ochranu
SÚJCHBO- Státní úřad pro jadernou, chemickou a biologickou ochranu
IZ – ionizující záření
CSOD – Celostátní služba osobní dozimetrie
CRPO – Centrální registr profesionálních ozáření
PZJ – program zabezpečování jakosti
KP – kontrolované pásmo
FD – filmový dozimetr
TLD – termoluminiscenční dozimetr

2. Obecné zásady zabezpečení osobní dozimetrie při činnostech vedoucích k ozáření

Monitorování zahrnuje nejen měření veličin charakterizujících radiační pole a dozimetrických veličin nýbrž i interpretaci a hodnocení ozáření radiačních pracovníků i dalších osob. Rozsah monitorování, hodnocení a ověřování příslušných veličin, parametrů a dalších skutečností důležitých z hlediska radiační ochrany, musí odpovídat rozsahu a způsobu dané praxe, tj. nakládání se zdroji ionizujícího záření nebo činností vedoucích k ozáření.

Systém osobního monitorování jako část systému radiačního monitorování na pracovišti se zdroji ionizujícího záření slouží ke sledování osobních dávek a plnění požadavků limitování ozáření osob, prokazování optimalizace radiační ochrany, sledování odchylek od normálního provozu a kontrole bezpečného provozu těchto pracovišť.

2.1. Limity pro radiační pracovníky

Limity pro radiační pracovníky se vztahují na profesní ozáření, tj. na ozáření v souvislosti s výkonem práce při radiačních činnostech a na případy významně zvýšeného ozáření z přírodních zdrojů (§ 4 odst.7 písm. b) Atomového zákona a § 91 odst.2 Vyhlášky).

Limity pro radiační pracovníky jsou v § 20 Vyhlášky stanoveny pro efektivní dávku a ekvivalentní dávky ve vyjmenovaných orgánech a tkáních. V § 22 Vyhlášky jsou stanoveny odvozené limity pro osobní dávkový ekvivalent a pro vnitřní ozáření radiačních pracovníků; vychází se z předpokladu, že pokud nejsou překročeny odvozené limity, nejsou překročeny stanovené limity pro radiační pracovníky. Při současném zevním i vnitřním ozáření je nutno uvažovat celkovou dávku.

Pokud by se hodnoty osobních dávkových ekvivalentů blížily limitním hodnotám, musí se provést jejich přepočítání na efektivní nebo ekvivalentní dávku podle schválených metodik oprávněných dozimetrických služeb.

Dodržování limitů u pracovníků vykonávajících činnosti souběžně u více držitelů povolení.

Stanovené limity pro radiační pracovníky se vztahují na součet dávek ze všech cest ozáření a při všech pracovních činnostech, které radiační pracovník vykonává u jednoho nebo souběžně u více držitelů povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření, nebo které vykonává také jako samostatný držitel povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

V programu monitorování musí být uvedeno, jak je zajištěno vyhodnocování celkových dávek obdržovaných pracovníkem. Doporučuje se zahrnout do pracovní smlouvy uzavírané s radiačním pracovníkem klauzuli požadující oznámení takové činnosti zaměstnavateli. Pracovník by měl být vybaven dozimetrem u každého držitele povolení zvlášť, aby bylo možno sledovat kde a jak získal celkovou dávku.

Pokud pracovník ukončí práci se zdroji u jednoho držitele povolení a nastoupí do zaměstnání u jiného, kde také bude pracovat se zdroji ionizujícího záření, musí si tento nový zaměstnavatel ověřit zda pracovník již dříve se zdroji záření pracoval. Pokud pracovník již se zdroji IZ pracoval, měl by

jeho zaměstnavatel požadovat výpis jeho dávek nejméně za posledních pět let. Ty by mu měl potvrdit jeho předchozí zaměstnavatel.

Poznámka. Pracovník může také osobně požádat o výpis z centrální státní evidence ozáření pracovníků, na který má podle zákona o ochraně osobních údajů jedenkrát za rok bezplatný nárok. Centrální registr profesionálních ozáření SÚJB by ovšem měl plnit tuto funkci spíše jen ve sporných nebo nejasných případech. Primárně leží povinnost sledování a evidence dávek na straně držitelů povolení, systémy státní evidence slouží zejména k výkonu státní správy a sledování dávek na celostátní úrovni.

Zvláštní režim hodnocení ozáření radiačních pracovníků se týká případů, kdy držitel povolení vědomě a sám vysílá pracovníka na výkon činnosti do kontrolovaného pásma jiného držitele povolení – v tomto případě se jedná o tzv. externího pracovníka a vztahují se na něj požadavky Vyhlášky SÚJB č. 419/2002 Sb. o osobních radiačních průkazech – viz část 5 tohoto doporučení.

2.2. Kategorizace radiačních pracovníků

Každá osoba vystavená profesnímu ozáření je radiačním pracovníkem. Pro účely monitorování a lékařského dohledu se radiační pracovníci podle ohrožení zdraví ionizujícím zářením zařazují do kategorie A nebo B na základě očekávaného ozáření za běžného provozu včetně předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu s výjimkou ozáření v důsledku radiační nehody nebo havárie.

Do kategorie A jsou zařazeni radiační pracovníci, kteří by mohli podle Vyhlášky obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně nebo ekvivalentní dávku vyšší než tři desetiny limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny.

Všichni pracovníci kategorie A musí být vybaveni osobními dozimetry.

Ostatní radiační pracovníci jsou zařazeni do kategorie B.

Pracovníci se zařazují do uvedených kategorií na základě typu prováděných radiačních činností a odhadu možných dávek, které lze při nich obdržet. Nelze tedy v žádném případě argumentovat nízkými obdrženími dávkami pracovníků na daném pracovišti v určitém období s cílem zdůvodnit zastavení osobního monitorování. Vždy je nutné provést analýzu a odhad možných dávek pro situace, které se mohou na pracovišti vyskytnout, včetně předvídatelných odchylek od běžného provozu, jak je požadováno.

U pracovníků kategorie A je v souladu s legislativou nutno zajistit (§ 24, odst. 4 Vyhlášky):

- vybavení osobními dozimetry, pravidelné výměny a vyhodnocování osobních dozimetrů, a to podle Úřadem schváleného programu monitorování,
- okamžité výměny a vyhodnocení osobních dozimetrů v případě podezření nebo vzniku radiační nehody,
- seznamování pracovníků s výsledky vyhodnocení dávek z jejich osobních dozimetrů.

V případě podezření, že došlo k neplánovanému významnému ozáření pracovníka, provádí se okamžitě vyhodnocení osobních dozimetrů a dozimetrické hodnocení dané události.

Seznamování pracovníků s osobními dávkami. Radiačním pracovníkům musí zaměstnavatel zajistit, aby měli na požádání přístup k výsledkům svého osobního monitorování a výsledkům měření, na jejichž základě byly odhadnuty dávky, nebo k odhadům jejich dávek provedených na základě monitorování pracoviště.

Seznámení pracovníků s výsledky jejich osobního monitorování by mělo probíhat v souladu se zákonem o ochraně osobních údajů. Není přijatelné zveřejňování osobních dávek. V zájmu držitele

povolení je, aby v případě sporu měl v ruce důkaz o zajištění požadovaného seznámení pracovníků s jejich dávkami.

K výkonu práce v KP se zařazují jen pracovníci kategorie A. Ostatní osoby mohou v KP pracovat nebo pobývat jen v případě, že provozovatel KP zajistí takové podmínky, že jejich ozáření nepřekročí obecné limity (§ 30, odst. 6 Vyhlášky).

K objasnění tohoto ustanovení je třeba uvést, že se jedná obecně o výkon práce nikoliv jen o nakládání se zdroji ionizujícího záření jak bylo uvedeno v předchozím právním předpise (vyhláška č.184/1997 Sb.). Důvodem pro tento požadavek je zabránit tomu, aby byli z kategorie A vyjmuti pracovníci, kteří sice přímo zdroj IZ v kontrolovaném pásmu neobsluhují, ale vykonávají např. nějakou jinou pomocnou činnost, která s prováděnou radiační činností souvisí. Pobyt jiných osob je myšlen ve významu pobytu za účelem provedení práce nijak nesouvisející s radiační činností, kvůli které je kontrolované pásmo vymezeno (např. výměna žárovky, kontrola počítačové sítě, revize výtahů, apod.) a předpokládaná doba pobytu za tímto účelem nedává důvod k očekávání, že obecné limity budou překročeny, jak je požadováno.

Provozovatel kontrolovaného pásma musí vést také přehled o všech osobách, jiných než pracovníků kategorie A, které do kontrolovaného pásma vstoupily, době pobytu těchto osob v něm a odhadu efektivní dávky pro tyto osoby. Tyto údaje se uchovávají po dobu 10 let (§ 84, odst. 3 Vyhlášky).

Tyto přísné požadavky budou nutit držitele povolení k vymezení kontrolovaného pásma jen tehdy, pokud je opravdu zdůvodněno. Tam, kde po vyhodnocení všech faktorů držitel povolení k vymezení kontrolovaného pásma přikročí, musí v něm zajistit dodržování všech zásad pro vykonávání dané činnosti.

Kategorizace a monitorování pracovníků provádějících úklid, kontrolu, údržbu, apod. činnosti závisí na charakteru pracoviště, jejich zařazení je prováděno v závislosti na hodnocení velikosti jejich potenciálního ozáření. Při provádění služeb, které jsou prováděny v KP pracovišť IV. kategorie s otevřenými zářiči by pracovníci zabezpečující tyto služby měli být kategorizováni jako radiační pracovníci kategorie A. Na pracovištích s rentgenovými přístroji, kde je zabezpečeno, že zdroje jsou v době výše uvedených činností vypnuty je zařazení do kategorie B dostačující.

2.3. Náležitosti programu monitorování – část osobní monitorování

2.3.1. Obecné zásady tvorby programu monitorování

Program monitorování musí zahrnovat monitorování pro běžný provoz, pro předvídatelné odchylky od běžného provozu i pro případy radiačních nehod a radiačních havárií. Zejména obsahuje:

- a) vymezení veličin, které budou monitorovány,
- b) návody na vyhodnocování výsledků měření,
- c) hodnoty referenčních úrovní a přehled příslušných opatření při jejich překročení,
- d) specifikaci metod měření, způsob, rozsah a frekvence měření,
- e) specifikaci používaných typů měřicích přístrojů a pomůcek a jejich parametrů.

Monitorování se podle typu praxe navrhuje a zavádí jako:

- soustavné, nepřetržité (kontinuální) - je spojeno s danou praxí, musí potvrzovat, že dané pracovní podmínky zůstávají bezpečné, v souladu s požadavky povolení,
- pravidelné (periodické) - v určených lhůtách se opakuje a jeho cílem je rovněž, potvrzovat, že dané pracovní podmínky zůstávají bezpečné, v souladu s požadavky povolení,
- operativní – prováděné při určité činnosti s cílem zhodnotit a zajistit přijatelnost této činnosti z hlediska systému limitování a podmínek povolení.

Dojde-li ke změnám v uspořádání pracoviště, ve zdrojích ionizujícího záření, způsobu a podmínkách nakládání s nimi nebo ke změnám v monitorovacích metodách, program monitorování se aktualizuje. Protože je program monitorování schvalovanou dokumentací ze strany Úřadu, každá zásadní změna musí být Úřadu oznámena.

Na pracovištích, kde se na základě podmínek povolené praxe stanovených dozorným orgánem v kontrolovaném pásmu nesleduje individuální ozáření pracovníků, musí držitel povolení zabezpečit monitorování pracovního prostředí, které umožní hodnocení individuálního ozáření a zaručí včasné zjištění radiační nehody. Na pracovištích, kde může dojít k vnitřnímu ozáření pracovníků, musí být zajištěno sledování vnitřní i povrchové kontaminace pracovníků v rozsahu stanoveném v monitorovacím plánu pracoviště.

2.3.2. Monitorování osobní

Osobní monitorování slouží k určení osobních dávek sledováním, měřením a hodnocením individuálního zevního i vnitřního ozáření jednotlivých osob zpravidla osobními dozimetry.

Zevní ozáření

Monitorování zevního ozáření osobními dozimetry se zajišťuje pro všechny pracovníky kategorie A a pro osoby, které podle vnitřního havarijního plánu na pracovišti zasahují při radiačních nehodách nebo při živelných pohromách, pokud není stanoveno jinak v podmínkách povolení nebo schváleném programu monitorování.

Kontrolní období. Pro pracovníky kategorie A je kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru 1 měsíc (§ 77 Vyhlášky). Toto ustanovení znamená, že se pro práci pracovníka kategorie v kontrolovaném pásmu se stanovuje jednotně jednoměsíční monitorovací interval. Tento přístup je plně v souladu s mezinárodními doporučeními a zabezpečuje, v případě zjištění překročení stanovených referenčních úrovní, možnost včasného přešetření události a odstranění či nápravu zjištěných nedostatků. Vychází se přitom z předpokladu, že pracovníci jsou správně kategorizováni a rozsah vymezení kontrolovaného pásma je zdůvodněn. Potom je nutno dodržovat uvedené ustanovení Vyhlášky bez výjimky.

V této souvislosti je nutné upozornit na pracoviště zdravotnických zařízení, kde lékaři specialisté (ne radiologové) vykonávají činnosti u zdroje pouze občas nebo nepravidelně (např. úrazová chirurgie, gastroenterologie, neurologie,...). Jedná se zejména o operační sály, kde bývá z provozních důvodů problémem vymezení kontrolovaného pásma. Doporučuje se přesto zařadit pracovníky do kategorie A. Zabezpečení jejich osobního monitorování záleží na konkrétních podmínkách daného pracoviště, ale vždy by nějaký způsob osobního monitorování měl být zabezpečen (viz také část 4.4. tohoto doporučení). Vždy je přitom nutné zajistit, aby dozimetr byl opravdu osobní – tzn. přidělen konkrétnímu pracovníkovi. Pokud je použit rezervní dozimetr pro mimořádné monitorování určitého pracovníka, nesmí být z pochopitelných důvodů použit ve stejném monitorovacím období pro pracovníka jiného.

Umístění osobního dozimetru. Osobní dozimetr je nošen na přední levé straně hrudníku (referenční místo). Při použití ochranné stínící zástěry se umísťuje na zástěře a efektivní dávka se při překročení stanovené referenční úrovně uvedené v programu monitorování koriguje na hodnotu odpovídající zeslabení zástěrou.

Doporučená hodnota, od které by se měl provádět „přepočítání na zástěru“ je 10 mSv – po korekci je tato hodnota snížena při použití zástěry s ekvivalentem 0.5 mm Pb a energii záření v rozsahu 30 – 60 keV osmi až desetinásobně.

Pro další nejběžněji používané ochranné zástěry lze orientačně uvést následující korekce hodnot měřených na těchto zástěrách:

při použití zástěry s ekvivalentem 0.25 mm Pb asi 3 - 4 x nižší

při použití zástěry s ekvivalentem 0.35 mm Pb asi 4 – 5 x nižší

Tento přepočítání platí za předpokladu, že efektivní energie záření je v rozsahu 30 – 60 keV (nejběžněji používaná efektivní energie v radiodiagnostice, tj. asi 60 – 80 kV, filtrace 2,5-3 mm Al)

Přepočítání na zástěru provede dohlížející osoba nebo lze přepočítání provést ve spolupráci s oprávněnou dozimetrickou službou. Stanovená referenční úroveň pro přepočítání se vztahuje jak na dávku jednorázovou tak na součtovou dávku za určité období.

U pracovníků, kteří používají ochrannou zástěru a hodnoty dávek měřené na zástěře jsou opakovaně vyšší než 20 mSv, může Úřad požadovat vybavení dvěma celotělovými osobními dozimetry - jedním na zástěře a jedním pod zástěrou – s cílem přesnějšího hodnocení osobní efektivní dávky. Jde zejména o lékaře provádějící intervenční vyšetření nebo zákroky – kardiology, angiology, chirurgy, apod...(podrobně projednáno v kapitole 4.4.) Potřebu vybavit pracovníka dvěma dozimetry pro tento účel je nutno projednat předem s dozimetrickou službou.

Případy, kdy je nutné nosit doplňující dozimetry. Když dozimetr umístěný na referenčním místě nedovoluje odhad efektivní dávky a ekvivalentní dávky v orgánech a tkáních, pro které jsou stanoveny limity, je pracovník vybaven dalším dozimetrem, který svými vlastnostmi nebo umístěním takový odhad umožní.

