



PRACOVNÍŠTĚ S PŘÍRODNÍMI ZDROJI IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Ing. Hana Procházková

Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Oddělení přírodních zdrojů

e-mail: hana.prochazkova@sujb.cz



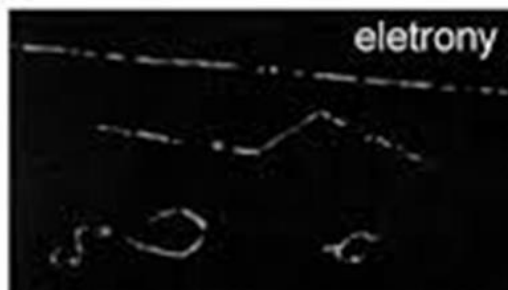
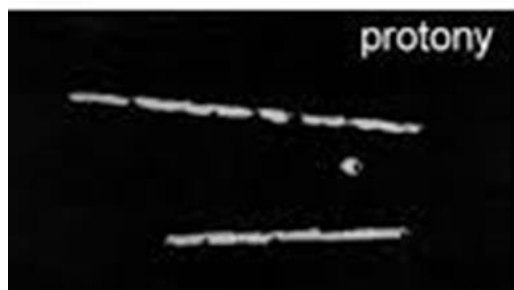
Radioaktivita

- **Radioaktivní přeměna**
samovolná vnitřní přeměna atomových jader, při které je zpravidla emitováno vysokoenergetické záření způsobující ionizaci částic
- Četnost radioaktivní přeměny charakterizuje veličina **aktivita**, která představuje počet radioaktivních přeměn za jednotku času (s)
- Jednotkou aktivity je **becquerel (Bq)**
- objemová aktivita (Bq/m³, Bq/l), hmotnostní aktivita (Bq/kg)
- **Druhy ionizujícího záření**
 - záření **alfa** – proud α -částic, tj. jader helia
 - záření **beta** – β záření urychlených elektronů nebo pozitronů
 - záření **gama** – energetické fotony, tj. druh elektromagnetického záření γ
 - **neutronové** záření



mlžná komora

- fyzikální přístroj umožňující pozorovat dráhy elektricky nabitých částic
- částice prolétávající vrstvou sytých par isopropanolu způsobují kondenzaci a zanechávají charakteristické mlžné stopy
- Charles Wilson 1911, Nobelova cena za fyziku 1927



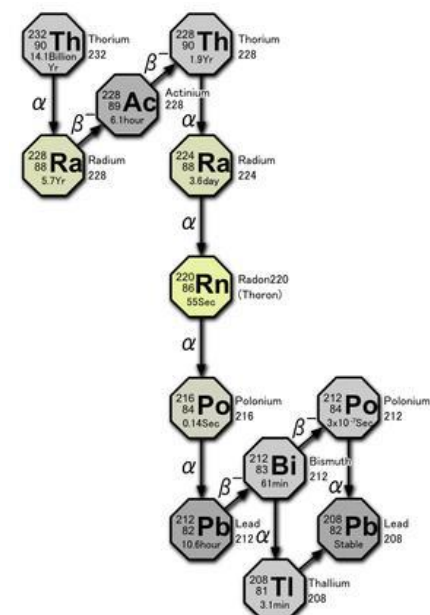
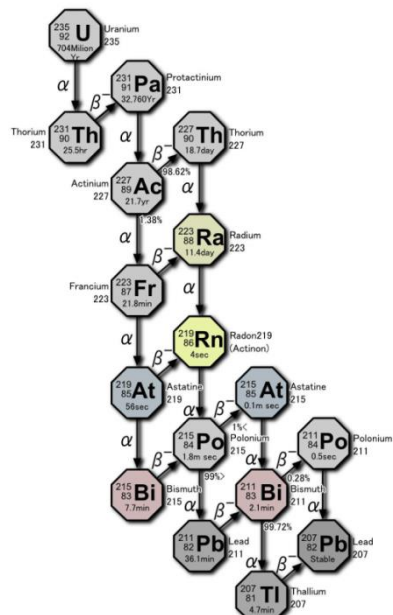
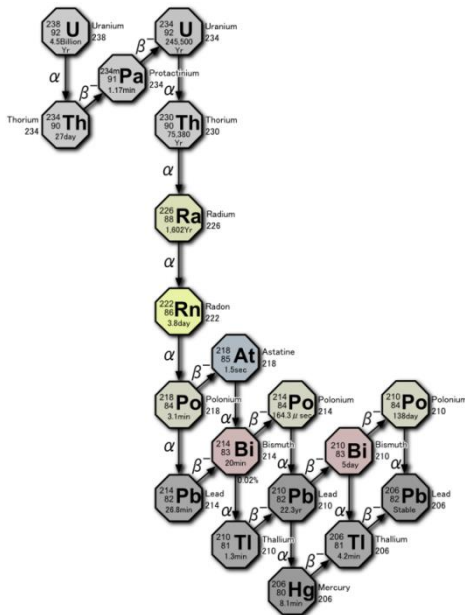
Zdroj: www.observatory.cz