V případě, že dozimetr neměří všechny druhy záření, které se na daném pracovišti mohou vyskytovat, je nutno pracovníka vybavit dalším dozimetrem, který tento nedostatek odstraní. Tato skutečnost nastává např. při možnosti výskytu rychlých neutronů, které filmový ani termoluminiscenční dozimetr neregistruje a proto musí být doplněn neutronovým dozimetrem opět v jednoměsíčním období.

Monitorování pracovníků kategorie B. Pro pracovníky kategorie B není pravidelné osobní monitorování požadováno. Nicméně v rámci schvalování programu monitorování lze doporučit osobní monitorování těchto pracovníků založené na využití schválené dozimetrické služby při delším kontrolním období. Pro skupinu pracovníků kategorie B vykonávající stejnou činnost za stejných podmínek na jednom pracovišti postačuje vybavit osobním dozimetrem pouze některé pracovníky. Výsledky vyhodnocení těchto dozimetrů lze potom považovat za důkaz oprávněného zařazení celé skupiny pracovníků do kategorie B. Zatímco pro pracovníky kategorie A je ve většině případů nutno používat diskriminační dozimetry umožňující i odhad energie záření (filmový nebo vícesložkový TL), pro pracovníky kategorie B je postačující jednoduchý TL dozimetr v tříměsíčním kontrolním období, který může být doplněn prstovým TL dozimetrem opět v tříměsíčním období.

Vnitřní ozáření

Na pracovištích, kde může dojít k vnitřnímu ozáření pracovníků, se příjmy radionuklidů, popřípadě úvazky efektivní dávky od vnitřního ozáření jednotlivých pracovníků zjišťují zpravidla měřením aktivity radionuklidů v těle pracovníka nebo v jeho exkrecech a převádí se na příjem pomocí modelů dýchacího traktu, zažívacího traktu a kinetiky příslušných prvků. Při práci s otevřenými radionuklidovými zářiči je měření aktivity radionuklidů v těle pracovníka nebo v jeho exkrecech požadováno na pracovištích IV. kategorie vždy a na pracovištích III. kategorie, je-li tak stanoveno v programu monitorování.

Při přepočtu aktivit přijatých radionuklidů na úvazek efektivní dávky se použijí konverzní faktory uvedené v příslušných tabulkách přílohy č. 3 Vyhlášky. U blíže neidentifikovaných radionuklidů a chemických forem nebo vlastností vdechovaného aerosolu se přisuzuje aktivita těm radionuklidům a jejich formám, popřípadě takovému aerosolu, pro které je stanoven nejvyšší konverzní faktor pro příjem požitím nebo vdechnutím.

Podrobný metodický návod zabývající se problematikou monitorování vnitřního ozáření bude zpracován a vydán samostatně.

Operativní monitorování

Na pracovištích, kde nelze při ztrátě kontroly nad zdrojem ionizujícího záření vyloučit radiační nehodu, jsou radiační pracovníci vybavováni navíc operativními dozimetry, které překročení nastavené úrovně mohou přímo signalizovat. Může-li zdroj ionizujícího záření způsobit jednorázovým ozářením překročení pětinasobku limitů pro radiační pracovníky, musí monitorování umožnit stanovení dávek a jejich distribuce v těle pracovníků včetně rekonstrukce nehody (§ 77 Vyhlášky).

Jestliže příkon dávkového ekvivalentu může překročit 1 mSv/h, musí být radiační pracovníci vybaveni rovněž operativními (signálními, přímoodečítacími nebo jinými v programu monitorování schválenými) osobními dozimetry; toto ustanovení, spolu s ustanovením, že všichni pracovníci kategorie A musí být vybaveni osobními dozimetry, se na pracovištích III. a IV. kategorie vztahují na každou osobu vstupující do kontrolovaného pásma, nikoliv však na ty osoby, které vstupují do kontrolovaného pásma zdravotnického pracoviště, aby se tam podrobily léčení nebo vyšetření s použitím zdrojů ionizujícího záření.

Typ operativního dozimetru není legislativou předepsán. Držitel povolení navrhuje typ tohoto dozimetru v programu monitorování a Úřad ho schvaluje s ohledem na charakter prováděných prací a typ pracoviště. U některých typů pracovišť (zejména jaderná zařízení, pracoviště III. kategorie) je požadováno, aby operativní dozimetr byl i signální.

2.3.3. Stanovení referenčních úrovní pro osobní monitorování

V programu monitorování se vymezují referenční úrovně, což jsou hodnoty nebo kritéria rozhodné pro určité předem stanovené postupy nebo opatření.

Referenční úrovně se zpravidla odvozují od stanovených limitů pro radiační pracovníky a pro jejich stanovení se jako referenční hodnota uvažuje hodnota 20 mSv/rok.

Referenční úrovně, při jejichž překročení je třeba údaj zaznamenávat a evidovat, se označují jako záznamové úrovně. Tyto úrovně oddělují hodnoty zasluhující pozornost od hodnot bezvýznamných. Záznamové úrovně pro osobní monitorování se zpravidla stanovují jako odpovídající jedné desetině limitů a metody monitorování se volí tak, aby nejmenší detekovatelná hodnota měřené veličiny radiační ochrany byla menší nebo nejvýše rovna takto stanovené záznamové úrovni.

Referenční úrovně, jejichž překročení je podnětem k následnému šetření o příčinách a možných důsledcích zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany, se označují jako vyšetřovací úrovně. Vyšetřovací úrovně při osobním monitorování se zpravidla stanovují jako odpovídající třem desetinám limitů ozáření nebo jako horní mez obvykle se vyskytujících hodnot.

Referenční úrovně, jejichž překročení je podnětem k zahájení nebo zavedení opatření ke změně zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany, se označují jako zásahové úrovně. U zásahových úrovní vymezených v programu monitorování se uvádí také přesně o jaký zásah se jedná a jakým postupem se o něm rozhoduje.

Pro jednotlivou měřenou veličinu nebo parametr může být stanoveno i několik na sebe navazujících referenčních úrovní, odpovídajících navazujícím zásahům postupně významnějším podle toho, jak roste význam zjištěného výkyvu sledované veličiny.

Referenční úrovně mohou být pro sledování hodnot v průběhu roku stanoveny ve veličině osobní dávkový ekvivalent $H_p(10)$ a $H_p(0.07)$. Teprve při jejich překročení je nutné provést přepočítání na efektivní dávku, která je vždy (v závislosti na energii a typu záření) nižší než $H_p(10)$. CSOD např. provádí výpočet efektivní dávky v průběhu kalendářního roku pro hodnoty $H_p(10)$ vyšší než 1,25 mSv.

Roční dávka u pracovníka je hodnocena jako efektivní dávka (důvodem pro stanovení efektivní dávky až pro roční období je snaha o co největší snížení chyby stanovené hodnoty), proto referenční úrovně pro sledování ročních dávek a stejně tak pětiletých jsou stanovovány také pro efektivní dávku.

Hodnota efektivní dávky 20 mSv je také stanovena v § 84 Vyhlášky jako hodnota oznamovaná Úřadu.

Záznamová úroveň pro hodnocení výsledků osobního monitorování je závislá na typu použitého dozimetru a schválené metodice používané příslušnou dozimetrickou službou. Např. v CSOD je stanovena na 0,15 mSv pro měsíční kontrolní období. Při vyhodnocení ročních dávek jsou však do roční dávky započteny všechny hodnoty vyšší než minimální detekovatelná hodnota (MDL), kterou je v současné době 0,05 mSv u filmové dozimetrie. Záznamová úroveň pro roční osobní dávku je potom stanovena na 0,5 mSv.

Vyšetřovací úroveň je zpravidla stanovena jako 3/10 limitů, tj. 0,5 mSv pro efektivní dávku při měsíčních intervalech měření ($20 \text{ mSv} \times 3/10 \times 1/12 = 0,5$). Může být také stanovena jako horní mez obvykle se vyskytujících hodnot na daném pracovišti – což lze zejména doporučit na pracovištích, kde se dávky po provedeném zdůvodnění a optimalizaci pohybují rutinně v nějakém konstantním rozmezí vyšším než uvedená hodnota. Potom může vyšetřovací úroveň být i vyšší než vypočtených 0,5 mSv. Dále je však také vhodné stanovit vyšetřovací úroveň pro vyhodnocenou roční dávku. Zde je možné se držet 3/10 limitů a stanovit hodnotu 6 mSv. V průběhu roku je potom nutné sledovat jak jednorázově vyhodnocené hodnoty v daném monitorovacím období, tak součet dávek v průběhu roku.

Doporučuje se stanovení vyšetřovací úrovně v rozmezí 0,5 - 1,0 mSv. Pokud je na pracovišti zavedeno z nějakého důvodu osobní monitorování některých pracovníků s periodou delší než jeden měsíc – pravděpodobně proto, aby byla potvrzena správnost kategorizace pracovníků a neměnnost pracovních podmínek – je vhodné vyšetřovací úroveň stanovit na stejné úrovni. Pouze pokud je opravdu jisté, že dozimetr je vždy nošen na zástěře určitého ekvivalentu, vyšetřovací úroveň můžeme stanovit vyšší, např. v rozmezí 5 –10 mSv.

Tab.1: Příklad referenčních úrovní pro osobní monitorování, nemocnice XY pracoviště radiodiagnostiky, NM, radioterapie

Filmová dozimetrie

Umístění dozimetru	Sledovací období [měsíc]	Záznamová*) Roční/1 měsíc [mSv]	Vyšetřovací **) Roční/1 měsíc, resp. 3 měsíce [mSv]	Zásahová [mSv]
Referenční místo (není používána ochranná zástěra)	1	0,5/0,1	6/0,5-1	20
Referenční místo (není používána ochranná zástěra)	3	0,5/0,1	6/0,5-1	20
Vně ochranné zástěry	3	0,5/0,1	20/5-10 ^{***)}	20
Vně ochranné zástěry	1	0,5/0,1	20/5-10 ^{***)}	20

*) nejmenší detekovatelná hodnota 0,05 mSv

***) vyšetřovací úroveň je stanovena na základě rozboru výpisů osobního monitorování sledovaných pracovníků na pracovišti

****) stanovíme pouze tam, kde je pracovníky vždy používána ochranná zástěra

TL prstový dozimetr

Sledovací období [měsíc]	Záznamová*) [mSv]	Vyšetřovací **) Roční/měsíční [mSv]	Zásahová [mSv]
1	0,2	150/15	500

*) nejmenší detekovatelná hodnota 0,2 mSv

***) vyšetřovací úroveň je stanovena na základě rozboru výpisů osobního monitorování sledovaných pracovníků na pracovišti a roční hodnota je hodnotou evidovanou a hodnotou, která se hlásí SÚJB dle § 84 Vyhlášky 307/2002 Sb.

Zásahová úroveň se zpravidla stanovuje na úrovni stanoveného limitu, tj. 20 mSv. Tato hodnota je také stanovena v § 84 Vyhlášky jako hodnota oznamovaná Úřadu spolu s přešetřením příčin a přijatými závěry – podrobně viz část 8 tohoto doporučení. Tuto hodnotu lze zvolit jako zásahovou úroveň pro monitorovací období i pro roční dávku. Další hodnotou by mohlo být 50 mSv – hodnota ročního limitu – dále pak již nastupuje návaznost na havarijní plány. Postupy pro případ překročení limitních hodnot – viz část 9 tohoto doporučení.

Je důležité sledovat čerpání součtové dávky v průběhu roku a reagovat požadovaným způsobem také na případy překročení 20 mSv v průběhu roku způsobené sčítáním měřených hodnot. K těmto případům by mělo ovšem docházet pouze výjimečně pokud jsou řádně sledovány a šetřeny všechny případy překročení vyšetřovacích úrovní.

Stejně se postupuje v případě stanovení hodnot referenčních úrovní pro ekvivalentní dávku ve stanovených orgánech a tkáních, pro něž je tato dávka hodnocena.

3. Metody osobní dozimetrie

3.1. Monitorování zevního ozáření

Monitorování zevního ozáření osob se za normálních podmínek uskutečňuje jednak osobními dozimetry, jednak na základě údajů monitorů pracovního prostředí. Jak již bylo řečeno, nepřekročení limitů pro profesionální ozáření se považuje za dostatečně prokázané, pokud nejsou překročeny stanovené odvozené limity, vyjádřené ve snáze měřitelných veličinách. Tento předpoklad je realistický, když osobní dozimetr kalibrovaný v dané veličině vykazuje "požadovanou" energetickou a úhlovou závislost, a radiační pole je "dostatečně" homogenní, aby údaj dozimetru byl reprezentativní pro ozáření osoby.

V principu lze v praxi očekávat tři typy ozáření pracovníka, příp. jejich kombinaci:

- dominantně ve směru hrud' – záda; ve většině případů se pracovník při práci nachází čelem ke zdroji záření,
- ze zadního poloprostoru; zpravidla při transportu radioaktivních látek (řidič – náklad),
- rovinně či sféricky isotropním polem; činnost v poli rozptýleného záření, při změnách orientace pracovníka vůči zdroji.

Volba osobního dozimetru pak závisí nejen na druhu záření v daném radiačním poli, nýbrž i na tom, jaká dozimetrická informace je vyžadována. V praxi se nejčastěji používají následující typy osobních dozimetrů:

- dozimetry fotonů - dávající informaci o hodnotě veličiny $H_p(10)$ v polích záření X a gama,
- dozimetry beta a gama záření – dávající současně informaci o hodnotách $H_p(0.07)$ i $H_p(10)$ v daném radiačním poli,
- komplexní dozimetry pracující na diskriminačním principu - dávající informaci nejen o hodnotách $H_p(10)$, $H_p(0.07)$, nýbrž i o typu záření, jeho efektivní energii, příp. i o orientaci osoby v poli záření, apod.,
- dozimetry neutronů - dávající informaci o hodnotě $H_p(10)$ v radiačním poli neutronů,
- dozimetry extremít - dávající informaci o úhlové distribuci radiačního pole a o velikosti ozáření (dávce) dané části těla (končetin apod.).

V radiačních polích, kde je dominující složkou záření gama, je zpravidla postačující měření veličiny $H_p(10)$ pomocí jednoduchého osobního dozimetru – k tomuto účelu se používají dozimetry citlivé a energeticky nezávislé v dané veličině v širokém energetickém rozsahu – termoluminiscenční, fotoluminiscenční, filmové. Řada moderních elektronických dozimetrů je rovněž schopna zajistit přímé měření $H_p(10)$ s energetickým prahem 20 až 80 keV.

V případě ozáření typu a) a zpravidla i typu c) se osobní dozimetr nosí na referenčním místě, jímž je přední levá strana hrudníku, tj. obvykle nejvíce ozařovaná oblast těla. V případě ozáření typu b) je doporučováno nošení dozimetrů na zádech, či doplnění dozimetru nošeného na referenčním místě o dozimetr na zádech. Je-li radiační pole tvořeno pronikavým zářením (zářením gama a rentgenovým zářením s vyšší energií) lze i pomocí osobního dozimetru umístěného na straně těla odvrácené od zdroje záření odhadnout dávku, kterou pracovník obdrží, příp. i směr ozáření.

Jestliže radiační pole obsahuje významný podíl slabě pronikavého záření (záření beta, elektrony a fotony s energií nižší než 30 keV), kdy hodnota $H_p(0.07)$ může být vyšší než hodnota $H_p(10)$, je nutné, aby osobní dozimetr byl schopen měřit dávkový ekvivalent též v hloubce 7 mg.cm⁻² (to odpovídá hloubce 0,07 mm v tkániekvalentním prostředí s hustotou 1 g/cm²). K tomu se využívají filmové dozimetry s vhodně volenou sestavou absorpčních filtrů nebo vícesložkové termoluminiscenční dozimetry umožňující stanovení jak $H_p(10)$ tak i $H_p(0.07)$.

Umístování osobních dozimetrů na jiném než referenčním místě. Měření dávkového ekvivalentu v hloubce 3 mg.cm⁻² není zpravidla nutné – dávkový ekvivalent v oční čočce se s dostatečnou přesností dá ocenit pomocí hodnot $H_p(0.07)$ a $H_p(10)$. V silně nehomogenních radiačních polích, kdy hodnoty $H_p(0.07)$ a $H_p(10)$ nejsou dostatečně reprezentativní pro hodnocení ozáření oční čočky a současně toto ozáření může být významné, je třeba umístit dozimetr v blízkosti očí (na čapce, čele apod.).

Vybavit pracovníka dozimetrem na ruce či jiném místě těla vystaveném při dané praxi významnému ozáření je účelné tehdy, když pracovník provádí nezbytné pracovní úkony v blízkosti vymezeného svazku záření nebo ve vzdálenosti menší než 0,1 m od zdroje záření. Specifickým případem může být ozáření osoby úzkým svazkem u urychlovačů částic, experimentálních svazků jaderných reaktorů, apod. V těchto případech faktor nehomogenity ozáření může dosáhnout hodnot 100 a více. Jako vodítko pro použití dozimetru na ruce může být, že odhad dávky na ruce převyšuje desetinásobek dávky na referenčním místě (publikace IAEA No. RS-G-1.3).

Osobní dozimetrie ve směsných polích záření gama a neutronů. Zvláštní pozornost z hlediska osobní dozimetrie představují směsná pole záření gama a neutronů. Ve většině v praxi se vyskytujících směsných radiačních polí (radiační pole za masivními stíněnými - jaderné reaktory, urychlovače) je podíl složky záření gama tak významný, že na základě údaje dozimetru fotonů lze s dostatečnou přesností odhadnout i celkové ozáření pracovníka. Jsou však radiační situace, například při karotážních pracích, kdy pracovníci se nacházejí v polích prakticky nestíněných

neutronových zdrojů. V těchto případech může být podíl neutronové složky dávky natolik významný, že monitorování osobním dozimetrem záření gama musí být doplněno o osobní neutronový dozimetr např. vícesložkový albedo dozimetr či dozimetr na bázi detektorů stop s různými typy radiátorů.

Speciální havarijní systémy osobního monitorování jsou zaváděny na pracovištích, kde nelze při ztrátě kontroly nad zdrojem ionizujícího záření vyloučit významné jednorázové zevní ozáření, v případech, kdy charakter zdroje je příčinou významných variací příkonu dávkového ekvivalentu, nebo tam, kde radiační pole, v nichž se pracovníci nacházejí, jsou proměnná z hlediska podílu jednotlivých typů a energie záření v daném místě (jaderná zařízení, urychlovače částic, zdravotnická zařízení). I v těchto případech se preferují komplexní dozimetry (měřící gama, beta i neutronovou složku radiačního pole). Může-li zdroj záření způsobit jednorázovým ozářením překročení pětinasobku stanoveného limitu, program osobního monitorování zahrnuje jak vybavení pracovníků vhodnými dozimetry, tak stanovené postupy vyhodnocení výsledků, umožňující přesné stanovení dávek a jejich distribuce v těle pracovníků, včetně rekonstrukce nehody. Dozimetrické hodnocení dané události se provádí vždy v případě vzniku podezření, že došlo k neplánovanému významnému jednorázovému ozářením pracovníka.

Faktory ovlivňující interpretaci a správnost výsledků osobního monitorování

Interpretace výsledků osobní dozimetrie spočívá v “převedení” veličin přímo měřených na veličiny, v nichž jsou stanoveny základní limity ozáření tj. na ekvivalentní či efektivní dávku.

Při takové interpretaci bude velikost chyb záviset na přesnosti a správnosti s jakou je daný dozimetr (metoda) schopen stanovit dozimetrickou veličinu, v níž je kalibrován, a jak správný bude postup interpretace měřené veličiny na veličinu, v níž jsou stanoveny limity ozáření.

Energetická závislost. Velké úsilí bylo věnováno v osobní dozimetrii vývoji osobního dozimetru, který by byl schopen stanovit danou dozimetrickou veličinu energeticky nezávisle, tzn. správně a dostatečně přesně odhadnout ozáření osoby bez ohledu na to, v jakém, z hlediska energetické distribuce, radiačním poli byla ozářena. I když se podařilo vyvinout sofistikované systémy, splňující alespoň částečně tento požadavek, setkala se tato cesta brzy s řadou omezení plynoucích zejména z toho, že se měnily veličiny v nichž odezva dozimetrů má být interpretována..

S rozvojem výpočetní techniky se vhodnějším ukázalo naopak použití detektorů s výraznou energetickou závislostí. Kombinací těchto detektorů a vhodné výpočetní metody lze vytvořit vícesložkový dozimetr, kterým lze ocenit libovolnou dozimetrickou veličinu při zachování technického řešení dozimetru - pouze změnou matematické metody vyhodnocení odezvy jednotlivých komponent dozimetru (poměry odezvy, jejich lineární kombinace, metody založené na pravděpodobnostních odhadech, apod.).

Radiační pole. V závislosti na cíli, k němuž osobní dozimetr má být použit, se volí jedna z dále uvedených alternativ:

- pro “čistá” fotonová pole, či v případech, kdy jde o potvrzení, že v dominantní složce radiačního pole nedošlo k významné kvantitativní změně, je vhodné použít jednoduché, “energeticky nezávislé” (vhodně energeticky) kompenzované dozimetry (např. na bázi TL-dozimetrů),
- ve složitých, či z hlediska rizika ozáření osob významných radiačních polích se preferují komplexní, vícesložkové dozimetry.

Kalibrace. Postupem času se dospělo k požadavkům, které je třeba splnit, má-li osobní dozimetr měřit správně a dostatečně přesně. Předně je třeba mít k dispozici reprezentativní soubor referenčních kalibračních polí a technických prostředků, které dovolí provést kalibraci dozimetru a otestovat:

- linearitu odezvy dozimetru a rozsah měřitelnosti dozimetrické veličiny ,
- závislost odezvy na úhlové distribuci radiačního pole,

- závislost odezvy dozimetru (jeho složek) k různým druhům záření,
- citlivost dozimetru k různým fyzikálním a chemickým vlivům,
- stabilitu odezvy dozimetru v čase.

Poznámka. Soubory doporučených referenčních polí pro kalibraci dozimetrů, jejich vlastnosti, a rovněž tak doporučených postupů kalibrace (filtrace, uspořádání, monitorování, apod.) jsou uvedeny zejména v ISO publikacích.

Charakteristika nejčastěji používaných osobních dozimetrů

OSOBNÍ FILMOVÝ DOZIMETR

Filmový dozimetr poskytuje informace o osobním dávkovém ekvivalentu od fotonového záření a elektronů, druhu a energii záření, směru a časovém rozložení ozáření a o případné kontaminaci. Dozimetr se skládá z dozimetrické kazety s kompenzačními filtry a dozimetrického filmu. Dozimetrický film je oboustranně překryt sadou filtrů tvořených zpravidla Cu, Al, Pb, Sn, apod. Výrazná závislost odezvy filmového dozimetru na energii fotonů a elektronů dovoluje, aby při použití části nestíněného filmu a vhodné sady absorpčních filtrů byl z něj vytvořen vícesložkový dozimetr. Pak na základě vyhodnocení zčernání filmu pod nestíněnou plochou a pod jednotlivými filtry je možno stanovit požadovanou dozimetrickou veličinu; v intervalu v praxi se běžně vyskytujících energií (řádově do několika 10^2 keV) fotonů lze získat i s jistou informací o energetické distribuci této veličiny.

V řadě radiačních polí lze odhadnout velikost ozáření přímo pomocí odezvy filmového dozimetru pod Pb filtrem. Naopak v polích záření beta a v nízkenergetických rtg polích se využívá kombinace odezvy nestíněného filmu odezvy pod nejtenčími (Cu) filtry.

Pro vyšší energie fotonů (větší než 100 keV) lze při použití filtru z látky o vysokém Z (zpravidla Pb) a o různé velikosti na jednotlivých stranách filmu ocenit i směr ozáření osoby. Jestliže dojde ke kontaminaci filmového dozimetru, lze tuto skutečnost při vyhodnocení filmu zpravidla poznat, i když někdy za cenu ztráty informace pod některými filtry.

Technické parametry filmového dozimetru CSOD:

Dozimetrický film: Foma Personal Monitoring Film

Dozimetrická kazeta: filmová kazeta CSOD

Měřené veličiny:

- osobní dávkový ekvivalent $H_p(10)$
- osobní dávkový ekvivalent $H_p(0.07)$
- z veličiny $H_p(10)$ a stanovené energie záření se počítá efektivní dávka E (dle ICRP 74)
- veličina $H_p(0.07)$ udává ekvivalentní dávku H_T

Rozsah měření: 0,05 mSv – 2,0 Sv

Nejistota měření: do ± 25 % (v rozsahu 0,3 mSv – 2,0 Sv)
pod 0,3 mSv nejistota vzrůstá, u 0,1 mSv nepřevyšší ± 50 %

Příkon dávkového ekvivalentu: bez omezení

Rozsah energií záření:

- 10 keV – 15 MeV pro fotonové záření (záření rtg a gama)
- 0,5 MeV – 15 MeV pro elektrony
- tepelné neutrony (měření vyžaduje použití upravených kazet)

Rozsah pracovních teplot: 0 až 45 °C (film nesmí zmrznout – nutno zajistit při práci venku v zimě)

Přípustné pracovní prostředí: škodí organická rozpouštědla

Pro dosažení uvedených vlastností je nutné zajistit, aby filmový dozimetr byl nošen na referenčním místě na oděvu (neumisťuje se do kapsy apod.) a to tak, aby okénko (otvor v kazetě) bylo odvráceno od těla

OSOBNÍ TERMOLUMINISCENČNÍ DOZIMETR

Termoluminiscenční dozimetry jsou vhodné krystalické látky, v nichž ionizující záření vyvolává excitace a zachycení elektronů v energeticky vyšších stavech. Při zahřátí jsou zachycené elektrony uvolňovány. Látka vyzařuje světlo, jehož celková energie je úměrná energii ionizujícího záření pohlceného v látce. Detekce vyzářené energie je zpravidla prováděna scintilačními detektory. Používají se různé druhy TL-materiálů, mezi nejznámější patří různými stopovými prvky dopované LiF, CaF₂, MgBeO₄, BeO, apod.

I když z počátku se používaly TL – detektory spíše jako operativní dozimetry, nyní jsou běžné hromadné aplikace v celostátních službách osobní dozimetrie, a to proto, že se podařilo vyvinout nejen standardizované detektory (tzn. ve velkých sériích vyráběné prvky o stejných vlastnostech), nýbrž i sofistikované vyhodnocovací systémy (spojené s PC technikou) dovolující automatizované vyhodnocování.

Předností TL-detektorů je:

- existence TL-látek s vlastnostmi blízkými lidské tkáni – což znamená, že energie ionizujícího záření je citlivému objemu detektoru sdělována podobnými (kvalitativně i kvantitativně) procesy jako stejnému objemu lidské tkáně,
- vysoká citlivost a možnost přesného měření odezvy,
- poměrně široká oblast lineární závislosti dávka – odezva detektoru,
- možnost mnohonásobného použití detektoru (s opakovaným používáním je však třeba sledovat změny citlivosti detektoru).

Základní nevýhodou TL – detektorů je jejich citlivost na světlo, což vyžaduje (zejména je-li požadována vysoká citlivost) při praktickém používání jejich ochranu světlotěsným obalem. Stále častější je používání vícesložkových TL-dozimetrů - podobně jako u filmových dozimetrů je použito buď sady absorpčních filtrů k odhadu energetické distribuce radiačního pole, nebo dozimetr tvoří několik druhů TL-detektorů (s různou citlivostí k danému druhu záření – s rozdílnou vyhřívací křivkou). Do druhé skupiny např. patří detektory fotonů a neutronů na bázi páru LiF detektorů s různým obsahem Li-6 (tzn. s rozdílnou citlivostí detektoru ke vzniku α – částic z reakce typu (n, α) na Li-6 jádrech).

Technické parametry TL dozimetru CSOD

Termoluminiscenční detektor: aluminofosfátové sklo

Dozimetrická kazeta: kazeta OTLD CSOD

Měřená veličina: osobní dávkový ekvivalent $H_p(10)$
efektivní dávka $E = H_p(10) \times 0,9$ (dle ICRP 74)

Rozsah měření: 0,2 mSv – 10 Sv s nejistotou do $\pm 25 \%$
Hodnoty nižší než 0,2 mSv nejsou vzhledem k nejistotě měření ve výsledcích uváděny, od hodnoty 0,05 mSv se však uchovávají pro roční hodnocení efektivní dávky E, pro kterou platí $E = H_p(10) \times 0,9$

Rozsah záření: 30 keV – 15 MeV pro fotonové záření (záření rtg a gama)

Vlivy na dozimetr a jeho hodnocení:

- a) odolnost mechanická: nevadí otřesy a tlaky vyskytující se při běžných manipulacích
- b) odolnost k vlhkosti: dozimetr lze otírat vlažnou vodou a očistit vatou zvlhčenou lihem
- c) teplotní rozsah: -10 °C do + 40 °C
- d) odolnost chemická: škodí rozpouštědla, zejména chlorovaná

TL dozimetry se používají také v prstýnkových dozimetrech CSOD. Prstový termoluminiscenční dozimetr se skládá ze skleněného termoluminiscenčního detektoru a pouzdra z plastické hmoty ve tvaru prstenu s kompenzačním filtrem. Poskytuje informace o hodnotě ekvivalentní dávky na končetinách pracovníků při manipulacích v polích fotonového záření s energií vyšší než 30 keV, příp. elektronů s energií vyšší než 2 MeV.

Technické parametry:

Termoluminiscenční detektor: aluminofosfátové sklo

Dozimetrická kazeta: kazeta PTLD CSOD (tzv. „prstýnek“)

Měřená veličina: ekvivalentní dávka $H_T = H_p(0.07)$

Rozsah měření: 0,2 mSv – 10 Sv s nejistotou do $\pm 25\%$

Hodnoty nižší než 0,2 mSv nejsou vzhledem k nejistotě měření ve výsledcích uváděny, od hodnoty 0,05 mSv se však uchovávají pro roční hodnocení ekvivalentní dávky

Rozsah energií záření: 30 keV – 15 MeV pro fotonové záření (záření rtg a gama)

Vlivy na dozimetr a hodnocení:

- odolnost mechanická: nevadí otřesy a tlaky vyskytující se při běžných manipulacích
- odolnost k vlhkosti: dozimetr lze otírat vlažnou vodou a dobře očistit vatou zvlhčenou lihem
- teplotní rozsah: od -10°C do $+40^\circ\text{C}$
- odolnost chemická: možnost sterilizace v parách 40ti procentního formalu

Prstýnkový dozimetr se nosí na prstu ruky, většinou pravé, a to pod rukavicemi. Prstový dozimetr lze sterilizovat v parách 40 % formaldehydu.

FOTOLUMINISCENČNÍ DOZIMETRY

Ne tak široce používanou, nicméně významnou skupinu osobních dozimetrů tvoří fotoluminiscenční detektory. Fotoluminiscence je založena na principu tvorby ionizujícím zářením indukovaných luminiscenčních center v určitých látkách (nejčastěji se používá stříbrem dopovaných fosfátových skel). Luminiscence je vybuzena osvětlením ozářeného detektoru UV světlem. Podobně jako u TL –dozimetrů je vyzářené světlo úměrné dávce ionizujícího záření, jež byla absorbována v detektoru. Vlastnosti fotoluminiscenčních detektorů jsou obdobné TL-detektorům, obecně se vyznačují dlouhodobou stabilitou odezvy, konstantní a vysokou citlivostí, nízkou energetickou závislostí. Princip používání a interpretace odezvy fotoluminiscenčních dozimetrů jsou obdobné jako u TL –dozimetrů. V současné době jsou tyto dozimetry používány dozimetry službami jaderných elektráren. Celostátní službou osobní dozimetrie nejsou využívány.

Technické parametry radiofotoluminiscenčního dozimetru používaného v JE Dukovany:

Dozimetr typ: SC1

Měřená veličina: osobní dávkový ekvivalent $H_p(10)$
efektivní dávka $E = H_p(10) \times 0,9$ (dle ICRP 74)

Rozsah měření: 0,001 mSv - 10 Sv

Nejistota měření: do 0,1 mSv menší než 5%
do 1 mSv menší než 2%
do 10mSv menší než 1%

Příkon dávkového ekvivalentu: bez omezení

Rozsah energií záření: 12 keV - 3 MeV

Energetická závislost: $H_p(10)$ na fantomu
 $\pm 15\%$ pro energie 12keV - 1,2 MeV

Úhlová závislost: $\pm 30\%$ pro 0 - 60st.