Zdroj: nuledo.com

Přírodní přeměnové řady

- popisují postupný radioaktivní rozpad nestabilních jader těžkých prvků vyzařováním částic alfa (jader helia) nebo beta (elektronů)
- primárním zdrojem přírodních radionuklidů jsou horniny
- **Uranová** - začíná uranem ^{238}U a končí olovem ^{206}Pb
- **Aktinuranová** - začíná uranem ^{235}U a končí olovem ^{207}Pb
- **Thoriová** - začíná thoriem ^{232}Th a končí olovem ^{208}Pb





Vybrané veličiny v radiační ochraně

Absorbovaná dávka, jednotka $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$, gray (Gy)

- množství předané energie na jednotku hmotnosti

Dávkový příkon (Gy/h resp. Sv/h)

- dávka vztažená k času

Ekvivalentní dávka, jednotka sievert (Sv)

- zahrnuje působení různých typů záření
- popisuje účinek na orgán nebo tkáň, (např. na kůži, na oční čočku)

Efektivní dávka E, jednotka sievert (Sv)

- **popisuje účinek na celé tělo člověka**
- zahrnuje rozdílnou radiosenzitivitu orgánů a tkání z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků

1 Gy a 1 Sv představují velmi velké dávky,

v praxi používáme jednotky 1 mGy, 1 mSv resp. 1 μGy , 1 μSv



Legislativní rámec ČR

- **SMĚRNICE RADY 2013/59/EUROATOM**, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření
- **Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon** (dále zákon, AZ)

Ionizující záření – definice v § 2

- přenos energie v podobě částic nebo elektromagnetických vln
- vlnová délka 100 nm a nižší, frekvence 3×10^{15} Hz a vyšší

Radiační ochrana – definice v § 2

- systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzické osoby a k ochraně životního prostředí před účinky ionizujícího záření

- **Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje** (dále vyhláška)
- nabyly účinnosti k 1.1.2017, přechodné období do 31.12.2017



Atomový zákon (AZ)

§ 93 AZ

Pracoviště **s možností** zvýšeného ozáření z **přírodního zdroje záření**

- a) paluba letadla při letu ve výšce nad 8 km
- b) pracoviště s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu (*pracoviště PZZ, NORM*)

NORM - Naturally Occurring Radioactive Materials

TENORM - Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials



Pracoviště NORM dle § 87 vyhl. 422/2016 Sb.

- těžba, transport produktovody a zpracování ropy a plynu
- těžba uhlí
- těžba rud
- zpracování niobové/tantalové rudy,
- zpracování surovin obsahujících vzácné zeminy
- primární výroba železa
- tavení cínu, olova, mědi
- výroba cementu, včetně údržby slínkových pecí
- výroba fosfátových hnojiv, výroba kyseliny fosforečné, termická výroba fosforu
- výroba pigmentů na bázi oxidu titaničitého
- zpracování zirkonu a zirkonia
- výroba, zpracování a užití materiálů s obsahem thoria a uranu
- spalování uhlí na zařízeních s tepelným výkonem nad 5 MW, včetně údržby kotlů
- získávání geotermální energie
- provoz zařízení na úpravu vlastností podzemní vody, nakládání s vodárenskými kaly z úpravy vod z podzemních zdrojů
- nakládání s materiály, kde obsah přírodních radionuklidů v nich přesahuje uvolňovací úroveň nebo zvyšuje příkon fotonového dávkového ekvivalentu o více než 0,5 mikroSv/h
- hornická práce nebo práce vykonávaná hornickým způsobem v dole nebo při podzemní ražbě, včetně odvalu nebo odkaliště