Vlivy na dozimetr:

- odolnost mechanická: nevadí otřesy a tlaky vznikající při běžných manipulacích
- odolnost k vlhkosti: dozimetr lze otírat vodou a očistit vatou zvlhčenou lihem
- odolnost chemická: škodí organická rozpouštědla

OSOBNÍ NEUTRONOVÝ DOZIMETR

Zvláštní oblast osobní dozimetrie tvoří dozimetry neutronů. Nejčastěji jsou používány detektory na principu detektorů stop v pevných látkách a albedo dozimetry. V některých zemích a k některým aplikacím jsou stále používány jaderné emulze. V poslední době se začínají používat bublinkové detektory.

Nejčastěji se používají tři typy detektorů stop v pevných látkách v závislosti na tom, jaký typ radiátorů používají k vytvoření sekundárních nabitých částic, které v nich v detektoru vytvoří měřitelné stopy:

- detektory se štěpnými radiátory,
- detektory odražených protonů,
- detektory založené na (n,α) reakci.

V první skupině se používají pro detekci rychlých neutronů radiátory na bázi Np-237 (energetický práh 0.6 MeV), Th-232 (1.3 MeV), U-238 (1.5 MeV), pro detekci tepelných a intermediálních neutronů se používá uranových radiátorů obohacených o U-235 (někdy současně v a bez Cd-obalu ke stanovení podílu tepelných neutronů). Kombinace detektoru s dvěma radiátory, např. U (s vyšším obsahem U-235) a Th-232 lze využít (na základě závislosti poměru počtu stop pod oběma radiátory na střední energii spektra neutronů) k odhadu podílu rychlých a intermediálních neutronů. Jako detektory rychlých neutronů pracující na bázi odražených protonů se používají látky bohaté na vodík polymerní látka (nejčastěji se používá polycarbonátů, nitrátů cellulosity, materiálu typu CR-39). Při použití výpočetní techniky a z měření parametrů stop (používají se tlusté detektory a odleptávají se různě silné vrstvy detektoru – stanoví se distribuce stop podle jejich délky - energie odražených protonů) lze ocenit i energii, případně distribuci LPE neutrony vytvořených částic a pak usuzovat na energetickou distribuci samotných neutronů.

Specifickou skupinu osobních dozimetrů neutronů tvoří albedo-dozimetry. Jsou založeny na detekci neutronů rozptýlených a zpětně odražených v lidském těle a vstupujících ze zadního poloprostoru do detektoru umístěného na těle. Všechny detektory tepelných neutronů mohou sloužit jako albedo-dozimetry, nejčastěji se používá termoluminiscenčních detektorů, jsou známy i albedo-detektory na bázi stopových detektorů se štěpnými materiály. Nejznámější je dozimetr tvořený dvojicí $^6\text{LiF} + ^7\text{LiF}$ detektorů. Oba detektory mají různou citlivost k neutronům - účinný průřez reakce (n, α) na Li-6 je o několik řádů vyšší než na Li-7, avšak prakticky stejnou citlivost k záření gama. Odezva albedo-dozimetru je však silně energeticky závislá. Pomocí kalibrace dozimetru v neutronových polích podobných těm, v nichž se osoby v praxi budou nacházet, lze stanovit pro danou třídu spekter kalibrační faktor, pomocí kterého lze dozimetrovou veličinu stanovit s požadovanou přesností. Obecně však platí, že dostatečně přesné odhady dávky od neutronů v neznámých polích neutronů pomocí albedo-dozimetru lze získat pouze tehdy, když je k dispozici alespoň hrubý odhad podílu rychlých neutronů v daném poli – proto se často kombinuje albedo-dozimetr s dozimetrem rychlých neutronů (nejčastěji se stopovým dozimetrem). Výhodou albedo-dozimetru na bázi dvojice $^6\text{LiF} + ^7\text{LiF}$ je skutečnost, že vedle odhadu dávky od neutronů lze získat i rozumný odhad dávky od záření gama právě využitím již zmíněné rozdílné citlivosti k neutronům.

Bublínkové dozimetry jsou založeny na následujícím principu – průhledný, elastický polymer je smíšen s kapkami přehřáté kapaliny (používá se např. freon); interakcí neutronů s polymerem vznikají protony. Jestliže proton se srazí s kapkou může způsobit její vypaření – vytvoření (v místě vzniku setrvávající) viditelné bubliny v polymeru. Počet vytvořených bublin je úměrný dávce od neutronů absorbované v detektoru. V poslední době se komerčně vyrábějí jak přímo odečítatelné, operativní dozimetry, tak bublinové dozimetry s možností automatického počítání bublin řízené počítačem pro hromadné zpracování odezev. Výhodou těchto dozimetrů je vysoká citlivost (od jednotek μSv), praktická necitlivost k záření gama. Lze vyrobit detektory s energetickým prahem od 100 keV do jednotek MeV. Nevýhodou je vysoká citlivost detektoru k vnější teplotě a nevelký dávkový rozsah, což limituje jejich použití, pokud nejsou kombinovány s jiným typem detektoru.

Technické parametry neutronového dozimetru CSOD:

Složení dozimetru

- a) detektor stop – polyester Mylar tloušťky 8 μm o rozměrech (20x40)mm², připevněný na identifikačním rámečku z PVC;

- b) dvojice radiátorů (transformačních fólií) z intermetalické slitiny UAl (cca 18 % hmotnostních uranu obohaceného ^{235}U na 90 % ve slitině s hliníkem) tloušťky cca 100 μm ;
dvojice radiátorů z kovového thoria tloušťky cca 20 μm ;
radiátory mají rozměry (20x20) mm^2 a jsou přilepeny na 2 kadmiových filtrech o rozměrech (20x40x0,5) mm^3 ;
- c) stínící kadmiová krabice dvoudílná z plechu tloušťky 0,5 mm, do které se vkládá systém detektor – radiátory;
- c) kazeta dozimetru neutronů z tvrdého polystyrenu o rozměrech (74x40x7) mm^3 se špendlíkem pro upevnění na oděv

Měřené veličiny a rozsahy měření:

- energie neutronů v intervalu od cca 0,5 keV do 20 MeV (intermediální a rychlé neutrony)
- osobní dávkové ekvivalenty: 1,25 mSv – 2 Sv, s nejistotou do $\pm 30\%$ za předpokladu, že je znám primární zdroj neutronů.

V ročních výsledcích se uvádí efektivní dávka $E = H_p(10)$. V této hodnotě jsou zahrnuty také hodnoty $H_p(10) < 1,25$ mSv, které v měsíčních hlášeních nejsou uváděny, ale jsou uchovávány v paměti počítače.

Ostatní vlastnosti:

- účinnost detekce je energeticky závislá a kompenzuje se experimentálně stanovenou kalibrační funkcí,
- pro použitou metodiku zpracování je detektor citlivý pouze na neutrony rychlé a intermediální, k záření gama neb elektronům je necitlivý, stejně tak i k tepelným neutronům,
- mechanická a chemická odolnost dobrá pro použití v běžných podmínkách,
- vlhkost neovlivňuje ani dozimetr, ani jeho vyhodnocení,
- škodí organická rozpouštědla, koncentrované louhy a kyseliny (v bezprostředním kontaktu).

Dozimetry se nosí na referenčním místě vedle dozimetru filmového. Dozimetr neutronů nelze nosit ani uchovávat bez dozimetrické kazety (plastické pouzdro) ani bez stínící kadmiové krabičky.

Výsledky měření jsou udávány ve veličině osobní dávkový ekvivalent v 10 mm tkáně $H_p(10)$. Používá-li se u objednatele více neutronových zdrojů, jsou uváděny osobní dávkové ekvivalenty jednak pro dva (tři) případy kalibrací ve veličině $H_p(10)$ štěpným spektrem neutronů (Cf-252) a dalším neutronovým spektrem (Am-Be, případně neutronový generátor).

Pro vyšší hodnoty $H_p(10)$ je nutné, aby odpovědný pracovník upřesnil, která kalibrace v daném období nejlépe vyhovuje.

Výsledky měření osobního dávkového ekvivalentu mají nejistotu nižší než $\pm 30\%$ (95 % hladina významnosti) za předpokladu, že je znám primární zdroj neutronů, neboť u moderovaných spekter neutronů lze primární zdroj z údajů dozimetru pouze odhadnout s určitou pravděpodobností, která závisí na způsobu moderace.

ELEKTRONICKÉ DOZIMETRY

S vývojem miniaturizace elektroniky, výpočetní techniky, s jejich ekonomickou dostupností nabyly na významu elektronické osobní dozimetry. Zpravidla pracují na bázi GM – detektorů (vhodně kompenzované detektory jsou schopny detekovat fotony o energii vyšší než 30 keV), či v poslední době polovodičových – Si-detektorů. Elektronické dozimetry s třemi Si – diodami (z nichž každý má jinou energetickou závislost) umožňují současné měření několika dozimetrických veličin - $H_p(10)$, $H_p(0.07)$, a to odděleně pro záření gama a beta (s energií vyšší než 250 keV). Elektronické dozimetry, jež jsou obvykle signální, lze použít jak pro měření dávky, tak dávkového příkonu.

Z počátku se používaly jako operativní dozimetry zejména v jaderných elektrárnách, v poslední době se jejich použití rozšiřuje i do jiných oblastí a začínají se používat dozimetrickými službami i jako legální dozimetry – tzn. autorizované pro hodnocení ozáření osob ve vztahu k limitům. Při spojení elektronického dozimetru s kódovanou kartou a s počítačovým vyhodnocením odezvy dozimetru lze stanovit nejen dávku, kterou osoba obdržela v daném časovém intervalu, ale i

v kterém pracovním místě, příp. při jaké pracovní činnosti. Systém dovoluje i celostátní automatizovanou registraci dávek a jejich hodnocení. Vývoj těchto dozimetrů pokračuje a určitě bude i nadále pokračovat tak, aby byla postupně odstraněna všechna závažnější omezení jejich použití jako legálních dozimetrů v praxi (např. vliv vysokofrekvenčních elektromagnetických polí na odezvu dozimetru). Tento trend je již nyní velmi zřetelný např. ve Velké Británii a Francii.

Požadovaná přesnost měření

Dle ICRP 60 a ICRP 75 se požaduje, aby nejistota stanovení veličiny E, resp. H_T byla v rozpětí -33% až $+50\%$ (95% interval spolehlivosti) pro hodnoty na úrovni ročních limitů. V oblasti záznamové úrovně se připouští nejistota $\pm 100\%$. Při ověřování dozimetrické služby ze strany ČMI (IIZ) se dle ICRP 75 požaduje splnění uvedených požadavků pro 19 z 20 měření.

Nejistoty stanovení veličiny $H_p(10)$ jsou většinou přísněji stanoveny zejména pro oblast vyšetřovací a zásahové úrovně (do $\pm 25\%$). Kvalita měření osobních dávkových ekvivalentů ve schválené dozimetrické službě je ověřovaná v souladu s metrologickým zákonem jednou ročně.

3.2. Monitorování vnitřní kontaminace

Vnitřní kontaminace z příjmu radionuklidů může vzniknout při mnoha pracovních aktivitách. Jsou to zejména práce, spojené s jednotlivými stupni jaderného palivového cyklu, použití radionuklidů v medicíně, ve výzkumu, při aplikacích v zemědělství a v průmyslu; profesionální použití zahrnuje též vnitřní kontaminaci přírodními radionuklidy.

Program monitorování vnitřní kontaminace závisí na druhu a celkové aktivitě zpracovávaných radionuklidů, jejich fyzikální a chemické formě, druhu uzavření, prováděných operacích a pracovních podmínkách. Ve Vyhlášce jsou tyto požadavky uvedeny ve formě tabulek v příloze č. 4. Druhy prací, které monitorování vnitřní kontaminace vždy vyžadují jsou zejména:

- zpracovávání velkých aktivit plyných a těkavých materiálů, jako je tritium a jeho sloučeniny; jako příklad lze uvést těžkovodní reaktory či výroba a průmyslové použití svítících barev,
- zpracovávání plutonia a dalších transuranových prvků,
- zpracování thoriové rudy a zpracování thoria a jeho sloučenin, což může vést k vnitřní kontaminaci jak radioaktivními prachovými částicemi, tak i thoronem (^{220}Rn) a jeho dceřinými produkty,
- úprava a čištění surovin s vysokým obsahem uranové rudy,
- úprava přírodního a obohaceného uranu a výroba jaderného paliva,
- výroba velkého množství radionuklidů,
- pracovní místa s vysokou koncentrací radonu ve vzduchu,
- nakládání s vysokými aktivitami ^{131}I , jako např. při terapeutickém použití,
- opravy a údržba spojená s mechanickými pracemi v primárním okruhu a v reaktoru, kde lze očekávat vnitřní kontaminaci zejména aktivačními a případně i štěpnými produkty.

Dále je nutno uvažovat také pracoviště, na nichž může dojít k významnému zvýšení ozáření z přírodních zdrojů – viz část 4.5. tohoto Doporučení.

Vnitřní kontaminaci lze monitorovat měřením aktivity radionuklidu v těle nebo v orgánu celotělovým počítačem nebo jednodušším zařízením; měřením aktivity radionuklidů vyloučených v exkretách případně měřením ovzduší v pracovním prostředí. Aktivity získané měřením se pak převádějí na úvahy efektivní dávky nebo úvahy ekvivalentní dávky pomocí modelů. Výběr metod monitorování se řídí vlastnostmi radionuklidu či směsi radionuklidů, které mohou být zdrojem vnitřní kontaminace, požadovanou citlivostí a samozřejmě též hospodárným využitím prostředků i

pracovního času monitorovaných pracovníků. Požadovaná citlivost závisí na druhu monitorování a v případě rutinního monitorování na volbě monitorovacích období. Je zřejmé, že čím jsou intervaly monitorování kratší, tím je možné použít metod méně citlivých, tj. metod o vyšší minimální detekovatelné aktivitě.

Přímými metodami stanovení vnitřní kontaminace se rozumí stanovení aktivity radionuklidu měřením in vivo celého těla nebo orgánu či tkáně celotělovým počítačem.

V některých případech je postačující měřit aktivitu jen v některých orgánech či tkáních. Nejrozšířenější je monitorování radioizotopů jódu (^{131}I , ^{125}I) ve štítné žláze. Pro tyto účely stačí poměrně jednoduché zařízení, sestávající z kolimovaného scintilačního detektoru a jedno nebo vícekanálového amplitudového analyzátoru. Volba analyzátoru závisí na tom s kolika radionuklidy se na daném pracovišti pracuje. Jde zejména o pracoviště lékařská, zejména o terapeutické použití ^{131}I .

V případě monitorování vnitřní kontaminace na základě měření pracovního prostředí je třeba monitorovat obsah radionuklidů v ovzduší takovým způsobem, aby odběr byl reprezentativní pro odvození inhalačního příjmu. Jako příklad lze uvést použití třísloužkového osobního dozimetru u pracovníků uranových dolů, kdy kromě externího ozáření je měřen i obsah radonu v ovzduší a objemová aktivita dlouhodobých aerosolů v ovzduší. Podobně se odhaduje možná vnitřní kontaminace u pracovníků při zpracování ochuzeného uranu, při zpracování monazitových písků i při různých použití thoria. Důležitý je odběr kontaminantu z pracovního prostředí při nehodě, při níž došlo k vnitřní kontaminaci. Podrobná analýza vzorku, jak co do jeho radionuklidového složení tak i co do jeho radiochemických vlastností, může napomoci přesnějšímu odhadu úvazku efektivní dávky.

Podrobný popis metod a interpretace měřených výsledků je předmětem doporučení vydaného Úřadem k problematice monitorování vnitřní kontaminace.

4. Specifické požadavky na osobní dozimetrii pracovníků vybraných pracovišť se zdroji IZ

Výběr vhodného způsobu monitorování a typu dozimetru závisí na prováděné činnosti, druhu zdroje a energii emitovaného záření:

- na pracovištích kde se používají pouze zdroje záření gama s energií vyšší než 100 keV je dostačující použití TL dozimetru za předpokladu, že se významně neuplatňuje záření beta. Stanovení efektivní dávky lze provést v těchto případech i bez další informace o energii záření.
- na pracovištích, kde se pracuje s fotonovým zářením s energiemi pod 100 keV lze efektivní dávku vypočítat pouze při znalosti energie fotonů, a proto je nutno používat diskriminační filmový dozimetr, který vedle hodnoty osobního dávkového ekvivalentu dovoluje stanovit i druh a energii záření, převažující směr ozáření a případnou kontaminaci a odhad časového rozložení ozáření (jednorázovost dávky).
- v závislosti na typu prováděných činností je nutno zvážit
 - sledování dávek na končetiny,
 - hodnocení dávek od neutronů;
 - sledování vnitřní kontaminace.