§ 93 AZ

Základní povinnosti provozovatelů pracovišť s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření

- 1. zajistit měření za účelem stanovení osobních dávek pracovníků** a evidenci výsledků měření a osobních dávek pracovníků
- 2. oznamovat Úřadu informace** o pracovišti (podrobnosti v § 89 vyhl., evidenční list) výsledcích měření a osobních dávkách pracovníků,
- 3. zajistit optimalizaci radiační ochrany pracovníků**, pokud je překročena stanovená úroveň **300 Bq/m³ pro OAR, 1 mSv/rok pro efektivní dávku**
- 4. zajistit ochranu těhotných žen** podle § 64 AZ odst. 3 (1 mSv)
- 5. informovat pracovníky**
 - o možném zvýšeném ozáření z přírodního zdroje záření
 - o výsledcích měření na pracovišti, osobních dávkách stanovených měřeními a o související zdravotní újmě v důsledku ozáření
 - o provedených opatřeních ke snížení ozáření

Stanovení osobních dávek pracovníka na pracovišti NORM

Postup měření je popsán v § 88 vyhlášky

Měření musí zahrnovat

- měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu
- měření průměrných objemových aktivit radionuklidů v ovzduší
- měření povrchové kontaminace na pracovišti
- evidenci doby pobytu

Měření je rozděleno do následujících etap

- **předběžné měření** (pouze na pracovištích v podzemí)
- **první měření** k posouzení, zda jsou překročeny úrovně
 - **300 Bq/m³** pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce
 - **1 mSv/rok** pro efektivní dávku
- **opakované měření** - ověření možnosti překročení **6 mSv/rok** pro efektivní dávku
- **měření opakované v každém kalendářním roce**

Informace o pracovišti s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření a jejich předávání Úřadu

§ 89 vyhlášky

- údaje o pracovišti (identifikace, provozovatele a pracoviště, suroviny, technologie, popis pracoviště a režimu, uvolňování, optimalizace)
- ohlašovat SÚJB před zahájením provozu a při každé změně, uchovávány 30 let od ukončení provozu
- oznamování výsledků měření a efektivních dávek
 - do 1 měsíce, uchovávány do 75 let věku (nejméně 30 let po ukončení pracovní činnosti)

§ 235 AZ

- **pracoviště oznámit do 1 roku od účinnosti AZ (31.12.2017)**

§3 AZ

Optimalizace radiační ochrany

- interaktivní proces k dosažení takové úrovně radiační ochrany, aby ozáření bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek

§ 90 vyhlášky

Optimalizace radiační ochrany na pracovišti s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření

Optimalizace radiační ochrany musí být prováděna při překročení úrovně podle § 88 odst. 2 (300 Bq/m³ pro OAR, 1 mSv/rok pro efektivní dávku)

Opatření k provedení optimalizace radiační ochrany

- změna používaných surovin, technologie nebo organizace, způsobu nebo režimu práce a
- úprava pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření, včetně úpravy ventilace