4.1. Průmysl

Defektoskopie

V závislosti na používaném zdroji záření jsou defektoskopická pracoviště řazena do I. nebo II. kategorie. Do I. kategorie těchto pracovišť spadají pouze ty, kde způsob práce s nimi nevyžaduje vymezení kontrolovaného pásma. Např. pokud jsou tato pracoviště vybavena stabilním rentgenem, není vyžadováno zařazení pracovníků do kategorie A a není vymežováno kontrolované pásmo. Doporučuje se zabezpečení alespoň kontrolního osobního monitorování pracovníků formou operativního monitorování nebo osobního monitorování v delším sledovacím období. Na přechodných pracovištích s technickými rentgeny je zpravidla KP vymezeno a pracovníci jsou řazeni do kategorie A. Pokud je KP vymezeno, osobní monitorování pracovníků je vyžadováno v jednoměsíčním intervalu. Pokud se v některých případech vymezí pouze pásmo sledované, lze zavést osobní monitorování s delší periodou vyhodnocování osobních dozimetrů. Doporučuje se vždy na těchto přechodných pracovištích zajistit operativní osobní monitorování.

Pracoviště s defektoskopem, kde se používají uzavřené radionuklidové zářiče gama (^{192}Ir , ^{60}Co , ^{75}Se , apod.) nebo urychlovač, je vždy zařazeno do kategorie II. s vymezeným kontrolovaným pásmem, takže musí být zavedeno sledování osobních dávek u pracovníků s jednoměsíčním kontrolním obdobím. V případě použití mobilního defektoskopu musí být pracovníci vybaveni vždy také vhodným operativním dozimetrem.

Na defektoskopických pracovištích se používá jednoduchý dozimetr filmový nebo termoluminiscenční. TL dozimetr je upřednostněn ve všech případech, kde se pracuje v prostředí s vyšší teplotou, filmový dozimetr je upřednostněn tam, kde je pravděpodobný výskyt elektronů, případně, kde se nepoužívají fotony s energií vyšší než cca 0,2 MeV.

Při určitých činnostech jako např. odstraňování závad nebo likvidace nehody, kdy je větší pravděpodobnost ozáření rukou, se doporučuje navíc dozimetr prstový.

Karotážní práce

Pro karotážní práce se používají uzavřené zářiče gama a neutronové sondy, pracoviště je zpravidla řazeno do kategorie II. s vymezeným KP, takže pracovníci jsou radiačními pracovníky kategorie A a je požadováno jednoměsíční kontrolní období pro sledování osobních dávek. Běžně se používá dozimetr filmový s úpravou pro měření tepelných neutronů, stopový neutronový dozimetr má význam pouze v případě, že emise n-zdroje je vyšší než 10^5 s^{-1} .

V případě používání neutronových sond s emisí nižší než 10^5 s^{-1} a u jednoduchých kompaktních zařízení, kde jsou radionuklidové zářiče trvale umístěny v sondě (např. hustoměry TROXLER) není obvykle vymežováno kontrolované pásmo a TL nebo filmový dozimetr v tříměsíčním cyklu je pro pracovníky s těmito zdroji plně vyhovující.

Pracovníci na těchto pracovištích jsou vybaveni také vhodným operativním dozimetrem.

Ostatní práce s průmyslovými zdroji

Jedná se o poměrně početnou a různorodou skupinu pracovišť, na kterých jsou uzavřené nebo otevřené zdroje ionizujícího záření využívány k různým účelům jako součást měřících a detekčních přístrojů nebo jsou využívány v laboratorních metodách.

Pokud nejsou na těchto pracovištích splněny podmínky pro vymezení kontrolovaného pásma, závisí na konkrétním způsobu nakládání se zdroji, jak bude zajištěno osobní monitorování. Tak, jako i v jiných případech, je doporučeno zabezpečení aspoň kontrolního monitorování ozáření pracovníků v delším časovém intervalu, nebo formou operativního monitorování nebo sledováním neměnnosti podmínek ozáření monitorováním pracoviště.

Pro práce s otevřenými zářiči v kontrolovaném pásmu je nutno používat filmový diskriminační dozimetr v jednoměsíčním období (možnost stanovení kontaminace), který podle charakteru práce lze doplnit prstovým dozimetrem. V případě využívání neutronových zdrojů je nutné doplnit filmový dozimetr s úpravou pro měření tepelných neutronů stopovým dozimetrem neutronů opět v jednoměsíčním cyklu. V závislosti na typu prováděných činností musí být také zvaženo riziko vnitřní kontaminace pracovníků a zajištěno její adekvátní hodnocení.

Jsou-li používány pouze uzavřené zářiče, je kritériem charakter práce – tam, kde se nevyskytují významné zdroje záření beta, je plně postačující TL dozimetr v tříměsíčním cyklu, jen výjimečně doplněný dozimetrem prstovým. Pro pracoviště se zdroji gama záření s energií > 200 keV lze doporučit buď TL dozimetr v jednoměsíčním cyklu, pro pracoviště s fotonovým zářením s energií nižší než 200 keV, případně zářiči beta nebo neutrony je vhodný diskriminační filmový dozimetr doplněný dozimetrem prstovým a neutronovým v jednoměsíčním cyklu. Pro pracoviště se zdroji záření s vyšší aktivitou (distribuce, přeprava, likvidace, sterilizace) lze použít jak filmový, tak TL dozimetr v jednoměsíčním období; kritériem výběru je pouze případný výskyt elektronů nebo fotonů s energií nižší než 0,2 MeV. Stopové neutronové dozimetry používané jen při používání neutronových zdrojů, mohou být upraveny pro měření vysokých dávek (několik detekčních fólií v dozimetru). Kontrolní období je i v tomto případě jednoměsíční.

4.2. Jaderná zařízení

Pracoviště s jaderným zařízením je pracovištěm IV. kategorie, na němž se vždy vymezuje kontrolované pásmo a musí být zabezpečeno osobní monitorování v plném rozsahu. Monitorováním musí být pokryto stanovení dávek z zevního i vnitřního ozáření, neutronů a ozáření extremít. Před započítím každé činnosti se provede vyhodnocení radiační situace v daném místě a u daného zařízení a provede se odhad dávek. Pracovníkům se plánují dávky pro určitou činnost v daném čase. Dávky jsou sledovány a vyhodnocovány po ukončení každé činnosti. Tento způsob kontroly dávek je zajištěn zejména prostřednictvím tzv. R-příkazů, na základě kterého je pracovník před započítím určité práce v kontrolovaném pásmu vybaven ochrannými pomůckami a dozimetrickými prostředky. Je zpravidla stanovena zvláštní vyšetřovací úroveň vztažena k jednomu R-příkazu a pohybuje se v rozmezí 1-2 mSv.

Pro sledování zevního ozáření na těchto pracovištích se používají zpravidla filmové dozimetry s kadmiovým filtrem umožňujícím odhad dávky od tepelných neutronů. Jako neutronový dozimetr je používán albedo dozimetr při znalosti spekter neutronů vyskytujících se na daném pracovištích nebo dozimetr stopový. Neutronovým dozimetrem jsou vybavováni pracovníci provádějící kontrolu zařízení a vzduchotechniky na palubě hlavního cirkulačního čerpadla a obsluha boroměrů. Pracovníci vstupující do kontrolovaného pásma musí být vždy vybaveni operativním dozimetrem. Operativním dozimetrem je nejčastěji elektronický, náhradním TLD nebo RPL pro případ výpadku elektronického systému.

Monitorování vnitřního ozáření je prováděno jako rutinní nebo operativní.

Rutinní monitorování se většinou zabezpečuje pro vybranou skupinu pracovníků, kteří přicházejí do styku s otevřenými zdroji ionizujícího záření (jedná se zejména o pracovníky vykonávající obsluhu zařízení v kontrolovaném pásmu, dekontaminační práce, kontrolní a revizní práce, činnosti spojené s odběrem chemických vzorků a likvidací radioaktivního odpadu). Interval monitorování těchto vybraných pracovníků je vhodné stanovit zhruba jednoměsíční. Operativní monitorování je zajišťováno před započítím a po skončení některých činností, a samozřejmě při každém podezření na možnost vnitřní kontaminace např. při zjištění povrchové kontaminace u pracovníka nebo pobytu pracovníka na místech s výskytem radioaktivního aerosolu nebo plynu. U nově nastupujících pracovníků se doporučuje provést vstupní měření vnitřní kontaminace. U pracovníků

dodavatelských organizací je monitorování vnitřní kontaminace provedeno před a po skončení prací v kontrolovaném pásmu provozovatele viz také část 6 tohoto doporučení.

Monitorování vnitřní kontaminace je zajištěno zpravidla měřením celotělovým detektorem, měřením jódu ve štítné žláze, měřením tritia v moči a příp. dalšími speciálními měřeními jako měření beta aktivity ve vzorcích moče nebo gama spektrometrií exkretů. Podrobnosti budou uvedeny v již zmíněném speciálním doporučení pro zabezpečení monitorování vnitřního ozáření.

4.3. Uranový průmysl

Pracovníci v podzemí uranových dolů jsou vystaveni zevnímu ozáření gama záření, ozáření z inhalace produktů přeměny radonu a ozáření z inhalace směsi dlouhodobých radionuklidů uran-radiové řady emitujících záření alfa. Na pracovištích uranových dolů se zpravidla vymezuje kontrolované pásmo. Pracovníci musí být vybaveni ochrannými pomůckami a osobními integrálními dozimetry všech tří složek ozáření. Osobní monitorování je nedílně spjata s monitorováním pracovního prostředí.

Pracoviště uranového průmyslu lze rozdělit na pracoviště, kde se těží ruda, ukládá vytěžený uran, případně provádí speciální práce ve zkušebnách. Zde je podle zkušeností z praxe dostačující TL dozimetr v jednoměsíčním cyklu. Na těchto pracovištích je příspěvek záření beta k celkové dávce málo významný, riziko kontaminace a tím nadhodnocení měřené hodnoty $H_p(10)$ není závažné. Tak jako na jiných pracovištích s otevřenými zářiči je nutné kontrolovat a vyloučit povrchové znečištění dozimetrů. Filmový dozimetr by ve vlhkém prostředí se zvýšenou teplotou mohl vykazovat vyšší fading.

Na úpravkách rud a podobných pracovištích (např. odkaliště) je vhodný filmový dozimetr v jednoměsíčním cyklu, který je také schopen měřit dávky od záření beta a indikovat případnou kontaminaci.

Osobní monitorování v uranových dolech je problematikou velmi specifickou a týká se v současné době v naší republice pouze omezeného počtu pracovišť podniku DIAMO,a.s., na kterých je samozřejmě radiační ochrana pracovníků plně zajištěna v souladu s požadavky legislativy. Vzhledem k relativně vysokým dávkám pracovníků je těmto pracovištím věnována zvýšená pozornost a osobní dávky pracovníků jsou pravidelně hodnoceny „Komisí pro výsledky osobní dozimetrie a regulaci ozáření pracovníků v uranovém průmyslu“.

4.4. Lékařství

Na lékařských pracovištích radiodiagnostických, radioterapeutických a pracovištích nukleární medicíny se osobní dozimetrie zevního ozáření zajišťuje pro pracovníky kategorie A zpravidla filmovými dozimetry vždy s jednoměsíčním vyhodnocovacím kontrolním obdobím a příp. i prstovými dozimetry. V závislosti na pracovišti a jeho pracovním režimu může být vyžadováno vybavení pracovníků operativními dozimetry.

Dále jsou specifikovány některé další požadavky na osobní dozimetrii pro oblasti radiodiagnostiky, radioterapie a nukleární medicíny.

Radiodiagnostika

Filmové dozimetry se zpravidla nosí na referenčním místě – levé přední straně hrudníku, v případě nošení ochranné zástěry se umísťují vně této zástěry (se známým ekvivalentem Pb), prstové dozimetry se nosí pod rukavicí na prstech pravé příp. i levé ruky, a to dle rozhodnutí dohlížející osoby v závislosti na charakteru práce. Pro hodnoty osobního dávkového ekvivalentu, které jsou na úrovni 3/10 limitu (vyšetřovací úroveň) se vyhodnotí vedle veličiny $H_p(10)$, resp. $H_p(0.07)$, také energie záření a provede se přepočítání této hodnoty na efektivní dávku, resp. ekvivalentní dávku a na absorpci záření v ochranné zástěře. Přepočítání veličiny $H_p(10)$ na E provádí dozimetrická služba

(CSOD) automaticky pro osobní dávkové ekvivalenty převyšující 1,25 mSv, korekce na ochrannou pracovní zástěru provede buď sám dohlížející pracovník nebo ve spolupráci s dozimetrickou službou.

Kategorizace pracovníků a vymezení kontrolovaného pásma by na těchto pracovištích měly být velmi pečlivě zváženy. Lze souhlasit s nevymezením kontrolovaného pásma tam, kde je prováděna pouze skiografie a způsob práce obsluhujícího personálu nevyžaduje v žádném případě přítomnost pracovníků ve vyšetřovně v době expozice. Postupy prokazující tuto skutečnost musí být uvedeny v dokumentaci pracoviště a určitě zahrnuty v PZJ.

Na pracovištích skiaskopických lze opět vzhledem k podmínkám a potřebám tohoto pracoviště zvážit nutnost vymezení kontrolovaného pásma a není nutné ho vždy vymezit.

Pokud ho nelze vymezit z provozních důvodů, ale podmínky ozáření jsou takové, že by pracovníci mohli obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně nebo ekvivalentní dávku vyšší než 3/10 limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny jsou zařazeni do kategorie A se zpravidla jednoměsíčním kontrolním obdobím, aby bylo možné včas reagovat na případné vyšší dávky.

Na radiodiagnostických pracovištích, kde se provádějí kardiologická a angiografická vyšetření a především intervence, dosahuje personál dlouhodobě vyšších hodnot dávek. Tato pracoviště jsou vždy zařazena v kategorii II. s vymezeným kontrolovaným pásmem, a pracovníci jsou tedy minimálně vybaveni diskriminačním filmovým dozimetrem v jednoměsíčním cyklu a prstovým TLD dozimetrem ve stejném kontrolním období. Doporučuje se však vybavit pracovníky dvěma osobními dozimetry nošenými na zástěře a pod zástěrou (viz také část 2.3.2. tohoto doporučení), což by bylo jednoznačným průkazem, že zástěra byla použita. Při některých pracích by naopak bylo žádoucí umístit druhý dozimetr na pokrývce hlavy, aby byla spolehlivěji stanovena dávka na oční čočku. Není-li použit další dozimetr na pokrývce hlavy, lze z hodnoty $H_p(10)$ stanovené na referenčním místě na zástěře vypočítat přibližnou dávku na oční čočku ($H_p(10) \times 0,48$) a na štítnou žlázu ($H_p(10) \times 0,81$), a to s nejistotou $\pm 40\%$ za předpokladu výše uvedených podmínek. Tyto hodnoty se musí dále korigovat, je-li použit límec nebo brýle se známým ekvivalentem.

Poznámka: Problematika osobní dozimetrie těchto pracovišť byla podrobně sledována v rámci studie financované Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a výsledky jsou uvedeny ve výzkumné zprávě „Možnosti stanovení efektivní dávky z veličiny $H_p(10)$ měřené filmovým neb TL dozimetrem na ochranné pracovní zástěře pro vybraná lékařská pracoviště“ (výzkumná práva CSOD (2001)).

Nukleární medicína

Zajištění osobní dozimetrie na pracovištích nukleární medicíny, kde se používají otevřené zářiče s fotonovým zářením a zářením beta pro diagnostiku a léčbu je realizováno filmovými dozimetry v jednoměsíčním kontrolním období a prstovými TL dozimetry. Při nošení osobního dozimetru je nutné dbát zvýšené opatrnosti, aby jeho kazeta nebyla kontaminována používanými radiofarmaky s následkem vyhodnocení vysoké ovšem neosobní dávky. Pokud taková situace přesto nastane, filmový dozimetr může indikovat kontaminaci, což je důležitá informace pro komplexní posouzení zátěže pracovníků. V případě zjištění kontaminace osobního dozimetru je proto nutné provést pečlivé přešetření případu a vyhodnotit nakolik byla dávka způsobena pouze kontaminací samotného dozimetru a nakolik byl případně ozářen i pracovník.