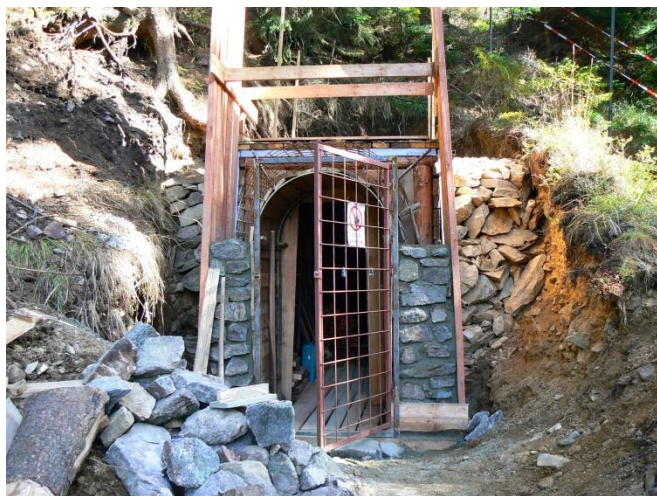
§ 94 AZ

Pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření

- pokud po provedení optimalizace radiační ochrany podle § 93 ozáření pracovníka může překročit efektivní dávku 6 mSv za rok
- měření opakované v každém kalendářním roce
- výsledek porovnáván s limity pro radiační pracovníky
- vymezit části pracoviště (nebo jeho části) nad 6 mSv/rok
- zařadit pracovníka jako pracovníka kategorie A
- provést každoroční poučení pracovníků o radiačním riziku
- zpracovat pokyny pro bezpečné vykonávání práce
- zajistit ochranné pracovní pomůcky
- zajistit pracovnělékařské služby podle § 80 NAZ
- zpracovat postup monitorování (vč. osobní dozimetrie), předložit SÚJB
- vedení dokumentace o rozsahu a způsobu zajištění radiační ochrany

Pracoviště se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření

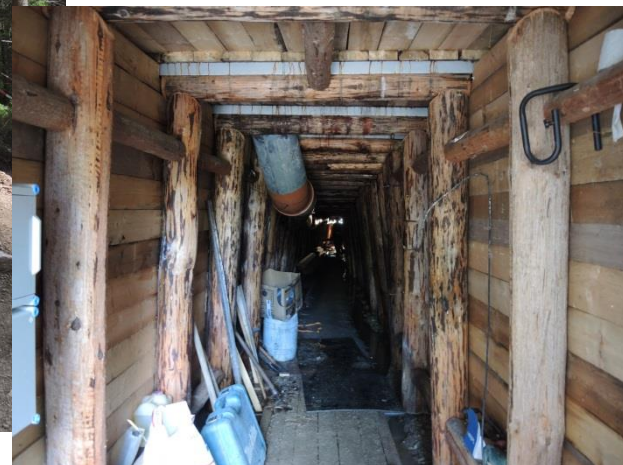
- bývalá průzkumná uranová štola na území pardubického kraje
- odkoupena od DIAMO,s.p., vydáno povolení místního stavebního úřadu
- od r. 2015 probíhají práce na zpřístupnění štoly pro montánní turistiku
- naměřeny **hodnoty objemové aktivity radonu až 115 000 Bq/m³**
- zákaz vstupu; odpracovaná pracovní doba **30 h - efektivní dávka 2,3 mSv**
- učiněna organizační, ventilační opatření, pravidelný kontrolní dozor SÚJB



2015



2016





Uvolňování radioaktivní látky z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření (NORM)

§ 95 AZ, odst. 1

Povinnosti při uvolňování radioaktivní látky:

1. **předcházet neodůvodněnému nahromadění** radioaktivní látky
2. **zajistit měření a hodnocení obsahu radionuklidů** (minimálně 1x ročně), zejména u usazenin, kalů, použitých filtrů, odpadů a odpadní vody uvolňované mimo pracoviště a materiálů z tohoto pracoviště určených k opakovanému použití nebo recyklaci
3. **výsledky evidovat, předávat Úřadu**, přímo nebo prostřednictvím držitele povolení
4. **zpracovat vnitřní předpis pro nakládání** s uvolňovanou radioaktivní látkou
5. v případě použití radioaktivní látky uvolňované z pracoviště k výrobě stavebního materiálu **informovat výrobce stavebního materiálu** o druhu a aktivitě radioaktivní látky

Uvolňovací úrovně pro pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření (NORM)

§ 105 vyhlášky

Uvolňovací úrovně pro odpadní vody vypouštěné do vod povrchových

- průměrná objemová aktivita alfa **0,5 Bq/l**
- průměrná objemová aktivita beta **1 Bq/l**

Uvolňovací úrovně pro odpadní vody vypouštěné do kanalizace pro veřejnou potřebu

- průměrná objemová aktivita alfa **50 Bq/l**
- průměrná objemová aktivita beta **100 Bq/l**

Uvolňovací úrovně pro pevné látky

- hmotnostní aktivita radionuklidů z řady ^{238}U **1 000 Bq/kg**
- hmotnostní aktivita radionuklidů z řady ^{232}Th **1 000 Bq/kg**
- hmotnostní aktivita ^{40}K **10 000 Bq/kg**



Uvolňování radioaktivní látky z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření

- průmyslový podnik – kovovýroba a povrchové úpravy
- **tryskání zirkonovým abrazivem**
- obchodní názvy Zirblast, Cerablast, apod. (keramické kuličky)
 - v bezpečnostním listu uveden obsah 68% ZrO₂ a 31% SiO₂ amorfní
 - klasifikováno jako inertní materiál,
 - uvedeno „neobsahuje substance škodlivé zdraví“
 - jako poznámka uvedena přítomnost < 0,05% ²³⁸U a ²³²Th, nebo „Keramické kuličky/perly obsahují přírodní radionuklidy.“
- použité abrazivo je používáno jako podsypový materiál pod silnice
- omylem v kovové bedně předáno do kovošrotu, způsobilo záchyt materiálu

Místo měření	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu
Strojovna, na povrchu abraziva	1,5 μSv/h
Kabina tryskače	0,3 až 0,7 μSv/h
Výrobní hala, v prostoru 1m nad podlahou	0,05 μSv/h



Výsledky radiologického rozboru abraziva

radionuklid	hmotnostní aktivita (Bq/kg)
^{238}U	3200
^{230}Th	< 1600
^{226}Ra	3100
^{210}Pb	2900
^{228}Ra	770
^{228}Th	740
^{235}U	140
^{231}Pa	140
^{227}Ac	150
^{40}K	< 7

- Hmotnostní aktivita radionuklidů ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb převyšuje uvolňovací úroveň 1000 Bq/kg, kterou stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb.
- Ostatní radionuklidy uvedené v tabulce uvolňovací úroveň nepřevyšují.



Atomový zákon

§ 96 AZ

Pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu

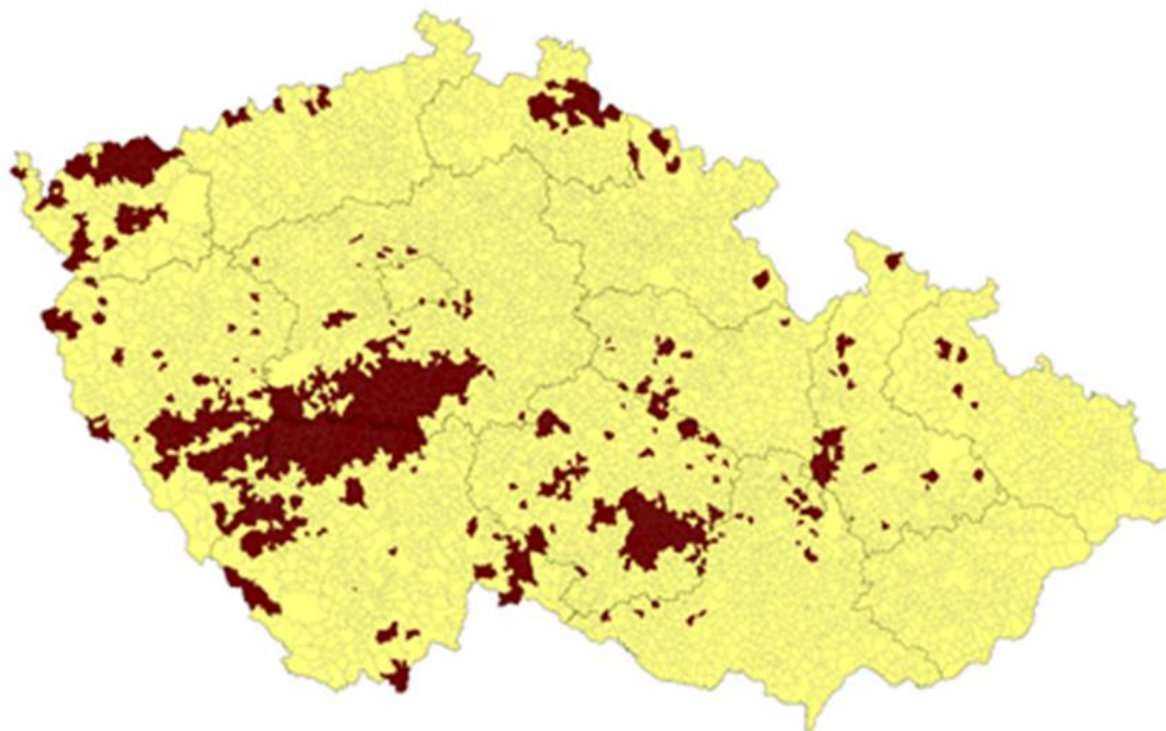
- a) pracoviště v podzemí (prohlídkové trasy, zámecká sklepení, restaurace,...)
- b) pracoviště, na nichž je čerpáním, shromažďováním nebo jiným obdobným způsobem nakládáno s vodou z podzemního zdroje, zejména čerpací stanice, lázeňské zařízení, stáčírna, úpravna vody nebo vodojem
- c) pracoviště umístěné v podzemním nebo prvním nadzemním podlaží budovy, které splňuje podmínky stanovené prováděcím právním předpisem (§ 92 vyhl., Příloha č. 25 vyhl.)