Na pracovištích nukleární medicíny přichází v úvahu vnitřní kontaminace. Pozornost je třeba věnovat kontaminaci radionuklidu jódu – ^{131}I používaném při léčbě a ^{125}I používaném pro diagnostiku in vitro. Radiojod se dostává do vzduchu a tak do štítné žlázy pracovníků při práci s radioaktivními roztoky nebo tak, že je vydechován pacienty, kterým byly radionuklidy aplikovány. Obsah radiojodu ve štítné žláze pracovníků lze měřit vhodně kolimovaným scintilačním detektorem přikládaným na oblast štítné žlázy. Přístroj musí být správně kalibrován měřením na fantomu. Méně významné je pak riziko vyplývající z kontaminace $^{99\text{m}}\text{Tc}$ a dalšími radionuklidy používanými v diagnostice in vivo příp. i zářiči beta používanými pro léčbu.

Radioterapie

Radioterapeutická pracoviště jsou zařazena do III. kategorie a je tedy požadována osobní dozimetrie pracovníků s jednoměsíčním sledovacím obdobím. Pracovníci, kteří případně zabezpečují techniky manuální brachyterapie, jsou vybaveni též prstovými TL dozimetry. Na pracovištích teleterapie a brachyterapie musí být pracovníci vybaveni také operativními dozimetry.

Příklad kategorizace a zajištění osobního monitorování radiačních pracovníků vybraných radiodiagnostických oddělení zdravotnického zařízení:

Níže uvedené příklady jsou vodítkem pro správnou kategorizaci pracovníků širokého spektra radiodiagnostických pracovišť a pro efektivní a správné hodnocení jejich dávek, nemohou však postihnout úplně různorodost v praxi se vyskytujícími situacemi a záleží také vždy na zhodnocení konkrétní specifické situace daného pracoviště.

Oddělení radiodiagnostiky (pouze skiografie, pracovníci nejsou v době expozice ve vyšetřovně) :

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: B (např. radiologický laborant)

Kontrolované pásmo: ne

Ochranné pomůcky: v případě potřeby ochranná zástěra

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr,

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 3 měsíce

Oddělení radiodiagnostiky (skiografie i skiaskopie) :

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A

Kontrolované pásmo: specificky dle situace na pracovišti, zpravidla ano

Ochranné pomůcky: ochranná zástěra, límec,

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr,

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc

Oddělení gastroenterologie, neurologie, chirurgie (občasná skiaskopie – např. C-rameno) :

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A nebo B

Kontrolované pásmo: ne

Ochranné pomůcky: ochranná zástěra, límec,

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr,

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc nebo 3 měsíce (kategorie B)

Oddělení radiodiagnostiky (pouze jednoduché zdroje – zubní rtg, kostní denzitometr, kabinové rtg) :

Kategorie pracoviště: I. kategorie

Kategorie pracovníků: B

Kontrolované pásmo: ne

Ochranné pomůcky: ne

Typ osobního dozimetru: není

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 0

Oddělení intervenční kardiologie, cévní intervenční chirurgie (cévní chirurgové, ARO lékaři, instrumentářky, laboranti..)

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A

Kontrolované pásmo: ano

Ochranné pomůcky: ochranná zástěra, příp. i límec, brýle

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr na referenčním místě vně zástěry, případně i pod zástěrou, příp. na pokrývce hlavy, TLD prstový, příp. operativní

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc.

Operační sály:

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A nebo B

Kontrolované pásmo: z provozních důvodů nelze vymezit, ale podmínky ozáření jsou takové, že může ozáření být vyšší než 3/10 limitu

Ochranné pomůcky: osobní filmový dozimetr na referenčním místě vně zástěry, příp. na pokrývce hlavy, TLD prstový

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr,

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc nebo 3 měsíce pro kategorii B

Pneumologie (pracovníci provádějící bronchoskopie)

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A nebo B

Kontrolované pásmo: ne

Ochranné pomůcky: osobní filmový dozimetr na referenčním místě vně zástěry,

Typ osobního dozimetru: osobní filmový dozimetr,

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc nebo 3 měsíce pro kategorii B

Pneumologie (pouze skiografie)

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: B

Kontrolované pásmo: ne

Ochranné pomůcky: ne

Typ osobního dozimetru: není

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 0

Oddělení nukleární medicíny:

Kategorie pracoviště: II. kategorie

Kategorie pracovníků: A

Kontrolované pásmo: ano

Ochranné pomůcky: ne

Typ osobního dozimetru: osobní filmový nebo TL dozimetr, TLD prstový

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc

Pracoviště radioterapie:

Kategorie pracoviště: III. kategorie

Kategorie pracovníků: A

Kontrolované pásmo: ano

Ochranné pomůcky: ne

Typ osobního dozimetru: osobní filmový nebo TL dozimetr, TL dozimetr prstový (brachyterapie)

Kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru: 1 měsíc

4.5. Pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodních zdrojů

Pracoviště, kde může dojít k významnému zvýšení ozáření z přírodních zdrojů jsou tato:

- a) paluby letadel při letech ve výšce nad 8 km,
- b) doly, jeskyně a další pracoviště v podzemí,
- c) pracoviště, na nichž je čerpáním, shromažďováním nebo jiným obdobným způsobem nakládáno s vodou z podzemních zdrojů, zejména čerpací stanice, lázeňská zařízení, stáčírny a úpravní vody,
- d) všechna pracoviště, na nichž bylo prokázáno překročení objemové aktivity radonu 1000 Bq/m³,
- e) pracoviště, na nichž se provádí
 - primární úprava uhlí a jeho využívání jako energetické suroviny včetně zpracování

- vedlejších energetických produktů a výroba stavebních materiálů z nich,
- těžba, transport produktovody a zpracování ropy a plynu,
- zpracování fosfátových surovin,
- výroba pigmentů na bázi oxidu titaničitého,
- výroba žáruvzdorných a korozi odolných materiálů na bázi oxidu zirkoničitého,
- zpracování surovin na bázi vzácných zemin,
- metalurgická výroba kovů z primárních surovin,
- výroba a užití materiálů s využitím thoria a uranu, například svařovací elektrody, vysoce odolné materiály a příměsi do skel,
- úprava vod z podzemních zdrojů.

Rozsah měření a evidence výsledků

Měření, která dovolí určit efektivní dávku za kalendářní rok, provádí oprávněná dozimetrická služba podle metodik uvedených v programu zabezpečování jakosti posouzených Úřadem v rámci vydávání příslušného povolení podle § 9 odst. 1 písm. r) zákona u těchto dotčených fyzických osob

- a) u fyzických osob vykonávajících práce na pracovištích uvedených v § 87 písm. b), c) a d), na nichž lze předpokládat ozáření z radonu a produktů jeho přeměny v důsledku jejich inhalace, a to monitorováním průměrných hodnot objemové aktivity radonu na pracovišti a evidencí doby pobytu,
- b) u fyzických osob, které nakládají s látkami nebo residui na pracovištích uvedených v § 87 písm. e), a to monitorováním dávkového příkonu záření gama, monitorováním objemových aktivit radionuklidů v ovzduší, monitorováním povrchové kontaminace na pracovišti a evidencí doby pobytu,
- c) u členů leteckých posádek pracujících na palubách letadel ve výšce nad 8 km stanovením jejich účasti na jednotlivých letech, letových charakteristik a dalších parametrů důležitých pro výpočet efektivní dávky podle posouzené metodiky a výpočtem efektivní dávky za kalendářní rok,
- d) u dalších osob určených Úřadem na základě kontrolní činnosti, způsobem stanoveným Úřadem.

Na uvedená měření se přiměřeně aplikují požadavky na monitorování při radiačních činnostech stanovené Vyhláškou.

U uvedených pracovišť, kde může dojít k významnému zvýšení ozáření z přírodních zdrojů, je nejdříve nutné provést prostřednictvím Úřadem schválené dozimetrické služby měření objemových aktivit radonu na pracovišti a příp. podle typu pracoviště i odhad ročních osobních dávek pracovníků za kalendářní rok. Tento odhad by měl být prováděn pro konzervativní podmínky, tedy podmínky, kdy je předpoklad, že příkon osobní dávky bude nejvyšší. Na vytipovaných místech pracoviště bude provedeno roční měření pomocí vhodných metrologicky ověřených měřicích přístrojů (stanovená měřidla).

Získané hodnoty jsou porovnány se směrnými hodnotami stanovenými v § 90 odst. 1 a 2 Vyhlášky. Pokud nejsou směrné hodnoty překročeny, nemusí se měření v následujících kalendářních letech provádět pokud nedošlo ke změně pracovních podmínek, výrobních postupů či surovin. To nevylučuje, že mohou být prováděna další kontrolní měření. V opačném případě se měření provádí a efektivní dávka stanovuje každoročně.

Pokud bude odhad efektivní dávky za kalendářní rok překračovat 1 mSv, pokračuje se v dalším přesnějším měření, které bude zejména spočívat v kontinuálním měření objemové aktivity radonu nebo ekvivalentní objemové aktivity radonu sloužící k posouzení, zda v pracovní době jsou úrovně objemových aktivit rozdílné od úrovně mimo pracovní dobu.

Pokud efektivní dávka za kalendářní rok překročí 6 mSv, musí být přijata optimalizovaná opatření ke snížení ozáření osob vykonávajících práce na pracovišti. V situaci, kdy ani po přijetí těchto opatření se osobní dávky pracovníků za kalendářní rok nesníží pod 6 mSv (v případě členů leteckých posádek pod 1 mSv), jedná se o významně zvýšené ozáření z přírodních zdrojů a pro pracoviště musí být zpracován program monitorování, v němž bude uvedeno, jakými postupy jsou osobní efektivní dávky určovány.

V programu monitorování by mělo být uvedeno jak je zajištěno správné užití použitých dozimetrů. Zejména musí být zajištěno, aby osobní dozimetr byl užíván jen pracovníkem, kterému byl přidělen a aby byl nošen celou pracovní dobu na referenčním místě. Musí být dokumentováno, že pracovník byl s těmito povinnostmi seznámen. V případě monitorování pracoviště musí být zajištěno, aby příslušný dozimetr byl v provozu po celou pracovní dobu a odpovědná osoba zajistí, aby byl umístěn na místě k tomu určeném. Pro správné hodnocení osobní dávky je potom nezbytné registrovat správně pracovní dobu jednotlivých pracovníků.

Hodnocení osobních dávek na těchto pracovištích může být prováděno pouze na základě Úřadem schválených postupů a prostřednictvím držitelů povolení dle § 9 odst.1 písm. r). Pokud by organizace sama chtěla provádět hodnocení dávek pracovníků na základě monitorování prostředí musí i ona být držitelem uvedeného povolení.

K doporučeným postupům pro hodnocení dávek pracovníků na pracovištích se zvýšeným ozářením z přírodních zdrojů vydá Úřad podrobný návod ve formě doporučení.

Měřené údaje a údaje o určených efektivních dávkách za kalendářní rok se pro osoby vykonávající práce na pracovištích, na nichž bylo zjištěno překročení stanovených směrných hodnot Vyhláškou a rovněž pro členy leteckých posádek pracujících na palubách letadel ve výšce nad 8 km, uchovávají po celou dobu trvání jejich pracovní činnosti a dále až do doby, kdy osoba dosáhne nebo by dosáhla 75 let věku, nejméně však po dobu 30 let po ukončení pracovní činnosti.

Úřadu se do státního systému evidence ozáření osob oznamují souhrnně jednou za kalendářní rok, a to přímo nebo prostřednictvím osoby, která provádí osobní dozimetrii, jména, příjmení, rodná čísla, pokud byla přidělena, a údaje o určených efektivních dávkách všech osob vykonávajících práce v prostředí s významně zvýšeným ozářením z přírodních zdrojů.

5. Hodnocení osobních dávek u externích pracovníků

V roce 2002 vstoupila v platnost Vyhláška SÚJB č.419/2002 Sb. o osobních radiačních průkazech, která stanoví způsob posílení radiační ochrany tzv. externích pracovníků a vymezuje požadavky na průběžné sledování, hodnocení a evidenci velikosti jejich ozáření.

Vyhláška vychází ze směrnice Rady č. 90/641/EURATOM jejímž cílem je poskytnout v určitém smyslu nadstandardní radiační ochranu externím pracovníkům kategorie A (definovaným ve směrnici Rady č. 96/29/Euratom), provozujícím činnosti nebo služby v kontrolovaném pásmu u jiného držitele povolení než u svého zaměstnavatele na základě smluvního vztahu, nebo provádějícím tyto činnosti nebo služby jako samostatní podnikatelé. Cílem je zajistit komplexní sledování, vyhodnocování a evidenci celkového ozáření těchto smluvních pracovníků, což se může provádět podle uvedené direktivy EU buď formou centralizované on-line národní sítě (ČR má zavedenou centrální evidenci ozáření pracovníků jak je také uvedeno dále, ale není přístupná on-line) nebo vydáváním individuálních dokladů pro záznam výsledků radiačního monitorování každého smluvního pracovníka. Cílem je dosáhnout funkčnosti systému a zajistit smluvním pracovníkům stejnou úroveň radiační ochrany jakou mají pracovníci se stálým pracovním poměrem. Potřeba zavedení tohoto systému do praxe zemí EU vyvstala na ze zkušeností, které některé země měly s těmito dočasně smlouvajícími pracovníky. Byli smlouváni nebo se sami nechali nasmlouvat pro práci ve více kontrolovaných pásmech, kde sice na každém z nich byly jejich dávky sledovány v souladu s programem monitorování daného kontrolovaného pásma, ale již nikdo se nezajímal o součet jejich dávek z ostatních pracovišť. K těmto situacím mohlo docházet z neznalosti, z nedbalosti a nebo také úmyslně. Cílem zavedení centralizované sítě nebo radiačních průkazů je vlastně zavedení jednoho stupně kontroly dodržování zásad radiační ochrany pro tuto specifickou skupinu pracovníků. Současně jsou tímto pracovníci chráněni před příp. snahou jejich zaměstnavatelů smlouvat je bez ohledu na dosažené dávky pro práci ve více kontrolovaných pásmech v zájmu např. z ekonomických důvodů.

Zvláštní a problematickou skupinou externích pracovníků jsou tzv. „samozaměstnavatelé“. Je na ně kladen požadavek, aby sami pro sebe zajišťovali vyplnění radiačního průkazu. Záznamy v průkazu však bude také kontrolovat provozovatel kontrolovaného pásma v průběhu roku a po vyhodnocení ročních dávek i SÚJB, poté co mu budou zaslány části B průkazu (viz níže). Úřad navíc dostává výsledky monitorování od dozimetrických služeb v průběhu roku (kromě výsledků monitorování těchto pracovníků v zahraničí), takže je schopen průběžně sledovat, kde jsou dosahovány vyšší hodnoty dávek.

Obecně lze říci, že v ČR zatím není skupina externích pracovníků problematická. Vyplňování radiačních průkazů bude spíše jen formálním potvrzením již existující praxe, kdy pro všechny radiační pracovníky, tedy i externí, je požadován stejný stupeň radiační ochrany. V blízké budoucnosti lze ovšem obecně očekávat zvýšenou migraci pracovníků zejména do jiných evropských zemí, a potom bude vybavení radiačních pracovníků osobními radiačními průkazy nezbytné. Zaslání součtu ročních dávek pracovníků formou části B průkazu vlastně nahradí dosavadní praxi zaslání seznamů těchto pracovníků s jejich ročními dávkami do státní evidence Centrálního registru profesionálních ozáření (CRPO).

Osobní radiační průkazy

Osobním radiačním průkazem musí být v ČR, počínaje dnem 1.1.2004, vybaveni zaměstnanci osoby, která obdržela povolení podle § 9 odst. 1 zákona (dále jen „držitel povolení“), a kteří jsou dočasně přiděleni k výkonu pracovních činností jako pracovníci kategorie A v kontrolovaném pásmu jiného držitele povolení (dále jen „provozovatel kontrolovaného pásma“). Tentýž požadavek vybavení osobním radiačním průkazem se vztahuje i na držitele povolení, kteří jako pracovníci kategorie A zabezpečují tyto činnosti osobně pro jiného provozovatele kontrolovaného pásma.

Obecně platí, že limity pro radiační pracovníky se vztahují na součet dávek ze všech cest ozáření a při všech pracovních činnostech, které radiační pracovník vykonává u jednoho nebo souběžně u více držitelů povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření, nebo které vykonává také jako samostatný držitel povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

V programu monitorování držitele povolení musí být uvedeno, jak bude zajištěno vyhodnocování součtu dávek obdržených pracovníkem v případě, že pracuje jako zaměstnanec pro více držitelů povolení. Doporučuje se zahrnout do pracovní smlouvy uzavírané s radiačním pracovníkem klauzuli požadující oznámení takové činnosti zaměstnavateli. Pracovník by měl být vybaven dozimetrem u každého držitele povolení zvlášť, aby bylo možno sledovat kde a jak získal celkovou dávku (viz také část 2.1. tohoto doporučení).

Tyto případy však – kdy pracovník dobrovolně pracuje se statutem zaměstnance u více držitelů povolení - je nutné odlišit od situace, kdy držitel povolení (zaměstnavatel) vědomě vysílá pracovníka na výkon činnosti do kontrolovaného pásma jiného držitele povolení – jen v tomto případě se jedná o externího pracovníka a vztahuje se na něj povinnost vybavení osobním radiačním průkazem.

O vystavení osobního radiačního průkazu žádá držitel povolení Úřad pro své zaměstnance, kteří mají vykonávat činnosti podle odst. 1 Vyhlášky SÚJB č. 419/2002 Sb. nebo pro svoji osobu, pokud tuto činnost bude vykonávat osobně. Obsah žádosti je uveden v příloze.

Osobní radiační průkaz se skládá ze dvou částí, části A a B. Část B se používá pro evidenci dávek v běžném roce a je platná vždy jeden kalendářní rok. Platnost části A osobního radiačního průkazu je do doby zaplnění údajů, nejdéle však 10 let. Platnost obou částí osobního radiačního průkazu zaniká též smrtí externího pracovníka nebo je-li externí pracovník současně držitelem povolení, zánikem povolení podle § 16, odst. 6 Atomového zákona.

Pokud pracovník se statutem externího pracovníka změní zaměstnavatele a i u něj bude pracovat jako externí pracovník – je tato změna zaznamenána do části A průkazu a původní část B je zaslána SÚJB, který pracovníka vybaví novou částí B pro zbytek roku. SÚJB vede evidenci vydaných průkazů stejně jako jejich ztráty, výměny apod.

Pokud pracovník ukončí zaměstnanecký poměr a v činnosti jako externí pracovník již nepokračuje, je kompletní radiační průkaz zaslán zpět Úřadu, který ho archivuje a pokud by pracovník v budoucnosti opět začal pracovat jako externí pracovník, bude vybaven svou původní částí A průkazu a novou částí B .

Záznamy do osobního radiačního průkazu může provádět pouze dohlížející osoba držitele povolení nebo osoba zajišťující soustavný dohled nad radiační ochranou.

Jak již bylo uvedeno, v České republice může v podstatě činnost v kontrolovaném pásmu provádět pouze pracovník zaštitěný nějakým držitelem povolení. Pokud zaměstnavatel pracovníka vyslaného k výkonu činnosti do kontrolovaného pásma není držitel povolení (což se nemůže stát v případě nakládání se zdroji, ale může nastat v případě poskytování služeb významných z hlediska radiační ochrany – což jsou také služby poskytované v kontrolovaném pásmu), musí být radiační ochrana tohoto pracovníka zabezpečena v plném rozsahu provozovatelem kontrolovaného pásma (viz § 59, odst. 4 Vyhlášky). Tzn. tento provozovatel zařadí pracovníka do kategorie A, zajistí jeho školení a lékařskou prohlídku. Zjistí jeho dozimetrickou historii (postup je vlastně stejný jako při nástupu nového zaměstnance) a dále sleduje všechny jeho osobní dávky. Nejlogičtější by bylo, kdyby tento postup byl v zájmu všech zúčastněných obsažen ve smlouvě uzavřené mezi zaměstnavatelem a provozovatelem.

Pokud takto pracuje pracovník pouze u jednoho držitele povolení - provozovatele kontrolovaného pásma, nemusí být vybaven osobním radiačním průkazem. Toto by ovšem mělo být písemně potvrzeno samotným pracovníkem a obsaženo v uzavřené smlouvě.

Pozn.: Jaderné elektrárny Dukovany a Temelín jsou v tomto smyslu dvě pracoviště jednoho držitele povolení. Takže pracovníci JE Dukovany pracující v kontrolovaném pásmu JE Temelín a naopak nejsou z tohoto pohledu externími pracovníky.

Servisní pracovníci

Osobním radiačním průkazem nemusí být vybaveni pracovníci zajišťující servis u zdrojů ionizujícího záření, kteří tuto činnost vykonávají pro daného držitele povolení pouze na objednávku jednorázově. Tito pracovníci jsou zaměstnanci držitele povolení nebo jsou sami držiteli povolení a jsou vybaveni svým vlastním osobním dozimetrem a také operativním dozimetrem buď svým nebo provozovatelem kontrolovaného pásma. Organizační stránka zajištění monitorování těchto pracovníků by měla být jednoznačně stanovena v jejich programu monitorování, o čemž by se měl přesvědčit i provozovatel kontrolovaného pásma před započítáním činnosti těchto pracovníků v jeho kontrolovaném pásmu. Výsledky operativního monitorování musí být zaznamenány. Celková dávka servisního pracovníka je stanovena na základě vyhodnocení jeho vlastního legálního dozimetru, který nosí na všech pracovištích. Pokud dojde k překročení stanovené vyšetřovací úrovně, je přešetření prováděno i na základě výsledků operativního monitorování.

Práce v zahraničí

Pokud bude český občan, který je zaměstnancem držitele povolení, vyslán vykonávat radiační činnost v zahraničí, bude vybaven radiačním průkazem. Pokud se bude o tuto práci ucházet on sám jako držitel povolení, požádá také o osobní radiační průkaz. Pokud se bude o práci v zahraničí ucházet jako zaměstnanec, bude zahraniční provozovatel kontrolovaného pásma postupovat stejně, jak bylo uvedeno výše pro případ tuzemského zaměstnavatele.

Po vstupu ČR do EU budou všechny členské země EU uznávat osobní radiační průkaz ČR a budou také povinny vyplňovat požadované údaje.

6. Požadavky na evidenci a oznamování výsledků osobního monitorování do systému státní evidence profesionálních ozáření

6.1. Evidence osobních dávek u držitelů povolení (§ 84 Vyhlášky)

Držitel povolení vede za účelem evidence osobních dávek pracovníků kategorie A tyto doklady a údaje:

- a) jména, příjmení, datum narození
- b) rodné číslo, pokud bylo přiděleno a držitel r.č. dal k tomu souhlas
- c) osobní dávky a další údaje k charakterizaci ozáření těchto pracovníků stanovené Úřadem v podmínkách povolení nebo schválené Úřadem jako součást programu monitorování.

Uvedené doklady a údaje se vedou po celou dobu trvání pracovní činnosti zahrnující expozici ionizujícímu záření a dále až do doby, kdy osoba dosáhne nebo by dosáhla 75 let věku, v každém případě však alespoň po dobu 30 let po ukončení pracovní činnosti, během které byl pracovník vystaven ionizujícímu záření.

Provozovatel kontrolovaného pásma vede přehled o všech osobách, které do kontrolovaného pásma vstoupily, době pobytu těchto osob v něm a odhadu efektivní dávky pro tyto osoby. Tyto údaje se uchovávají po dobu 10 let.

Je důležité mít na paměti, že osobní dávky z výjimečných ozáření a vyplývající z mimořádných událostí se zaznamenávají odděleně.

Držitel povolení oznamuje Úřadu do státního systému evidence ozáření radiačních pracovníků, buď přímo nebo prostřednictvím osoby, která mu osobní dozimetrii provádí,

- a) osobní údaje o každém pracovníkovi kategorie A a údaje charakterizující jeho očekávané ozáření v rozsahu a formě stanovené Úřadem (viz registrační karta – příloha) do 1 měsíce od nástupu do zaměstnání a při každé změně těchto údajů,
- b) údaje o osobních dávkách všech svých pracovníků kategorie A do 2 měsíců po ukončení monitorovacího období,
- c) roční přehled osobních dávek všech svých pracovníků kategorie A do konce dubna běžného roku za rok předcházející,
- d) efektivní dávky ze zevního ozáření převyšující 20 mSv nebo ekvivalentní dávky ze zevního ozáření převyšující 150 mSv, spolu s vyhodnocením příčin takové situace a přijatými závěry, neprodleně po jejich zjištění,
- e) úvazek efektivní dávky z vnitřního ozáření převyšující 6 mSv, spolu s vyhodnocením příčin takové situace a přijatými závěry, neprodleně po jejich zjištění.

Registrační karty držitele povolení a radiačních pracovníků kategorie A (viz příloha) jsou distribuovány dozimetrickými službami a po vyplnění jsou zasílány opět prostřednictvím dozimetrických služeb Úřadu.

Většina držitelů povolení využívá v současné době možnosti předávat výsledky osobního monitorování svých pracovníků prostřednictvím oprávněné dozimetrické služby. Od držitele povolení je vyžadován písemný souhlas, který musí být zaslán Úřadu.

Do systému státní evidence jsou oznamovány výsledky monitorování nejen radiačních pracovníků kategorie A, ale všech dalších radiačních pracovníků, jejichž osobní monitorování je požadováno ve schváleném programu monitorování.

Dávky přesahující hodnoty stanovené v písm. d) a e) musí být přešetřeny a výsledek přešetření zaslán Úřadu – viz také část 9 tohoto doporučení. To se vztahuje i na dávky sumární v průběhu roku překračující tyto hodnoty nikoliv pouze na dávky jednorázové. Je tedy nutné zajistit průběžné

vyhodnocování obdržených výsledků od dozimetrické služby a sledovat i součtové hodnoty ve vztahu ke stanoveným referenčním úrovním – viz také část 2.3.3. tohoto doporučení.

6.2. Evidence osobních dávek u oprávněných dozimetrických služeb

Oprávněná dozimetrická služba archivuje údaje o osobních dávkách pracovníků kategorie A nejméně 1 rok následující po roce, kterého se údaje týkají.

Oprávněná dozimetrická služba předává výsledky hodnocení ozáření ve formě stanovené v podmínkách povolení nebo dohodnuté s Úřadem příslušnému držiteli povolení a také přímo Úřadu

- a) neprodleně po vyhodnocení dozimetru z důvodu neplánovaného jednorázového ozáření,
- b) neprodleně po zjištění efektivní dávky ze zevního ozáření převyšující 20 mSv a ekvivalentní dávky ze zevního ozáření převyšující 150 mSv,
- c) neprodleně po zjištění úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření převyšující 6 mSv.

Oprávněná dozimetrická služba oznamuje Úřadu do 1 měsíce uzavření nebo zrušení smlouvy o provádění osobní dozimetrie na daném pracovišti s držitelem povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

Dávky obdržené radiačními pracovníky kategorie A při výjimečných ozářeních podle § 23 a dávky obdržené při radiačních mimořádných situacích se evidují samostatně a nesčítají se s dávkami obdrženými při běžném provozu.

7. Postupy šetření příčin vyšších osobních dávek

Možnosti zjišťování vyšších osobních dávek. V rámci výkonu státního dozoru Úřad vyžaduje zjišťování a hodnocení situací, kdy dávky u jednotlivců překračují stanovené limity, popřípadě bezprostředně ohrožují zdraví ozářeného jedince. O takových situacích je Úřad informován od osob zajišťujících osobní dozimetrii ve dvojím režimu.

Jedním zdrojem informací jsou výsledky zjišťované v pravidelných lhůtách výměny osobních dozimetrů, popřípadě při jejich celoročním vyhodnocení (analogicky lze aplikovat na monitorování vnitřní kontaminace). Tyto případy, i když překročení limitů zpravidla bývá nevelké, mohou upozornit na trvale nestandardní podmínky ochrany na pracovišti.

Druhým zdrojem informací je typ překročení dávky radiačního pracovníka – může se jednat o mimořádnou událost na pracovišti nebo při přepravě záříče. V případě takového podezření ukládá Vyhláška v § 77 okamžité vyhodnocení osobních dozimetrů a dozimetrické hodnocení dané události. Zároveň v § 84 Vyhlášky ukládá držiteli povolení a v § 85 Vyhlášky oprávněné dozimetrické službě neprodleně informovat Úřad o překročení efektivní dávky u jednotlivce ze zevního ozáření 20 mSv anebo o překročení úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření 6 mSv. Na podkladě této informace pak Úřad plní svou zákonem danou povinnost posoudit ozáření osob, vyjasnit situaci a zhodnotit postup šetření události.

Šetření příčin vyšších dávek. Pokud vyhodnocená dávka zjištěná v daném monitorovacím období překročí výše uvedené hodnoty 20 mSv (event. 6 mSv v důsledku vnitřní kontaminace) je povinností držitele povolení kromě hlášení Úřadu provést též přešetření příčin těchto dávek. Osnova přešetření je uvedena v příloze č. 4. Výsledkem přešetření je v první řadě stanovení, zda dávka byla či nebyla osobní.

V případě, že dávka byla vyhodnocena jako neosobní (např. dozimetr ponechaný z nedbalosti v blízkosti zdroje nebo kontaminace dozimetru radioaktivním roztokem), nezapočítává se do

profesionální expozice pracovníka. Avšak časté opakování případů, kdy je ozářen pouze dozimetr z důvodu nesprávného zacházení, je podnětem ke kontrole ze strany Úřadu.

Je-li potvrzeno, že údaj na dozimetru je osobní dávka, je nutno provést v první řadě korekci na stínící účinek ochranné zástěry, pokud byla použita. Osobní dozimetr je, jak již bylo uvedeno, nošen v ČR vně zástěry. Přepočítání není prováděno automaticky pro všechny měřené hodnoty. Je prováděno v souladu se schváleným programem monitorování v závislosti na ekvivalentu Pb použité zástěry a energii záření. Jako rozumná úroveň, od které je přepočítání nutné, se jeví hodnota 10 mSv, která při použití zástěry s ekvivalentem Pb 0,5 mm a při energii záření v rozmezí 60-80 keV odpovídá přepočtené osobní dávce asi 1 mSv. Příslušná přepočtená hodnota je po oznámení držitelem povolení opravena v centrální evidenci. Je nutno dbát na to, aby opravy byly pro jednu hodnotu provedeny pouze jednou. Může se totiž stát, že v průběhu roku překročí hodnota stanovenou úroveň a je tedy korigována a po vyhodnocení roční osobní dávky tato opět překročí tuto úroveň. V tom případě je nutno korigovat pouze dosud nepřepočtenou část osobní dávky. Dávka převyšující 20 mSv a vyhodnocená jako osobní dávka v důsledku mimořádné události je evidována zvlášť a není započítávána do profesionálního ozáření pracovníka.

V principu všechny dávky převyšující stanovené limity pro radiační pracovníky by měly být pouze důsledkem mimořádných událostí. Nemůže být povolena radiační činnost, při níž by za normální situace mohly být překročeny stanovené limity.

U všech případů, ať osobních nebo neosobních dávek převyšujících stanovenou hodnotu 20 mSv, musí být v rámci přešetření stanoveno opatření, které zabraňuje nebo zmenšuje pravděpodobnost opakování takovýchto expozic.

Nastane-li případ, že vyhodnocená dávka na dozimetru převyšuje několikanásobně stanovený limit, a to ať už v prvním (regulérním) nebo druhém (ad hoc) režimu hodnocení dozimetru, jsou okamžitě zjišťovány okolnosti takové mimořádné události, vyhodnocovány údaje z monitorování pracovního prostředí a v naléhavých případech rekonstruovány podmínky havarijního ozáření. Tyto akce koordinuje Úřad na podkladě obsahu obligátních hlášení a poskytuje k nim i pomoc svých Regionálních center a laboratoří SÚRO.