Pracoviště v budovách (stavební povolení do r. 1991) je umístěno v obci, kde je pravděpodobnost překročení referenční úrovně podle § 93 odst. 1 je vyšší než 30 %.

- výčet obcí podle krajů a okresů



Územní rozložení pracovišť dle Přílohy č. 25 vyhlášky





§ 96 AZ

Základní povinnosti provozovatelů pracovišť s možným zvýšeným ozářením z radonu

- 1. zajistit měření za účelem stanovení osobních dávek pracovníků** a evidenci výsledků měření a osobních dávek pracovníků s výjimkou pracovišť, kde pracovní doba nepřekročí 100 hodin za kalendářní rok
- 2. oznamovat Úřadu informace** o pracovišti (podrobnosti v § 94 vyhl., evidenční list), výsledcích měření a osobních dávkách pracovníků
- 3. zajistit optimalizaci radiační ochrany pracovníků**, pokud je překročena referenční úroveň **300 Bq/m³ pro OAR**
- 4. informovat pracovníky**
 - o možném zvýšeném ozářením z radonu
 - o výsledcích měření na pracovišti, osobních dávkách stanovených měřeními a o související zdravotní újmě v důsledku ozářením
 - o provedených opatřeních ke snížení ozářením z radonu



Stanovení efektivní dávky pracovníka na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu

Postup měření je popsán v § 93 vyhlášky

Měření objemové aktivity radonu

- posouzení, zda je překročena **referenční úroveň 300 Bq/m³** při pracovní době 2000 hod. za 12 měsíců
- v případě odlišné pracovní doby se použije přepočtení objemové aktivity radonu (OAR) na pracovní dobu pracovníka
- 2000 hod. v prostoru s OAR 1000 Bq/m³ vede k efektivní dávce 6 mSv

Měření je rozděleno do následujících etap

- **předběžné měření** (pouze na pracovištích v podzemí)
- **první měření** - porovnání s referenční úrovní OAR **300 Bq/m³**
- **opakované měření** - ověření možnosti překročení **6 mSv/rok** pro efektivní dávku
- **měření opakované v každém kalendářním roce**



Informace o pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu a jejich předávání Úřadu

§ 94 vyhlášky

- údaje o pracovišti (identifikace, provozovatele a pracoviště, suroviny, technologie, popis pracoviště a režimu, uvolňování, optimalizace)
- ohlašovat SÚJB před zahájením provozu a při každé změně, uchovávány 30 let od ukončení provozu
- oznamování výsledků měření a efektivních dávek
 - do 1 měsíce, uchovávány do 75 let věku (nejméně 30 let po ukončení pracovní činnosti)

§ 235 AZ

- **pracoviště oznámit do 1 roku od účinnosti (31.12.2017)**

§3 AZ

Optimalizace radiační ochrany

- interaktivní proces k dosažení takové úrovně radiační ochrany, aby ozáření bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek

§ 95 vyhlášky

Optimalizace radiační ochrany na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu

Optimalizace radiační ochrany musí být prováděna při překročení referenční úrovně podle § 93 odst. 1, tedy 300 Bq/m³ pro OAR

Opatření k provedení optimalizace radiační ochrany

- změna organizace, způsobu nebo režimu práce a
- úprava pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu, včetně úpravy ventilace



§ 97 AZ

Pracoviště se zvýšeným ozářením z radonu

- pokud na pracovišti s možným ozářením z radonu ozáření pracovníka může překročit efektivní dávku 6 mSv za rok
- uplatňovat limity pro radiační pracovníky
- vymezit části pracoviště (nebo jeho části)
- provést každoroční poučení pracovníků o radiačním riziku
- zpracovat pokyny pro bezpečné vykonávání práce
- zajistit ochranné pracovní pomůcky
- zpracovat postup monitorování, předložit SÚJB
- vedení dokumentace o rozsahu a způsobu zajištění radiační ochrany

Vykonávání služeb významných z hlediska radiační ochrany

§ 9 AZ – výčet činností

Stanovování osobních dávek pracovníků na pracovišti s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření a na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu

Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření

Měření může provádět pouze držitel Povolení SÚJB podle § 9 AZ

- seznam držitelů je zveřejněn na webových stránkách SÚJB
- <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/subjekty-s-povolenimregistraci-k-vybranym-cinnostem/>



Odkazy na webové stránky SÚJB

- zveřejňování a průběžná aktualizace informací

www.sujb.cz

vlevo MENU - výběr **Radiační ochrana**

záložka **Přírodní zdroje ionizujícího záření**

Informace pro provozovatele pracovišť

- **Informace pro provozovatele pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu**
- **Evidenční list pracoviště s radonem**
- **Informace pro provozovatele pracovišť s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření**
- **Evidenční list pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření**
- **Evidenční list úpravna podzemní vody**



Odkazy na webové stránky SÚJB

www.sujb.cz

vlevo MENU - výběr **Radiační ochrana**

záložka **Přírodní zdroje ionizujícího záření**

Aktuálně platná Doporučení SÚJB

- **Stanovování osobních dávek pracovníků na pracovištích s možným zvýšeným ozářením z radonu**
- **Postupy k identifikaci pracovišť s možným zvýšeným ozářením z radonu pro implementaci čl. 54 odst. 2 písm. a) směrnice Rady EU 2013/59/EURATOM**
- **Stanovování osobních dávek pracovníků na pracovištích s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu**
- **Měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozářením z přírodního zdroje záření podle § 95 odst. 1 písm. b) atomového zákona**



Kontakty na inspektory SÚJB Oddělení přírodních zdrojů

Územní působnost (okres)	Jméno inspektora, kontakt
Ostrava-město, Frýdek-Místek, Karviná, Opava, Nový Jičín, Olomouc, Šumperk, Jeseník, Bruntál, Přerov, Vsetín	RNDr. Ivana Ženatá ivana.zenata@sujb.cz
Hl.m.Praha, Benešov, Beroun, Kladno, Kolín, Kutná Hora, Mělník, Mladá Boleslav, Nymburk, Praha-východ, Praha-západ, Příbram, Rakovník	Ing. Růžena Šináglová ruzena.sinaglova@sujb.cz
České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec, Pelhřimov, Tábor, Písek, Strakonice, Prachatice	(dočasně zastupuje RNDr. Ženatá) ivana.zenata@sujb.cz
Plzeň-město, Plzeň-sever, Plzeň-jih, Rokycany, Klatovy, Domažlice, Tachov, Cheb, Sokolov, Karlovy Vary	Mgr. Marcela Velkoborská marcela.velkoborska@sujb.cz
Ústí nad Labem, Teplice, Most, Chomutov, Litoměřice, Děčín, Louny, Česká Lípa, Liberec, Jablonec	Mgr. Jana Buchtová jana.buchtova@sujb.cz
Semily, Trutnov, Jičín, Náchod, Hradec Králové, Pardubice, Rychnov nad Kněžnou, Chrudim, Havlíčkův Brod, Svitavy, Ústí nad Orlicí	Ing. Hana Procházková hana.prochazkova@sujb.cz
Blansko, Brno-město, Brno-venkov, Vyškov, Prostějov, Kroměříž, Zlín, Břeclav, Hodonín, Uher. Hradiště, Jihlava, Třebíč, Znojmo, Žďár nad Sázavou	Bc. Hana Jurkovská hana.jurkovska@sujb.cz



Děkuji za pozornost.