Zdravotní péče o pracovníky s vyššími expozicemi. U případů, kdy lze předpokládat, či je dokonce potvrzeno překročení ozáření pracovníka na úrovni významného zlomku 1 Sv, se zajišťuje konzultace lékaře a jsou přijata opatření ve vztahu k dotčenému pracovníkovi. Pokud osobní dávkový ekvivalent Hp(10) překračuje 0,1 Sv, a okolnosti svědčí pro možnost ozáření značné části těla, provede lékař odběr krve na vyšetření chromosomových aberací a vzorek odešle do příslušné laboratoře systému SSZP (viz níže). Překročí-li za stejných okolností Hp(10) hodnotu 0,3 Sv zajistí lékař nadto sledování zdravotního stavu postiženého pracovníka včetně kontrol krevního obrazu po dobu alespoň 72 hodin. Překračuje-li Hp(10) hodnotu 0,7 Sv a nelze tedy (vzhledem k chybě stanovení) vyloučit celotělové ozáření 1 Gy či více, nebo pokud biologická odezva zjišťovaná při nižších úrovních odhadu dávky ukazuje na možné ozáření dávkou nad 1 Gy, odesílá lékař postiženého k hospitalizaci na jednotku intenzivní hematologické péče v Hradci Králové, která je součástí systému SSZP.

Nadměrné lokální ozáření kůže lze odhadnout z hodnoty Hp(0,07) nebo z údajů o zdroji a okolnostech mimořádné události. Při hodnotě Hp(0,07) do 1 Sv nelze očekávat deterministické projevy a konzultace s lékařem nemůže zpravidla přispět k hodnocení situace. Odhad lokálního dávkového ekvivalentu nad 1 Sv vyžaduje sledování lékařem po dobu 2-4 týdnů vzhledem k době latence kožních projevů. Postižená osoba je poučena, aby postižený okresek kůže chránila před mechanickými či chemickými vlivy.

V případě vnitřní kontaminace zpravidla nebývá prvním signálem o mimořádné události údaj standardního osobního dozimetru. Významným vodítkem jsou zde především data o stupni rozptýlu radioaktivní látky na pracovišti a o povrchové kontaminaci obličeje pracovníka. Zdravotník povoláný k posouzení takového případu dbá zejména na to, aby byl neprodleně zahájen úplný sběr stolice a moči postižené osoby. Podle indikačních pravidel může také podat přípravky snižující retenci radioaktivní látky. Podrobný metodický návod zabývající se problematikou monitorování vnitřního ozáření, zahrnující i postupy při nehodách, bude zpracován a vydán samostatně.

K zajištění kvalifikované zdravotní péče o osoby ohrožené nadměrným ozářením schválilo ministerstvo zdravotnictví ČR v roce 2003 vyhlášení čtyř pracovišť jako „Středisek speciální zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách“ (SSZP). Ve spolupráci SÚJB a MZ je tak vytvořen systém zdravotnické pomoci při radiačních nehodách.

Další podrobnosti k této problematice lze také najít v Doporučení SÚJB „Zásady tvorby traumatologických plánů jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření“.

Žádná osoba nesmí být zaměstnávána nebo zařazována jako pracovník kategorie A po jakoukoli dobu na specifickém pracovním místě, je-li podle lékařského posudku zdravotně nezpůsobilá zastávat takové specifické pracovní místo. Došlo-li k překročení limitů ozáření, smí se další profesní ozáření uskutečnit jen za podmínek stanovených oprávněným lékařem při mimořádné prohlídce. Pracovník musí informovat svého zaměstnavatele, pokud se změní jeho zdravotní způsobilost tak, že již není plně zdravotně způsobilý pro výkon činností pracovníka kategorie A.

Pro každého pracovníka kategorie A po dobu, po kterou je pracovník zařazen do této kategorie, vede oprávněný lékař jako součást lékařské dokumentace také údaje o charakteru pracovní činnosti zjištěné v rámci lékařského dohledu, o výsledcích preventivních lékařských prohlídek včetně diagnostických závěrů o výsledcích předchozích lékařských vyšetření a o výsledcích osobního monitorování. Osobní dávky z výjimečných ozáření ve smyslu § 23 odst. 4, z havarijních ozáření podle § 2 písm. x) bod 3 zákona a z havarijních ozáření zasahujících osob podle § 2 písm. x) bod 4 zákona se zaznamenávají odděleně. Dokumentace se uchovává až do doby, kdy osoba dosáhla nebo by dosáhla 75 let věku, v každém případě však po dobu alespoň 30 let po ukončení pracovní činnosti během které byl pracovník vystaven ionizujícímu záření. (§ 28 odst.7 a 8 Vyhlášky).

8. Základní požadavky na provádění služeb osobní dozimetrie

Provádění osobní dozimetrie je v novele Atomového zákona zařazeno mezi činnosti, ke kterým je potřeba povolení Úřadu (§ 9 odst.1, písm. r).

Žadatel předkládá Úřadu:

- popis služeb, které mají být poskytovány a jejich očekávaný rozsah;
- popis připravenosti zařízení a personálu;
- doklady prokazující zvláštní odbornou způsobilost k provádění služeb;
- specifikace používaných metodik a postupů;
- přehled přístrojového vybavení a jeho zajištění pro vykonávání navrhovaných služeb;
- koncepce metrologického zabezpečení služeb.

Žadatel o povolení k provádění osobní dozimetrie musí doložit, že na pracovišti je osoba se zvláštní odbornou způsobilostí k provádění těchto služeb v souladu s vyhláškou č. 146/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Žadatel musí předložit Úřadu koncepci metrologického zabezpečení služby a řídit se zákonem č.505/1990 Sb. ve znění zákona č.119/2000 Sb. Osobní dozimetrie používané ke stanovení osobní dávky a k průkazu dodržování stanovených limitů jsou podle tohoto zákona považovány za stanovená měřidla a musí být každoročně ověřeny Českým metrologickým úřadem.

Vyhláška pak v § 59 odst. 2) stanoví, že za řádné a kvalifikované provádění služby osobní dozimetrie se považuje

- používání metodik, které odpovídají náležitostem vzorové metodiky, uvedených v příloze č.6 Vyhlášky;
- vypracovávání zkušebních protokolů, které odpovídají náležitostem vzorového protokolu uvedeným také v příloze č.6 Vyhlášky;
- zajištění účasti kvalifikovaných zástupců při porovnávacích měřeních organizovaných Úřadem nebo se souhlasem Úřadu.

Žadatel o povolení k provádění osobní dozimetrie je povinen předložit Úřadu ke schválení **Program zabezpečení jakosti.**

Program zabezpečení jakosti se řídí požadavky Vyhlášky č. 214/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Z hlediska provádění osobní dozimetrie je nutné se zaměřit na klíčové momenty provádění této činnosti a to zejména na

- zabezpečení kvality používaných dozimetrů (film, TLD, fólie);
- kontrolu dodržování stanovených postupů a procesů (např. vyvolávací proces u filmů, čistota u TLD, atd.);
-
- stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků, organizační struktura
- systém školení a prověřování znalostí pracovníků;
- kvalita systému evidence a oznamování výsledků zákazníkům;
- zabezpečení a kontrola plnění oznamovacích povinností vůči Úřadu;
- systém interních kontrol měření;
- kvalita systému archivace výsledků měření, požadované dokumentace.

Přehled oprávněných dozimetrických služeb je na: http://www.sujb.cz/?c_id=386

PŘÍLOHY

1. Základní osnova programu monitorování (PM) – část osobní dávky

- 1) Stručná charakteristika zdroje a činností
- 2) Kategorie pracoviště?
- 3) Je vymezeno kontrolované pásmo?
- 4) Je vymezeno sledované pásmo?
- 5) Pokud KP – organizační způsob zabezpečení evidence vstupů osob a zabezpečení odhadu dávek, dozimetrické vybavení
- 6) Je na pracovišti požadováno osobní monitorování pracovníků?
- 7) Kategorizace pracovníků na pracovišti podle jejich pracovního zařazení (nedoporučuje se uvádět do PM přímo jména pracovníků)
- 8) Rozsah osobního monitorování
Zevní, vnitřní, operativní, extremity
- 9) Způsob zajištění osobního monitorování – kým a jak
- 10) Typy používaných dozimetrů
- 11) Umístění dozimetrů
- 12) Ochranné pomůcky na pracovišti – specifikace, parametry
- 13) Periodicita sledování
- 14) Způsob uchovávání záznamů
Kdo, kde, jak, jak dlouho
- 15) Způsob zajištění informovanosti pracovníků o výsledcích osobní dozimetrie
- 16) Stanovené referenční úrovně
- 17) Zabezpečení sledování součtových dávek v případě více zaměstnavatelů, je zakotveno v pracovní smlouvě nebo nějakém vnitřním předpise? Vybavení dozimetrie v tomto případě
- 18) Způsob přešetření vyšších dávek
 - postup
 - osnova
 - návaznost na havarijní plán
- 19) Evidence výjimečných ozáření
- 20) Jsou na pracovišti externí pracovníci? Jsou pravidla pro nakládání s osobním radiačním průkazem
- 21) Hlášení Úřadu
 - registrační karty
 - potvrzení o předávání dat prostřednictvím dozimetrických služeb

2. Registrační karta pracovníka

Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Senovážné náměstí 9, 110 00 PRAHA 1
Centrální registr profesionálních ozáření, tel.: 221624780

<i>REGISTRAČNÍ KARTA RADIAČNÍHO PRACOVNÍKA</i>	
Název držitele povolení:	
Město:	
Ulice:	
Pracoviště, oddělení:	
Jméno:	

Příjmení:		Rodné:	
Titul:			
Vzdělání:	1.0. VŠ 1.1. lékař 1.2. ostatní	2.0. SŠ 2.1. zdravotní 2.2. laborant RTG 2.3. jiné odborné 2.4. všeobecné	3.0. ZŠ
6. Pohlaví:	1. MUŽ	2. ŽENA	
7. Rodné číslo:	_____/_____/_____ příp. číslo povolení k pobytu (u cizích státních přísl.):		
8. Datum narození:	____.____._____ den měsíc rok		
9. Místo narození:			
10. Datum počátku práce se zdroji IZ (rok): Celková doba práce se zdroji IZ (roky):			
11. Datum počátku práce se zdroji IZ na tomto pracovišti: Datum ukončení práce se zdroji IZ na tomto pracovišti:			
12. Datum zahájení monitorování pracovníka:			
13. Datum ukončení monitorování pracovníka:			
14. Číslo pracoviště přidělené dozimetrickou službou:			
15. Sledování expozice – typ dozimetru	ČÍSLO DOZIMETRU:		
VNĚJŠÍ OZÁŘENÍ	hlavní dozimetr	vedlejší dozimetr	VNITŘNÍ OZÁŘENÍ
gama (elektrony) - filmový	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- termoluminiscenční	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	komplexní <input type="checkbox"/>
- elektronický	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
neutrony	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	výpočet <input type="checkbox"/>
prstový	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
komplexní	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	celotělové měření <input type="checkbox"/>
jiný	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	jiné <input type="checkbox"/>
u používaného dozimetru vyplňte do rámečku 1 nebo 3 podle délky kontrolního období (jednoměsíční nebo tříměsíční sledování)			
16. Zdrav. zařízení (lékař) zajišťující preventivní prohlídky:			
17. Zdroje a typy záření: (zakroužkujte příslušné údaje, případně doplňte o Vámi používané zdroje)			
1.0. uzavřený zářič	3.0. rentgen	4.0. generátory	
2.0. otevřený zářič	3.1. 0-40 kV	5.0. reaktor	
2.1. kat. pracoviště. I.	3.2. 40-120 kV	5.1. školní	
2.2. kat. pracoviště II.	3.3. 120-400 kV	5.2. energetický	
2.3. kat. pracoviště III.	3.4. více než 400 kV	5.3. výzkumný	
1. gama – všechny energie	^{60}Co ^{137}Cs ^{192}Ir ^{131}I ^{241}Am ^{99}Tc ^{226}Ra jiné:		
2. neutrony	Am-Be ^{252}Cf generátor MeV jiné:		

4. elektrony (beta zářiče)	^{90}Sr -Y ^3H ^{14}C ^{32}P urychlovač MeV jiné:		
5. alfa, těžké nabitě částice			
6. přírodní uran; chem. koncentrát uranu			
18. Kategorie profesí: <u>označte pouze jednu pro vás charakteristickou profesí</u>	5.0.0. jaderné elektrárny	6.0.0. zdravotnictví	
1.0.0. defektoskopie	5.0.1. řídicí technický pracovník	6.1.0. radiodiagnostika	
1.1.0. stacionární	5.0.2. dělnické profese	6.1.1. kardiologie	
1.2.0. mobilní	5.0.3. požární ochrana	6.1.2. mamografie	
2.0.0. karotážní práce	5.1.0. inspekce, kontrola	6.1.3. chirurgie, ortopedie, urologie,	
2.1.0. stacionární	5.1.1. revizní technici	6.1.4. stomatologie	
2.2.0. mobilní	5.1.2. defektoskopie	6.2.0. nukleární medicína	
3.0.0. práce s radioizotopy	5.1.3. metrologie	6.2.1. diagnostika – in vivo	
3.1.0. výroba	5.2.0. dozimetrie, radiační ochrana	6.2.2. diagnostika – in vitro	
3.2.0. výzkum	5.2.1. směnový personál	6.2.3. terapie radionuklidová	
3.3.0. distribuce, přeprava	5.2.2. specialisté (LRKO, OD,...)	6.3.0. radioterapie – mimo NM	
3.4.0. test. a měření s otevř. zářiči	5.2.3. údržba doz.systémů	6.3.1. dermatologie	
3.5.0. test. a měření s uzavř. zářiči	5.3.0. pracovníci provozu a údržby	6.3.2. brachyterapie	
3.6.0. likvidace	5.3.1. obsluha, směnový personál	6.3.3. orthovolt	
3.7.0. sterilizace	5.3.2. technický pracovník (mistr)	6.3.4. megavolt	
4.0.0. uranový průmysl	5.3.3. měření, regulace	6.3.5. telecurie	
4.1.0. těžba	5.3.4. mechanik, nástrojář, zámečník	6.4.0. veterinární medicína	
4.2.0. úprava	5.3.5. provozní elektrikář	6.5.0. lázeňství	
4.3.0. likvidace, odkaliště	5.3.6. provozní chemik	7.0.0. specializovaní pracovníci	
4.4.0. úložišť	5.4.0. chemie	7.1.0. prac.stát. zkušeben, inspekce, dozoru	
4.5.0. speciální měření, zkušební	5.4.1. dekontaminace	7.2.0. prac. záchranářských org., hasiči	
4.6.0. přeprava	5.4.2. lab.pracovník, kontrola chem.režimů	7.3.0. policie, pracovníci celní správy	
	5.4.3. údržba chem.systémů	7.4.0. prac.servis. a opravárenských pracovišť	
	5.5.0. manipulace s palivem	7.5.0. úložiště radioaktivního odpadu SÚRAO	
	5.6.0. manipulace s odpady	7.6.0. vojsko	
19. Kmenový pracovník držitele povolení pro práci se zdroji ionizujícího záření:	ano	ne	
20. Datum, ke kterému jsou uvedené (změněné) údaje platné:			
Souhlasím s použitím mého rodného čísla pro účely evidence osobních dávek při práci se zdroji ionizujícího záření (podle § 84 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně a v souladu s § 13c odst. 1 písm. c) zákona č. 133/2000 Sb., o evidenci obyvatel a rodných číslech a o změně některých zákonů (zákon o evidenci obyvatel), ve znění pozdějších předpisů).			
21. Datum a podpis pracovníka:			
22. Datum a jméno dohlížející osoby (ve smyslu zákona č.18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů): podpis			

Uvedená data slouží k vedení systému státní evidence pracovníků se zdroji a sledování jejich ozáření v souladu § 3 písm. i), o) zákona č.18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů a § 84 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
Vedená evidence splňuje požadavky zákona č.101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů.

3. Náležitosti žádosti o osobní radiační průkaz

Žádost podává držitel povolení pro sebe nebo pro své zaměstnance kategorie A provozující činnosti nebo služby v kontrolovaném pásmu u jiného držitelé povolení a za které nese plnou odpovědnost.

Žádost o vystavení ORP musí mít tyto náležitosti :

Jméno pracovníka

Příjmení a titul pracovníka

Pohlaví

Datum narození

Rodné číslo - pokud se jedná o nového pracovníka, který dosud není v našem registru

Státní příslušnost

